

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПРОРОСТКИ ХВОЙНЫХ ПОРОД

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник **Е. М. Андреева**¹

кандидат биологических наук, научный сотрудник **С. К. Стеценко**¹

доктор химических наук, профессор **А. В. Кучин**²

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник **Г. Г. Терехов**¹

кандидат химических наук, доцент **Т. В. Хуршкайнен**²

1 – Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

2 – Институт химии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация

Изучение возможностей использования стимуляторов роста для получения качественного посадочного материала в лесных питомниках в настоящее время является актуальной задачей. Стимуляторы роста ускоряют прорастание семян, сохранность сеянцев, повышают приживаемость сеянцев при пересадках в лесные насаждения. В работе представлены результаты лабораторного исследования влияния двух биостимуляторов Вэрва и Вэрва-ель, полученных из древесной зелени хвойных деревьев. Первый препарат создан на основе эмульсионного экстракта древесной зелени пихты (действующим веществом являются тритерпеновые кислоты), второй содержит экстрактивные компоненты древесной зелени ели, действующее вещество – флавоноиды. В задачу исследований входило изучение влияния двух препаратов Вэрва и Вэрва-ель, ранее успешно опробованных на сельскохозяйственных культурах, на всхожесть семян и биометрические показатели проростков хвойных пород в начальный период их развития в лабораторных условиях. Всхожесть семян определяли в чашках Петри в климатической камере роста при постоянных условиях среды. Там же устанавливали биометрические показатели 14-дневных проростков при выращивании их на агар-агаре. Определяли реакцию на стимуляторы следующих видов хвойных пород: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской и европейской (*Picea obovata* Ledeb., *P. abies* (L.) Karst.). Семена обрабатывали дозами препаратов (мл/кг семян) Вэрва – 0.50; 0.25; 0.10; 0.05; 0.025 и Вэрва-ель – 0.25; 0.10; 0.05; 0.025; 0.0125. В контроле семена замачивали в дистиллированной воде. Было установлено, что в лабораторных условиях ни одна из рассматриваемых доз препаратов Вэрва и Вэрва-ель не оказала последовательного стимулирующего действия на всхожесть семян лиственницы сибирской, елей европейской и сибирской. Обработка семян сосны препаратом Вэрва-ель дозами 0.0125 и 0.025 мл/кг приводит к увеличению всхожести при проращивании семян (75-77 %) по сравнению с контролем (60 %). Из всех рассматриваемых видов только у ели сибирской отмечено достоверное положительное увеличение показателей длины корня и проростка при обработке семян препаратом Вэрва в дозе 0.1 мл/кг и препаратом Вэрва-ель в дозе 0.025 и 0.05 мл/кг. Сделано заключение о необходимости исследования влияния препаратов Вэрва и Вэрва-ель на сеянцы хвойных пород деревьев в условиях лесного питомника.

Ключевые слова: проростки, хвойные породы, регуляторы роста, биостимуляторы, стимуляторы, Вэрва, Вэрва-ель.

THE INFLUENCE OF GROWTH-PROMOTING FACTORS OBTAINED FROM NATURAL MATERIAL ON SOFTWOOD GERMS

PhD in Biology, Senior Researcher **E. M. Andreeva**¹

PhD in Biology, Researcher **S. K. Stetsenko**¹

DSc in Chemistry, Professor **A. V. Kutchin**²

DSc in Agriculture, Leading Researcher **G. G. Terekhov**¹

PhD in Chemistry, Associated Professor **T. V. Hurshkainen**²

1 – Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

2 – Institute of Chemistry of Komi Scientific Center, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russian Federation

Abstract

The study of the possibilities of using growth-promoting factors to produce high-quality seeding in arboretums is an urgent task nowadays. Growth-promoting factors accelerate seeds germination, save seedlings, increase the establishment of seedlings when transplanting them into afforestation. The paper presents the laboratory research results of the influence of two biostimulants Verva and Verva-Spruce, obtained from softwood greenery. The first preparation is based on the fir emulsion extract (the reactant is triterpenoid acid), the second one contains extractive components of spruce greenery (the reactant is flavonoids). The task of the research was to study the effect of two preparations Verva and Verva-Spruce, previously successfully tested on agricultural crops, on seed germination and biometrical indices of softwood germs in the initial period of their development in laboratories. Seed germination was defined in Petri dishes in the climatic growth chamber under the stable environmental conditions. The biometrical indices of 14-days-old germs grown in the agar were also defined there. The reaction on the stimulators of such softwood species as Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.), Siberian and European spruces (*Picea obovata* Ledeb., *P. abies* (L.) Karst.) was defined. The seeds have been treated with such Verva preparation doses (ml/kg of seeds) as 0.50; 0.25; 0.10; 0.05; 0.025 and with Verva-Spruce of 0.25 ml; 0.10; 0.05; 0.025; 0.0125. The seeds were soaked in the distilled water under the control. It has been found that in laboratories no examined preparation doses of Verva and Verva-spruce had stimulated consistently the seeds germination of Siberian larch, European and Siberian spruces. The treatment of pine seeds by Verva-spruce preparation at doses of 0.0125 and 0.025 ml/kg leads to the increase of germination when sprouting the seeds (75-77 %) in comparison with control (60 %). Among all the examined species only Siberian spruce showed a significant increase in the root and germ length when treating its seeds by Verva at dose of 0.1 ml/kg and Verva-Spruce at dose of 0.025 and 0.05 ml/kg. It was concluded that it is necessary to study the influence of biostimulants Verva and Verva-Spruce on the softwood seedlings in the arboretum.

