

УДК 630*2:631.811.98:633.877.3

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS)**Гапонько Е.А., Каницкая Л.В.***ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск,
e-mail: k.gaponko@mail.ru, kanlv@mail.ru*

Проведено исследование по выявлению наиболее эффективного стимулятора, влияющего на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Объектом исследования являлись семена сосны обыкновенной 1 класса качества урожая 2017 г. Всего в ходе эксперимента было заложено 8 партий семян. На каждый стимулятор и контроль пришлось по 2 партии, одна из которых предварительно была стратифицирована. В каждой партии было размещено по 400 шт. семян. В качестве стимулирующих препаратов использовали Рибав-экстра, Эпин-экстра и Циркон. Результат эксперимента показал, что наиболее эффективным стимулятором для стратифицированных семян сосны обыкновенной является Рибав-экстра. Энергия прорастания стратифицированной и обработанной стимулятором Рибав-экстра партии семян на 4,3% выше, чем у стратифицированной контрольной партии. Лабораторная всхожесть превышала контроль на 2,1%. При этом наблюдались ростки семян, обработанных стимулятором Рибав-экстра в 2 раза длиннее, чем ростки партии контроля. Увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести как у стратифицированных, так и у нестратифицированных партий было выявлено у семян, обработанных стимулятором Циркон. В среднем данные показатели качества превышали результаты контрольных партий на 1,1%. Установлено, что ростки обработанных Цирконом семян в 1,5 раза длиннее, чем ростки партий контроля. Худший результат показали партии семян, обработанные стимулятором роста Эпин-экстра. Как у стратифицированных, так и у нестратифицированных партий лабораторная всхожесть не была повышена с помощью данного стимулятора. Но длина ростков, обработанных Эпин-экстра семян также превышала длину контрольных.

Ключевые слова: стимулятор, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), семена, лабораторная всхожесть, энергия прорастания

EVALUATING INFLUENCE OF STIMULANTS UPON ENERGY OF GERMINATION AND SEED GROWTH FOR SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS)**Gaponko E.A., Kanitskaya L.V.***Baikal State University, Irkutsk, e-mail: k.gaponko@mail.ru, kanlv@mail.ru*

A study was conducted to identify the most effective stimulator affecting the germination energy and laboratory germination of Scots pine seeds (*pinus sylvestris*). The object of the present research was the seeds of Scots pine (*pinus sylvestris*) first class crop quality, 2017. In total, 8 batches of seeds were laid during the experiment. Each stimulator and control had 2 batches, one of which was previously stratified, and the other was not. 400 seeds were placed in each lot. The following drugs were used as stimulants: Ribav-extra, Epin-extra and Zircon. The result of the experiment showed us that the most effective stimulant for stratified seeds was Ribav-extra. The energy of germination for stratified and treated with stimulant Ribav-extra quantity of seeds was 4.3% higher than the stratified control of the party. Laboratory germination exceeded control by 2.1%. At the same time, there were sprouts of seeds treated with a stimulant Ribav-extra for 2 times longer period than the sprouts of the control batch. Increased germination energy and laboratory germination in both stratified and non-stratified batches was registered among seeds treated with Zircon stimulator. On average, these quality indicators exceeded the results of control batches by 1.1%. It was found that the sprouts of seeds treated with Zircon were 1.5 times longer than the sprouts of control batches. The worst result was achieved with lots of seeds treated with growth stimulator Epin-extra. In both stratified and non-stratified batches, laboratory germination was not increased with this stimulant. But, the length of the treated Epin-extra seeds exceeded the length of the control.

Keywords: stimulator, Scots pine (*Pinus sylvestris*), seeds, laboratory germination, germinating energy, seed germinating ability

Площадь лесов Российской Федерации и, в частности, Иркутской области с каждым годом сокращается [1, с. 20–21]. Наиболее высокими темпами сокращалась площадь спелых и перестойных сосновых древостоев. В источнике [1] показано, что доля сосняков, достигших возраста спелости, неуклонно снижается: в 1961 г. она составляла 72% от общей площади сосновых насаждений, в 1973 – 62%, в 1978 – 54%, в 1983 – 52%, в 1988 – 50%, в 1993 – 47%, в 1998 – 45%, в 2003 – 44%, в 2008 – 41%,

