

СЕМЕНОШЕНИЕ КЕДРА КОРЕЙСКОГО (*PINUS KORAIENSIS* SIEB. ET ZUCC.) ПРИ ЕГО ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Левин

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии»,
Россия, 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105

leslesovik63@yandex.ru

Представлены материалы исследований интродукции кедра корейского в условиях лесостепи Воронежской области. Определено полное соответствие процессов его жизнедеятельности условиям интродукции. Установлено влияние фактора размещения деревьев на территории — свободного или в составе иных хвойных пород на семеношение. Выявлено увеличение урожайности деревьев при применении искусственного опыления к ним по сравнению с недоопыленными. Обращено внимание на момент формирования многовершинной кроны дерева путем образования на вершине центрального проводника «пустой» шишки. Указано на высокую перспективность выращивания породы в данных условиях с получением как лесоводственного, так и экономического эффекта. Дан прогноз урожайности культур кедра корейского при соблюдении определенных условий технологии. С их учетом при создании лесосеменного объекта кедра корейского с 1 га лесокультурной площади можно получать урожай с момента возраста прививки в 25 лет в количестве 123 кг орешков.

Ключевые слова: интродукция, кедры корейский (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) и сибирский (*Pinus sibirica* du Tour.), привитые и не привитые деревья, шишки, семеношение, урожайность

Ссылка для цитирования: Левин С.В. Семеношение кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) при его интродукции в условиях лесостепи Воронежской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 3. С. 36–47. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-36-47

Кедр корейский распространен в бассейнах рек Бурея и Амур и в прибрежных районах Дальнего Востока России, а также в северо-восточных районах Китая, северной части Корейского полуострова, в высокогорных районах Японских островов. Общемировая площадь смешанных насаждений кедра корейского составляет примерно 50 млн га, среди которых на северо-восточные районы Китая приходится около 50...60 % (смешанные насаждения кедра корейского, восстановленные в условиях естественной регенерации после вырубки) [1–3].

Кедр корейский является экономически важной породой вследствие биологических свойств и экономической значимости. Орехи кедра корейского имеют высокую экономическую ценность и являются здоровой пищей, богатой питательными веществами. Основными местами сбора орехов кедра корейского являются: Дальневосточный федеральный округ России, китайские провинции Хэйлуцзян и Цзилинь, а также Северная Корея.

Объем добычи орехов в мире в среднеурожайный год составляет 80 000...100 000 т, а в урожайный год — 160 000...180 000 т. Мировой спрос на орехи кедра корейского составляет более 200 000 т, из них в Китае — около 54 500 т.

Объем употребляемой в пищу людьми зеленой органической пищи постоянно увеличивается. В несколько раз повысилось доверие и увеличился спрос потребителей на продукцию, сделанную на основе безопасного и питательного сырья кедра корейского: масло, протеиновые напитки и масляные капсулы из орехов. Находят применение и другие виды продуктов из кедра: косметические средства, функциональные пищевые продукты, моющие средства, тонкие химикаты, фармацевтические препараты.

Кедрово-широколиственные леса с эдификаторным доминированием кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.), приуроченные к наиболее освоенной части российского Дальнего Востока, постоянно испытывают техногенный и антропогенный пресс и систематическое воздействие лесных пожаров. Всего в формации кедрово-широколиственных лесов содержится типов: в южной части Хабаровского края — 13, северной части Хабаровского края — 2, южной части Приморского края — 22, северной части Приморского края — 3, КНР — 2, КНДР — 2 [4]. Сокращение их естественного ареала и снижение ресурсного потенциала определяют задачи создания культур кедра корейского различного назначения. Наряду с одновременным сохранением их устойчивости и способностью в полной мере

выполнять средообразующие функции это требует разработки технологий повышения общей продуктивности и урожайности в зависимости от назначения насаждений, в том числе за пределами ареала породы.

Поскольку основной из главных задач интродукции древесных растений является повышение продуктивности и качественного состава лесов, по отношению к кедр корейскому как лесообразующей породе она применима [5].

