

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН (ДРАЖИРОВАНИЯ) НА ГРУНТОВУЮ ВСХОЖЕСТЬ И ДАЛЬНЕЙШИЙ РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SILVESTRIS* L.)

В.Ю. Острошенко<sup>1</sup>✉, Л.Ю. Острошенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 690022, Приморский край, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, д. 159

<sup>2</sup>Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 692510, Приморский край, г. Уссурийск, пр-т Блюхера, д. 44

OstroschenkoV@mail.ru

Исследовано влияние дражирования на грунтовую всхожесть семян и биометрические показатели (высоту стволиков, диаметр шейки корня, длину корней и общую биомассу) сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (2-го и 3-го года роста) в условиях Приморского края. Установлено, что всхожесть дражированного семенного материала уступала контрольным показателям на 6,8 %, однако сеянцы 2-го года роста, полученные из семенного материала, подвергнутого дражированию, показали значения выше контрольных на 21,9 %. При этом показатели длины корней превышали контроль в среднем на 10,3 %, в то же время диаметр шейки корня в среднем был больше на 16,1 %, а общая биомасса повышалась на 35,1 %. У сеянцев 3-го года роста аналогичные показатели были выше на 30,4 %, 27,9, 14,7 и 71,1 % соответственно. В дальнейшем рекомендуется изучить влияние дражирования на последующий рост сеянцев и саженцев сосны обыкновенной.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, дражирователь, дражирование, стимуляторы роста, эпин-экстра, семена, сеянцы

**Ссылка для цитирования:** Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю. Влияние предпосевной обработки семян (дражирования) на грунтовую всхожесть и дальнейший рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 1. С. 35–40. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-35-40

Результативность искусственного восстановления лесов во многом обусловлена качеством семян и сеянцев.

За минувшие годы в российской и зарубежной практике восстановления лесов активно использовались экспериментальные методы выращивания посадочного материала с использованием специальных препаратов, стимулирующих его рост. Обнаруженная результативность применения подобных препаратов дает возможность переклеститься на дражирование семенного материала и создание инструментов для осуществления точечного высева, обеспечивающего максимальную экономичность [1].

Конечным результатом процесса дражирования являются гранулы (драже), которые пригодны для хранения, их транспортировки и точечного посева. Когда семя начинает прорастать в грунте, происходит разложение дражировочного слоя гранулы, что, в свою очередь, обеспечивает проростки необходимыми питательными веществами, а также защищает их от агрессивной почвенной флоры [2, 3].

Дражирование семенного материала можно назвать наиболее перспективным методом его приготовления к посеву, суть которого заключа-

ется в помещении семян в специальную оболочку, состоящую из органоминеральных веществ, связывающих компонентов на основе полимеров, а также целевых добавок. Результатом этого является более ровная поверхность, обеспеченность проростков на первых этапах формирования полезными микроэлементами и минералами, а также повышение их защищенности от вредителей и заболеваний [1–8].

Методика дражирования семенного материала нашла повсеместное применение не только в лесовосстановлении, но и в сельском хозяйстве [1–4, 6–24]. На сегодняшний день указанный высокоэффективный метод предпосевной обработки семенного материала используется агропромышленными предприятиями при высеве мелкосеменных культур (свекла, хлопок).

В рамках российского лесного хозяйства первые эксперименты по дражированию и высеву мелких по размеру семян хвойных древесных пород предпринимались еще в 1980-х гг. работниками Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства (ныне Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства) [2].

Нами изучено механизированное дражирование на примере семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), и разработан состав дражировочной смеси [1, 4].

## Цель работы

Цель работы — изучение влияния дражирования на грунтовую всхожесть семян и дальнейший рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Приморского края.

## Материалы и методы

Эксперименты проводили в лаборатории практического обучения Института лесного и лесопаркового хозяйства Приморской государственной сельскохозяйственной академии с помощью электромеханического дражирователя, спроектированного сотрудниками кафедры лесоводства.

