

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

магистр **И.А. Скозарева**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **А.И. Чернодубов**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Проблема получения качественного посадочного материала в лесных питомниках с использованием стимуляторов роста очень актуальна. Они повышают всхожесть и прорастание семян, способствуют формированию надземной части и корневых систем, улучшают их приживаемость и сохранность в новых условиях. В работе представлены результаты исследования влияния циркона, цитовита и феровита (доза 0,1 мл/л) на грунтовую всхожесть семян и биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной в течение вегетационного периода на различных почвах питомников – серых лесных супесчаных (Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ) и деградированных оподзоленных черноземах (Эртильского лесничества). С 22 июня через каждые 2 недели проводили подкормки путем опрыскивания сеянцев. Контроль – обработка семян и сеянцев дистиллированной водой. Установлено, что все три стимулятора роста при замачивании семян оказывают стимулирующее влияние на прорастание семян сосны обыкновенной. Но на черноземах этот эффект более существенный и составляет 11,0-32,9 %, а на серых лесных почвах 11,8-29,7 % по сравнению с контролем. Хотя эта разница не существенная и лежит в пределах точности опыта. На черноземах у сеянцев сосны, обработанных стимуляторами роста, хорошо развита надземная часть, но слабо – корневые системы. У сеянцев, обработанных феровитом и цитовитом, наблюдается увеличение корневой части за счет развития боковых корней, по сравнению с контролем и другими сеянцами. Наиболее пропорциональное развитие наблюдается у сеянцев, обработанных цирконом, где примерно одинакова величина надземной и подземной части. В опытных посевах сосны, выращенных в условиях серых лесных почв, наиболее перспективным является применение стимулятора роста циркона. Действие циркона увеличивает всхожесть и сохранность посевов, что способствует увеличению выхода стандартных сеянцев.

Ключевые слова: стимуляторы, рост, сосна обыкновенная, сеянцы, выход, циркон, цитовит, феровит

EFFICIENCY OF GROWTH STIMULANT APPLICATION GROWING SEEDS OF SCOTS PINE

Master's Degree student **I.A. Skozareva**

DSc (Agriculture), Professor **A.I. Chernodubov**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh,
Russian Federation

Abstract

The problem of obtaining high-quality planting material in forest nurseries using growth stimulants is very relevant. They increase the germination and sprouting of seeds, contribute to the formation of the aerial parts and root systems, and improve their survival and preservation in new conditions. The paper presents the results of a study of zircon, cytovite and ferovit (dose 0.1 ml/l) effect on the soil germination of seeds and biometric indicators of Scots pine's seedling during the growing season on various soils of nurseries - gray forest sandy loam soils (Training Experimental Forestry of VSUFT) and degraded podzolized chernozems (Ertil forestry). Fertilizing was carried out by spraying seedlings from June 22, every 2 weeks. Control activities are treatments of seeds and seedlings with distilled water. It has been established that all the three growth stimulants, when the seeds are soaked, have a stimulating effect on the germi-

nation of pine seeds. This effect is more significant and amounts to 11.0-32.9 % on chernozems, and 11.8-29.7 % on gray forest soils in comparison with the control specimen. This difference is not significant and lies within the accuracy of the experiment. On chernozems, pine seedlings treated with growth stimulants have a well-developed aerial part, but weak root systems. Seedlings treated with ferovit and cytovitis, have an increase in the root part due to the development of lateral roots, in comparison with the control and other seedlings. The most proportional development is observed in seedlings treated with zircon, where approximately the same value of the aboveground and underground parts is seen. The use of a zircon growth stimulator is the most promising in experimental pine crops grown in gray forest soils. The action of zircon increases the germination and preservation of crops, which helps to increase the yield of standard seedlings.

Keywords: stimulants, growth, Scots pine, seedlings, yield, zircon, cytovit, ferovit

Введение

В последнее время наблюдается устойчивая тенденция снижения качества и количества выращиваемого посадочного материала для лесовосстановления и лесоразведения. По данным Рослесзащиты, в 1992 году было выращено 2271,5 млн шт., в 2002 году – 1454,2 млн шт., в 2013 году – 771 млн шт. сеянцев и саженцев различных древесных и кустарниковых пород. Поэтому вопросы получения качественного посадочного материала остаются очень актуальными. Один из способов повышения выхода посадочного материала – это использование новых технологий выращивания, в том числе с использованием стимуляторов роста. Они могут повысить всхожесть семян, рост и развитие сеянцев, их корневых систем и побегов. В различных странах и лесорастительных зонах ведется изучение стимулирующего влияния этого класса химических веществ на выход посадочного материала [1-18].