В некоторых странах кедр корейский является объектом интродукции более 170 лет. В сеть государственных географических культур Российской Федерации, а также в архивы клонов и опытные культуры он был вовлечен по ограниченному количеству происхождений лишь в 1970-х годах. в Центральном, Центрально-Черноземном, Северо-Западном районах европейской части России, в Среднем Поволжье, и в Южной Сибири [6]. Проведенные исследования позволяют оценить перспективы интродукции кедра корейского, в частности, вид рекомендован для массовой интродукции в леса южной и средней частей Сибири и как декоративное дерево — в антропогенные ландшафты [7].

К сожалению, практически отсутствуют ценные опытно-производственные объекты с проверенными стабильно высокими показателями роста и семеношения, несмотря на 90-летнюю историю культивирования кедра корейского на Дальнем Востоке и почти 50-летнюю давность первых селекционных мероприятий [8]. Вопросы развития кедра корейского на Дальнем Востоке уделяли внимание А.В. Великов, В.В. Потенко [2], Н.Е. Кабанов [4], Е.А. Никитенко [8], А.Н. Гриднев, Л.С. Мамедова [9], Н.В. Кречетова, В.И. Штейникова [18, 24], Т.П. Орехова [20] и др. Анализ литературных источников выше упомянутых авторов показал, что опыт создания лесных культур в условиях естественного ареала еще недостаточно обобщен, в частности:

- не решены проблемы подготовки почвы и оптимальной густоты создаваемых культур;
- недостаточно изучены особенности роста искусственных насаждений в различных условиях местопроизрастания;
- не установлена оптимизация породного состава насаждений, где отрицательные межвидовые и внутривидовые взаимоотношения пород сведены к минимуму [9].

Первый обобщенный анализ произрастания кедра корейского в условиях лесостепной зоны Воронежской обл. представлен А.В. Лукиным [10]. В этой работе отмечено, что по сравнению с сосной обыкновенной — эталоном (100 %) по показателям роста, а именно, высоте и диаметру, кедровым соснам свойственны параметры,

приведенные в процентах относительно высоты: у кедра корейского 59...63, сибирского 48...82, европейского 36...49; относительно диаметра стволов: 54...57, 30...112, 48...52 соответственно.

Лесостепная зона, как и степная, отличается высокими значениями солнечной радиации, особенно прямой, большой продолжительностью вегетационного периода и в то же время нередко скудной влагообеспеченностью почвы и низкой влажностью воздуха. Для повышения биологической устойчивости хвойных насаждений в таких условиях необходима высокая сомкнутость древесного полога, раннее смыкание крон, а также формирование сложных многоярусных древостоев, по возможности с подлеском [11], чему следует уделять повышенное внимание. Сравнительный анализ особенностей роста и развития кедров корейского и сибирского при их произрастании в лесостепной зоне в пределах Воронежской обл. раскрывает их видовую специфику [12–15], отдавая предпочтение развитию кедра корейского.

Жизнеспособность интродуцируемых растений определяется их способностью к генеративному развитию. Если растение способно к семеношению и развитию полноценных семян, то его жизнедеятельность вполне соответствует условиям интродукции и можно прогнозировать высокую перспективность выращивания такого растения в данных условиях [16].

Цель работы

Цель работы — сравнительный анализ исследований репродуктивного развития привитого и непривитого материала кедра корейского в пределах лесостепной зоны Воронежской обл.

Материал и методы

Объекты исследования размещены в Воронежской обл.: в Правобережном участковом лесничестве Пригородного лесничества в кв. № 56 (условно «лесной участок») и кв. № 57 (условно «лесопарк»), а также на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария (ранее территория ЦНИИЛГИС — ныне ВНИИЛГИСбиотех; условно Семилукский коллекционно-маточный дендрарий).

На территории Семилукского КМД, непривитые деревья кедра корейского размещены отдельными деревьями и куртинами на участках № 1–4. Их посадка осуществлялась непривитыми саженцами под меч Колесова рядами с северо-запада на юго-восток. Семеношение периодическое на участках №№ 1, 2, 4. Семена взяты из Тырминского лесхоза Хабаровского управления лесами. На момент исследования их возраст составлял: на участке №№ 1, 4 — 43 года; участке №№ 2, 3 — 36 лет.



