

Н.А. Демина, С.В. Горбунова, Д.Х. Файзулин

**ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН, КОЛИЧЕСТВО СЕМЯДОЛЕЙ
И РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Введение. Для популяций основных лесообразующих пород, произрастающих в северных широтах, характерно редкое и слабое семеношение. В связи с этим, в годы обильной урожайности семян создаются их запасы, которые могут использоваться для выращивания посадочного материала продолжительный период. Нередко промежутки между семенными годами достигают 8-10 лет. Крайне растянутый срок хранения снижает энергию прорастания и всхожесть семян [Теплых, Прохорова, 2018].

Существует множество вариантов повышения посевных качеств семян хвойных пород (снегование, стратификация, барботирование, обработка семян водой, активированной плазмой, низкочастотным электромагнитным полем, замачивание семян в воде, растворах микроэлементов, стимуляторов роста и др.), что позволяет значительно повысить всхожесть и снизить расход семян при высеве [Суворов, 1968; Новосельцева, Смирнов, 1983; Жигунов, 2000; Байтулин, 2009; Himanen et al., 2010; 2013; Смирнов и др., 2015; Гаврилова и др., 2016].

Замачивание семян в растворах гуминовых веществ также является перспективным способом повышения посевных качеств семян. Гуминовые препараты имеют достаточное количество положительных аспектов: они увеличивают всхожесть, энергию прорастания, а также положительно влияют на рост и развитие наземной части и корневой системы сеянцев [Устинова, 2009; Устинова, Зуров, 2010; Галдина, Харьковская, 2012; Немков, Грехова, 2015; Острошенко и др., 2015; Проказин и др., 2015; Кабанова и др., 2017; Митрофанов и др., 2018; Кабанова и др., 2019; Adilbayeva et al., 2021]. Применение гуминовых препаратов также целесообразно с экологической точки зрения, поскольку они характеризуются низкой токсичностью для теплокровных и разрушаются в почве до нетоксичных компонентов в течение 2-6 месяцев. Например, ряд препаратов: Гумат + 7 йод, Гумат + 9 микроэлементов, Экорост, Гуми, в соответствии с информацией, представленной на этикетках тары, являются умеренно опасными и малоподобными веществами. Также гуминовые препараты хорошо сочетаются с гербицидами, минеральными удобрениями [Пироговская и др., 1993; Грехова, Матвеева, 2014]. Для получения качественного посадочного материала на севере важна не только наследственная основа и физиологические свойства семян, но и подготовка их к посеву, а также проведение подкорм-

мок семян стимулирующими веществами. Стоит отметить, что необходимо продолжить поиск гуминовых препаратов и их эффективных доз, стимулирующих рост и развитие семян сосны обыкновенной с целью достижения оптимальных биометрических и количественных показателей посадочного материала в конкретных условиях произрастания.

Признак числа семядолей – один из самых ранних признаков, предопределяющих дальнейшее развитие растений. Известно, что всходы сосны обыкновенной с 6-9 семядолями обладают большей способностью к устойчивому проявлению повышенной охвоенности, имеют лучше развитую проводящую систему корня и смолоносную систему, значительно превосходят по росту остальные особи [Попов, Жариков, 1978; Попов, Файзулин, 2001]. Среди исследователей существуют разные мнения о степени обусловленности признака числа семядолей генетической составляющей и внешних факторов [Попов, Жариков, 1971, 1973; Попов и др., 2000]. Так, В.Я. Поповым, В.М. Жариковым [Попов, Жариков, 1971] была установлена зависимость формирования большего числа семядолей у всходов, семена которых сформировались в насаждениях, произрастающих в более продуктивных типах леса. Таким образом, можно сделать вывод, что степень насыщенности лесных почв органическими веществами и минеральными элементами может оказывать влияние на формирование структуры популяции по количеству семядолей. Исследований по влиянию питательных веществ при замачивании семян на дальнейшее формирование числа семядолей не проводилось.

Вопросы влияния абиотических факторов на начальном этапе формирования семени, а также на стадии сформированного семени требуют дальнейшего изучения. Поэтому вызывает интерес оценка влияния гуминовых препаратов на формирование количества семядолей у всходов при предпосевной подготовке семян хвойных пород.

Таким образом, целью проведенных исследований является оценка влияния ряда гуминовых препаратов на лабораторную всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной, выращиваемых с закрытой корневой системой в тепличном комплексе Архангельской области, а также изучение влияния гуминовых веществ при замачивании семян на количество семядолей у всходов сосны.

Материалы и методика исследования. Объектом исследования являлось влияние препаратов на всхожесть семян, рост сеянцев и количество семядолей у сосны обыкновенной. В соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2022. Ч. I, II*, гуминовые препараты входят в состав

* Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. I, II. 2022. URL: <https://direct.farm/content/ca6/ca66efb8e50845c9ae69870da18035938955224.pdf>, <https://direct.farm/content/7c0/7c0f6ab85d30457fba72dc1ea5b7d8be817480.pdf> (дата обращения: 09.11.2022)..

категории «Удобрения на основе гуминовых кислот», а также в меньшей степени – «Регуляторы роста». Гуминовые препараты – препараты, полученные по промышленным технологиям из различных видов гуминовых ресурсов: углефицированных материалов, торфов и донных отложений, органических отходов, представляющие собой жидкие, порошковые, пастообразные гуматы натрия или калия с различными добавками: микроэлементами, минеральными удобрениями и т. д. [Якименко, Терехова, 2011].