Цель наших исследований – изучение влияния препаратов стимуляторов роста – циркон, цитовит и феровит – на грунтовую всхожесть семян и биометрические показатели сосны обыкновенной в течение вегетационного периода.

Материалы и методы исследования

Для эксперимента были использованы семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), полученные в Воронежской лесосеменной станции Рослесзащиты. Обработку семян проводили в следующей последовательности: 1) сначала на сутки замачивали в дистиллированной воде; 2) затем в течение

2 часов выдерживали в растворе $KMnO_4$; 3) потом промывали водой и 4) помещали в растворы циркона, цитовита и феровита в дозе 0,1 мл/л на 18 часов. Контролем служил вариант, где семена замачивали в дистиллированной воде. Посев проводился на питомнике Воронежского лесотехнического университета – на серых лесных супесчаных почвах и Эртильского лесничества – на черноземах оподзоленных в 3-кратной повторности по одинаковой технологии и агротехнике. После того как сформировались сеянцы (22 июня), проводилась внекорневая подкормка через каждые 2 недели.

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

Результаты и обсуждение

Из табл. 1 и графиков видно, что первоначальная всхожесть семян, которые перед посевом замачивали в стимуляторах роста, заметно выше, чем у контроля в разных условиях произрастания. На графике видно, что максимальный положительный эффект наблюдается в первом опыте при применении циркона, во втором опыте действие данного препарата к концу опыта снижается, при этом лидирующую позицию занимает цитовит. Данные статистической обработки представлены в табл. 2.

На основании табл. 1 строим графики, где видна динамика всхожести и отпада сеянцев сосны обыкновенной.

Природопользование

Таблица 1

Всхожесть семян сосны обыкновенной под действием стимуляторов роста

Стимулятор роста	Дата								
	22.06. 2016	6.07. 2016	20.07. 2016	3.08. 2016	17.08. 2016	31.08. 2016	14.09. 2016	28.09. 2016	01.05. 2017
На черноземах оподзоленных (Эртиль)									
Циркон	139	185	194	185	178	173	166	164	162
Цитовит	119	160	162	155	152	152	149	145	134
Феровит	142	172	170	168	168	160	151	147	140
Контроль	110	145	146	142	139	128	126	126	105
На серых лесных почвах (ВГЛУ)									
Циркон	136	186	192	182	160	152	148	140	128
Цитовит	121	159	164	160	158	154	150	154	135
Феровит	135	165	171	175	166	154	152	146	135
Контроль	95	143	148	140	136	130	130	124	101