а



б

Рис. 1. Искусственное опыление (а) и семеношение кедра корейского (б) в кв. № 57 Правобережного участкового лесничества Пригородного лесничества («лесопарк») **Fig. 1.** Artificial pollination (а) and seed production of Korean pine (б) in the compartment No. 57 of the Pravoberezhny section of the Prigorodnoye forestry («forest park»)

На территориях кв. № 56 и № 57 деревья кедр корейского — это прививки на кедре сибирском. Их посадка проводилась семилетними саженцами в дно мелких борозд под меч Колесова. На территории «лесного участка» единично размещены деревья кедр корейского среди гибридов кедр сибирского с удалением от них в среднем на расстояние 1,5 м. Более свободное размещение наблюдаем на территории «лесопарка». На этих участках проводилось искусственное опыление (рис. 1, а) на размещенных, отдельных или расположенных куртинами деревьях пыльцой, взятой с деревьев на объекте в Семилукском КМД. Техника опыления по отношению к деревьям была осуществлена одинаково за короткий промежуток времени. На момент обследования их возраст составил 34 года. Семеношение ежегодное (рис. 1, б).

Ход развития деревьев кедр корейского на участках рассматривался в работах, где обосновывается перспективность выращивания породы на территории области [12–15]. В процессе исследования осуществлялся сбор шишек с последующим получением данных по ним и семенам. Статистическую обработку материалов осуществляли с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Семенное размножение — это динамический процесс, протекающий под влиянием многочисленных и разнообразных факторов окружающей среды и имеющий свои регуляторные механизмы, которые обеспечивают направленность и устойчивость этого явления.

Ранее считалось, что хорошим семенным годом считается тот год, когда с 1 га заготавливают 0,8...1,0 т товарного ореха с деревьев кедр корейского. Подтверждением этих данных можно считать пример урожайности в лесонасаждении опытного участка Бирской лесной дачи, на котором преобладающее количество кедровых деревьев относилось к VI классу возраста со средним диаметром ствола 32 см, а на 1 га приходилось 151 дерево кедр корейского, из числа которых плодоносящих было 137 (доля участия 90,7 %). Со всех плодоносящих деревьев собрано 11 930 шишек (87,1 шт. на одно дерево), при обработке которых получено 580 кг орехов (масса семян в одной шишке 48,6 г) [17].

Периодичность семеношения кедр обычно составляет 3–4 года. Молодые деревья начинают

Результаты сбора шишек по объектам (2019)

Cones collection results by site (2019)

Объект	Количество, шт.				Участие в семеношении, %
	Деревья	Семеносящие деревья	Шишки	Шишки на семеносящее дерево	
«Лесопарк»	16	7	47	6,71	43,8
«Лесной участок»	3	2	26	8,67	66,7
Семилукский КМД	64	14	61	4,36	21,9
В среднем	27,7	8	44,67	6,58	44,1

семеносить в условиях сомкнутого леса с 60...80 лет, на участках с разреженным древостоем значительно раньше — в 25...30 лет, а в условиях на свету — в 15 лет. Размер шишек в кроне одного дерева зависит от их количества на побегах [18–20]. Если на них развивается 3–4 шишки, то они, как правило, мелкие, если 1–2, то они чаще всего крупные. Средняя длина шишки кедр в Чугуевском районе — 17...20 см, ширина — 10...14 см, отдельные шишки с молодых деревьев в урожайные годы достигали 32 см [20]. Максимум семеношения кедр корейского отмечается в возрасте 250...270 лет [21].

По данным табл. 1 видно, что на привитых кедрях (территории «лесопарка» и «лесного участка») образуется большее число шишек на одно дерево по сравнению с непривитыми деревьями (Семилукский КМД).