Наименование, характеристика и состав испытываемых препаратов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика и состав испытываемых препаратов
Characteristics and composition of the tested preparations

Показатели	Наименование препарата			
	Гумат+7 йод	Гумат+9 микро-элементов	Экорост	Гуми
Форма препарата	Гранулы	Гранулы	Жидкость	Паста
Состав на этикетке тары	Смесь калиевых и/или натриевых солей гуминовых кислот-75%, K ₂ O -5%, Cu-0,2%, Zn-0,2%, Mn-0,17%, J-0,005%, Mo-0,018%, Co-0,02%, Fe-0,4%, B-0,2%	Гуминовых веществ не менее 70%, K ₂ O -5%, Cu-0,2%, Zn-0,2%, Mn-0,3%, Mo-0,04%, Co-0,05%, Fe-0,5%, B-0,5%, N-5%	Гуминовые кислоты не менее 30 г/л, N-2,8г/л, P ₂ O ₅ -0,02 г/л, K ₂ O-5,91 г/л, Cu, Zn, Mn, Fe, Se	Гумат Na не менее 60%, N-0,5-2,0%; P ₂ O ₅ -0,5-2,0%; K ₂ O-0,1-1,0% + микроэлементы природного происхождения
Опасность продукта (класс)	умеренно опасное соединение (3А)	умеренно опасное соединение (3)	малоопасный продукт (4)	малоопасное вещество (4)
Исходное сырье	Углефицированные материалы: бурые угли	Нет данных	Фрезерный низинный торф со степенью разложения не менее 30%	Углефицированные материалы: бурые угли
рН [Якименко, Терехова, 2011]	10,1	Нет данных	6,5–7,5	8,2
Производитель	ООО «АГРОТЕХ ГУМАТ» г. Иркутск	ООО «Терра мастер», г. Новосибирск	ООО «Экорост», г. Рязань	ООО «НВП «БашИнком», г. Уфа

Таким образом, можно сделать вывод о том, что выбранные для испытания препараты имеют в своем составе значительный процент гуминовых кислот и комплекс микроэлементов в большем или меньшем количестве. У препарата Гумат + 7 йод содержится в составе дополнительный микроэлемент в виде йода, а у препарата Гуми в составе имеется комплекс макро- и микроэлементов. Выбор применяемых для испытания препаратов обусловлен их доступностью, привлекательной стоимостью, возможностью применения способа замачивания семян и в виде корневой подкормки, достаточностью доказательств положительного влияния гуминовых веществ на всхожесть и рост растений в сельском хозяйстве и ограниченно в лесном хозяйстве. Поэтому, возникает повышенный интерес к изучению влияния гуминовых препаратов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной.

Некоторыми авторами отмечается высокая эффективность проведения сортировки семян по размеру и массе [Казаков и др., 2016; Свиридов и др., 2009], поэтому предпосевная подготовка семян для опыта по лабораторной всхожести заключалась в предварительной очистке и сортировке семян по размеру в установке для очистки и сортировки семян. На первом этапе через решета с отверстиями подходящего размера отсеивался мусор мельче и крупнее семян, далее проводилась сортировка семенного материала по размеру на три группы: мелкие, средние и крупные. После каждая партия семян разного размера отдельно сортировалась по весу в гравитационном сепараторе: удалялись пустые и неполные семена, в том числе пыль. Семена замачивали в 0,05% растворе перманганата калия на 2 часа. Концентрации растворов гуминовых препаратов подготавливали в соответствии с рекомендациями производителя препарата для овощных, цветочно-декоративных, плодово-ягодных культур, так как по замачиванию семян хвойных пород конкретных рекомендаций нет. Продолжительность замачивания составила 14 часов (табл. 2). В опыте с применением стимулирующих препаратов в качестве контроля использовались семена, замоченные в воде.

В лабораторных условиях семена сосны обыкновенной проращивали в соответствии с ГОСТ 13056.6–97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести, 1998 г., где установлены технические условия определения всхожести семян (количество проб по 100 семян, освещенность, температура проращивания, продолжительность процесса). Для проращивания семян для каждого опытного варианта отбирались пробы по 100 шт. в четырехкратной повторности. Всхожесть определялась на 15-й день учета. Одновременно, с проведением опыта по лабораторной всхожести в каждый учётный срок при подсчете количества проросших семян учитывали число семядолей у каждого всхода по мере их раскрытия. Далее подсчитывали процент 4-5 и 6-9 семядольных вариантов сосны.

Таблица 2

Концентрация гуминовых препаратов и время замачивания семян сосны для опыта по оценке лабораторной всхожести и количества семядолей у всходов

The concentration of humic preparations and the soaking time of pine seeds for an experiment to assess laboratory germination and the number of cotyledons in shoots

Показатели	Наименование препарата			
	Гумат + 7 йод	Гумат + 9 микро-элементов	Экорост	Гуми
Концентрация раствора	0,6 г/л	1 г/100 мл, далее 75 мл/л	0,5 мл/л	100 г/200 мл, далее 20 кап./л
Время замачивания, ч	14	14	14	14

Для оценки влияния гуминовых препаратов на рост сеянцев сосны обыкновенной были выбраны 3 препарата: Гумат +7 йод, Экорост, Гуми. Для корневой подкормки концентрации растворов препаратов Гумат +7 йод, Гуми подготавливали в соответствии с рекомендациями производителя для овощных, цветочно-декоративных, плодово-ягодных (садово-огородных) культур, так как для корневых подкормок хвойных пород конкретных рекомендаций нет (табл. 3). Концентрация раствора препарата Экорост подобрана с учетом предыдущих исследований [Горбунова и др., 2022].

