

Обзорная статья

УДК 630.232.3

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.015

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ

Ольга Николаевна Тюкавина¹, Надежда Александровна Демина²

¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

²Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Россия

¹o.tukavina@narfu.ru

²monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

Аннотация. Целью работы является изучение и анализ отечественного и зарубежного опыта по стимуляции роста и повышению устойчивости сеянцев с помощью биологически активных препаратов. Обзор посвящен биологически активным препаратам, апробированным для стимуляции роста сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской. Выявлены эффективные ростостимулирующие препараты и способы обработки ими для хвойных. При предпосевной обработке семян пролонгированным действием характеризуются для ели: Альбит, Гетероауксин, Рибав-Экстра, Феровит, Циркон, Циркон + Цитовит; для сосны: Вэрва, Циркон, Эпин-Экстра. Стимулирующий эффект на рост сеянцев первого года оказывает обработка раствором Байкал ЭМ, Гумат +7, Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон, Экопин, Эпин-Экстра; на сеянцы второго года – Альбит, Гумат +7, Крезацин, Рибав-экстра, Циркон, Экопин, Эпин-Экстра. При выращивании сеянцев в условиях открытого грунта помимо выполнения полного комплекса агротехнических мероприятий важно использование биологически активных веществ как адаптогенов к неблагоприятным погодным условиям, к действию пестицидов. Нейтрализуют ингибирующее влияние фунгицидов на рост сеянцев препараты Альбит, Циркон, Эпин-Экстра; гербицидов – Гуматы. В статье описана характеристика и принцип действия биологически активных веществ, что позволяет использовать их на решение конкретных проблем в определенных погодных условиях. Приведены способы усиления действия ростостимулирующих препаратов при выращивании сеянцев хвойных в питомниках открытого грунта.

Ключевые слова: лесные питомники, сеянцы, сосна, ель, биологически активные препараты.

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

Review article

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FOR STIMULATING THE GROWTH OF CONIFEROUS SEEDLINGS**Olga N. Tyukavina¹, Nadezhda A. Demina²**¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia²Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia¹o.tukavina@narfu.ru²monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

Abstract. *The purpose of the work is to study and analyze domestic and foreign experience in stimulating the growth and increasing the stability of seedlings using biologically active substances. The review is devoted to biologically active drugs tested for stimulating the growth of scots pine and european spruce. Effective growth-stimulating substances for coniferous seedlings have been identified. Treatment of spruce seeds with the preparations such as Albit, Heteroauxin, Ribav Extra, Ferovit, Zircon, Zircon + Cytovit and treatment of pine seeds with Varva, Zircon, Epin-Extra preparations stimulate the growth of seedlings. Treatment of seedlings with Baikal EM, Humate +7, Crezacin, Ribav Extra, Zircon, Ecopin, Epin Extra accelerates the growth of seedlings of the first year while treatment of seedlings with Albit, Humate +7, Crezacin, Ribav extra, Zircon, Ecopin, Epin Extra accelerates the growth of seedlings of the second year. When growing seedlings under open ground conditions, in addition to perform a full range of agrotechnical measures, it is important to use biologically active substances as adaptogens to unfavorable weather conditions, to the action of pesticides. Such substances as Albit, Zircon, Epin-Extra neutralize inhibiting influence of fungicides on seedlings growth while Humates have the same action towards herbicides. The article deals with the characteristics and principles of action of biologically active substances that allows to use them to solve specific issues under various weather conditions. An assessment of the methods of using biologically active drugs in the cultivation of coniferous seedlings in open-ground forest nurseries is given.*

Keywords: forest nurseries, seedlings, pine, spruce, biologically active substances.

Funding: The work was carried out based on the results of research carried out within the framework of the state task of the FBI "Northern Research Institute of Forestry" for conducting applied scientific research. Topic registration number: 122020100292-5.

Введение. Качественное восстановление лесов лежит в основе эффективного лесопользования. Проблема качества и эффективности работ по искусственному восстановлению обусловлена высокой стоимостью и дефицитом качественного посадочного материала. В связи с нехваткой посадочного материала необходима разработка и внедрение современных экологически ориентированных приемов, обеспечивающих повышение выхода посадочного материала при снижении затрат на его выращивание [1]. Анализ отечественного и мирового опыта применения биологически активных препаратов позволяет выделить наиболее эффективные, доступные методы и способы стимуляции роста сеянцев, по-

вышения их устойчивости к стрессам и болезням при выращивании в лесных питомниках открытого грунта.

Цель работы – изучение и анализ отечественного и зарубежного опыта по стимуляции роста и повышению устойчивости сеянцев с помощью биологически активных препаратов.

Объекты и методы. Для поиска научных данных были использованы библиографические и реферативные базы данных. Отобраны работы, которые непосредственно касаются применения и оценки влияния биологически активных веществ на рост сеянцев сосны и ели, а также работы, описывающие характеристики и принцип их действия.