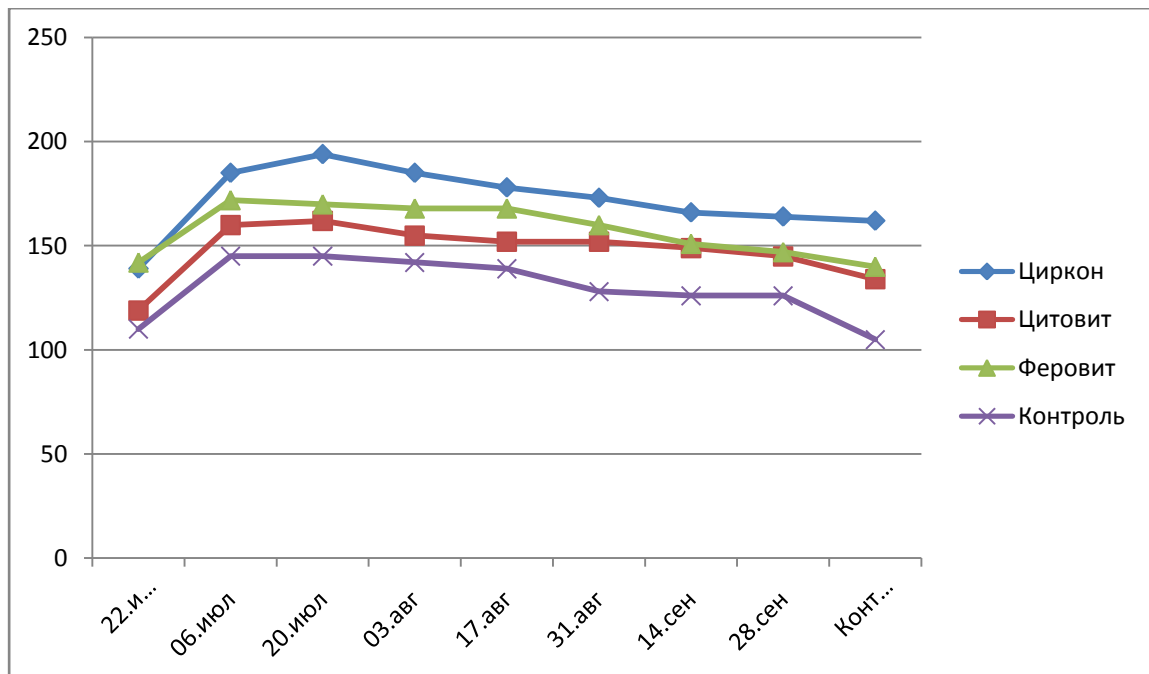


Рис. 1. Динамики всхожести семян и отпада сеянцев сосны обыкновенной выращенных на черноземах оподзоленных

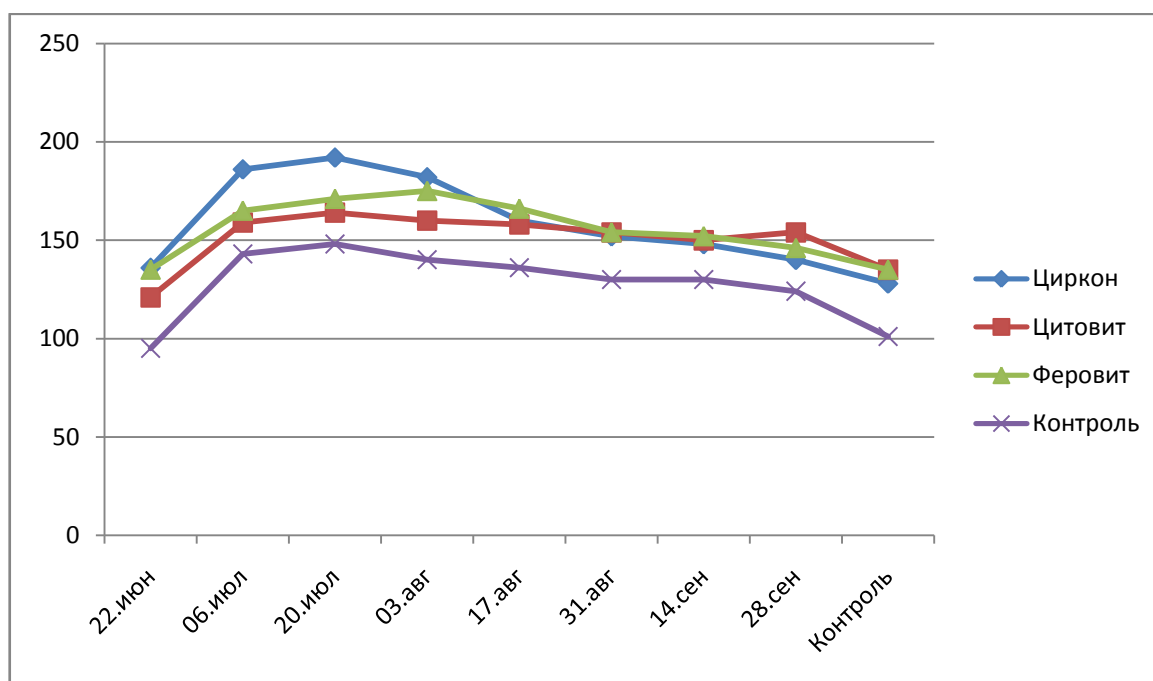


Рис. 2. Динамики всхожести семян и отпада сеянцев сосны обыкновенной выращенных на серых лесных почвах