Таблица 3

Концентрация гуминовых препаратов и частота обработок для опыта по оценке роста сеянцев сосны

The concentration of humic preparations and the frequency of treatments for the experiment to assess the growth of pine seedlings

Показатели	Наименование препарата		
	Гумат +7 йод	Экорост	Гуми
Концентрация раствора	2 г/10 л	10 мл/10 л	25 мл/50 мл, далее 15 мл/10 л
Частота обработок	Каждые 3 недели		

Тепличный комплекс, где были проведены исследования по оценке роста сеянцев, оснащен обогревом теплиц. Процесс по закладке опытных вариантов по испытанию гуминовых препаратов был максимально схож с

производственными посевами. Корневая подкормка проводилась с расходом приготовленного раствора 1,5 л на кассету. Количество измерений составляло 363 шт. семян по каждому варианту.

Результаты исследования. Лабораторная всхожесть семян сосны обыкновенной при замачивании в воде составляла 66,8% (табл. 4). Показатель препарата Гуми равен 70,5%, что выше контрольного варианта на 3,7%. Превышает контроль также вариант с обработкой семян препаратом Гумат + 7 йод, превышение по всхожести составляет в пределах 1,5%. Препарат Экорост имеет значение сходное с контролем, а Гумат +9 микроэлементов оказался ниже контрольного варианта на 7%. При статистической обработке данных достоверного различия по влиянию препаратов на всхожесть между испытываемыми вариантами и контролем не установлено.

Таблица 4

Лабораторная всхожесть семян сосны, обработанных в гуминовых препаратах ($t_{st} = 2,45$)

Laboratory germination of pine seeds treated in humic preparations ($t_{st} = 2,45$)

Препарат	Всхожесть, %	t_{ϕ}	Семян не проросло, %	
			здоровых	загнивших
Контроль	66,8	–	25,0	8,2
Гумат +7 йод	68,3	0,1	27,0	4,7
Гумат +9 микроэлементов	59,8	2,3	33,2	7,0
Гуми	70,5	1,1	25,8	3,7
Экорост	66,5	0,1	27,8	5,7

Полученные данные по результатам исследования обрабатывали общепринятыми статистическими методами с использованием программы *Microsoft Office Excel*.

По результатам опыта можно отметить, что обработка препаратом Гуми повлияла в большей степени на способность семян противостоять загниванию. Процент загнивших семян при обработке этим веществом составил 3,7%, что в 2 раза меньше, чем на контрольном варианте. Это свидетельствует о том, что данный препарат обладает обеззараживающим действием. У всех гуминовых препаратов наблюдается меньший процент загнивших семян по сравнению с контролем. Отсутствие пустых семян говорит об эффективном способе сортировки семян по массе.

Среднее число семядолей у всходов сосны обыкновенной при проращивании семян с обработкой различными вариантами гуминовых препаратов представлено в табл. 5.

Таблица 5

Среднее число семядолей у всходов сосны обыкновенной при замачивании семян в воде и гуминовых препаратах ($t_{st} = 1,96$)

The average number of cotyledons in shoots of *Pinus sylvestris*, when soaking seeds in water and humic preparations ($t_{st} = 1,96$)

Препарат	Количество всходов с семядолями, %		Среднее число семядолей, шт.*		
	4–5	6–9	$M \pm m$	C, %	t_{ϕ}
Контроль	24,8	75,2	$5,9 \pm 0,1$	9,9	–
Гумат + 7 йод	27,4	72,6	$5,9 \pm 0,1$	12,6	0
Гумат + 9 микроэлементов	24,1	75,9	$5,9 \pm 0,1$	12,0	0
Гуми	24,1	75,9	$6,0 \pm 0,1$	12,9	0,7
Экорост	28,5	71,5	$5,8 \pm 0,1$	12,5	0,7

Примечание. * $M \pm m$ – среднее значение со стандартной ошибкой среднего; C – коэффициент вариации.

В целом, семена сосны обыкновенной, отобранные для исследования, характеризуются хорошими наследственными свойствами: доля многосемядольных всходов колеблется в пределах 72–76%. Малосемядольных всходов меньше в 2,5–3 раза, что указывает на достаточное совершенство древостоя, с которого были получены семена. Большое число многосемядольных всходов сосны может означать отсутствие значительного антропогенного воздействия на территории произрастания данного насаждения и наличием в популяции генетически ценных особей. Небольшое смещение в сторону большего или меньшего количества многосемядольных всходов по сравнению с контрольным вариантом отмечается у всех препаратов. При проведении статистической обработки полученных результатов по среднему числу семядолей различий между контролем и опытными вариантами не выявлено. Среднее число семядолей по каждому варианту около 6. Таким образом, можно сделать вывод о том, что замачивание семян в гуминовых препаратах не оказывает никакого влияния на число семядолей у всходов сосны обыкновенной.

Реакция сеянцев сосны первого года выращивания на подкормку гуминовыми препаратами была очевидна с самого начала роста (табл. 6). Все варианты превышали контрольный вариант по биометрическим параметрам сеянцев, достоверность результатов приведена в табл. 7.