Результаты исследований. Стиму-

лирование роста сеянцев в питомниках открытого грунта возможно только лишь при соблюдении правильной агротехники их выращивания. Своевременное проведение посева, рыхления, прополки сорняков, полива, внесение удобрений и прочих мер по уходу за посевами создают оптимальные условия для роста и развития всходов и сеянцев, повышая устойчивость к болезням. Максимальная продуктивность культуры при повышении устойчивости растений к стрессам может быть достигнута применением регуляторов роста растений [2]. Характеристика апробированных на хвойных растениях (табл. 1), разрешенных к применению препаратов на территории РФ, следующая:

Альбит – продукт совершенствования регулятора роста Агат-25К. Комплексный биопрепарат, содержащий очищенные действующие вещества из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*. Обладает выраженным ростостимулирующим действием; способствует формированию и росту корневой системы; повышает иммунитет растений; адаптоген относительно фунгицидов, перепадов температур и засухи; повышает эффективность использования элементов минерального питания растениями [3].

Байкал ЭМ 1 – препарат эффективных микроорганизмов, выделенных из природной среды экосистемы озера Байкал. Улучшает питание растений [4].

Вэрва – действующее вещество – тритерпеновые кислоты, способствуют активизации биологических и иммунных процессов в растениях. Минорные соединения (монотерпеноиды, полипренолы, жирные кислоты, флавоноиды) проявляют фунгицидную активность [5]. **Вэрва-ель** характеризуется репеллентным и инсектицидным действием, а также высокой активностью по отношению к ряду вирусов, грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, патогенным грибам наряду со способностью регулировать рост растения [6]. При пестицидном загрязнении почвы питомника применение биостимуляторов Вэрва и Вэрва-ель не

приводит к значимому увеличению ростовых показателей однолетних сеянцев, но увеличивает плотность микориз и разветвленность корневой системы [7].

Гетероауксин – применяется для повышения всхожести и улучшения дальнейшего роста сеянцев ели [8].

Гуматы (гуминовые кислоты) – микроэлементы гуматов активируют определенные каталитические ферментативные системы растений [3]. Использование гумата натрия и гумата калия стимулирует развитие корневой системы, ускоряет рост надземной части, активизирует процессы фотосинтеза, дыхания, стимулирует собственный неспецифический иммунитет растений [8, 9]. Гуматы эффективны на начальных стадиях развития растений и в начале сезона вегетации, способствуя повышению концентрации хлорофилла и аскорбиновой кислоты [10]. Обработка вегетирующих посевов гуматами более эффективна, чем предпосевная обработка семян, при условии применения их в комплексе с другими рост-активирующими веществами [3]. Гуматы снижают пестицидный пресс, вызывая синергетический эффект целевого назначения химического препарата [11, 12].

Крезацин является синтетическим препаратом, содержащим кремний; ауксин, биогенный амин. Он останавливает преждевременное старение и гибель растений от экстремальных факторов внешней среды, повышает холодостойкость [9], снижает зараженность грибными болезнями, повышает сохранность и выход посадочного материала. Стимулирует корнеобразование, способствует повышению зимостойкости [13]. Стимулирующий эффект обработки сеянцев сосны проявляется на первом году роста [14].

Рибав-Экстра содержит природный комплекс биологически активных веществ, продуцируемый микоризными грибами, выделенными из корня женьшеня [15]. Препарат стимулирует корнеобразование, активизирует ростовые процессы.

Ферровит – микроудобрение железа в форме комплексонов – хелатов, содержащее азот. Способствует лучшей

адаптации растений к неблагоприятным погодным условиям (недостаток освещения, засуха, неустойчивый температурный режим). Ферровит в сочетании с Эпин-Экстра стимулирует быстрое восстановление растения после повреждения заморозками [16].

Циркон – смесь гидроксикоричных кислот, выделенных из эхинацеи пурпурной [10]. Циркон стимулирует рост сеянцев, корнеобразование, снижает степень поражения фитопатогенными грибами [2, 14]. Росторегулирующий и ростостимулирующий эффекты этого препарата связаны с пролонгацией и активизацией ауксиновых клетки. Адаптогенные свойства реализуются за счет восполнения недостающих биологически активных соединений [9]. Применение более эффективно при повышенных температурах и недостатке влаги. В данных условиях действие Циркона можно усилить микроудобрением Силиплант, которое изменяет проницаемость клеточных мембран, активизирует обменные процессы и, тем самым, повышает устойчивость растений к засухе и повышенным температурам [16].

Экогель – биологически активный комплекс. Экогель содержит лактат хитозана; активизирует корнеобразование, рост, повышает устойчивость к грибным и бактериальным заболеваниям [17].

Экомик урожайный – жидкость, содержащая живые бактерии родов *Lactobacillus* и *Bacillus*, а также комплекс биологически активных веществ и ферментов, способных расщеплять сложные органические вещества.