Экспериментальный дражирователь сделан на основе электродвигателя-редуктора МУ-100 АРУ мощностью 120 Вт, вращающегося со скоростью 150...300 об./мин. Угол наклона оси емкости равен  $40 \pm 5^\circ$ , а вместительность емкости дражирователя составляет 8 дм<sup>3</sup>. Продолжительность процесса дражирования варьировалась в пределах 30...60 мин.

В рамках проводимых экспериментов в качестве первоначального материала применялись партии семян сосны обыкновенной.

До того как приступить к процедуре дражирования семенной материал в течение 40...60 мин подвергали обработке раствором марганцовокислого калия  $\text{KMnO}_4$ , а потом на 30 мин погружали в раствор регулятора роста — препарат эпин-экстра в соотношении 0,001 дм<sup>3</sup> на 5 дм<sup>3</sup> воды. Семенной материал перемешивался с приготовленной дражировочной смесью, составленной в соотношении 60 г клейкого состава (им служил клей ПВА) и 60 г древесной золы на 250 г семян.

Дражирование семенного материала продолжалось 10 мин. Образовавшиеся по итогам экспериментов гранулы обладали сечением 5–6 мм.

Приготовленным дражированным семенным материалом засеивали грядку питомника, расположенного на территории Горнотаежной станции (ГТС) — филиала Федерального научного центра Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН). Местность характеризуется специфическими лесорастительными условиями, наличием горно-лесных буроземов и подзолистыми почвами. Рельеф слабоволнистый с минимальным уклоном. Семена высевали по 100 шт. в трехкратной повторности. В качестве контрольных применяли обычные семена, не подвергавшиеся дражированию. Партия семян относилась к 1-му классу качества. На 15-й день после появления всходов устанавливали грунтовую всхожесть семенного материала и следили за последующим ростом сеянцев, а также фиксировали их текущее состояние.

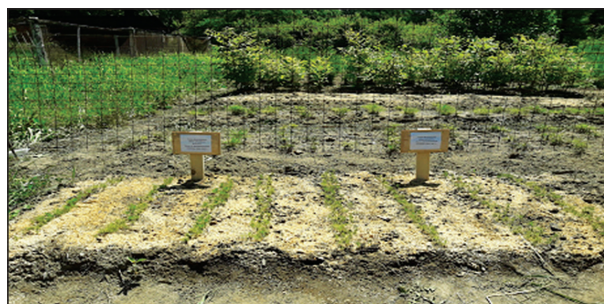


Рис. 1. Однолетние сеянцы сосны обыкновенной: слева — контрольные образцы; справа — сеянцы из дражированных семян

Fig. 1. Scots pine annual seedlings: left — control samples; on the right — seedlings from pelleted seeds

Т а б л и ц а 1

### Влияние дражирования семян сосны обыкновенной на грунтовую всхожесть

#### Influence of Scots pine seed pelleting on soil germination

Показатель	Семена дражированные			Контрольные образцы		
	1	2	3	1	2	3
Основное значение	79	91	88	96	98	83
Среднее значение	86,0			92,3		
Ошибка среднего, $m$	$\pm 3,6$			$\pm 4,7$		
Достоверность, $t_m$	23,9			19,6		
Точность опыта, $P$	4,2			5,1		

Сеянцы регулярно поливали. По завершении периода вегетации проводили сплошной учет сеянцев с определением их биометрических показателей. Высоту надземной части измеряли с помощью линейки. Корневую систему сеянцев промывали от субстрата, вытирали хлопковой тканью и высушивали в тени. У отобранных для экспериментов растений с помощью линейки определяли длину корней, при этом для измерений диаметра их шейки применяли штангенциркуль (погрешность — до 0,1 мм). Растения делили на корень и надземную часть, просушивали и помещали на весы ВЛКТ-500 для установления их массы (погрешность — до 0,01 г).

Результаты полевых экспериментов подвергли статистической обработке в программе Microsoft Office Excel 2007.

Итоговые значения сопоставляли по вариантам опыта и с контрольными растениями. Значимость отличий с контрольными вариантами вычисляли с помощью дисперсионного анализа и специальной формулы расчета различий между двумя средними значениями [25].