Таблица 6

Динамика биометрических параметров сеянцев сосны обыкновенной с подкормкой различными гуминовыми препаратами и на контроле

Dynamics of biometric parameters of seedlings of *Pinus sylvestris*, with fertilizing with various humic preparations and under control

Препарат	Высота, см на дату			Диаметр у ш.к., мм на 11 сентября
	22 июля	12 августа	11 сентября	
Контроль	4,4 ± 0,1	7,3 ± 0,1	9,1±0,1	1,6±0,1
Экорост	4,7 ± 0,1	7,1 ± 0,1	8,3±0,1	1,6±0,1
Гуми	4,6 ± 0,1	7,3 ± 0,1	8,7±0,1	1,7±0,1
Гумат +7 йод	5,0 ± 0,1	7,3 ± 0,1	9,4±0,1	1,7±0,1

Таблица 7

Достоверность различия параметров сеянцев сосны на вариантах с поливом гуминовыми препаратами по отношению к контролю (при $P = 0,95$), по датам замеров ($t_{st} = 1,96$)

Reliability of the difference between the parameters of pine seedlings in variants with watering with humic preparations in relation to control (at $P = 0.95$), by measurement dates ($t_{st} = 1,96$)

Препарат	22 июля		12 августа		11 сентября			
	Высота				Высота		Диаметр	
	t_{ϕ}	Достоверность	t_{ϕ}	Достоверность	t_{ϕ}	Достоверность	t_{ϕ}	Достоверность
Экорост	4,9	Достоверно	1,5	Недостоверно	7,1	Достоверно	0,8	Недостоверно
Гуми	3,4	Достоверно	0,5	Недостоверно	4,0	Достоверно	0,9	Недостоверно
Гумат +7 йод	11,3	Достоверно	0,4	Недостоверно	2,1	Достоверно	1,2	Недостоверно

Далее на дату 12 августа все варианты имели одинаковые параметры растений по высоте. К концу вегетации (11 сентября) препараты Экорост и Гуми стали оказывать угнетающий эффект на растения. Максимальные показатели высоты по сравнению с контрольным вариантом оказались у сеянцев с подкормкой препаратом Гумат +7 йод. Превышение по высоте составило 0,3 см, что является малозначимым достижением. На рост сеянцев сосны по диаметру применение стимулирующих гуминовых препаратов влияния не оказало.

Выводы. В представленной работе большинство гуминовых препаратов не оказало никакого влияния на лабораторную всхожесть семян. При обработке семян сосны обыкновенной препаратом Гуми лабораторная всхожесть оказалась выше контроля на 4%, но это является малозначимым показателем для повышения эффективности производства посадочного материала. Тем не менее, достоверность различия по сравнению с контрольным вариантом статистически не доказана. Такую тенденцию к повышению всхожести семян сосны обыкновенной при замачивании препаратом Гуми можно объяснить тем, что его основу составляет высокое содержание Гумата Na с участием в его составе комплекса минеральных удобрений (азот, фосфор, калий до 2%) и микроэлементов. При испытании гуминовых препаратов необходимо достичь значимого превышения показателей по всхожести семян, так как при выращивании сеянцев в открытом или закрытом грунте эффективность препарата, доказанная в лабораторных условиях, может нивелироваться в той или иной степени новыми лимитирующими факторами.

При проверке выдвинутой авторами гипотезы по влиянию гуминовых препаратов на формирование числа семядолей у всходов (при замачивании семян сосны) установлено, что данные вещества на количество семядолей у всходов сосны обыкновенной не оказывают влияния.

Влияние препарата Гумат +7 йод при корневых подкормках на рост сеянцев оказалось незначительным (превышение по сравнению с контролем составило 0,3 см). Применение данного препарата в производственном процессе не принесет ожидаемого результата. Следует предположить, что влияние йода в незначительном количестве в составе препарата Гумат +7 йод может стимулировать рост сеянцев. Вопрос о влиянии йода с целью усиления ростовых процессов сельскохозяйственных культур в России мало изучен, тем более при изучении роста хвойных пород. Также у препарата Гумат +7 йод отмечается более щелочная реакция среды, что отличает его от других препаратов со слабощелочной реакцией. Влияния различных

препаратов на рост семян в зависимости от источника исходного сырья не установлено.

Подобренные для данного опыта дозы препаратов Гумат +7 йод, Гумат +9 микроэлементов, Экорост, Гуми оказались малоэффективными, либо совсем не оказали положительного эффекта. Поэтому исследования в области применения конкретных гуминовых препаратов, их концентраций, времени замачивания, частоты полива и т. д. с целью повышения посевных качеств семян и количественных характеристик посадочного материала сосны обыкновенной следует продолжить.

Сведения о финансировании исследования. Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований. Регистрационный номер темы: 122020100292-5.

Библиографический список

Байтулин И.О. Создание лесного питомника и технология выращивания посадочного материала. Костанай: Костанайполиграфия, 2009. 48 с.

Галдина Т.Е., Харьковская В.А. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestris L.*) // IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» Москва, 15 февраля – 31 марта 2012 года. URL: <https://scienceforum.ru/2012/article/2012000558> (дата обращения: 14.09.2022).

Гаврилова О.И., Гостев К.В., Гостев В.А., Журавлева М.В., Румянцева М.А. Исследование влияния предпосевной обработки семян древесных пород водой, активированной плазмой // Инженерный Вестник Дона. 2016. №4. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28945302_98815896.pdf (дата обращения: 14.09.2022).

Горбунова С.В., Сеньков А.О., Файзулин Д.Х. Опыт применения гуминового препарата при выращивании семян хвойных пород с закрытой корневой системой в условиях Архангельской области // Сибирский лесной журнал. 2022. №1. С. 41–51.

Грехова И.В., Матвеева Н.В. Реакция яровой пшеницы на применение регуляторов и микроудобрения при протравливании семян // Аграрный вестник Урала. 2014. № 1 (119). С. 6–8.

Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 294 с.

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.

Кабанова С.А., Данченко М.А., Шишкин А.М., Крижановская Е.И. Применение ростовых веществ для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной // Вестник Поволжского государственного технологического университета. 2019. № 2. С. 52–61.

Казаков В.И., Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Казаков И.В. Влияние сортировки семян хвойных пород на посевные качества // Лесотехнический журнал. 2016. № 3. С. 161–167.

Митрофанов С.В., Ганиева Н.Н., Мочалова Е.Н. Влияние гуминовых удобрений на посевные качества Ели европейской // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы и пути их решения: матер. Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 22–24 июня 2018 г. Иваново: ПресСто, 2018. С. 177–181.

Немков П.С., Грехова И.В. Влияние гуминового препарата на семена хвойных пород // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 96–99.

Новосельцева А.И., Смирнов Н.А. Справочник по лесным питомникам. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 280 с.

Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Ключников Д.А., Острошенко В.Ю., Чекушкина Т.Н. Влияние стимуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 6. С. 242–247.

Пироговская Г.В., Богомаз И.А., Шагиева Е.И., Коваленок М.Ф., Кулешова С.И., Наумова Г.В., Райцина Г.И. Использование гуминовых препаратов в получении минеральных удобрений // Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. С. 166–173.

Попов В.Я., Жариков В.М. Изменчивость представленности особей с различным числом семядолей в потомстве отдельных деревьев и популяций сосны обыкновенной // Тезисы докладов на отчетной сессии лаборатории лесоводства и лесоведения за 1970 год. Архангельск, 1971. С. 18–21.

Попов В.Я., Жариков В.М. Методы отбора и ранней диагностики наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели: методические рекомендации. Архангельск, 1973. 39 с.

Попов В.Я., Жариков В.М. Ранняя диагностика наследственных свойств плюсовых деревьев сосны и ели: методическое пособие. Архангельск: АИЛИЛХ, 1978. 14 с.

Попов В.Я., Тучин П.В., Файзулин Д.Х. Отбор популяций ели обыкновенной с ценными наследственными свойствами // Лесоводственно-экономические вопросы воспроизводства лесных ресурсов Европейского Севера: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. Архангельск, 2000. С. 83–88.

Попов В.Я., Файзулин Д.Х. Отбор элитных деревьев сосны обыкновенной: методическое пособие. Архангельск: СевНИИЛХ, 2001. 23 с.

Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В., Иванюшева Г.И., Сахнов В.В., Петров В.А., Чукарина А.В., Багаев С.С. Выращивание посадочного

материала хвойных пород с использованием ростовых стимуляторов // Лесохозяйственная информация. 2015. № 1. С. 50–56.

Свиридов Л.Т., Гомзяков Н.Д., Новиков А.И., Томилин А.Н. О новом перспективном технологическом комплексе машин и оборудования для обработки лесных семян // Лесной журнал. 2009. № 5. С. 31–37.

Смирнов А.И., Орлов Ф.С., Дроздов И.И. Приемы интенсивной агротехники при посеве семян хвойных видов // Лесной вестник. 2015. № 2. С. 69–73.

Суворов В. И. Эффективность предпосевной подготовки семян хвойных пород при создании культур методом посева на вырубках Урала // Леса Урала и хозяйство в них. 1968. Вып. 1. С. 371–392.

Теплых А.А., Прохорова Е.В. Влияние сроков хранения семян ели на их техническую всхожесть // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 2(38). С. 19–28. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.2.19

Устинова Т.С. Влияние препарата Гумат+7 на рост сеянцев ели европейской // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 22. С. 146–148.

Устинова Т.С., Зуров Р.Н. Влияние препарата Гумат+7 на ростовые процессы хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2010. № 26. С. 115–118.

Якименко О.С., Терехова В.А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343.

Adilbayeva Zh., Maisupova B., Abayeva K., Utebekova A., Akhmetov R. The effect of stimulants on the seed germination and growth of Schrenk's spruce seedlings // OnLine Journal of Biological Sciences. 2021. No. 21. P. 354–364. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.354.364

Himanen K., Helenius P., Nygren M. Liotuska sittelyiden vaikutus kuusen siementen itämiseen [Effect of pre-sowing soaking treatments on germination of Norway spruce seeds] // Metsä tieteen aikakauskirja. 2010. No. 2. P. 103–114.

Himanen K., Lilja A., Poimala née Rytkönen A., Nygren M. Soaking effects on seed germination and fungal infection in *Picea abies* // Scandinavian Journal of Forest Research. 2013. No. 28. P. 1–7.

REFERENCES

Adilbayeva Zh., Maisupova B., Abayeva K., Utebekova A., Akhmetov R. The effect of stimulants on the seed germination and growth of Schrenk's spruce seedlings. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2021, vol. 21, pp. 354–364. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.354.364.

Bajtulin I.O. Sozdanie lesnogo pitomnika i tehnologija vyrashhivaniya posadochnogo materiala [Creation of a forest nursery and the technology of growing planting material]. Kostanay: Kostanajpoligrafija, 2009. 48 p. (In Russ.)

Galdina T.E., Har'kova V.A. Ocenka vlijaniya biostimuljatorov na sostojanie i kachestvo sejancev sosny obyknovennoj (*Pinus silvestris* L.) [Evaluation of the effect of biostimulants on the condition and quality of seedlings of scots pine (*Pinus sylvestris* L.)]. *IV International Student Electronic Scientific Conference «Student Scientific Forum»*. Moscow, 15 February – 31 March, 2012. URL: <https://scienceforum.ru/2012/article/2012000558> (September 14, 2022). (In Russ.)