Таблица 2

Среднестатистические показатели всхожести сосны обыкновенной под действие стимуляторов роста в различных условиях произрастания

Стимуляторы	Показатели				
	Мср, шт.	m	C, %	t	σ
На черноземах оподзоленных (Эртиль)					
Циркон (0,1мл/л)	172	4,94	8,62	0,35	14,8
Цитовит (0,1 мл/л)	148	4,20	8,54	0,35	12,6
Феровит (0,1 мл/л)	158	3,83	7,30	0,41	11,5
Контроль (вода)	130	4,47	10,30	0,29	13,4
На серых лесных почвах (ВГЛТУ)					
Циркон (0,1мл/л)	158	6,88	13,00	0,23	20,6
Цитовит (0,1 мл/л)	151	4,24	8,46	0,35	12,7
Феровит (0,1 мл/л)	155	4,14	7,98	0,38	12,4
Контроль (вода)	127	5,72	13,50	0,22	17,2

Пояснение: $M_{ср}$ – среднее значение всхожести; m – ошибка выборки; C – коэффициент изменчивости; t – коэффициент Стьюдента; σ – среднеквадратическое отклонение. В табл. 3 представлены средние данные по воздействию стимуляторов роста на количество стандартных сеянцев сосны путем их процентного сравнения с контрольными посевами.

Природопользование

Таблица 3

Оценка влияния биостимуляторов на количество семян сосны обыкновенной в различных условиях произрастания

Стимуляторы роста	Максимальное значение всхожести, шт./п.м	Сохранность семян, %	Среднее значение всхожести, шт./п.м	Процент от контроля
На черноземах оподзоленных (Эртиль)				
Циркон	194	83,51	171,8	132,88
Цитовит	162	82,72	147,6	110,96
Феровит	172	81,40	157,6	117,81
Контроль	146	71,92	129,7	100
На серых лесных почвах (ВГЛТУ)				
Циркон	192	66,67	58,2	129,73
Цитовит	164	82,32	50,6	110,81
Феровит	175	77,14	55,4	118,24
Контроль	148	68,24	27,2	100

Таблица 4

Биометрические показатели семян сосны обыкновенной выращенных в различных почвенных условиях с применением стимуляторов роста

Биостимулятор (0,1 мл/л)	Корневая часть, см				Надземная часть, см			
	Мср ±m	% от контроля	С, %	t	Мср ±m	% от контроля	С, %	t
На черноземах оподзоленных (Эртиль)								
Циркон	16,0±1,20	105,26	14,5	0,12	18,2±1,09	142,19	25,4	0,16
Цитовит	15,4±0,88	101,32	22,0	0,14	17,4±0,95	135,94	21,2	0,13
Феровит	15,5±1,05	101,97	16,4	0,13	16,9±1,21	132,03	18,6	0,15
Контроль	15,2±1,12	100	15,1	0,23	12,8±1,31	100	23,5	0,19
На серых лесных почвах (ВГЛТУ)								
Циркон	15,2±0,92	102	19,3	0,13	13,2±1,41	76	33,8	0,09
Цитовит	15,5±1,18	104	24,2	0,13	17,0±1,06	98	19,8	0,15
Феровит	16,9±0,79	113	14,9	0,21	18,4±1,29	106	22,2	0,14
Контроль	14,9±0,37	100	8,0	0,39	17,3±1,23	100	22,5	0,14

Установлено, что наибольший процент сохранности посеянных на территории Эртильского лесничества у сеянцев, обработанных цирконом, – 83,51 % по сравнению с 71,92 % у контрольных. Это положительно характеризует действие данного препарата на устойчивость и сохранность всходов. Наиболее положительные результаты показывает биостимулятор роста циркон, в растворе которого (0,1 г/л) были замочены семена сосны на 18 часов перед посевом, а затем раз в две недели была проведена корневая обработка с той же концентрацией. С его применением наблюдается более высокая максимальная и средняя всхожесть, относительно небольшой процент отпада, по сравнению с контрольными посевами. Также отмечена повышенная всхожесть на 32,88%.

В условиях УОЛ ВГЛТУ лучшие показатели всхожести наблюдаются также у циркона – 192 шт., но, несмотря на это, максимальный процент сохранности наблюдается при применении препарата цитовит, который равен 82,32 %.