## Результаты и обсуждение

Введение связывающего вещества в драже никак не повлияло на увеличение всхожести семенного материала. Она уступала контрольным образцам на 6,8 % (рис. 1).

Т а б л и ц а 2

## Показатели роста сеянцев сосны обыкновенной, выращенных из дражированных семян

## Growth indicators of Scots pine seedlings grown from pelleted seeds

Наименование показателя	Высота стволика, см	Длина корней, см	Диаметр шейки корня, мм	Масса, г					
				стволика	веточки	хвои	Надземная часть, всего	Корневая система	Общая биомасса
Сеянцы 2-летние									
Контрольные образцы	12,8	11,7	3,1	1,41	–	0,67	2,08	0,57	2,65
Дражированные семена	15,6	12,9	3,6	1,97	–	0,92	2,89	0,69	3,58
Относительно контроля, %	+21,9	+10,3	+16,1	+39,7	–	+37,3	+38,9	+21,1	+35,1
Сеянцы 3-летние									
Контрольные образцы	18,1	15,4	3,4	1,63	0,43	3,4	5,03	1,24	6,27
Дражированные семена	23,6	19,7	3,9	2,41	0,91	6,6	9,11	1,62	10,73
Относительно контроля, %	+30,4	+27,9	+14,7	+47,9	+111,6	+94,1	+81,1	+30,6	+71,1

Ошибка усредненного значения изменялась от 3,6 до 4,7; достоверность эксперимента — в пределах 19,6...23,9, точность эксперимента — 4,2...5,1 (табл. 1).

Дисперсионным анализом была установлена достоверность различий с контрольными образцами: расчетное значение критерия Фишера превышало табличное —  $P = 2,498 > 2,31$ . В ходе проведения опытов было обнаружено, что у семенного материала, подвергнутого дражированию, время прорастания увеличивалось на 4–5 сут относительно контроля, не прошедшего подобную обработку.

Научные работники ЛенНИИЛХ Е.Л. Маслаков, Л.А. Лебедеко и В.Д. Альберт в рамках проводимых ими экспериментов также наблюдали сокращение всхожести дражированного семенного материала относительно контроля [2]. Несмотря на это, использование рассматриваемого метода предпосевной подготовки семенного материала, с их точки зрения, позитивно повлияло на дальнейшее развитие сеянцев, их охвоение и повышение линейных показателей [2]. В частности, В.Д. Мухин в собственной работе привел позитивное воздействие дражирования при предпосевной подготовке семян сельскохозяйственных растений [3].

В проведенных опытах состав дражировочной смеси, используемый при обработке семян, способствовал обеспечению проростков полезными микроэлементами, необходимыми для более активного роста и развития сеянцев. В частности, сеянцы 2-го года, полученные из обработанного семенного материала, показали более высокий



Рис. 2. Двухлетние сеянцы сосны обыкновенной, выращенные из дражированных семян: слева — контроль; справа — сеянцы из дражированных семян

Fig. 2. Scots pine biennial seedlings, grown from pelleted seeds: left — control; on the right — seedlings from pelleted seeds

результат по сравнению с контрольными образцами — на 21,9 % (табл. 2, рис. 2).

Отличия следует признать значительными:  $T = 12,7 \geq 3$ . Длина корней превышала аналогичные показатели контрольной группы на 10,3 %, а диаметр шейки корня — на 16,1 %, суммарная биомасса возрастала на 35,1 %. У растений 3-го года аналогичные показатели превышали контрольную группу на 30,4, 27,9, 14,7, и 71,1 % соответственно.

## Выводы

Проведенные опыты показали, что дражирование семян сосны обыкновенной не оказало положительного влияния на их грунтовую всхожесть.

Однако данный вид предпосевной подготовки способствовал активизации биометрических показателей сеянцев 2-го и 3-го года роста (высоты стволиков, диаметра шейки корня, длины корней и общей биомассы).

Так, в 2-летнем возрасте сеянцы превысили аналогичные значения контрольных растений на 10,3...35,1 %, а в 3-летнем — на 14,7...71,1 %.