Gavrilova O.I., Gostev K.V., Gostev V.A., Zhuravleva M.V., Rumjanceva M.A. Issledovanie vlijaniya predposevnoj obrabotki semjan drevesnyh porod vodoj, aktivirovannoj plazmoj [Investigation of the effect of pre-sowing treatment of wood y seeds with water activated by plasma]. *Inzhenernyj Vestnik Dona*, 2016, vol. 4. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28945302_98815896.pdf (accused September 14, 2022). (In Russ.)

Gorbunova S.V., Sen'kov A.O., Fajzulin D.X. Opy't primeneniya guminovogo preparata pri vy'rashhivanii seyancev xvojny'x porod s zakry'toj kornevoj sistemoj v usloviyax Arxangel'skoj oblasti [The experience of using a humic preparation in the cultivation of coniferous seedlings with a closed root system in the conditions of the Arkhangelsk region]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2022, vol. 1. pp. 41–51. (In Russ.)

Grehova I.V., Matveeva N.V. Reakcija jarovoj pshenicy na primenenie reguljatorov i mikroudobrenija pri protravlivanii semjan [Reaction of spring wheat to the use of regulators and micro-fertilizers during seed pickling]. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2014, vol. 1, pp. 6–8. (In Russ.)

Himanen K., Helenius P., Nygren M. Liotuska sittelyiden vaikutus kuusen siementen ita'miseen [Effect of pre-sowing soaking treatments on germination of Norway spruce seeds]. *Metsa tieteen aikakauskirja*, 2010, vol. 2, pp. 103–114.

Himanen K., Lilja A., Poimala née Rytkönen A., Nygren M. Soaking effects on seed germination and fungal infection in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2013, vol. 28, pp. 1–7.

Kabanova C.A., Danchenko M.A., Borcov V.A., Kocherganov I.S. Rezul'taty predposevnoj obrabotki semjan sosny obyknovennoj stimuljatorami rosta [Results of pre-sowing treatment of Scots pine seeds with growth stimulants]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2017, vol. 2, pp. 75–83. (In Russ.)

Kabanova S.A., Danchenko M.A., Shishkin A.M., Krizhanovskaja E.I. Primenenie rostovyh veshhestv dlja vyrashhivaniya posadochnogo materiala sosny obyknovennoj [The use of growth substances for the cultivation of Scots pine planting stock]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta*, 2019, vol. 2, pp. 52–61. (In Russ.)

Kazakov V.I., Prokazin N.E., Lobanova E.N., Kazakov I.V. Vliyanie sortirovki semyan xvojny'x porod na posevny'e kachestva [The effect of sorting coniferous seeds on sowing qualities]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2016, vol. 3, pp. 161–167. (In Russ.)

Mitrofanov S.V., Gapeeva N.N., Mochalova E.N. Vliyanie guminovyh udobrenij na posevnye kachestva Eli evropejskoj [Influence of humic fertilizers on the sowing quality

of European spruce]. *Jekologicheski ustojchivoe zemledelie: sostojanie, problemy i puti ih reshenija* [Environmentally Sustainable Agriculture: State, Problems and Ways to Solve Them]: Proceedings of the All-Russian Scientific-practical Conference with International Participation. VNIIOU – filial FGBNU «Verhnevolzhskij FANC», Ivanovo, 22–24 June 2018). Ivanovo: PresSto, 2018, pp. 177–181. (In Russ.)

Nemkov P.S., Grehova I.V. Vlijanie guminovogo preparata na sejancy hvojnih porod [Influence of a humic preparation on coniferous seedlings]. *Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija*, 2015, vol. 1, pp. 96–99. (In Russ.)

Novosel'ceva A.I., Smirnov N.A. Spravochnik po lesnym pitomnikam (Handbook of forest nurseries), Moscow: Lesnaja prom-st', 1983, 280 p. (In Russ.)

Ostroshenko V.V., Ostroshenko L.Ju., Kljuchnikov D.A., Ostroshenko V.Ju., Chekushkina T.N. Vlijanie stimulatorov rosta na jenergiyu prorastanija i laboratornuju vshozhest' semjan sosny obyknovenoj (*Pinus silvestris L.*) [The effect of growth stimulants on the germination energy and laboratory germination of the seeds of Scots pine (*Pinus silvestris L.*)]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2015, vol. 17, no. 6, pp. 242–247. (In Russ.)

Pirogovskaja G.V., Bogomaz I.A., Shagieva E.I., Kovalenok M.F., Kuleshova S.I., Naumova G.V., Rajcina G.I. Ispol'zovanie guminovyh preparatov v poluchenii mineral'nyh udobrenij [The use of humic preparations in the production of mineral fertilizers]. *Guminovye veshhestva v biosfere*, Moscow: Nauka, 1993, pp. 166–173. (In Russ.)

Popov V.Ja., Fajzulin D.H. Otkor jelitnyh derev'ev sosny obyknovenoj [Selection of elite Scots pine trees]. Arkhangelsk: NRIF, 2001. 23 p. (In Russ.)

Popov V.Ja., Tuchin P.V., Fajzulin D.H. Otkor populacij eli obyknovenoj s cennymi nasledstvennymi svojstvami [Selection of populations of common spruce with valuable hereditary properties]. *Lesovodstvenno-jekonomicheskie voprosy vosproizvodstva lesnyh resursov Evropejskogo Severa* [Forestry and economic issues of reproduction of forest resources of the European North], Arkhangelsk, 2000, pp. 83–88. (In Russ.)