а на 1 января 2017 г. их доля сократилась до 39%. И такая тенденция сохраняется из-за увеличения объемов лесохозяйственной деятельности в Иркутской области [2, 3]. Автор работы [4] считает, что «проблемы нерационального, часто экономически неэффективного использования природно-ресурсного потенциала, загрязнения природной среды, разрушения экосистем находят отражение на национальном и региональном уровнях». Объемы лесовосстановления недостаточны, чтобы предот-

вратить сокращение лесных массивов [1]. В настоящее время лесовосстановление и лесоразведение как в России, так и в Иркутской области испытывает острый дефицит в качественном посадочном материале. Одним из способов решения задачи выращивания посадочного материала с хорошей приживаемостью является использование биологических методов обработки семян, в частности биостимуляторов роста растений [5–7]. Применение ростовых веществ позволяет не только ускорить рост сеянцев, но и стимулировать их иммунитет. Это приводит к повышению устойчивости ко многим болезням различной этиологии, а также к стрессам [8–9].

Цель исследования: выявить наиболее эффективный стимулятор, влияющий на энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в лабораторных условиях.

Материалы и методы исследования

Эксперимент по выявлению наиболее эффективного стимулятора проводили на базе филиала ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Иркутской области» в лаборатории отдела «Иркутская лесосеменная станция». Использовали семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) I класса качества, заготовленные в Иркутской области, урожая 2017 г., в количестве 3 200 шт. Из них 1 600 семян предварительно были стратифицированы в холодной воде в течение 6 ч. Непосредственно перед стратификацией семена продезинфицировали в 1 л воды с добавлением 5 г марганцовокислого калия в течение 2 ч. В качестве стимулирующих препаратов использовали Рибав-экстра, Эпин-экстра и Циркон. В эксперименте использовали концентрации растворов стимуляторов и время замачивания, которые указаны в инструкциях к препаратам. Это связано с тем, что «Иркутская лесосеменная станция» филиала ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Иркутской области» обязаны действовать строго согласно инструкциям, регламенту и требованиям ГОСТ 13056.6–97 [10]. Две партии семян: стратифицированные и нестратифицированные по 400 шт. в каждой были помещены в раствор Рибав-экстра. Через 18 ч семена были разложены по 100 шт. на двухслойные обеззолненные фильтры. Четыре партии семян (400 шт.) были обработаны стимуляторами Эпин-экстра и Циркон и через 2 ч семена и также были разложены фильтры по 100 шт. на каждом. Концентрация рас-

творов Рибав-экстра, Эпин-экстра и Циркон составляли 5×10^{-4} мл/мл. Контрольные партии (одна стратифицированная) были разложены на фильтры с помощью счетчика-раскладчика с числом отверстий 100 шт. Раскладку проводили на аппарате для проращивания семян на свету. Температура воды в аппарате составляла 22 °С и регулировалась автоматическим регулятором температуры и приставкой постоянной температуры. Предварительно аппарат обработали спиртом, а байки с фитилями прокипятили в течение 10 мин. Всего в ходе эксперимента было заложено 8 партий семян. На каждый стимулятор и контроль пришлось по 2 партии, одна из которых предварительно была стратифицирована, а другая не стратифицирована. В каждой партии было размещено по 400 шт. семян. Учет проростков проводили на 5, 7, 10, 15-е сутки. Результативность препаратов оценивали по энергии прорастания на 7-е сутки, и по лабораторной всхожести на 15-е сутки, в соответствии с ГОСТ 13056.6–97 [10].