Также можно утверждать, что размещение деревьев по территории (свободное или в составе иных хвойных пород) оказывает влияние на семеношение. Так, при свободном размещении на территории «лесопарка» число шишек на одно дерево варьировалось от 4 до 12 шт. при наличии трех деревьев с микростробилами. На территории «лесного участка» при единичном размещении деревьев кедр корейского среди гибридов кедр сибирского и удалении дерева кедр корейского в среднем на расстояние 1,5 м от них, на одно дерево кедр корейского приходилось от 2 до 12 шт. шишек при наличии двух деревьев с микростробилами (рис. 2, б, отмечен стрелкой).

Иная картина с семеношением наблюдалась на территории Семилукского КМД. Здесь степень участия деревьев в семеношении была лишь 21,88 %, при различиях по самим участкам: № 1 — 36,36; № 2 — 17,39; № 4 — 66,67 %. У находящихся под пологом деревьев кедр корейского не наблюдалось семеношения (участок № 3) (рис. 3), несмотря на общий возраст с расположенными рядом семеносящими деревьями (участки № 1, 2, 4) (см. рис. 2, 3).

Объяснения этого представлены в работе Г.В. Кузнецовой [22], где автор также отмечает, что сравнительный анализ особенностей роста

и сохранности климатипов кедровых сосен при интродукции показал значительную их географическую изменчивость, обусловленную разными наследственными свойствами и неодинаковой реакцией на новые условия произрастания.

Процесс семеношения, несмотря на низкую степень участия деревьев в пределах Семилукского КМД, весьма ощутим, если его сравнивать более детально по объектам за год (табл. 2) по таким показателям, как масса полных семян в шишке (38,50 г), их количество (65,1 шт.), общее число семян в шишке (84,3 шт.) и параметры шишки при ее длине (122,7 мм) и ширине (82,5 мм). Результативность процесса семеношения на территории Семилукского КМД связана с его более богатыми почвенными условиями (выщелоченный чернозем (D₂) в отличие от темно-серой лесной (C₂) других участков почвы). В публикациях 1940 г. приведены указания по перспективе разведения кедр корейского в степной зоне по понижениям неморозобойных балок [23], которые покрыты разновидностями черноземовидных почв.

При этом превышения перечисленных показателей (масса полных семян в шишке, их количество, общее число семян в шишке и параметры шишки при ее длине и ширине) над средними величинами составили (в процентах): 26,8; 33,19; 24,01; 7,41 и 5,5 соответственно. Показатель по массе полных семян в Семилукском КМД (609,8 г) уступает таковому на «лесном участке» (683,5 г) на 10,78 %, по причине более низкой полнотелности семян — на 14,67 % ниже по сравнению с «лесным участком». Масса 1000 семян, по литературным источникам, составляет: в Приморском крае от 350 до 870 г, в Хабаровском — от 300 до 850 г. Число семян обычно коррелирует с размерами шишки [24].

Оптимальным вариантом по семеношению, а именно, по соотношению таких показателей, как параметры шишки, их полнотелность и масса 1000 шт. полных семян, следует признать семеносящие деревья «лесного участка». По состоянию на 2019 г. статистически обработанные данные по объектам представлены в табл. 3.



Рис. 2. Размещение кедра корейского на территории Семилукского КМД: *a* — участок № 1; *б* — лесной участок

Fig. 2. Placement of the Korean pine on the territory of the Semiluk KMD: *a* — plot No. 1; *б* — forest plot