Экопин – биостимулятор, в состав которого входят поли-бета-гидроксимасляной кислоты, а также стартовый набор питательных элементов [15]. Активизирует ростовые и формообразовательные процессы, повышение устойчивости к неблагоприятным факторам среды, поражению болезнями.

ЭкоФус – органоминеральное удобрение, полученное из беломорской бурой

водоросли – фукуса пузырчатого. Усиливает клеточный метаболизм, активизирует иммунную систему, повышает устойчивость к бактериальной и вирусной инфекции, адаптоген [18].

Эмистим – продукт биотехнологического выращивания грибов-эпифитов из корневой системы женьшеня и облепихи. Увеличивает устойчивость растений к патогенным организмам и стрессовым факторам [3].

Эпин-Экстра – раствор эпибрассинолида в спирте. Обеспечивает повышение устойчивости к фузариозу; стимуляцию бокового побегообразования [10]. Механизм действия заключается в регулировании синтеза в растении биологически активных веществ (ауксинов, гибберлинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и этилена), которые ему необходимы на конкретном этапе развития, в конкретных условиях роста [9]. Применение Эпина более эффективно при пониженных температурах, заморозках и избыточном увлажнении, так как он участвует в синтезе белков холодового шока [9, 16]. В данных условиях действие Эпин-Экстра можно усилить микроудобрением Цитовит [19].

Концентрации препаратов регуляторов роста, эффективно влияющих на рост сеянцев сосны и ели, приведены в таблице 1. Контролем при предпосевной обработке семян являлось замачивание в воде.

Согласно таблице 1, влияние росторегулирующих веществ на семена при замачивании характеризуется пролонгированным действием. Эффект в стимуляции роста отмечается даже у трехлетних сеянцев. В этих целях наиболее эффективными являются для **ели**: Альбит (1 мл/л, экспозиция 18 ч), Гетероауксин (0,2 мл/л, экспозиция 24 ч.), Рибав-Экстра (1 мл/л, экспозиция 18 ч.), Феровит (1,5 мл/л, экспозиция 24 ч.), Циркон (0,1 мл/л, экспозиция 20 ч.), Циркон + Цитовит (0,1 + 1 мл/л, экспозиция 20 ч.);

Таблица 1 – Влияние биологически активных препаратов на рост сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской

Название препарата	Способ обработки	Концентрация	Количество обработок	Превышение контроля, %			Литературный источник
				длина корня, см	диаметр, мм	высота, см	
Однолетние сеянцы ели							
Циркон + Цитовит	Предпосевная (экспозиция 18 ч.)	0,1+1,0 мл/л	1	-	-	18	[20]
Альбит		1,0 мл/л		-	-	41	
Рибав-Экстра		1,0 мл/л		-	-	21	
Рибав-Экстра		0,2 мл/л		-	-	15	
Эмистим-С	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	2 мл/л	1	23	11	6	[21]
	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	2 мл/л	1	37	24	16	
	Послевсходовая внекорневая	20 мл/га	1	-	-	-	
Эмистим-С	Послевсходовая внекорневая	20 мл/га	1	-4	11	6	
Циркон	Предпосевная (экспозиция 20 ч.)	0,1 мл/л	1	- 5	-	40	[22]
Циркон + Цитовит		0,1 +1,0 мл/л		15	-	33	
Эпин-экстра		1,0 мл/л		18	-	0	
Эпин-экстра + цитовит		1,0 + 1,0 мл/л		21	-	7	
Однолетние сеянцы сосны							
Эмистим	Предпосевная (экспозиция 12 ч.)	0,14 мл/л	1	-	-	11	[23]
Вэрва	Предпосевная (экспозиция 6 ч.)	0,1 мл/кг	1	23	40	81	[24]
Вэрва		0,25 мл/кг	1	39	20	40	
Вэрва-ель		0,1 мл/кг	1	12	50	72	
Вэрва-ель		0,25 мл/кг	1	30	40	84	
Циркон	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	0,01 мл/л	1	-	33	21	[25]
Эпин-экстра	Предпосевная (экспозиция 12 ч.)	0,01 мл/л	1	-	22	8	
Эмистим	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	2 мл/л	1	24	13	8	[21]
	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	2 мл/л	1	23	24	14	
	Послевсходовая внекорневая	20 мл/га	1	-	-	-	
	Послевсходовая внекорневая	20 мл/га	1	20	13	4	
Рибав-экстра	Внекорневая в начале июня	0,2 мл/л	1	47	-	29	[26]
Гумат+7 Йод		0,2 мл/л		59	-	33	
Байкал ЭМ-1		1,0 мл/л		41	-	23	
Экомик урожайный		1,0 мл/л		26	-	17	