Наибольший процент отпада наблюдается у контрольных сеянцев, с предпосевной обработкой водой, данный вариант не дает ощутимого положительного эффекта.

Вместе с оценкой влияния препаратов на всхожесть и сохранность изучаем динамику роста и развития сеянцев. При последнем наблюдении за опытами весной 2017 года была произведена выкопка сеянцев сосны обыкновенной для изучения биометрических показателей. Были случайно выбраны 50 сеянцев и изучены соотношения их надземной части и корневой системы. Результаты измерения биометрических показателей за весь период наблюдения представлены в табл. 4.

Из данных табл. 4 видно, что в первом опыте у сеянцев сосны, обработанных стимуляторами роста, хорошо развита надземная часть, но слабо развита корневая часть. У сеянцев, обработанных феровитом и цитовитом, наблюдается увеличение корневой части за счет развития боковых корней, у сеянцев, обработанных феровитом, также наблюда-

ется утолщение стволика, по сравнению с контролем и другими сеянцами. Наиболее пропорциональное развитие наблюдается у сеянцев, обработанных цитовитом, где примерно одинаковая величина надземной и подземной части.

Во втором опыте у сеянцев, обработанных цирконом и цитовитом, наблюдается преобладание величины корневой части над надземной. У обработанных феровитом одинаково хорошо развиты все части сеянца, корневая система с большим количеством боковых корней.

Выводы и рекомендации

1. При обработке семян перед посевом рекомендуется применять такие стимуляторы роста, как циркон и феровит, в концентрации 0,1 мл/л. Это положительно влияет на всхожесть семян по сравнению с контрольными посевами, проведенными в различных почвенных условиях.

2. На основании проведенных исследований установлено, что в опытных посевах сосны, выращенных в условиях подтипа черноземы оподзоленные, наиболее перспективным является применение стимулятора роста циркона. Действие данного препарата оказывает положительное влияние на рост и развитие сеянцев, повышает процент всхожести и сохранности семян, тем самым способствует увеличению выхода стандартных сеянцев сосны обыкновенной. Длина надземной части сеянцев, обработанных цирконом, преобладает над длиной корневой системы, которая имеет умеренно развитые боковые корни.

3. В опытных посевах сосны, выращенных в условиях серых лесных почв, наиболее перспективным является применение стимуляторов роста циркона и феровита. Действие циркона увеличивает всхожесть и сохранность посевов, что способствует увеличению выхода стандартных сеянцев. Феровит является универсальным стимулятором фотосинтеза, применяется в период вегетации для того, чтобы избежать появления болезней, связанных с дефицитом железа.