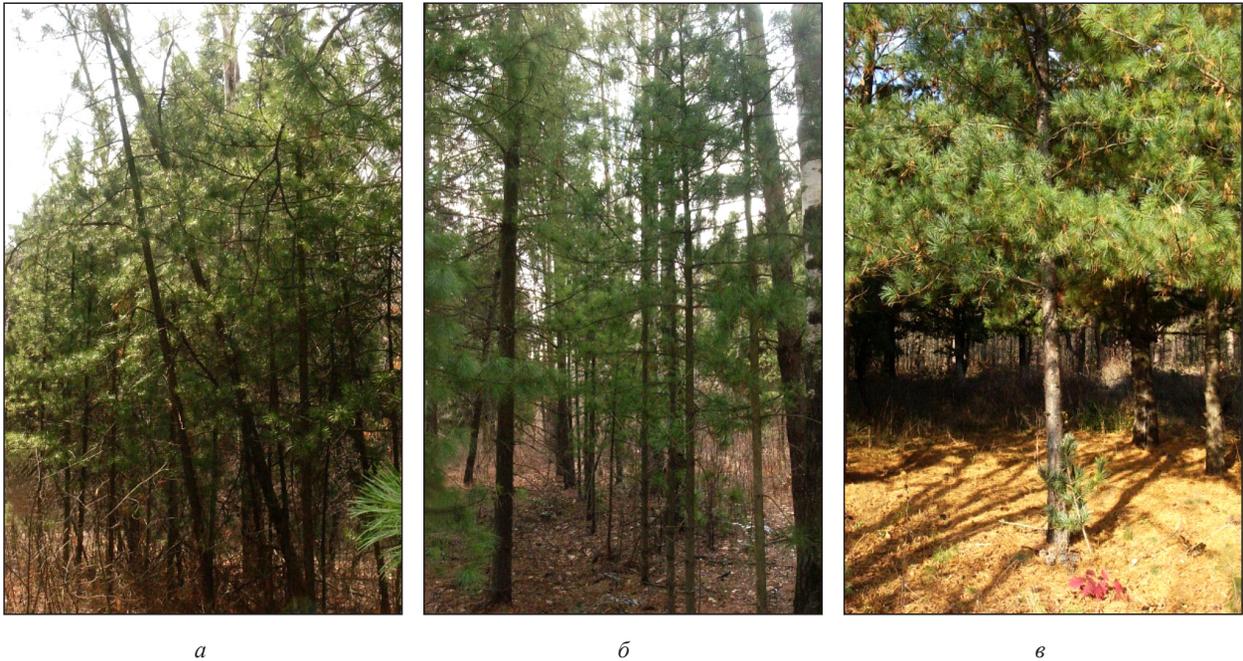


Рис. 2. Размещение кедра корейского на территории Семилукского КМД: *a* — участок № 2; *б* — под пологом (участок № 3); *в* — размещение кедра в куртине деревьев сосны румелийской (участок № 4)

Fig. 3. Placement of Korean pine on the territory of Semiluk KMD: *a* — plot No. 2; *б* — under the canopy (plot No. 3); *в* — the placement of cedar in a clump of Balcan pine trees (plot No. 4)

Т а б л и ц а 2

Показатели семеношения кедр корейского на территории Воронежской обл. (2019)

Korean pine seed production in Voronezh region (2019)

Объект	Масса полных семян в шишке, г	Пустые семена, шт.	Полные семена, шт.	Полнозернистость, %	Всего семян, шт.	Масса полных семян 1000 шт, г	Ширина шишки, мм	Длина шишки, мм
«Лесопарк»	18,4 ± 1,4	32,0 ± 2,7	31,1 ± 2,3	49,3 ± 3,1	63,1 ± 3,1	594,1 ± 5,5	75,1 ± 0,8	108,7 ± 1,2
«Лесной участок»	34,2 ± 2,1	6,0 ± 1,3	50,5 ± 3,4	89,3 ± 2,2	56,5 ± 3,3	683,5 ± 6,5	77,0 ± 0,7	111,3 ± 1,4
Семилукский КМД	38,5 ± 2,2	19,1 ± 2,1	65,1 ± 3,9	76,2 ± 2,5	84,3 ± 4,2	609,8 ± 12	82,5 ± 0,9	122,7 ± 1,5
В среднем	30,7 ± 1,4	21,1 ± 1,6	50,6 ± 2,5	69,4 ± 2,1	71,7 ± 2,5	618,4 ± 6,6	78,9 ± 0,6	115,7 ± 1,0

Т а б л и ц а 3

Статистические показатели семеношения кедр корейского (2019)

Korean pine seed production statistics (2019)