Keywords: germs, softwood, growth-promoting factors, biostimulants, stimulants, Verva, Verva-Spruce.

Введение

Получение качественного посадочного материала для искусственного лесовосстановления всегда остается актуальной проблемой. Согласно официальным данным, в последнее десятилетие устойчиво снижаются объемы выращивания посадочного материала для лесокультурного производства: с 1,45 млрд штук в 2002 году до 0,8 млрд штук в 2012 году. При этом качество посадочного материала остается недостаточно высоким [12]. Эти тенденции сохраняются, что может привести к ухудшению качества создаваемых лесов.

Одним из способов решения проблемы выращивания качественного посадочного материала явля-

ется применение технологий с обработкой семян активаторами роста, влияющими на энергию прорастания и рост всходов.

В последние годы активно ведется работа по изучению влияния стимуляторов роста при выращивании посадочного материала в питомниках. Проводится изучение влияния как предпосевной обработки семян, так и внекорневой обработки сеянцев. Рядом авторов было показано, что стимуляторы роста ускоряют прорастание семян, увеличивают грунтовую всхожесть и сохранность сеянцев, положительно влияют на развитие корневой системы и надземной части сеянцев, способствуют лучшему выживанию в экстремальных ус-

ловиях, повышают приживаемость сеянцев при пересадке [1, 4, 6, 11, 15]. Этими авторами отмечается также продолжительность положительного влияния стимуляторов на ростовые процессы в течение нескольких лет, лучшая устойчивость в условиях засухи.

К настоящему времени имеется достаточно большое количество препаратов с ростостимулирующим действием. Безусловно, предпочтение отдают разработке экологически безопасных препаратов на растительной основе [14]. Среди регуляторов роста растений в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» [3] есть группа препаратов, действующим веществом которых являются тритерпеновые кислоты, получаемые из хвои пихты сибирской. Для получения природной смеси тритерпеновых кислот из хвои (древесной зелени) пихты разработаны разные технологические способы ее выделения, используемые для производства разных регуляторов роста. Обзор по некоторым из них приведен в работе В.А. Ралдугина [7].

Одна из последних разработок уральских ученых – биопрепараты Вэрва и Вэрва-ель [5, 13]. Регулятор роста растений Вэрва получен на основе эмульсионного экстракта древесной зелени пихты сибирской. Действующим веществом препарата являются тритерпеновые кислоты ланостановой структуры, которых нет в других хвойных. Тритерпеновые кислоты способствуют активизации биологических и иммунных процессов в растениях. Минорные соединения (монотерпеноиды, полипенолы, жирные кислоты, флавоноиды) определяют его фунгицидную активность [5, 13]. Препарат включен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» [3].

Действующим веществом биопрепарата Вэрва-ель являются экстрактивные компоненты древесной зелени ели – флавоноиды. Природные флавоноиды обладают репеллентным и инсектицидным действием, а также высокой активностью по отношению к ряду вирусов, грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам, патогенным грибам, наряду со способностью регулировать рост растений [8].

Сырьем для получения препаратов Вэрва и Вэрва-ель являются отходы лесозаготовок. Их производство легко организовать даже на лесосечной делянке, необходимое оборудование для этого достаточно про-

сто в использовании. Это, по утверждению разработчиков, может служить основой производства комплекса дешевых экологически чистых препаратов [13]. Регулятор роста растений Вэрва успешно применяется в сельском хозяйстве в различных регионах России и СНГ. Он используется для обработки семян и опрыскивания надземной части растений в разные стадии их вегетации. Новый препарат Вэрва-ель менее изучен и только в 2015 г. включен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» [3]. Использование препаратов Вэрва и Вэрва-ель в процессе выращивания древесных хвойных пород только начинается [9].

Цель наших исследований – изучение влияния препаратов Вэрва и Вэрва-ель на всхожесть семян и биометрические показатели проростков хвойных пород в начальный период их развития в лабораторных условиях.