Библиографический список

1. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород / Е. М. Андреева [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 3. – С. 10–19.
2. Кириенко, М. А. Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян основных лесобразующих пород / М. А. Киреенко // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : матер. Междунар. науч.-практ. конф. (24–26 окт. 2013 г.). – Красноярск, 2013. – С. 57–63.
3. Кириенко, М. А. Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян и сохранность всходов главных лесобразующих пород / М. А. Кириенко // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 134–140.
4. Кириенко, М. А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев главных лесобразующих видов Средней Сибири / М. А. Кириенко, И. А. Гончарова // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 1. – С. 39–45.
5. Острошенко, В. В. Влияние предпосевной обработки семян стимуляторами роста на их посевные качества / В. В. Острошенко, Л. Ю. Острошенко // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 5. – С. 12–15.
6. Влияние стимуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В. В. Острошенко [и др.] // Известия СамНЦ РАН. – 2015. – Т. 17. – № 6. – С. 242–248.
7. Пентелькина, Н. В. Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста / Н. В. Пентелькина // Экология, наука, образование, воспитание : сб. науч. тр. БГИТА. – Брянск, 2002. – Вып. 3. – С. 69–73.
8. Пентелькина, Н. В. Влияние новых стимуляторов на качество сеянцев хвойных пород / Н. В. Пентелькина // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития : сб. науч. тр. БГИТА. – Брянск, 2003. – Вып. 5. – С. 122–125.
9. Пентелькина, Н. В. Применение регулятора роста циркон при выращивании посадочного материала ценных древесных пород / Н. В. Пентелькина // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве. – Москва : НЭСТ, 2010. – С. 330–340.
10. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород / Н. Е. Проказин [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2013. – № 2. – С. 9–15.
11. Устинова, Т. С. Биологические стимуляторы роста, применяемые в лесных питомниках / Т. С. Устинова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2009. – Вып. 23. – С. 135–137.
12. Чилимов, А. И. Проблемы использования стимуляторов роста в лесном хозяйстве / А. И. Чилимов, С. А. Пентелькин // Лесное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 11–12.
13. Eriksson, U. Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A4/7 in field-grown seed orchards of *Pinus sylvestris* / U. Eriksson, G. Jansson, C. Almqvist // Can. J. For Res. – 1998. – 28. – P. 340–346.
14. Little, C. H. Effects of exogenous gibberellin and auxin on shoot elongation and vegetative bud development in seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea glauca* / C. H. Little, J. E. MacDonald // Tree Physiol. – 2003. – 23. – P. 73–83.
15. Effects of prohexadione on cambial and longitudinal growth and the levels of endogenous gibberellins A1, A3, A4, and A9 and indole-3-acetic acid in *Pinus sylvestris* shoots / Q. Wang, C. H. Little, T. Moritz, P. C. Oden // J. Plant Growth Regul. – 1995. – 14. – P. 175–181.
16. Identification of endogenous gibberellins, and metabolism of tritiated and deuterated GA4, GA9 and GA20, in Scots pine (*Pinus sylvestris*) shoots / Q. Wang [et al.] // Physiol Plant. – 1996. – 97. – P. 764–771.
17. Effect of exogenous gibberellin A4/7 on tracheid production, longitudinal growth and the levels of indole-3-acetic acid and gibberellins A4, A7 and A9 in the terminal shoot of *Pinus sylvestris* seedlings / Q. Wang [et al.] // Physiol. Plant. – 1992. – 86 – P. 202–208.
18. Wang, Q. Control of longitudinal and cambial growth by gibberellins and indole-3-acetic acid in current-year shoots of *Pinus sylvestris* / Q. Wang, C. H. Little, P. C. Oden // Tree Physiol. – 1997. – 17. – P. 715–721.