Продложение таблицы 1

Крезацин	Корневая	0,1 мл/л	1 – после появления всходов; 2 – через 2 недели	49	33	38	[15]
Рибав-Экстра		0,1 мл/л		43	39	42	
Циркон		0,1 мл/л		53	39	44	
Экопин		0,1 мл/л		52	33	33	
Эпин-Экстра		0,1 мл/л		35	17	16	
Двухлетние сеянцы ели							
Рибав-Экстра	Предпосевная (экспозиция 18 ч.)	0,2 мл/л	-	11	50	25	[20]
Рибав-Экстра	Внекорневая обработка на первом году выращивания	2,0 мл/л	1	3	14	22	
Ферровит	Предпосевная (экспозиция 24 ч.)	1,5 мл/л	1	-	43	40	[27]
Экофус		3 мл/л		-	33	26	
Гетероауксин		0,2 мл/л		-	33	35	
Циркон		0,25 мл/л		-	22	18	
Альбит		1 мл/л		-	7	32	
Эпин - Экстра	Внекорневая обработка	0,2 мл/л	1	4	8	20	[28]
Альбит		0,4 мл/л		6,2	12	30	
Гумат +7	Корневая подкормка	2,0 г/ 10л	1	13	25	20	[29]
Двухлетние сеянцы сосны							
Вэрва	Предпосевная (экспозиция 6 ч.)	0,1 мл/кг	1	-11	28	39	[24]
Вэрва-ель		0,1 мл/кг		-19	11	47	
		0,25 мл/кг		-10	17	29	
Циркон	Предпосевная (экспозиция 10 ч.)	0,01 мл/л	1	-	16	32	[25]
Эпин-Экстра	Предпосевная (экспозиция 12 ч.)	0,01 мл/л	1	-	10	28	
Эпин - Экстра	Внекорневая	0,4 мл/л	1	11	13	29	[28]
Альбит		0,4 мл/л		24	5	18	
Крезацин	Корневая подкормка	0,1 мл/л	1- после начала вегетации; 2 – через 2 недели	27	12	76	[15]
Рибав-Экстра		0,1 мл/л		36	9	44	
Циркон		0,1 мл/л		32	9	65	
Экопин		0,1 мл/л		21	6	40	
Эпин-Экстра		0,1 мл/л		21	6	19	

Крезацин	Внекорневая 1 год по всходам июнь	0,1 мл/л	1	-	17	14	[14]
Агат-25К		0,01 мл/л		-	28	36	
Циркон	Внекорневая середина июня	0,01 мл/л	1	10	-	26	[30]
		0,1 мл/л		7	-	20	
Эпин-Экстра + Цитовит	Внекорневая середина июня опрыскивателем «Туман» ОГ-307М	0,2 + 1 мл/л	1	-	39	34	[31]
Циркон		0,1 мл/л		-	45	35	
Крезацин		1 мл/л		-	46	41	
Трехлетние сеянцы сосны							
Циркон	Предпосевная (замачивание на 12 ч.)	1-2 кап./ 300 мл	1	-	22	32	[32]
Эпин-Экстра	Предпосевная (замачивание на 12 ч.)	4 кап. / 100 мл	1	-	6	21	
Экогель	Предпосевная (замачивание на 24 ч.)	20 мл/л	1	-	13	17	

для сосны: Вэрва (0,1 мл/л, экспозиция 6 ч.), Циркон (0,01 мл/л, экспозиция 10 ч.), Эпин-Экстра (0,01 мл/л, экспозиция 12 ч.).

Стимулирует рост **сеянцев первого года** обработка раствором Байкал ЭМ 1 (1 мл/л), Гумат +7 (0,2 мл/л), Крезацин (0,1 мл/л), Рибав-Экстра (0,2 мл/л), Циркон (0,1 мл/л), Экопин (0,1 мл/л), Эпин-Экстра (0,2 мл/л); **сеянцы второго года** – Альбит (0,4 мл/л), Гумат +7 (0,2 мл/л), Крезацин (1 мл/л), Рибав-Экстра (0,1 мл/л), Циркон (0,1 мл/л), Экопин (0,1 мл/л), Эпин-Экстра (0,2 мл/л).

Стимулирующее действие всех ростовых веществ повышается при сочетании с витаминами С и В1, которые добавляются в растворы стимуляторов из расчета 100-200 мг на 1 л раствора. Отдельно витамины не оказывают стимулирующего действия [33]. Положительные результаты показал способ ускорения выращивания посадочного материала с применением водных растворов витаминов В1, В6, РР и ультразвука [34].

Стоит отметить, что применение биологически активных веществ совмещают с другими агротехническими приемами. Регуляторы роста нейтрализуют ингибирующее влияние фунгицидов [12]. Так, в баковые смеси фунгицидов включают Циркон при повышенных температурах и недостатке влаги или Эпин-Экстра в хо-

лодную и влажную погоду. Негативное влияние гербицидов на сеянцы ограничивается такими адаптогенами, как гуматы [11], но также совместное их применение приводит к активизации роста сеянцев за счет ускорения процессов минерализации и накопления подвижных форм азота [35]. Быстрее достичь стандартных размеров сеянцам позволяет добавление циркона совместно с цитовитом к азотным удобрениям, а во второй половине сезона – гуматов к калийным удобрениям при проведении подкормок [11].