## Список литературы

- [1] Акимов Р.Ю., Острошенко В.Ю. Дражирование семян сосны кедровой корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) и лиственницы амурской (*Larix amurensis* V. Kolesn.) // Аграрный вестник Приморья, 2016. № 4 (4). С. 39–41.
- [2] Маслаков Е.Л., Лебеденко Л.А., Альберт В.Д. Разработать систему мероприятий и определить нормативы по срокам сбора, переработки, хранению и подготовки семян сосны и ели к посеву, обеспечивающие 90%-ную всхожесть при выращивании сеянцев с закрытыми корнями в условиях теплиц. Заключительный отчет. Л.: ЛенНИИЛХ, 1985. 105 с.
- [3] Мухин В.Д. Дражирование семян сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1971. 93 с.
- [4] Акимов Р.Ю., Острошенко В.В., Пак А.В. Выявление компонентов при дражировании семян хвойных древесных пород // Леса и лесное хозяйство в современных условиях, 2011. С. 79–81.
- [5] Замышляев С.В., Острошенко В.Ю., Иншаков С.В., Острошенко В.В. Обзор устройств для дражирования семян сельскохозяйственных и лесных культур // Аграрный вестник Приморья, 2017. № 2 (6). С. 17–20.
- [6] Копытков В.В. Применение композиционных полимерных препаратов для дражирования семян хвойных пород // Доклады Национальной академии наук Беларуси, 2013. № 57 (2). С. 119–123.
- [7] Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Акимов Р.Ю. Нормирование работ по дражированию семян хвойных древесных пород // Вестник КрасГАУ, 2013. № 3. С. 139–142.
- [8] Усов В.Н., Острошенко В.В., Акимов Р.Ю. Исследование технологического процесса дражирования семян сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) на электромеханическом дражираторе // Вестник КрасГАУ, 2015. № 9. С. 145–149.
- [9] Будков В.А., Пухальская Н.В. Дражирование семян сельскохозяйственных культур // Плодородие, 2009. № 2 (47). С. 17–19.
- [10] Быковский Ю.А., Янченко А.В., Азопков М.И., Голубович В.С., Фелелова С.В., Багров Р.А. Перспективные препараты для инкрустирования семян столовых корнеплодов // Картофель и овощи, 2018. № 5. С. 16–19.
- [11] Кухарев О.Н., Гришин Г.Е. Эффективность дражирования семян сахарной свеклы // Нива Поволжья, 2012. № 1 (22). С. 73–77.
- [12] Михеев Д.А. Дражирование, как перспективный метод предпосевной обработки семян // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10–11 октября 2012 г. В 3 т. / под ред. П.П. Казакевич. Минск: Изд-во РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. Т. 2. С. 261–264.
- [13] Павлов Л.В., Параскова О.Т., Мухин В.Д., Жильцов Д.В. Технические условия для дражирования семян овощных культур // Картофель и овощи, 2008. № 2. С. 24.
- [14] Сербий Е.К. Природные компоненты для дражирования семян // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10–11 октября 2012 г. В 3 т. / под ред. П.П. Казакевич. Минск: Изд-во РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. Т. 2. С. 253–261.
- [15] Фелелова С.В., Меньших А.М., Янченко А.В. Дражирование семян моркови и свеклы — важный элемент ресурсосберегающих технологий // Картофель и овощи, 2019. № 2. С. 36–38.
- [16] Brockwell J. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. Coating materials, adhesives, and methods of inoculation // Australian J. of Agricultural Research, 1962, v. 13, no. 4, pp. 638–649.
- [17] Devi J.R., Selvaraj J.A. Seed pelleting and soil types on germination and vigor of seeds in ash gourd and ribbed gourd // Madras Agricultural J., 1995, v. 82, no. 2, pp. 75–77.
- [18] Fraser J.W., Adams M.J. The effect of pelleting and encapsulation on germination of some conifer seeds native to Ontario // Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre, Sault Ste. Marie, Ontario. Information Report, 1980. O-X-319, p. 17.
- [19] Moënné-Locoz Y., Naughton M., Higgins P., Powell J., O'Connor B., O'Gara F. Effect of inoculum preparation and formulation on survival and biocontrol efficacy of *Pseudomonas fluorescens* F113 // J. of applied microbiology, 1999, v. 86, no. 1, pp. 108–116.
- [20] Rudolf P.O. A test of pelleted Jack Pine seed // J. of Forestry, 1950, v. 48, no. 10, pp. 703–704.
- [21] Ryu Ch., Kim J., Choi O., Kim S., Park Ch. Improvement of biological control capacity of *Paenibacillus polymyxa* E681 by seed pelleting on sesame // Biological Control, 2006, v. 39, no. 3, pp. 282–289.
- [22] Srimathi P., Mariappan N., Sundaramoorthy L., Paramathma M. Effect of organic seed pelleting on seed storability and quality seedling production in biofuel tree species // J. of Horticulture and Forestry, 2013, v. 5, no. 5, pp. 68–73.
- [23] Taylor A.G., Eckenrode C.J., Straub R.W. Seed coating technologies and treatments for onion: challenges and progress // Hort Science, 2001, v. 36, no. 2, pp. 199–205.
- [24] Yadav M.S., Sharma S.K., Rajora M.P. Effect of pelleting material on seed germination and grassland productivity // Range Management & Agroforestry, 2000, v. 21, no. 2, pp. 121–127.
- [25] Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве. Уссурийск: Изд-во ПГСХА, 2001. 124 с.