Показатель	Масса семян в шишке, г	Пустые семена, шт.	Полные семена, шт.	Полнозернистость, %	Всего семян, шт.	Масса полных семян 1000 шт., г	Ширина шишки, мм	Длина шишки, мм
По «лесопарку»								
В среднем	18,4	32,0	31,1	49,3	63,1	594,1	75,1	108,7
Стандартная ошибка	1,4	2,7	2,3	3,1	3,1	5,5	0,8	1,2
Стандартное отклонение	9,5	18,6	15,9	21,4	21,5	37,8	5,3	8,5
Уровень надежности (95,0 %)	2,8	5,5	4,7	6,3	6,3	11,1	1,6	2,5
По «лесному участку»								
В среднем	34,2	6,0	50,5	89,3	56,5	683,5	77,0	111,3
Стандартная ошибка	2,1	1,3	3,4	2,2	3,3	6,5	0,7	1,4
Стандартное отклонение	10,9	6,5	17,3	11,4	17,1	33,0	3,7	7,1
Уровень надежности (95,0 %)	4,4	2,6	7,0	4,6	6,9	13,3	1,5	2,9
По Семилукскому КМД								
В среднем	38,5	19,1	65,1	76,2	84,3	609,8	82,5	122,7
Стандартная ошибка	2,2	2,1	3,9	2,5	4,1	12,0	1,0	1,5
Стандартное отклонение	17,1	16,9	31,3	20,0	32,9	95,2	7,7	12,0
Уровень надежности (95,0 %)	4,29	4,25	7,88	5,05	8,29	23,98	1,93	3,01

В целом под данным табл. 2–4 видно, что параметры самих шишек (ширина и длина) изменяются по всем объектам: по ширине от 46 до 96 мм и по длине от 90 до 152 мм. Низкие размеры свойственны деформированным шишкам (Семилукский КМД и «лесной участок»), составившим лишь 2,1 % (3 шт.) общего количества собранных шишек на объектах (134 шт.), а также шишкам с низким числом полнозернистых семян — «череззерницей» на территории «лесопарка».

Шишки кедр сибирского на территории «лесопарка» и Семилукского КМД с середины июля

активно срываются и обгрызаются белками, сводя на нет все усилия по выращиванию и без этого неполнозернистых «орешков». У кедр корейского данная проблема не наблюдается, кроме того, вид не страдает от выявленных в «лесопарке» пузырчатой ржавчины (*Cronartium ribicola*) на сосне веймутовой и хермеса (*Pineus cembrae*) на кедре сибирском.

В отношении динамики семеношения кедр корейского наблюдаем, что у него семеношение ежегодное в случаях с привитыми деревьями (табл. 5).

Т а б л и ц а 4

**Параметры шишек кедр корейского по объектам на территории
Воронежской обл. (сбор 2019 г.)**

Parameters of Korean pine cones by sites in Voronezh region (collection 2019)

Объект	Ширина шишки, мм			Длина шишки, мм		
	наибольшая	наименьшая	средняя	наибольшая	наименьшая	средняя
«Лесопарк»	90,00	66,00	75,1 ± 0,8	125,00	90,00	108,7 ± 1,2
«Лесной участок»	84,00	68,00	77,0 ± 0,7	125,00	100,00	111,3 ± 1,4
Семилукский КМД	96,00	46,00	82,5 ± 0,9	152,00	96,00	122,7 ± 1,5
В среднем	—	—	78,9 ± 0,6	—	—	115,7 ± 1,0

Т а б л и ц а 5

Показатели семеношения кедр корейского в «лесопарке» (сбор 2017–2019 гг.)

Seed production parameters of Korean pine cones in the «forest park» (collection 2017–2019)

Сбор	Масса полных семян в шишке, г	Пустые семена, шт.	Полные семена, шт.	Полнозернистость, %	Всего семян, шт.	Масса полных семян 1000 шт., г	Ширина шишки, мм	Длина шишки, мм
Сбор 2017 г.	3,10	43	4,44	14,27	47,44	679,44	65,06	93,66
Сбор 2018 г.	22,98	26,31	33,23	55,96	59,54	689,92	70,54	109,23
Сбор 2018 г (искусственное опыление)	60,97	10,00	102,21	90,45	112,21	589,29	74,07	114,57
Сбор 2019 г.	18,40	32,04	31,09	49,33	63,13	594,06	75,09	108,68