Выводы: 1. Выявлены препараты сельскохозяйственных культур, стимулирующие рост сеянцев хвойных: Альбит, Байкал ЭМ 1, Гетероауксин, Гуматы, Корневин, Силиплант, Феровит, Фуrolан, Экогель, Экопин, Эмистим – в сравнении с росторегулирующими веществами, рекомендуемыми Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов: Вэрва, Крезацин, Рибав-Экстра, Циркон, Эпин-Экстра.

2. Предпосевная обработка семян биологически активными веществами Альбит, Вэрва, Гетероауксин, Рибав-Экстра, Феровит, Циркон, Эпин-Экстра характеризуется пролонгированным действием на рост сеянцев.

3. Препараты Альбит, Гуматы, Циркон, Эпин-Экстра позволяют снизить пестицидный стресс.

Список источников

1. Егорова А.В. Влияние экстрактов из древесной зелени и водопроводного осадка в качестве компонента субстрата на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной : дис. ... к. с.-х. наук. Петрозаводск, 2019. 125 с.
2. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрехимия. 2005. №11. С. 76 - 83. EDN: HSGKRL
3. Князева Т.В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае. Краснодар: ЭДВИ, 2013. 128 с.
4. Матвиенко Е.Ю., Кружилин С.Н., Цымблер А.Я. Оценка эффективности применения препарата «Байкал ЭМ 1» на рост сеянцев Гледичии обыкновенной // Мелиорация и водное хозяйство : материалы научно-практической конференции. Новочеркасск: ООО «Лик», 2016. С.140 - 142.
5. Хуршкайнен Т.В., Кучин А.В. Лесохимия для инноваций в сельском хозяйстве // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2011. № 5. С. 17 - 23. EDN: NQYJXT
6. Рекомендации по применению препарата Вэрва-ель для сельскохозяйственных культур. Сыктывкар, 2012. 8 с.
7. Стеценко С.К., Андреева Е.М., Терехов Г.Г. Особенности микоризации однолетних сеянцев сосны, выращенных из семян, обработанных стимуляторами роста // Экобиотех. 2019. Том 2. №3. С. 362 - 368. EDN: HRCXQJ
8. Mugloo J.A., Mir N.A., Khan P.A., Per-ray G.N., Kaiser K.N. Effect of different pre-sowing treatments on seed germination of spruce (*Picea smithiana* Wall. Boiss) seeds under temperate conditions of Kashmir Himalayas, India // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. No. 6. P. 3603 – 3612.
9. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений для овощных культур. Обзор // Гавриш. 2009. № 3. С. 14 - 18. EDN: KJUTHT
10. Котляров В.В., Федулов Ю.П., Доценко К.А., Котляров Д.В., Яблонская Е.К. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях. Краснодар: КубГАУ, 2014. 169 с.
11. Пентелькина Н.В. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 31. С. 189-193.
12. Рябинков В.А. Способы повышения экологической безопасности защиты растений от болезней в лесных питомниках: автореф. дис. ... к. биол. наук. Москва, 2006. 28 с.
13. Усова К.Е., Белопухова С.Л., Шайхиев И.Г. Экологически безопасные высокоэффективные регуляторы роста растений для цветочно-декоративных культур // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19. № 21. С. 193 - 198. EDN: ХССКНЗ
14. Пентелькин С.К. Итоги изучения стимуляторов роста и полимеров в лесном хозяйстве за последние 20 лет // Лесохоз. информ. 2003. № 11. С. 34 - 43.
15. Острошенко В.Ю. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании посадочного материала хвойных древесных пород в Приморском крае : дис. ... к. с.-х. наук. Уссурийск, 2021. 281 с.
16. Вакуленко В.В. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности культур // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 43 - 44. EDN: TLAABX
17. Петелькина Н.В., Иванюшева Г.И. Выращивание сеянцев березы повислой с использованием регуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2012. № 31. С. 193-197. EDN: TAUROT
18. Вакуленко В.В. Экофус – новое высокоэффективное удобрение // Защита и карантин растений. 2016. № 2. С. 45 – 46. EDN: VKCGFP
19. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3. С. 36 - 38. EDN: TPNLND
20. Галдина Т.Е., Шевченко К.В. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество сеянцев ели европейской (*Picea abies*) // Сборник статей Студенческого научного форума IV международной студенческой электронной научной конференции. Воронеж: ВГЛТА, 2012. С. 1 - 9. EDN: VYUVID
21. Эффективность предпосевной обработки семян сосны и ели препаратом Эмистим-С / В.В. Носиков, А.П. Волкович, А.В. Юренин, В.А. Ярмолевич // Труды БГТУ. 2014. №1. Лесное хозяйство. С. 150-153.
22. Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные

проблемы лесного комплекса. 2005. № 12. С. 125 – 129. EDN: UAACAR

23. Устинова Т.С. Влияние биостимуляторов на рост сеянцев сосны обыкновенной в Брянском округе зоны широколиственных лесов : автореф. дис... к. с.-х. наук. Брянск, 2000. 23 с. EDN: NJNIYH

24. Влияние биопрепаратов Вэрва и Вэрва-ель на рост сеянцев Сосны обыкновенной / Т.В. Хуршкайнен, Е.М. Андреева, С.К. Стеценко, Г.Г. Терехов, А. В. Кучин // Химия растительного сырья. 2019. № 1. С. 295 - 300. EDN: QMOZKX

25. Остробородова Н.И., Уланова О.И. Влияние регуляторов роста на биологические свойства сосны обыкновенной // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 1 (17). С. 33 – 37. EDN : SCEIEX

26. Чукарина А.В. Сравнительный анализ влияния биологически активных веществ на густоту и рост однолетних сеянцев сосны обыкновенной и сосны крымской // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021. № 59. С. 208 - 211. EDN: DYAVL

27. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment // Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal. 2022. № 4. P. 39–51. EDN: ETOZIC

28. Устинова Т.С. Изучение влияния биопрепаратов на рост сеянцев хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 39. С. 92 - 95. EDN : SZBAEL

29. Устинова Т.С., Зуров Р.Н. Влияние препарата Гумат+7 на ростовые процессы хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2011. № 28. С. 153 - 155. EDN : TCRDXP

30. Пентелькина Н.В., Пентелькина Ю.С. Стимулирующее действие циркона на рост сеянцев хвойных интродуцентов // Лесной вестник. 2002. № 2. С. 24 - 29. EDN: HVSFDF

31. Влияние росторегулирующих препаратов на рост сеянцев сосны в степной зоне / В.И. Казаков, Н.Е. Проказин, Е.Н. Лобанова, А.В. Чукарина // Развитие идей Г.Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесопользованию: материалы международной научно-технической юбилейной конференции. Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2017. С.160 -162. EDN: UUFGUS

32. Кириенко М.А., Гончарова И.А. Пролонгированное влияние стимулятора роста на морфометрические показатели трехлетних сеянцев основных лесообразующих видов Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2018. 31. С. 65 - 70. EDN: YSUNUX

33. Братилова Н.П., Матвеева Р.Н., Щерба Ю.Е., Кичкильдеев А.Г. Выращивание селекционного посадочного материала. Красноярск : СибГАУ, 2016. 66 с.

34. Гульбинене Н.П. Влияние ультразвука и стимуляторов роста на всхожесть семян и рост сеянцев и саженцев ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karsten : автореф. дис. ... к.с.-х. наук. Минск, 1983. 21 с.

35. Маркова И.А., Жигунов А.В. Лесные культуры: агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках. СПб : СИНЭЛ: СПбГЛТУ, 2021. 134 с. EDN : OOFBRB

References

1. Egorova A.V. Vliyanie ekstraktov iz drevesnoj zeleni i vodoprovodno-go osadka v kachestve komponenta substrata na vskhozhest' semyan i rost seyancev sosny obyknovennoj [The effect of extracts from woody greenery and tap sediment as a substrate component on seed germination and growth of seedlings of Scots pine.. Candidate's dissertation abstract. Petrozavodsk, 2019. 125 p. (In Russ.)

2. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Belopuhov S.L., Vakulenko V.V. Plant growth regulators with anti-stress and immunoprotective properties. *Agrohimia*. 2005;11:76-83 (In Russ.)

3. Knyazeva T.V. Regulatory rosta rastenij v Krasnodarskom krae [Plant growth regulators in the Krasnodar Territory]. Krasnodar, EDVI, 2013. 128 p. (In Russ.)

4. Matvienko E.Yu., Kruzhilin S.N., Cymbler A.Ya. Ocenka effektivnosti primeneniya preparata «Bajkal EM 1» na rost seyancev Gledichii obyknovennoj [Evaluation of the effectiveness of the use of the drug "Baikal EM 1" on the growth of seedlings of *Gledichia vulgaris*]. *Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii*. Novochoerkassk. ООО «Lik», 2016:140-142 (In Russ.)

5. Hurshkajnen T.V., Kuchin A.V. Woodchemistry for innovation in agriculture. *Proceedings of the Komi science centre of the Ural Division of the Russian Academy of*

Sciences. 2011;5:17-23 (In Russ.)

6. Rekomendacii po primeneniyu preparata Verva-EI' dlya sel'skohozyaj-stvennyh kul'tur [Recommendations for the use of the preparation Verva-Spruce for agricultural crops]. Syktyvkar, 2012. 8 p. (In Russ.)