References

1. Andreeva, E. M. et al. *Vlijanie stimulyatorov rosta prirodnoho proishozhdenija na prorostki hvojnyh porod* [Influence of growth promoters of natural origin on the sprouts of conifers]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2016, no. 3, pp. 10-19 (In Russian).
2. Kirienko M. A. *Vlijanie stimulyatorov rosta na vshozhest' semjan osnovnyh lesobrazujushhih porod* [Effect of growth promoters on seed germination of the main forest-forming species]. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukcija drevesnyh rastenij*: [Fruit growing, seed growing, introduction of woody plants] materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (24–26 okt. 2013 g.), Krasnojarsk, 2013, pp. 57–63. (In Russian).
3. Kirienko M. A. *Vlijanie stimulyatorov rosta na vshozhest' semjan i sohrannost' vshodov glavnyh lesobrazujushhih porod* [Effect of growth promoters on seed germination and preservation of main forest-forming speci]. *Vestnik KrasGAU*, 2014, no 12, pp. 134–140 (In Russian).
4. Kirienko M. A., Goncharova I. A. *Vlijanie koncentracii stimulyatorov rosta na gruntovuju vshozhest' semjan i sohrannost' sejancev glavnyh lesobrazujushhih vidov Srednej Sibiri* [Influence of concentration of growth stimulants on soil germination of seeds and safety of seedlings of the main forest-forming species of Central Siberia]. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2016, no 1, pp. 39–45 (In Russian).
5. Ostroshenko V. V., Ostroshenko L. Yu. *Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan stimulyatorami rosta na ih posevnye kachestva* [Influence of seed pre-sowing treatment with growth stimulants on their sowing qualities]. *Vestnik KrasGAU*, 2011, no 5, pp. 12–15 (In Russian).
6. Ostroshenko V.V. et al. *Vlijanie stimulyatorov rosta na jenergiju prorastanija i laboratornuju vshozhest' semjan sosny obyknovnoj (Pinus sylvestris L.)* [Effect of growth promoters on germination energy and laboratory germination of Scots pine seeds (*Pinus sylvestris* L.)]. *Izvestija SamNC RAN*, 2015, Vol. 17, no 6, pp. 242–248 (In Russian).
7. Pentel'kina N. V. *Jekologicheski chistye tehnologii na osnove ispol'zovanija stimulyatorov rosta* [Environmentally friendly technologies based on the use of growth stimulants]. *Jekologija, nauka, obrazovanie, vospitanie*. [Ecology, science, education] Sb. nauch. tr. BGITA, Brjansk, 2002, issue 3, pp. 69–73. (In Russian).
8. Pentel'kina N. V. *Vlijanie novyh stimulyatorov na kachestvo sejancev hvojnyh porod* [The influence of new stimulants on the quality of coniferous seedlings]. *Lesnoj kompleks: sostojanie i perspektivy razvitija* [Forest complex: state and prospects of development] Sb. nauch. tr. BGITA, Brjansk, 2003, issue 5, pp. 122–125 (In Russian).
9. Pentel'kina N. V. *Primenenie reguljatora rosta cirkon pri vyrashhivanii posadochnogo materiala cennyh drevesnyh porod* [The use of zircon growth regulator in the cultivation of planting material of valuable wood species]. *Cirkon – prirodnyj reguljator rosta. Primenenie v sel'skom hozjajstve* [Zircon is a natural growth regulator. Application in agriculture], Moscau, 2010, pp. 330–340. (In Russian).
10. Prokazin N. E. et al. *Vlijanie biostimulyatorov i mikroudobrenij na rost sejancev hvojnyh porod* [Influence of biostimulants and micronutrients on the growth of coniferous seedlings]. *Lesohozjajstvennaja informacija*, 2013, no 2, pp. 9–15 (In Russian).
11. Ustinova T. S. *Biologicheskie stimulyatory rosta, primenjaemye v lesnyh pitomnikah* [Biological growth promoters used in forest nurseries]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2009, issue. 23, pp. 135–137 (In Russian).
12. Chilimov A. I., Pentel'kin S.A. *Problemy ispol'zovanija stimulyatorov rosta v lesnom hozjajstve* [The problem of the use of growth promoters in forestry]. *Lesn. hoz-vo*, 1995, no 6, pp. 11–12 (In Russian).
13. Eriksson U., Jansson G., Almqvist C. *Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A4/7 in field-grown seed orchards of Pinus sylvestris*. *Can. J. For Res.*, 1998, vol. 28, pp. 340–346.
14. Little C. H., MacDonald J. E. *Effects of exogenous gibberellin and auxin on shoot elongation and vegetative bud development in seedlings of Pinus sylvestris and Picea glauca*. *Tree Physiol.*, 2003, vol. 23, pp. 73–83.

15. Wang Q., Little C. H., Moritz T., Oden P. C. *Effects of prohexadione on cambial and longitudinal growth and the levels of endogenous gibberellins A1, A3, A4, and A9 and indole-3-acetic acid in Pinus sylvestris shoots*. *J. Plant Growth Regul.*, 1995, vol. 14, pp. 175–181.
16. Wang Q. et al. *Identification of endogenous gibberellins, and metabolism of tritiated and deuterated GA4, GA9 and GA20, in Scots pine (Pinus sylvestris) shoots*. *Physiol Plant*, 1996, vol. 97, pp. 764–771.
17. Wang Q. et al. *Effect of exogenous gibberellin A4/7 on tracheid production, longitudinal growth and the levels of indole-3-acetic acid and gibberellins A4, A7 and A9 in the terminal shoot of Pinus sylvestris seedlings*. *Physiol Plant*, 1992, vol. 86, pp. 202–208.
18. Wang Q., Little C. H., Oden P. C. *Control of longitudinal and cambial growth by gibberellins and indole-3-acetic acid in current-year shoots of Pinus sylvestris*. *Tree Physiol.*, 1997, vol. 17, pp. 715–721.

Сведения об авторах

Скозарева Инна Александровна – магистр кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация.

Чернодубов Алексей Иванович – профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: leskulvglt@gmail.com.

Information about authors

Skosareva Inna Aleksandrovna – master degree student of the Department of forest cultures, selection and forest reclamation, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation.

Chernodubov Alexej Ivanovich – Professor of the Department of forest cultures, selection and forest reclamation, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», DSc (Agriculture), Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: leskulvglt@gmail.com.