Задачи исследования:

1. Изучение всхожести семян хвойных пород после обработки их разными дозами препаратов Вэрва и Вэрва-ель;

2. Установление доз препаратов Вэрва и Вэрва-ель, с которых начинается реакция проростков хвойных пород при выращивании их на агар-агаре.

Материалы и методы исследования

Для эксперимента были использованы семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), которые получены в Свердловской лесосеменной станции, семена ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) собраны сотрудниками лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН в 30-летних культурах ели. Семена сосны, лиственницы и ели сибирской соответствовали первому, ели европейской – второму, пихты – третьему классу качества. Для анализа на всхожесть отбирали по 100 штук семян в трех повторностях. Семена проращивали в чашках Петри, в качестве подстилки использовали фильтровальную бумагу. Подготовка семян и методы их проращивания, определение всхожести проводили по ГОСТу [2].

Для изучения биометрических показателей проростков семена, обработанные разными дозами препаратов Вэрва и Вэрва-ель, выращивали на 0,8 % агар-агаре в чашках Петри. Повторность опыта 3-кратная.

У 14-суточных проростков измеряли длину (общая длина проростка, включая корень до семядолей), отдельно длину корня, рассчитывали длину гипокотилия.

Подготовка семян проводилась в следующей последовательности: 1) их замачивали на сутки в дистиллированной воде; 2) затем в течение 2 часов выдерживали в растворе $KMnO_4$; 3) потом промывали водой и 4) помещали в растворы Вэрва и Вэрва-ель на 6 часов. Рабочие растворы препаратов готовили на водной основе. На 1 кг семян брали следующие дозы препаратов: Вэрва – 0.50 мл; 0.25; 0.10; 0.05; 0.025; Вэрва-ель – 0.25 мл; 0.5; 0.10; 0.05; 0.025; 0.0125. Контролем служил вариант, где семена замачивали в дистиллированной воде.

Все эксперименты проводились в камере роста Sanyo-351H, при температуре 22-24 °С, освещении 3 lx и влажности 60-70 %.

Статистическая обработка материала проводилась в программе Statistica 6.0, достоверность различий средних значений определяли с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов после обработки семян препаратом Вэрва показал, что всхожесть семян на 15-й день при невысоких дозах (до 0.1 мл/кг) не имела раз-

личий с контрольным вариантом и находилась в пределах, характерных для изучаемых хвойных пород [8]. Так, у ели сибирской в вариантах с невысокими дозами (до 0.1 мл/кг) всхожесть семян варьировалась в пределах 85.7-88.6 %; у ели европейской – 77-79 %, у сосны – 69-72 %, у лиственницы – 60-62 %, у пихты – 12-15 % (табл. 1). Всхожесть семян у пихты среди рассматриваемых пород была крайне низкой. Доза препарата 0.25 мл/кг в ряде случаев несколько снизила всхожесть семян, а доза препарата 0.5 мл/кг значительно её уменьшила у всех изучаемых пород вплоть до единичных всходов (табл. 1).

Всхожесть семян, обработанных препаратом Вэрва-ель, по сравнению с контролем не различалась значительно во всех вариантах и варьировала у ели сибирской от 79.0 до 92.0 %, у ели европейской от 58.3 до 71.7 %, у лиственницы от 58.0 до 68.0 % (табл. 2). Всхожесть у сосны при самых низких дозах (0.0125 и 0.025 мл/кг) препарата Вэрва-ель была (75-77 %) выше контроля (60 %), но резко снижалась после обработки семян самой высокой дозой препарата (0.25 мл/кг). Видимо, только в этих вариантах с сосной проявляется некоторое стимулирующее действие низких доз препарата Вэрва-ель на всхожесть семян.

В остальных случаях различия по всхожести

Таблица 1

Всхожесть хвойных пород на 15-й день после обработки семян препаратом Вэрва, %

Доза препарата, мл/кг семян	Порода				
	Ель сибирская	Ель европейская	Сосна	Пихта	Лиственница
контроль	90.0	72.9	67.0	25.0	69.0
0.025	85.7	78.6	72.0	15.0	60.0
0.05	88.6	70.0	52.0	10.0	62.0
0.1	87.1	77.1	69.0	12.0	60.0
0.25	55.7	67.1	61.0	7.0	74.0
0.5	31.4	20.0	20.0	0.0	нет данных

Таблица 2

Всхожесть хвойных пород на 15-й день после обработки семян препаратом Вэрва-ель, %

Доза препарата, мл/кг семян	Порода			
	Ель сибирская	Ель европейская	Сосна	Лиственница
контроль	90.1	60.6	60.0	63.0
0.0125	92.0	58.0	75.7	59.0
0.025	86.1	60.0	77.1	60.0
0.05	89.0	71.7	71.4	58.0
0.1	79.0	67.7	67.1	68.0
0.25	89.0	58.3	7.1	57.0

семян между контрольными и опытными вариантами (обработанными разными дозами препаратов Вэрва и Вэрва-ель) находились в пределах допустимых ГОСТом [2] расхождений между результатами по пробам при определении всхожести семян.