7. Stecenko S.K., Andreeva E.M., Terekhov G.G. Osobennosti mikorizacii odnoletnih seyancev sosny, vyrashchennyh iz semyan, obrabotannyh stimulyatorami rosta [Features of mycorrhization of annual pine seedlings grown from seeds treated with growth stimulants]. *Ekobiotekh*. 2019;2(3):362-368 (In Russ.)

8. Mugloo J.A., Mir N.A., Khan P.A., Per-ray G.N., Kaiser K.N. Effect of different pre-sowing treatments on seed germination of spruce (*Picea smithiana* Wall. Boiss) seeds under temperate conditions of Kashmir Himalayas, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017;6:3603 – 3612.

9. SHapoval O.A., Vakulenko V.V., Prusakova L.D. Plant growth regulators for vegetable crops. Review. *Gavriish*. 2009;3:14-18 (In Russ.)

10. Kotlyarov V.V., Fedulov Yu.P., Docenko K.A., Kotlyarov D.V., Yablonskaya E.K. Primenenie fiziologicheski aktivnyh veshchestv v agro-tehnologiyah [Application of physiologically active substances in agricultural technologies] Krasnodar. KubGAU. 2014. 169 p. (In Russ.)

11. Pentel'kina N.V. Problemy vyrashchivaniya posadochnogo materiala v lesnyh pitomnikah i puti ih resheniya [Problems of growing planting material in forest nurseries and ways to solve them]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2012;31:189-193 (In Russ.)

12. Ryabinkov V.A. Sposoby povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti zashchi-ty rastenij ot boleznej v lesnyh pitomnikah. [Ways to improve the environmental safety of plant protection from diseases in forest nurseries. Diss. Cand. biol. sciences. Moskva, 2006. 28 p. (In Russ.)

13. Usova K.E., Belopuhova S.L., Shajhiev I.G. Ekologicheski bezopasnye vysokoeffektivnye regulatory rosta rastenij dlya cvetochno-dekorativnyh kul'tur [Environmentally safe, highly effective plant growth regulators for flower and ornamental crops]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2016;19:21:193-198 (In Russ.)

14. Pentel'kin S.K. Itogi izucheniya

stimulyatorov rosta i polimerov v lesnom hozyajstve za poslednie 20 let [Results of the study of growth stimulators and polymers in forestry over the past 20 years]. *Forestry information*. 2003;11:34-43 (In Russ.)

15. Ostroshenko V.Yu. Effektivnost' primeneniya stimulyatorov rosta pri vyrashchivanii posadochnogo materiala hvojnnyh drevesnyh porod v Primor'skom krae. [The effectiveness of the use of growth stimulants in the cultivation of planting material of coniferous tree species in Primorsky Krai. Diss. cand. agr. sciences. Ussuriysk, 2021. 281 p. (In Russ.)

16. Vakulenko V.V. Regulatory rosta i mikroudobreniya – faktory povysheniya produktivnosti kul'tur [Growth regulators and micro-fertilizers - factors for increasing crop productivity]. *Zashchita i karantin raste-nij*. 2015;3:43-44 (In Russ.)

17. Petel'kina N.V., Ivanyusheva G.I. Vyrashchivanie seyancev berezy povisloy s ispol'zovaniem regulyatorov rosta [Cultivation of birch seedlings with the use of growth regulators]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2012;31:193-197 (In Russ.)

18. Vakulenko V.V. Ekofus – novoe vysokoeffektivnoe udobrenie [Ecofus – a new highly effective fertilizer]. *Zashchita i karantin rastenij*. 2016;2:45–46 (In Russ.)

19. Vakulenko V.V. Primenenie regulyatorov rosta na zernovyh kul'turah [Application of growth regulators on grain crops]. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2013;3:36-38 (In Russ.)

20. Galdina T.E., Shevchenko K.V. Ocenka vliyaniya biostimulyatorov na sostoyanie i kache-stvo seyancev eli evropejskoj (*Picea abies*) [Assessment of the effect of biostimulants on the condition and quality of seedlings of European spruce (*Picea abies*)]. Collection of articles of the Student Scientific Forum of the IV International Student Electronic Scientific Conference. Voronezh, VGLTA, 2012:1-9 (In Russ.)

21. Nosikov V.V., Volkovich A.P., Yuren-ya A.V., Yarmolovich V.A. Effektivnost' predposevnoj obrabotki semyan sosny i eli preparatom Emistim-S [The effectiveness of pre-sowing treatment of pine and spruce seeds with Emistim-C]. *Trudy BGTU. Lesnoe hozyajstvo*. 2014;1:150-153 (In Russ.)

22. Pentel'kina N.V., Ostroshenko L.Yu. Vyrashchivanie seyancev hvojnnyh porod v usloviyah Severa i Dal'nego Vostoka s ispol'zovaniem stimulyatorov rosta [Cultivation

of coniferous seedlings in the conditions of the North and the Far East using growth stimulants]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2005;12:125–129 (In Russ.)