Как видно, в 2017 г. в отличие от 2018 и 2019 гг. наблюдался неурожай «орешков», их число в среднем составляло до 4,44 шт. с массой 3,1 г семян в шишке. Как следствие, при соответствующих низких показателях размеров самой шишки полнозернистость семян составила всего лишь 14,27 % с учетом снижения общего числа семян до 47,44 шт. в среднем. В 2017 г. по отношению к некоторым деревьям была осуществлена внутривидовая гибридизация пыльцой, взятой с деревьев на Семилукском КМД. В результате в 2018 г. повысилась урожайность в целом по отношению к 2017 г. и по всем показателям по сравнению с неопыленными искусственно деревьями. Так, опыленные деревья превзошли не опыленные искусственно по массе семян в шишке в 2,65 раза, по полным семенам — в 3,08 раза, по полнозернистости семян — на 34,49 %, по общему числу семян — в 2,01 раза при соответствующем увеличении размеров шишки по ширине на 5 % и длине на 14,3 %. При этом наблюдалось снижение массы полных семян 1000 шт. у опыленных деревьев по отношению к неопыленным искусственно на 14,6 % в среднем, изменяясь от 2,8 до 23,8 % от дерева к дереву. Техника опыления была одинаковой за короткий промежуток времени. Что касается сравнения урожайности искусственно неопыленных деревьев в 2018 и 2019 гг., то их показатели близки между собой, кроме массы полных семян 1000 шт.

Рассматривая урожайность кедр корейского по объектам, можно прийти к заключению, что создание биогрупп из привитых деревьев на объектах — перспективная технология, определенная условиями интродукции и биологическими особенностями породы. Урожай кедр корейского оказался следующим: в «лесопарке» — 864 г; на «лесном участке» — 889 г; в Семилукском КМД — 2352 г.

При расчетах были использованы такие показатели, как масса полных семян в шишке, число деревьев, количество шишек на одно дерево и степень участия в семеношении деревьев, которые позволили сделать обоснованное заключение о конкретной урожайности на участке (г).

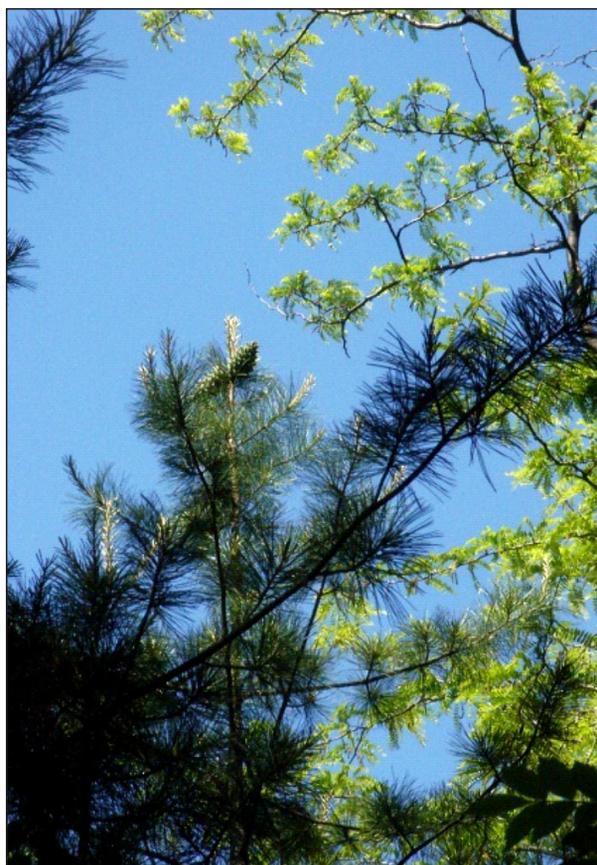
$$Y = M_{ш} \cdot N \cdot n \cdot \frac{p}{100},$$

где Y — урожайность на участке, г;
 $M_{ш}$ — масса полных семян в шишке, г;
 N — число деревьев, шт.;
 n — количество шишек на одно дерево, шт.;
 $\frac{p}{100}$ — степень участия в семеношении деревьев (процентное соотношение общего количества растений и семяносящих деревьев).