Следует отметить, ранее другими исследователями [4] было показано, что после обработки семян препаратом Новосил (действующие вещества, так же как и у Вэрвы, – тритерпеновые кислоты) в условиях питомника положительное влияние на грунтовую всхожесть и сохранность сеянцев наблюдалось только для семян лиственницы сибирской; для ели сибирской и сосны обыкновенной стимулирующего действия отмечено не было.

Ростовые параметры 2-недельных проростков хвойных пород, выращенных на агар-агаре после обработки семян разной дозой препарата Вэрва, имели различия. Наименьшие морфометрические показатели отмечены при обработке семян сосны обыкновенной раствором с дозой 0.25 мл/кг. По длине проростка и корня между контролем и вариантами, где семена обрабатывали невысокими дозами препарата (от 0.025 до 0.1 мл/кг), достоверно значимых различий не отмечено (рис. 1).

Размеры проростка, корня и гипокотилия у лиственницы во всех опытных вариантах были ниже, чем в контроле. После обработки семян пихты невысокими дозами препарата Вэрва (0.025 и 0.05 мл/кг) длины проростка и корня были выше контрольных вариантов, но из-за низкой всхожести семян выборка была небольшой, а ошибка среднего – высокой, поэтому различия недостоверны.

Длина корня и общая длина проростка у ели европейской в вариантах с низкими дозами (0.025 и 0.05 мл/кг) не имела различий с контрольным вариантом. С увеличением дозы (0.1 мл/кг), фиксируется незначительное снижение размеров проростков, а при обработке семян дозой 0.25 мл/кг и выше наблюдаются уже достоверно более низкие, по сравнению с контролем, значения.

При обработке семян ели сибирской раствором с высокими дозами (от 0.25 мл/кг) изученные показатели были достоверно ниже таковых в контроле. В вариантах с дозой препарата Вэрва 0.025 и 0.05 мл/кг различий с контролем отмечено не было, но с дозой препарата Вэрва 0.1 мл/кг проростки имели самые высо-

кие показатели по длинам надземной части, корня и семядоли, достоверно отличающиеся от контроля. Так, длина проростка в этом варианте составила $6,63 \pm 0,124$ см, в контроле – $6,15 \pm 0,140$ ($t_{\text{факт.}} = 2,57 > t_{0,01} = 2,49$), длина корня – $3,16 \pm 0,095$ см, контроль – $2,77 \pm 0,095$ ($t_{\text{факт.}} = 2,90 > t_{0,01} = 2,49$). Гипокотиль в данном варианте по длине не отличался от контроля.

При обработке семян ели европейской препаратом Вэрва-ель длина корня (рис. 2) во всех вариантах была достоверно ниже, чем в контроле (кроме дозы препарата 0.05 мл/кг). Длина гипокотилия по сравнению с контролем увеличивается только в варианте с самой низкой дозой препарата (но достоверных различий нет). Увеличение дозы снижает длину гипокотилия (достоверно при дозе 0.1). Для ели европейской отмечен высокий коэффициент корреляции длины проростка с размером корня $r=0.92$ ($P<0.05$), с длиной гипокотилия он недостоверный.

Воздействие препарата Вэрва-ель на семена сосны увеличивает длину проростка и корня при низких дозах (у корня достоверно при дозе 0.0125). В вариантах с другими дозами различий с контролем нет. Для сосны высокий коэффициент корреляции ($r=0.96$, $P<0.05$) отмечен между длиной проростка, размером корня и всхожестью семян. Длина гипокотилия выше контрольного варианта при средних значениях доз (0.025 и 0.05 мл/кг). Биометрические показатели проростков лиственницы сибирской во всех рассматриваемых вариантах доз препарата Вэрва-ель были ниже контрольного варианта.

Длина корня и гипокотилия проростков ели сибирской при невысоких дозах Вэрва-ель по сравнению с контролем значительно выше. В вариантах с дозами 0.1 и 0.25 мл/кг различий с контролем нет. В целом у ели сибирской отмечены высокие достоверные положительные корреляции между длинами проростка, гипокотилия и корня, т. е. наблюдается равномерное увеличение всех частей проростка при обработке семян данным препаратом.