Результаты исследования и их обсуждение

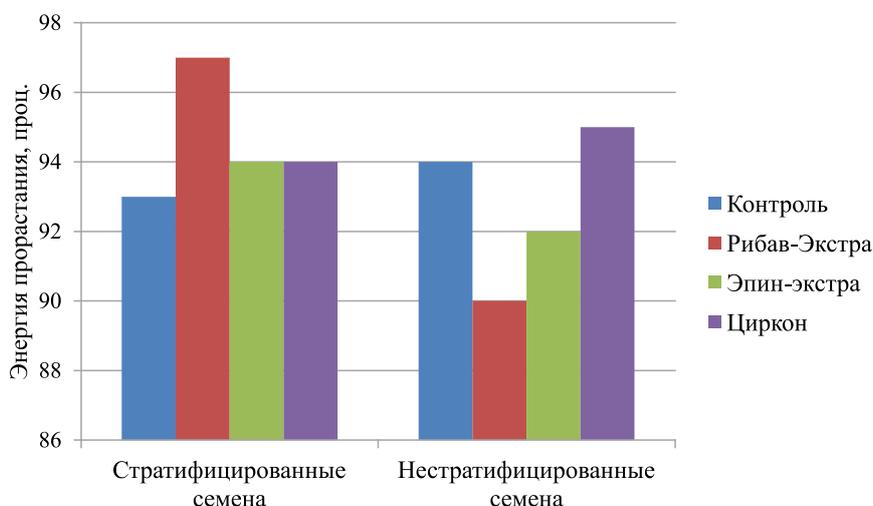
В настоящее время идет активный поиск и испытания различных групп природных и синтетических органических соединений (табл. 1), которые активно влияют на обмен веществ высших растений [8, 9, 11]. Авторами исследований [6, 7] выявлено, что для того, чтобы получить наибольший эффект при обработке семян сосны обыкновенной препаратом Эпин-экстра, необходимо выдерживать их в растворе данного стимулятора с концентрацией 0,04 мл/200 мл в течение 1–3 ч. Для стимулятора Циркон наилучшая концентрация раствора – 0,02 мл/200 мл, период замачивания должен составлять 6–8 ч. По данным авторов [8] Рибав-экстра оказывает наибольшее воздействие на всхожесть семян сосны обыкновенной.

В результате экспериментов было выявлено, что биостимуляторы Рибав-экстра и Циркон оказали положительное воздействие на все исследуемые параметры (табл. 2). Однако наиболее эффективным стимулятором для стратифицированных семян оказался Рибав-экстра. Энергия прорастания стратифицированной и обработанной стимулятором Рибав-экстра партии семян (рис. 1) на 4,3 % выше, чем у стратифицированной контрольной партии. А лабораторная всхожесть данной простимулированной партии семян (рис. 2) превышала контроль на 2,1 % (табл. 2).

Таблица 1

Стимулирующие препараты прорастания семян

Фитогормоны	Природные стимуляторы		Синтетические стимуляторы
	Стимуляторы негормональной природы		
Эпин-экстра – регулятор роста и развития растений с ярко выраженным антистрессовым и адаптогенным действием (0,025 г/л д.в. 24-эпибрасинолид) [12]	Экогель – композиция линейных полиаминосахаридов (хитозанов) в растворе альфаоксипропионовой кислоты. Активатор иммунитета, повышения приживаемости и болезнестойчивости [12]		Гетероауксин – индолил-3 уксусной кислоты калиевая соль, 50 г/кг [12]
Новосил – водная эмульсия экстракта хвои пихты сибирской [13]	Энерген – калиевые соли гуминовых кислот, 80 г/л. Повышает энергию прорастания и всхожесть семян, стимулирует рост и развитие растений, защищает растения от неблагоприятных факторов, заморозков, засухи и повышает приживаемость растений при пересадке [12]		Крезацин – синтетический адаптоген и иммуностимулятор. Повышает устойчивость живых организмов к длительному действию неблагоприятных факторов: пониженной и повышенной температуры, засухи и др. Ускоряет рост, развитие и сроки созревания [9]
–	Агат-25К – создан на основе метаболитов штамма бактерий <i>Pseudomonas aureofaciens</i> H16 (штамм депонирован в ВКМ РАН под № В 2433 Д), в процессе которого синтезируется комплекс ростостимулирующих соединений: 3-индолилуксусная кислота, α-аланин, α-глутаминовая кислота, в концентрированной форме [11]		Фумар – диметилвый эфир аминифумаровой кислоты, является синтетическим аналогом природных фитогормонов и сочетает в себе свойства ауксинов, гиббереллинов и цитокининов [6]
–	Циркон – 0,1 г/л, гидроксикоричные кислоты. Стимулирует ростовые процессы, защищает от стрессов и составляет систему жизнеобеспечения растений [12]		–
–	Иммуноцитифит – смесь этиловых жирных кислот и мочевины [12]		–
–	ОберегЪ – полиненасыщенные жирные кислоты, которые являются составной частью витамина F (арахионовая кислота – 0,15 г/л) [12]		–
–	Рибав-экстра – продукт метаболизма микоризных грибов, выделенных из корней женьшеня. Действующее вещество 0,00152 г/л L-аланин + 0,00196 г/л L-глутаминовой кислоты [8]		–