## Сведения об авторах

**Острошенко Валентина Юрьевна**  — мл. науч. сотр. лаборатории дендрологии, ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, OstroschenkoV@mail.ru

**Острошенко Людмила Юрьевна** — канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия, OstroschenkoV@mail.ru

Поступила в редакцию 08.06.2021.

Одобрено после рецензирования 01.07.2021.

Принята к публикации 06.12.2021.

# PRE-SOWING SEED TREATMENT (PELLETING) INFLUENCE ON FIELD GERMINATION AND FURTHER GROWTH OF SCOTS PINE (*PINUS SILVESTRIS* L.) SEEDLINGS

V.Yu. Ostroshenko<sup>1✉</sup>, L.Yu. Ostroshenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 159, 100-letiya Vladivostoku av., 690022, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>The Primorskiy State Agricultural Academy, 44, Blyuhera av., 692510, Ussurisk, Russia

OstroshenkoV@mail.ru

We studied the effect of pelleting on field germination of seeds and biometric parameters (stem height, root neck diameter, root length and total biomass) of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings of the second and third years of growth in the Primorsky Territory. It was found that the germination capacity of pelleted seed was 6,8 % lower than the control samples values, but seedlings of the second year of growth obtained from seed material subjected to pelleting showed values higher than the control ones by 21,9 %. At the same time, root length exceeded the control samples by an average of 10,3 %, while the diameter of the root neck was on average 16,1 % larger, and the total biomass increased by 35,1 %. For seedlings of the third year of growth, similar indicators were higher by 30,4 %; 27,9 %; 14,7 % and 71,1 %, respectively. In the future, it is recommended to study the effect of pelleting on the subsequent growth of Scots pine seedlings.

**Keywords:** Scots pine, pelletizer, pelleting, growth stimulants, epin-extra, seeds, seedlings

**Suggested citation:** Ostroshenko V.Yu., Ostroshenko L.Yu. *Vliyaniye predposevnoy obrabotki semyan (drazhirovaniya) na gruntovuyu vskhozhest' i dal'neyshiy rost seyantsev sosny obyknovennoy (Pinus silvestris L.)* [Pre-sowing seed treatment (pelleting) influence on field germination and further growth of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) seedlings]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 1, pp. 35–40. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-35-40