Выводы

1. Проведенные исследования в лабораторных условиях вышеуказанными дозами препаратов Вэрва и Вэрва-ель не выявили значимо стимулирующего влияния на всхожесть семян лиственницы сибирской, елей европейской и сибирской по сравнению с контролем. Отмечено, что обработка семян препаратом Вэрва до-

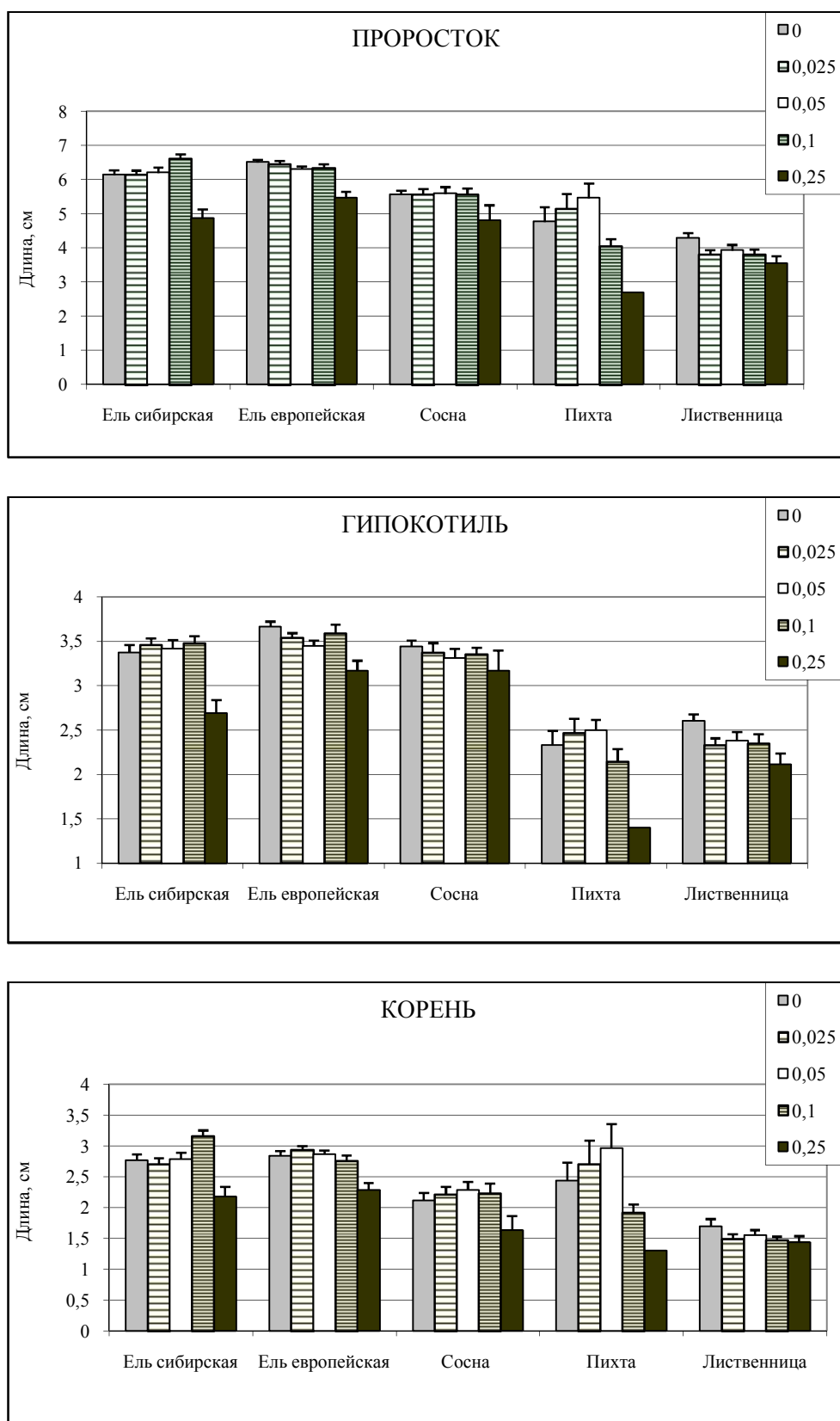


Рис. 1. Биометрические показатели проростков хвойных пород на 14-й день развития, выращенных на агар-агаре из семян, обработанных разными дозами препарата Вэрва