Рис. 1. Значение энергии прорастания контроля и обработанных стимуляторами семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

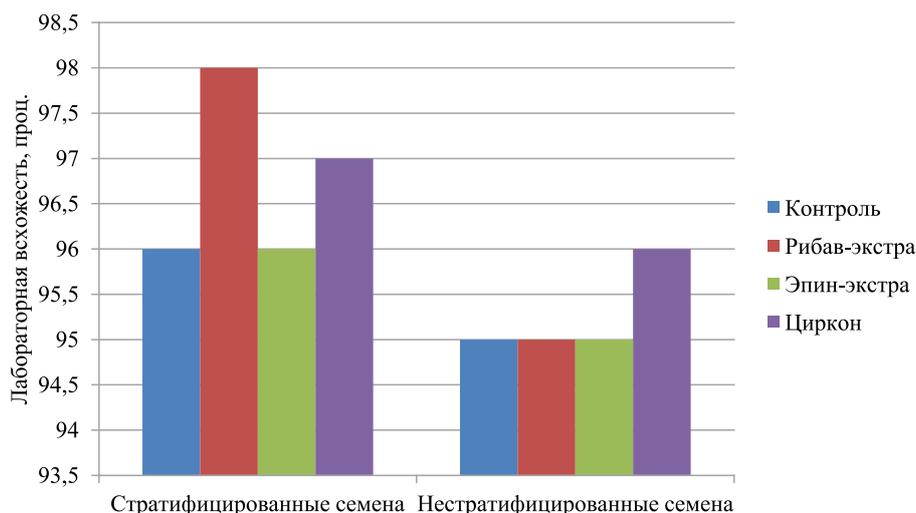


Рис. 2. Значение лабораторной всхожести контроля и обработанных стимуляторами семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

Таблица 2

Влияние стимуляторов Рибав-экстра, Циркон, Эпин-экстра на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

Дата очередного подсчета проростков, дн.	Стратифицированные семена		Нестратифицированные семена	
	Контроль, шт.	Число нормально проросших семян, шт/процент относительно контроля	Контроль, шт.	Число нормально проросших семян, шт/процент относительно контроля
Стимулятор Рибав-экстра				
5-й	351	381 /+8,5	358	351 /-2,0
7-й	20	5/-25,0	16	8/-50,0
10-й	10	3/-70,0	6	21/+250,0
15-й	1	2 /+100,0	0	0/0
Энергия прорастания, проц.	93	97 /+4,3	94	90 /-4,3
Всхожесть, проц.	96	98 /+2,1	95	95 /0
Число непроросших семян, шт.	18	9	20	20
Стимулятор Циркон				
5-й	351	357 /+1,7	358	374 /+4,5
7-й	20	17/-15,0	16	5/-68,7
10-й	10	11/+10,0	6	5/-16,7
15-й	1	1/0	0	1 /+100,0
Энергия прорастания, проц.	93	94 /+1,1	94	95 /+1,1
Всхожесть, проц.	96	97 /+1,0	95	96 /+1,1
Число непроросших семян, шт.	18	14	20	15
Стимулятор Эпин-экстра				
5-й	351	363 /+3,4	358	354 /-1,1
7-й	20	12/-40,0	16	15/-6,2
10-й	10	10/0	6	10/+66,7
15-й	1	0 /-100,0	0	0/0
Энергия прорастания, проц.	93	94 /+1,1	94	92 /-2,1
Всхожесть, проц.	96	96 /0	95	95 /0
Число непроросших семян, шт.	18	15	20	21

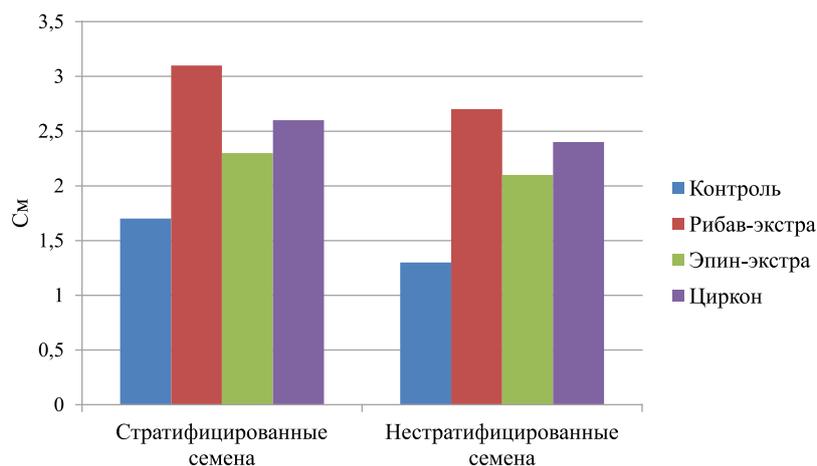


Рис. 3. Значение длины ростков проросших семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