Popov V.Ja., Zharikov V.M. Izmenchivost' predstavlenosti osobej s razlichnym chislom semjadolej v potomstve otdel'nyh derev'ev i populacij sosny obyknovenoj [Variability of the representation of individuals with different numbers of cotyledons in the offspring of individual trees and populations of Scots pine]. *Tezisy dokladov na otchetnoj sessii laboratorii lesovodstva i lesovedenija za 1970 god* [Abstracts of Reports at the Reporting Session of the Laboratory of Forestry and Forestry Science for 1970], Arkhangelsk, 1971, pp. 18–21. (In Russ.)

Popov V.Ja., Zharikov V.M. Metody otbora i rannej diagnostiki nasledstvennyh svojstv pljusovyh derev'ev sosny i eli [Methods of selection and early diagnosis of hereditary properties of plus trees of pine and spruce]. Arkhangelsk, 1973. 39 p. (In Russ.)

Popov V.Ja., Zharikov V.M. Rannjaja diagnostika nasledstvennyh svojstv pljusovyh derev'ev sosny i eli: metodicheskoe posobie [Early diagnosis of hereditary

properties of pine and spruce plus trees: a methodological guide: method book]. Arkhangelsk: AILiLH, 1978, 14 p. (In Russ.)

Prokazin N.E., Lobanova E.N., Pentel'kina N.V., Ivanjushcheva G.I., Sahnov V.V., Petrov V.A., Chukarina A.V., Bagaev S.S. Vyrashhivanie posadochnogo materiala hvojnnykh porod s ispol'zovaniem rostovykh stimulyatorov [Cultivation of coniferous planting stock using growth stimulants]. *Lesohozhajstvennaja informacija*, 2015, vol. 1, pp. 50–56. (In Russ.)

Smirnov A.I., Orlov F.S., Drozdov I.I. Priemy intensivnoj agrotehniki pri poseve semjan hvojnnykh vidov [Intensive agricultural techniques for sowing seeds of coniferous species]. *Lesnoj vestnik*, 2015, vol. 2, pp. 69–73. (In Russ.)

Suvorov V.I. Jefferektivnost' predposevnoj podgotovki semjan hvojnnykh porod pri sozdanii kul'tur metodom poseva na vyrubkah Urala [The effectiveness of pre-sowing preparation of coniferous seeds in the creation of crops by sowing in the cuttings of the Urals]. *Lesnaja Urala i hozhajstvo v nih*, 1968, vol. 1, pp. 371–392. (In Russ.)

Sviridov L.T., Gomzyakov N.D., Novikov A.I., Tomilin A.N. O novom perspektivnom tehnologicheskom komplekse mashin i oborudovaniya dlya obrabotki lesny'x semyan [About a new promising technological complex of machines and equipment for processing forest seeds]. *Lesnoj zhurnal*, 2009, vol. 5, pp. 31–37. (In Russ.)

Tepl'y'x A.A., Proxorova E.V. Vliyanie srokov xraneniya semyan eli na ix texnicheskuyu vsxozhest'. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. E'kologiya. Prirodopol'zovanie, 2018. vol. 2 (38). pp. 19–28. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.2.19. (In Russ.)

Ustinova T.S. Vliyanie preparata Gumat +7 na rost sejancev eli evropejskoj [The effect of the preparation Gumat + 7 on the growth of European spruce seedlings]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2009, vol. 22, pp. 146–148. (In Russ.)

Ustinova T.S., Zurov R.N. Vliyanie preparata Gumat+7 na rostovye processy hvojnnykh porod [The effect of the preparation Gumat + 7 on the growth processes of conifers]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2010, vol. 26, pp. 115–118. (In Russ.)

Yakimenko O.S., Terekhova V.A. Guminovye preparaty i ocenka ih biologicheskoy aktivnosti dlya celej sertifikacii [Humic preparations and assessment of their biological activity for certification purposes]. *Pochvovedenie*, 2011, vol. 11, pp. 1334–1343. (In Russ.)

Zhigunov A.V. Teorija i praktika vyrashhivaniya posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoj [Theory and practice of growing planting material with a closed root system]. St. Petersburg: SPbNILH, 2000. 294 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 28.09.2022

Демина Н.А., Горбунова С.В., Файзулин Д.Х. Влияние гуминовых препаратов на всхожесть семян, количество семядолей и рост сеянцев сосны обыкновенной // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 241. С. 35–52. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.241.35-52