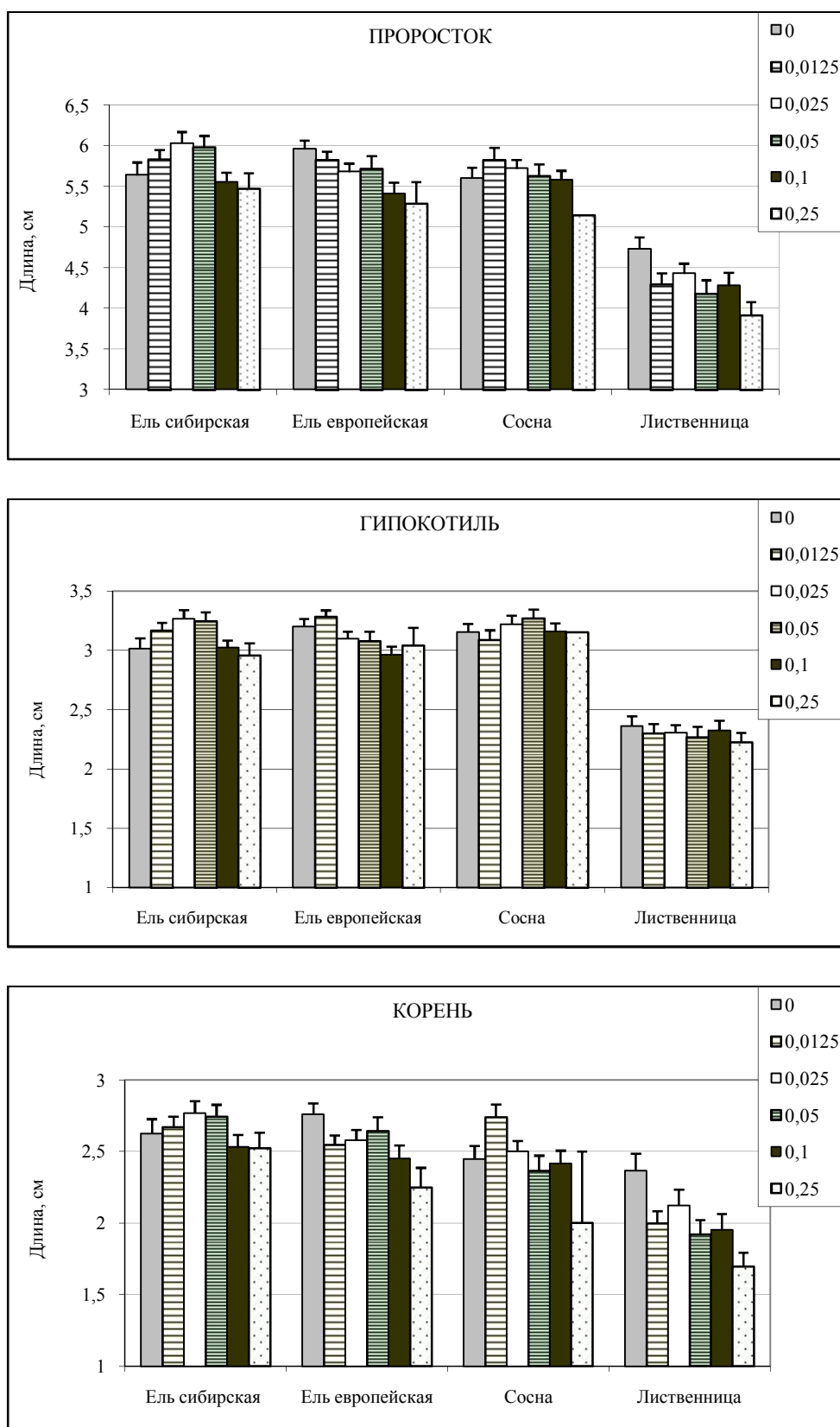


Рис. 2. Биометрические показатели проростков хвойных пород на 14-й день развития, выращенных на агар-агаре из семян, обработанных разными дозами препарата Вэрва-ель

зами 0.25 и 0.50 мл / 1 кг семян приводит к негативному влиянию на всхожесть всех рассмотренных пород. Для сосны обыкновенной не отмечено стимулирующего действия на всхожесть семян низких доз препарата Вэрва. Обработка семян сосны препаратом Вэрва-ель дозами 0,0125 и 0,025 мл/кг приводит к увеличению всхожести при проращивании семян (75-77 %) по сравнению с контролем (60 %), а дозой 0.25 мл /1 кг семян ведет к резкому снижению всхожести.

2. Действие предпосевной обработки семян изученных хвойных пород препаратами Вэрва и Вэрва-ель на биометрические показатели проростков неоднозначно, отмечена различная реакция на препараты у разных видов хвойных пород. Досто-

верное стимулирующее действие на показатели длины корня и проростка ели сибирской наблюдается при обработке семян препаратом Вэрва в дозе 0.1 мл/кг и препаратом Вэрва-ель в дозе 0.025 и 0.05 мл/кг.

3. Для более полного изучения стимулирующего воздействия препаратов Вэрва и Вэрва-ель на всхожесть семян хвойных пород и развитие их проростков его необходимо продолжить в полевых условиях, т. к. работы, проведенные в лаборатории, исключали влияние внешних факторов, в частности погодных и эдафических (почвенно-грунтовых).

Работа выполняется при финансовой поддержке проекта 15-15-34-68 программы УрО РАН.