Также необходимо отметить, что ростки стратифицированной и обработанной стимулятором Рибав-экстра партии семян в 2 раза длиннее, чем ростки партии стратифицированного контроля (рис. 3). На нестратифицированных семена стимулятор Рибав-экстра оказал обратное действие: энергия прорастания данной партии была ниже контрольной на 4,3%. Однако длина ростков нестратифицированных и обработанных раствором Рибав-экстра семян также в 2 раза превышала длину контрольных ростков (рис. 3). Увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести как у стратифицированных, так и у нестратифицированных партий было выявлено у семян, обработанных стимулятором Циркон. В среднем данные показатели превышали результаты контрольных партий на 1,1% (табл. 2).

Также установлено, что ростки обработанных Цирконом семян в 1,5 и 1,8 раза длиннее, чем ростки партий контрольных семян нестратифицированных и стратифицированных соответственно (рис. 3).

Худший результат показали партии семян, обработанные стимулятором роста Эпин-экстра. Как у стратифицированных, так и у нестратифицированных партий лабораторная всхожесть не была повышена с помощью данного стимулятора (табл. 2). Но длина ростков семян, обработанных Эпин-экстра, также превышала длину контрольных (рис. 3).

Заключение

Проведенные исследования показали, что наибольший эффект на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян

сосны обыкновенной имеет биостимулятор Рибав-экстра. Энергию прорастания стратифицированной и обработанной стимулятором Рибав-экстра партии семян сосны обыкновенной он повысил на 4,3%. Лабораторную всхожесть на 2,1%. Также необходимо отметить, что ростки стратифицированной и обработанной стимулятором Рибав-экстра партии в 2 раза длиннее, чем ростки партии стратифицированного контроля. Увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести как у стратифицированных, так и у нестратифицированных партий было выявлено у семян, обработанных стимулятором Циркон. В среднем данные показатели качества превышали результаты контрольных партий на 1,1%. Также установлено, что ростки обработанных Цирконом семян в 1,5 раза длиннее, чем ростки партий контроля. Худший результат показали партии семян, обработанные стимулятором роста Эпин-экстра.

Список литературы

1. Лесной план Иркутской области на 2009–2018 годы. Книга 1. Пояснительная записка. – Иркутск, 2017. – 406 с. URL: http://irkobl.ru/sites/alh/documents/proektnormpravaktov/LesPlan/LesPlan_PartI_04102017.pdf (дата обращения: 07.08.2018).
2. Костылева С.В. Тенденции развития лесопромышленного комплекса Иркутской области / С.В. Костылева // Известия Байкальского государственного университета. – 2018. – Т. 28, № 2. – С. 266–274. DOI: 10.17150/2500-2759.2018.28(2).266-274.
3. Суходолов А.П. Целлюлозно-бумажная промышленность Байкальского региона / А.П. Суходолов. – Новосибирск: Изд-во Ин-та экономики и орг. пром. пр-ва СО РАН, 1995. – 146 с.
4. Русецкая Г.Д. Устойчивое управление, экологические законы и проблемы лесных систем / Г.Д. Русецкая // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т. 25, № 3. – С. 408–415. DOI:10.17150/1993-3541.2015.25(3).408-415.

5. Алиев Э.В. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть и рост сеянцев сосны обыкновенной ростовыми веществами / Э.В. Алиев, А.И. Сиволапов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9909> (дата обращения: 07.08.2018).

6. Острошенко В.В. Влияние предпосевной обработки семян стимуляторами роста на их посевные качества / В.В. Острошенко, Л.Ю. Острошенко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5 (56). – С. 12–15.

7. Острошенко В.Ю. Продолжительность замачивания семян хвойных в растворе стимулятора роста эпин-экстра / В.Ю. Острошенко // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – № 41. – С. 137–141.

8. Кириенко Н.Н. Влияние препарата «Рибав-экстра» на всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris L.*) / Н.Н. Кириенко, В.Г. Распопин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (66). – С. 145–148.