## References

- [1] Akimov R.Yu., Ostroshenko V.Yu. *Drazhirovaniye semyan sosny kedrovoy koreiskoi (Pinus koraiensis Siebold et Zucc.) i listvennitsy amurskoi (Larix amurensis B. Kolesn.)* [Pelleting of seeds of Korean cedar pine (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) and Amur larch (*Larix amurensis* B. Kolesn.)]. *Agrarniy vestnik Primor'ya* [Agrarian Bulletin of Primorye], 2016, no. 4 (4), pp. 39–41.
- [2] Maslakov E.L., Lebedenko L.A., Al'bert V.D. *Razrabotat' sistemu meropriyatii i opredelit' normativy po srokam sbora, pererabotki, khraneniuyu i podgotovki semyan sosny i eli k posevu, obespechivayushchie 90%-nyuyu vskhozhest' pri vyrashchivaniy seyantsev s zakrytymi korniyami v usloviyakh teplits. Zaklyuchitel'nyy otchet* [To develop a system of measures and to determine the standards for the collection, processing, storage and preparation of pine and spruce seeds for sowing, providing 90 % germination when growing seedlings with closed roots in greenhouses. Final report]. Leningrad, LenNILH, 1985, 105 p.
- [3] Mukhin V.D. *Drazhirovaniye semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Pelleting of agricultural seeds]. Moscow, Kolos Publ., 1971, 93 p.
- [4] Akimov R.Yu., Ostroshenko V.V., Pak A.V. *Vyavlenie komponentov pri drazhirovaniy semyan khvoynykh drevesnykh porod* [Identification of components during pelleting of seeds of coniferous tree species]. *Lesa i lesnoe khozyaistvo v sovremennykh usloviyakh* [Forests and forestry in modern conditions], 2011, pp. 79–81.
- [5] Zamyshlyayev S.V., Ostroshenko V.Yu., Inshakov S.V., Ostroshenko V.V. *Obzor ustroystv dlya drazhirovaniya semyan sel'skokhozyaystvennykh i lesnykh kul'tur* [The overview of devices for pelleting seeds of agricultural and forest crops]. *Agrarniy vestnik Primor'ya* [Agrarian Bulletin of Primorye], 2017, no. 2 (6), pp. 17–20.
- [6] Kopytkov V.V. *Primeneniye kompozitsionnykh polimernykh preparatov dlya drazhirovaniya semyan khvoynykh porod* [The use of composite polymer preparations for pelleting coniferous seeds]. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Reports of the National Academy of Sciences of Belarus], 2013, no. 57 (2), pp. 119–123.
- [7] Ostroshenko V.V., Ostroshenko L.Yu., Akimov R.Yu. *Normirovaniye rabot po drazhirovaniyu semyan khvoynykh drevesnykh porod* [The rationing of works on pelleting seeds of coniferous tree species]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin KrasGAU], 2013, no. 3, pp. 139–142.
- [8] Usov V.N., Ostroshenko V.V., Akimov R.Yu. *Issledovaniye tekhnologicheskogo protsessa drazhirovaniya semyan sosny koreiskoi (Pinus koraiensis Siebold et Zucc.) na elektromekhanicheskom drazhiratore* [Study of the technological process of pelleting seeds of Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) on an electromechanical pelletizer]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin KrasGAU], 2015, no. 9, pp. 145–149.
- [9] Budkov V.A., Pukhal'skaya N.V. *Drazhirovaniye semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [The encapsulation of the agricultural crops]. *Plodorodie* [Fertility], 2009, no. 2 (47), pp. 17–19.
- [10] Bykovskiy Yu.A., Yanchenko A.V., Azopkov M.I., Golubovich V.S., Fefelova S.V., Bagrov R.A. *Perspektivnye preparaty dlya inkrustrirovaniya semyan stolovnykh korneplodov* [Perspective preparations for incrustation of root crops seeds]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and vegetables], 2018, no. 5, pp. 16–19.
- [11] Kukharev O.N., Grishin G.E. *Effektivnost' drazhirovaniya semyan sakharnoy svekly* [The efficiency of pelleting sugar beet seeds]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], 2012, no. 1 (22), pp. 73–77.
- [12] Mikheev D.A. *Drazhirovaniye kak perspektivnyy metod predposevnoy obrabotki semyan* [Coating as a promising method of pre-sowing seed treatment]. *Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Scientific and technical progress in agricultural production: materials of the Intern. scientific-practical Conf.], Minsk, October 10–11, 2012. In 3 vol. / ed. P.P. Kazakevich. Minsk: RUE «Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization», 2012, v. 2, pp. 261–264.