Библиографический список

1. Галдина, Т. Е. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество семян ели европейской (*Picea abies*) [Текст] / Т. Е. Галдина, К. В. Шевченко // IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» 15 февраля – 31 марта 2012 г.
2. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – Введ. 1998-07-01 [Текст]. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 31 с.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Москва. – 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroxxi.ru/goshandbook>.
4. Кириенко, М. А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность семян главных лесообразующих видов Средней Сибири [Текст] / М. А. Кириенко, И. А. Гончарова // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 1. – С. 39-45.
5. Патент РФ № 2298327. Регулятор роста растений с фунгицидным действием Вэрва [Текст] / А. В. Кучин, Т. В. Хуршайнен, В. А. Кучин, Н. Н. Скрипова; патентообладатель: Государственное учреждение Институт химии Коми научного центра УрО РАН. – № 2006101648/04 ; заявл. 20.01.2006 ; опубл. 10.05.2007.
6. Пентелькина, Ю. С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост семян хвойных [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Ю. С. Пентелькина. – М., 2003. – 24 с.
7. Ралдугин, В. А. Тритерпеноиды пихты и высокоэффективный регулятор роста растений на их основе [Текст] / В. А. Ралдугин // Российский химический журнал. – 2004. – Т. 86. – № 3. – С. 84-88.
8. Рекомендации по применению препарата Вэрва-Ель для сельскохозяйственных культур [Текст]. – Сыктывкар, 2012. – 8 с.
9. Семенчина, А. А. Влияние двух биопрепаратов на семена и семена *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (L.) H. Karst. [Текст] / А. А. Семенчина, Е. А. Гольшева, Г. Г. Романов // Международный научно-исследовательский журнал – 2014. – №11 (30). – Ч. 1. – С. 86-89.
10. Ткаченко, М. Е. Общее лесоводство [Текст] / М. Е. Ткаченко. – М – Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 599 с.
11. Устинова, Т. С. Влияние биостимуляторов на рост семян сосны обыкновенной в Брянском округе зоны широколиственных лесов [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Т. С. Устинова. – Брянск, 2000. – 23 с.
12. Фрейберг, И. А. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения [Текст] : моногр. / И. А. Фрейберг, М. В. Ермакова, С. К. Стеценко. – Екатеринбург, 2004. – 73 с.
13. Хуршайнен, Т. В. Лесохимия для инноваций в сельском хозяйстве [Текст] / Т. В. Хуршайнен, А. В. Кучин // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2011. – № 5. – С. 17-23.

14. P. du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation [Text] / P. du Jardin. // *Scientia Horticulturae*. – 2015. – 196. – pp. 3-14.

15. Rajasekaran, L.R. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings [Text] / L. R. Rajasekaran, T. J. Blake // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 1999. – Vol. 18. – № 4. – pp. 175-181.

References

1. Galdina T.E., Shevchenko K.V. *Otsenka vliyaniya biostimulyatorov na sostoyanie i kachestvo seyantsev eli evropeyskoy (Picea abies)* [Assessment of the impact of bio-stimulants on the condition and quality of seedlings of Norway spruce (*Picea abies*)]. *IV Mezhdunarodnaya studencheskaya elektronnyaya nauchnaya konferentsiya «Studencheskiy nauchnyy forum» 15 fevralya – 31 marta 2012 g.* [IV International Student electronic scientific conference "Student scientific forum" February 15 - March 31, 2012]. (In Russian).

2. *GOST 13056.6-97 Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti. – Vved. 1998-07-01* [State Standard 13056.6-97 seeds of trees and shrubs. Method for determination of germination.]. Minsk : Standartinform Publ., 1998. 31 p.

3. *Gosudarstvennyy katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii*. [The State Catalogue of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation]. Moscow, 2016 <http://www.agroxxi.ru/goshandbook>. (In Russian).

4. Kirienko M.A., Goncharova I.A. *Vliyanie kontsentratsii stimulyatorov rosta na gruntovuyu vskhozhest' semyan i sokhrannost' seyantsev glavnykh lesoobrazuyushchikh vidov Sredney Sibiri* [The influence of growth stimulants at different concentrations of ground seed germination and survival of seedlings of the main forest forming species in Central Siberia]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Sibirskiy Lesnoj Zurnal], 2016, no.1, pp. 39-45. (In Russian).

5. Kuchin A.V., Khurshkaynen T.V., Kuchin V.A., Skripova N.N. *Regulyator rosta rasteniy s fungitsidnym deystviem Verva* [The plant growth regulator with fungicide action Verva]. Patent RF, no. 2298327, 2007.

6. Pentelkina Yu.S. *Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest' semyan i rost seyantsev khvoynykh* [Effect of stimulants on seed germination and growth of seedlings of coniferous. Author. Dr. agricultural sci. diss.]. Moscow, 2003. 24 p. (In Russian).

7. Raldugin V.A. *Triterpenoidy pihty i vysokoeffektivnyy reguljator rosta rastenij na ih osnove* [Triterpenoids highly effective fir and plant growth regulator on the basis of their]. *Rossijskiy himicheskij zhurnal* [Russian Journal of General Chemistry], 2004. Vol. 88, no. 3, pp. 84-88. (In Russian).