9. Влияние стимуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus Silvestris L.*) / В.В. Острошенко [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 6. – С. 242–247. URL: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2015/2015_6_242_247.pdf (дата обращения: 07.08.2018).

10. ГОСТ 13056.6–97. Межгосударственный стандарт. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025567.pdf> (дата обращения: 07.08.2018).

11. Агат-25К // ООО Эдна URL: <http://agat-25k.ru/agat-25k> (дата обращения: 07.08.2018).

12. Кириенко М.А. Влияние стимуляторов роста на всхожесть семян и сохранность всходов главных лесобразующих пород / М.А. Кириенко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12. – С. 134–140.

13. Что такое Новосил // НПП Биохимзащита. URL: <http://biohimzashita.ru/novosil-menu> (дата обращения: 07.08.2018).

References

1. Lesnoj plan Irkutskoj oblasti na 2009–2018 gody`. Kniga 1. Poyasnitel'naya zapiska. – Irkutsk, 2017. – 406 p. URL: http://irkobl.ru/sites/alh/documents/proektnormpravaktov/LesPlan/LesPlan_Part1_04102017.pdf (дата обращения: 07.08.2018).

2. Kosty`leva S.V. Tendencii razvitiya lesopromy`shlennogo kompleksa Irkutskoj oblasti / S.V. Kosty`leva // Izvestiya

Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – Т. 28, № 2. – P. 266–274. DOI: 10.17150/2500-2759.2018.28(2).266-274.

3. Suxodolov A.P. Cellyulozno-bumazhnaya promy`shlennost' Bajkal'skogo regiona / A.P. Suxodolov. – Novosibirsk: Izd-vo In-ta e'konomiki i org. prom. pr-va SO RAN, 1995. – 146 p.

4. Ruseczkaya G.D. Ustojchivoe upravlenie, e'kologicheskije zakony` i problemy` lesny`x sistem / G.D. Ruseczkaya // Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj e'konomicheskoy akademii. – 2015. – Т. 25, № 3. – P. 408–415. DOI:10.17150/1993-3541.2015.25(3).408-415.

5. Aliev E`.V. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na vsxozhest` i rost seyancev sosny` oby`knovennoj rostovy`mi veshhestvami / E`.V. Aliev, A.I. Sivolapov // Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 4.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9909> (дата обращения: 07.08.2018).

6. Ostroschenko V.V. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan stimulyatorami rosta na ix posevny`e kachestva / V.V. Ostroschenko, L.Yu. Ostroschenko // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – № 5 (56). – P. 12–15.

7. Ostroschenko V.Yu. Prodolzhitel'nost` zamachivaniya semyan xvojny`x v rastvore stimulyatora rosta e'pin e'kstra / V.Yu. Ostroschenko // Aktual'ny`e problemy` lesnogo kompleksa. – 2015. – № 41. – P. 137–141.

8. Kirienko N.N. Vliyanie preparata «Ribav-e`kstra» na vsxozhest` semyan sosny` oby`knovennoj (*Pinus Sylvestris L.*) / N.N. Kirienko, V.G. Raspopin // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 3 (66). – P. 145–148.

9. Vliyanie stimulyatorov rosta na e`nergiyu prorastaniya i laboratornyuyu vsxozhest` semyan sosny` oby`knovennoj (*Pinus Silvestris L.*) / V.V. Ostroschenko [i dr.] // Izvestiya Samarskogo nauch-nogo centra RAN. – 2015. – Т. 17, № 6. – P. 242–247. URL: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2015/2015_6_242_247.pdf (дата обращения: 07.08.2018).

10. GOST 13056.6–97. Mezhhgosudarstvenny`j standart. Semena derev`ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vsxozhesti. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025567.pdf> (дата обращения: 07.08.2018).

11. Агат 25К // ООО Э`дна URL: <http://agat-25k.ru/agat-25k> (дата обращения: 07.08.2018).

12. Kirienko M.A. Vliyanie stimulyatorov rosta na vsxozhest` semyan i soxrannost` vsxodov glavny`x lesobrazuyushix porod / M.A. Kirienko // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta. – 2014. – № 12. – P. 134–140.

13. Chto takoe Novosil // NPP Bioximzashhita. URL: <http://biohimzashita.ru/novosil-menu> (дата обращения: 07.08.2018).