Стимуляторы роста ускоряют прорастание семян, увеличивают всхожесть, положительно влияют на развитие надземной части и корневой системы сеянцев, повышают приживаемость при пересадке и способствуют лучшему выживанию в экстремальных условиях. В настоящее время существует большое количество различных веществ с ростостимулирующим действием, но предпочтение отдают экологически безопасным. К таким стимуляторам относятся гуминовые препараты. Цель исследования – изучение влияния гуминовых препаратов на лабораторную всхожесть семян, на изменение количества семядолей у всходов и на рост сеянцев сосны обыкновенной. Семена сосны замачивали в растворах препаратов: Экорост, Гуми, Гумат + 7 йод, Гумат + 9 микроэлементов и в воде (контроль). Всхожесть обработанных семян изучали в лабораторных условиях. Также учитывали число семядолей у каждого всхода в опытных вариантах и на контроле. В тепличных условиях Архангельской области проводили полив сеянцев сосны обыкновенной растворами гуминовых препаратов Экорост, Гуми, Гумат +7. В опыте по лабораторной всхожести семян сосны обыкновенной между контрольным и опытными вариантами существенных различий не выявлено. По результатам оценки структуры всходов по числу семядолей в зависимости от обработки семян различными гуминовыми препаратами (Экорост, Гуми, Гумат +7 йод, Гумат + 9 микроэлементов) установлено, что влияния на количество семядолей у всходов сосны обыкновенной данные препараты не оказывают. Сеянцы сосны обыкновенной первого года выращивания, подкормленные гуминовым препаратом Гумат +7 йод, оказались выше контрольного варианта на 0,3 см, что не является значимым показателем для применения данного вещества на производстве. Препараты Гуми и Экорост проявили угнетающий эффект на рост сеянцев. На радиальный прирост все испытываемые препараты не оказали никакого воздействия. Таким образом, испытываемые в данном исследовании гуминовые препараты с подобранной авторами концентрацией не оказывают влияния на повышение всхожести семян, на рост сеянцев сосны обыкновенной, либо имеют незначительное превышение. Поэтому исследования в области применения конкретных гуминовых препаратов, их концентраций, времени замачивания, частоты полива и т. д. для повышения эффективности выращивания посадочного материала сосны обыкновенной следует продолжить.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, гуминовые препараты, предпосевная обработка семян, лабораторная всхожесть, количество семядолей, рост сеянцев.

Demina N.A., Gorbunova S.V., Faizulin D.H. The effect of humic preparations on seed germination, the number of cotyledons and the growth of seedlings of *Pinus sylvestris*. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicheskoj Akademii*, 2022, iss. 241, pp. 35–52 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.241.35-52

Growth stimulators accelerate seed germination, increase germination, have a positive effect on the development of the aboveground part and the root system of seedlings, increase survival during transplantation and contribute to better survival in extreme conditions. Currently, there are a large number of different substances with a growth-stimulating effect, but preference is given to environmentally friendly. Such stimulants include humic preparations. The aim of the study was to study the effect of humic preparations on laboratory germination of seeds, on the change in the number of cotyledons in shoots and the growth of seedlings of *Pinus sylvestris*. Pine seeds were soaked in solutions of preparations: Ecorost, Gumi, Humate + 7 iodine, Humate + 9 trace elements and in water (control). The germination of treated seeds was studied under laboratory conditions. We also took into account the number of cotyledons at each shoot in experimental versions and on control. In the greenhouse conditions of the Arkhangelsk region, the seedlings of *Pinus sylvestris* were watered with solutions of humic preparations Ecorost, Gumi, Humate +7. In the experiment on laboratory germination of *Pinus sylvestris* seeds, there were no significant differences between the control and experimental variants. According to the results of the evaluation of the structure of seedlings by the number of cotyledons, depending on the treatment of seeds with various humic preparations (Ecorost, Gumi, Humate +7, Humate + 9 trace elements), it was found that these preparations do not have an effect on the number of cotyledons in shoots of *Pinus sylvestris*. Seedlings of *Pinus sylvestris* of the first year of cultivation, fertilizing with humic preparation Humate + 7, were 0.3 cm higher than the control variant, which is not a significant indicator for the use of this substance in production. Preparations of Gumi and Ecorost showed a depressing effect on the growth of seedlings. All the tested preparations had no effect on the radial increase. Thus, the humic preparations tested in this study with the concentration selected by us do not affect the increase in seed germination, the growth of seedlings of *Pinus sylvestris*, or have a slight excess. Therefore, research in the field of application of specific humic preparations, their concentrations, soaking time, watering frequency, etc. to increase the efficiency of growing the planting material of *Pinus sylvestris*, should be continued.

Key words: *Pinus sylvestris*, humic preparations, pre-sowing seed treatment, laboratory germination, number of cotyledons, seedlings growth.

ДЕМИНА Надежда Александровна – старший научный сотрудник ФБУ «Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства», кандидат сельскохозяйственных наук. ORCID ID 0000 0001-5626-1523, SPIN-код: 8551-7912, WOS Research ID AAD-2782-2021, Scopus Author ID 57195836754.

163062, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия. E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

DEMINA Nadezhda A. – PhD (Agriculture), Senior Researcher at the Northern Research Institute of Forestry. ORCID ID 0000 0001-5626-1523, SPIN-код: 8551-7912, WOS Research ID AAD-2782-2021, Scopus Author ID 57195836754.

163062. Nikitova str. 13. Arkhangelsk. Russia. E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

ГОРБУНОВА Светлана Валентиновна – старший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук. ORCID ID 0000-0003-3137-2934, ID РИНЦ 864504, WOS Research ID AAD-6407-2019, Scopus Author ID 57329528500.

163062, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия. E-mail: svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

GORBUNOVA Svetlana V. – PhD (Agriculture), Senior Researcher at the Northern Research Institute of Forestry. ORCID ID 0000-0003-3137-2934, ID РИНЦ 864504, WOS Research ID AAD-6407-2019, Scopus Author ID 57329528500.

163062. Nikitova str. 13. Arkhangelsk. Russia. E-mail: svetlana.bobushkina@sevniilh-arh.ru

ФАЙЗУЛИН Даньял Ханбалович – младший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-5474-7597>, WOS Research ID – ABH-7485-2020, Scopus Author ID – 56342221000.

163062, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия.

FAJZULIN Danyal H. – Junior Researcher at the Northern Research Institute of Forestry. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-5474-7597>, WOS Research ID – ABH-7485-2020, Scopus Author ID – 56342221000.

163062. Nikitova str. 13. Arkhangelsk. Russia.