- [13] Pavlov L.V. Paraskova O.T., Mukhin V.D., Zhil'tsov D.V. *Tekhnicheskie usloviya dlya dra-zhironiya semyan ovoshchnykh kul'tur* [Technical conditions for pelleted vegetable seeds planting]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and vegetables], 2008, no. 2, p. 24.
- [14] Serbiy E.K. *Prirodnye komponenty dlya drazhironiya semyan* [Natural components for seed coating]. *Nauchno-tekhnikeskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Scientific and technical progress in agricultural production: materials of the Intern. scientific-practical Conf.], Minsk, October 10–11, 2012. In 3 vol. / ed. P.P. Kazakevich. Minsk: RUE «Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization», 2012, v. 2, pp. 253–261.
- [15] Fefelova S.V., Men'shikh A.M., Yanchenko A.V. *Drazhironie semyan morkovi i svekly — vazhnyy element resursoberegayushchikh tekhnologiy* [Encapsulation of seeds is an important element of resource-saving technologies]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and vegetables], 2019, no. 2, pp. 36–38.
- [16] Brockwell J. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. Coating materials, adhesives, and methods of inoculation. *Australian J. of Agricultural Research*, 1962, v. 13, no. 4, pp. 638–649.
- [17] Devi J.R., Selvaraj J.A. Seed pelleting and soil types on germination and vigor of seeds in ash gourd and ribbed gourd. *Madras Agricultural J.*, 1995, v. 82, no. 2, pp. 75–77.
- [18] Fraser J.W., Adams M.J. The effect of pelleting and encapsulation on germination of some conifer seeds native to Ontario. Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre, Sault Ste. Marie, Ontario. Information Report, 1980, O-X-319, p. 17.
- [19] Moëgne-Loccoz Y., Naughton M., Higgins P., Powell J., O'Connor B., O'Gara F. Effect of inoculum preparation and formulation on survival and biocontrol efficacy of *Pseudomonas fluorescens* F113. *J. of Applied Microbiology*, 1999, v. 86, no. 1, pp. 108–116.
- [20] Rudolf P.O. A test of pelleted Jack Pine seed. *J. of Forestry*, 1950, v. 48, no. 10, pp. 703–704.
- [21] Ryu Ch., Kim J., Choi O., Kim S., Park Ch. Improvement of biological control capacity of *Paenibacillus polymyxa* E681 by seed pelleting on sesame. *Biological Control*, 2006, v. 39, no. 3, pp. 282–289.
- [22] Srimathi P., Mariappan N., Sundaramoorthy L., Paramathma M. Effect of organic seed pelleting on seed storability and quality seedling production in biofuel tree species. *J. of Horticulture and Forestry*, 2013, v. 5, no. 5, pp. 68–73.
- [23] Taylor A.G., Eckenrode C.J., Straub R.W. Seed coating technologies and treatments for onion: challenges and progress. *Hort Science*, 2001, v. 36, no. 2, pp. 199–205.
- [24] Yadav M.S., Sharma S.K., Rajora M.P. Effect of pelleting material on seed germination and grassland productivity. *Range Management & Agroforestry*, 2000, v. 21, no. 2, pp. 121–127.
- [25] Doev S.K. *Matematicheskie metody v lesnom khozyaystve* [Mathematical methods in forestry]. Ussuriysk, PGSHA, 2001, 124 p.

## Authors' information

**Ostroshenko Valentina Yur'evna**  — Junior Researcher at the Dendrology Laboratory, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, [OstroshenkoV@mail.ru](mailto:OstroshenkoV@mail.ru)

**Ostroshenko Lyudmila Yur'evna** — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, of the Primorskiy State Agricultural Academy, [OstroshenkoV@mail.ru](mailto:OstroshenkoV@mail.ru)

Received 08.06.2021.

Approved after review 01.07.2021.

Accepted for publication 06.12.2021.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article  
The authors declare that there is no conflict of interest