23. Ustinova T.S. Vliyanie biostimulyatorov na rost seyancev sosny obyknovnoy v Bryanskom okruge zony shirokolistvennyh lesov. [The effect of biostimulants on the growth of seedlings of scots pine in the Bryansk district of the zone of broad-leaved forests. Diss. Cand. agr. sciences. Bryansk, 2000. 23 p. (In Russ.)

24. Hurshkajnen T.V., Andreeva E.M., Stecenko S.K., Terekhov G.G., Kuchin A.V. Vliyanie biopreparatov Verva i Verva-el' na rost seyancev Sosny obyknovnoy [The effect of biological preparations of Verva and Verva-spruce on the growth of seedlings of Scots pine]. *Chemistry of plant raw materials*. 2019;1:295-300 (In Russ.)

25. Ostroborodova N.I., Ulanova O.I. Vliyanie regulyatorov rosta na biologicheskie svojstva sosny obyknovnoy [The effect of growth regulators on the biological properties of Scots pine] *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2014;1(17):33–37 (In Russ.)

26. Chukarina A.V. Sravnitel'nyj analiz vliyaniya biologicheski aktivnyh veshchestv na gustotu i rost odnoletnih seyancev sosny obyknovnoy i sosny krymskoj [Comparative analysis of the effect of biologically active substances on the density and growth of annual seedlings of scots pine and Crimean pine]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2021;59:208-211 (In Russ.)

27. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*. 2022;4:39–51 (In Russ.)

28. Ustinova T.S. Izuchenie vliyaniya biopreparatov na rost seyancev hvojnyh porod [Study of the effect of biological preparations on the growth of coniferous seedlings]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2014;39:92-95 (In Russ.)

29. Ustinova T.S., Zurov R.N. Vliyanie preparata Gumat+7 na rostovye rocessy hvojnyh porod [The effect of the drug Humate +7 on the growth processes of conifers]. *Aktual'nye*

problemy lesnogo kompleksa. 2011;28:153-155 (In Russ.)

30. Pentel'kina N.V., Pentel'kina Yu.S. Stimuliruyushchee dejstvie cirkona na rost seyancev hvojnyh introducentov [Stimulating effect of zircon on the growth of seedlings of coniferous introducents]. *Lesnoj Vestnik*. 2002;2:24-29 (In Russ.)

31. Kazakov V.I., Prokazin N.E., Lobanova E.N., Chukarina A.V. Vliyanie rostoreguliruyushchih preparatov na rost seyancev sosny v stepnoj zone [The effect of growth-regulating drugs on the growth of pine seedlings in the steppe zone] *Razvitie idej G.F. Morozova pri perekhode k ustojchivomu lesoupravleniyu. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy yubilejnoj konferencii* [Development of G.F. Morozov's ideas during the transition to sustainable forest management]. Materials of the International scientific and technical anniversary Conference. Voronezh, 2017:160 -162 (in Russ.)

32. Kirienko M.A., Goncharova I.A. Prolongirovanoe vliyanie stimulyatora rosta na mor-fometricheskie pokazateli trekhletnih seyancev osnovnyh lesoobrazuyushchih vidov Srednej Sibiri [Prolonged effect of growth stimulator on morphometric parameters of three-year-old seedlings of the main forest-forming species of Central Siberia]. *Siberian Forest Journal*. 2018;31:65-70 (In Russ.)

33. Bratilova N.P., Matveeva R.N., Shcherba Yu.E., Kichkil'deev A.G. Vyrashchivanie selekcionnogo posadochnogo materiala [Cultivation of breeding planting material]. Krasnoyarsk, SibGAU, 2016. 66 p. (In Russ.)

34. Gul'binene N.P. Vliyanie ul'trazvuka i stimulyatorov rosta na vskho-zhest' semyan i rost seyancev i sazhenecv eli obyknovnoy (*Picea abies* (L.) Karsten.) [The effect of ultrasound and growth stimulators on seed germination and growth of seedlings and seedlings of spruce (*Picea abies* (L.) Karsten. Diss. Cand. agr. sciences. Minsk, 1983. 21 p. (In Russ.)

35. Markova I.A., Zhigunov A.V. Lesnye kul'tury: agrotehnika vyrashchivaniya posadochno-go materiala v lesnyh pitomnikah [Forest crops: agrotechnics of growing planting material in forest nurseries]. Saint Petersburg: 2021. 134 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Ольга Николаевна Тюкавина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
Надежда Александровна Демина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник.

Information about the authors

Olga N. Tyukavina – Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor;
Nadezhda A. Demina – Candidate of Science (Agriculture), Senior Research Associate.

Статья поступила в редакцию 30.12. 2022; одобрена после рецензирования 17.02.2023; принята к публикации 22.02.2023.

The article was submitted 30.12.2022; approved after reviewing 17.02.2023; accepted for publication 22.02.2023.