8. *Rekomendatsii po primeneniyu preparata Verva-El' dlya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Recommendations for use preparation Verva-Spruce for agricultural crops]. Syktyvkar, 2012. 8 p.

9. Semenchina A.A., Golysheva E.A., Romanov G. G. *Vliyanie dvukh biopreparatov na semena i seyantsy Pinus sylvestris L. i Picea abies (L.) H. Karst* [Influence of two biopreparations on seeds and seedlings of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) H. Karst.]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2014, no.11(30), Part 1, pp. 86-89. (In Russian).

10. Tkachenko M.E. *Obshchee lesovodstvo* [Forestry]. Moscow – Leningrad, 1952. 599 p. (In Russian).

11. Ustinova T.S. *Vliyanie biostimulyatorov na rost seyantsev sosny obyknovnoy v Bryanskom okruge zony shirokolistvennykh lesov* [Influence of biostimulators on the growth of seedlings of *Pinus sylvestris* in the Bryansk district of the deciduous forests zone. Author. Dr. agricultural sci. diss.]. Bryansk, 2000. 23 p. (In Russian).

12. Freyberg I.A., Ermakova M.V., Stetsenko S.K. *Modifikatsionnaya izmenchivost' sosny obyknovnoy v usloviyakh pestitsidnogo zagryazneniya* [Modification variability of Scots pine in the conditions of pesticide contamination]. Ekaterinburg, 2004. 73 p. (In Russian).

13. Khurshkaynen T.V., Kuchin A.V. *Lesokhimiya dlya innovatsiy v sel'skom khozyaystve* [Woodchemistry for innovation in agriculture]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proceedings of the Komi Scientific Center, Ural Branch of Russian Academy of Sciences], 2011, no.5, pp. 17-23. (In Russian).

14. P. du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015, 196, pp. 3-14.

15. Rajasekaran L.R., Blake T.J. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1999, Vol. 18, no. 4, pp. 0175-0181.

Сведения об авторах

Андреева Елена Михайловна – старший научный сотрудник лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН, кандидат биологических наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: e_m_andreeva@mail.ru.

Стеценко Светлана Карленовна – научный сотрудник лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН, кандидат биологических наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: stets_s@mail.ru.

Кучин Александр Васильевич – член-корреспондент РАН, заведующий лаборатории органического синтеза и химии природных соединений Института химии Коми НЦ УрО РАН, доктор химических наук, профессор, г. Сыктывкар, Российская Федерация; e-mail: kutchin-av@mail.ru, kutchin-av@chemi.komisc.ru.

Терехов Геннадий Григорьевич – ведущий научный сотрудник лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН, доктор сельскохозяйственных наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: terekhov_g_g@mail.ru.

Хуришкainen Татьяна Владимировна – старший научный сотрудник Института химии Коми НЦ УрО РАН, кандидат химических наук, доцент, г. Сыктывкар, Российская Федерация; e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru.

Information about authors

Andreeva Elena Mikhailovna – senior researcher Laboratory of reforestation, forest protect and forest management, Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, PhD in biology, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: e_m_andreeva@mail.ru

Stetsenko Svetlana Karlenovna – researcher Laboratory of reforestation, forest protect and forest management, Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, PhD in biology, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: stets_s@mail.ru.

Kutchin Alexander Vasilyevich – correspondent member of RAS, Head of Laboratory of organic synthesis and chemistry of natural compounds, Institute of Chemistry Komi Science Center Ural Division of RAS, DSc in Chemistry, Professor, Syktyvkar, Russian Federation; e-mail: kutchin-av@mail.ru, kutchin-av@chemi.komisc.ru.

Terekhov Gennadii Grigorievich – leading researcher Laboratory of reforestation, forest protect and forest management, Botanical Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, DSc in Agricultural, Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: terekhov_g_g@mail.ru.

Khurshkainen Tatiana Vladimirovna – Senior Scientist, Institute of Chemistry Komi Science Center Ural Division of RAS, PhD in Chemistry, Associated Professor, Syktyvkar, Russian Federation; e-mail: hurshkainen@chemi.komisc.ru.

DOI: 12737/21676

УДК 630*551.583(042.3)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ГОЛОЦЕНЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВ И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ К КОНЦУ XXI ВЕКА В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник **А. В. Константинов**¹

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник **В. Г. Сергиенко**¹

¹ – ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье рассматривается вопрос разновременных миграций лесной растительности и сопутствующих ей комплексов на север вслед за отступлением ледника и приледниковых вод, предпосылкой которых выступила совокупность сложных исторических процессов, начавшихся в Европейской России с конца вюрмской стадии Валдайского оледенения около 12 000 лет назад. Установлено, что наиболее интенсивное расселение темнохвойной тайги и широколиственных