При перерасчете на одно дерево урожайность по объектам без учета их размещения на площади составит: в «лесопарке» — 54 г; на «лесном участке» — 296,3 г; в Семилукском КМД — 36,75 г. Эти данные свидетельствуют о том, что для до-



а



б

Рис. 4. Размещение в кроне «пустой» шишки (а) и кедр корейского с гледичией трехколючковой (б)
Fig. 4. Placement in the crown of an «empty» cone (a); placement of Korean cedar with honey locust (б)

стижения значимой урожайности необходимо признать определяющим условием схему размещения деревьев по площади. При этом важна степень освещения, как лимитирующий фактор для семеношения. Кедр корейский уживается практически со многими темнохвойными породами: кедром сибирским, видами пихт [12–15] с учетом определенного их совместного размещения и сторон света. Наиболее благоприятным размещением кедр корейского в условиях интродукции в засушливых регионах следует считать опушечную сторону с северо-запада на юго-восток, где его необходимо высаживать рядами не менее трех в ряду или био группами. Если исключить его опушечное размещение (на южной стороне страдает от ожогов коры ранней весной), то он вполне благоприятно произрастает в составе кедр сибирского или био группами в составе лиственных пород, имеющих ажурную крону вне проекции его кроны. На Семилукском КМД такой породой оказалась гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.) (рис. 4, б). По литературным источникам, лучшими кедровниками, дающими наибольший урожай орехов, являются кедровники с липой, кленом и ясенем [20, 24].

При анализе хода текущего прироста в высоту прививок кедр корейского на «лесопарке» внимание было сосредоточено на моменте, когда причиной приостановки развития центрального проводника и последующего отрастания вместо него замещающих боковых побегов, кроме случаев повреждения побега, может быть процесс формирования «пустой» шишки. В этом случае шишка образуется деформированной и без семян. Она может находиться на дереве несколько лет по причине легкой массы и хорошего крепления (рис. 4, а).

Предположительно привой на дереве, в соответствии с процессом онтогенеза растения — это уже стадийно устаревший материал (использовали в качестве привоя при интродукции побеги в возрасте более 150 лет), поэтому такое явление следует считать приспособлением растения к формированию многовершинной кроны в целях активизации семеношения. У деревьев с выявленной особенностью (33,75 % общего количества на объекте) возраст установленного факта варьирует от 11 до 17 лет. В данном случае мы наблюдаем, что дерево переходит на поддержание развития уже не одного, а зачастую двух проводников.

В работе [24] отмечено, что многовершинность образуется при отмирании верхнего побега замещением его побегами из верхней мутовки. Отмирание вершинок периодически повторяется. В результате размеры и плотность кроны вверху из-за побегов становятся очень густыми. С увеличением количества побегов увеличивается количество шишек, но размеры последних уменьшаются. У молодых деревьев шишки вырастают длиной до 20 см и более по 4–5 шишек на дерево; у старых, длиной 6...8 см, — по 350...400 шт. Отсюда на практике принимается решение об удалении центрального проводника применительно к исследуемой породе с возраста прививки 15 лет.

Учитывая ранее полученные данные [12–15] и результаты наших исследований, можно спрогнозировать будущую урожайность культур, при создании которых важно принимать во внимание следующее:

1) культуры создаются привитыми селекционными саженцами различных клонов на самой территории с групповым размещением в посадочном месте не менее 2 шт. с расстоянием между ними до 1 м;

2) исходя из опыта и лесоводственных свойств породы (на момент исследования диаметр кроны не должен быть выше 3 м), изначальное размещение на территории посадочных мест допускается: в ряду — 3 м, в междурядье — 4 м;

3) размещение кулисами культур кедр корейского осуществляется с чередованием их с кулисами из сопутствующих пород, обеспечивая создание микроклимата и противопожарной безопасности на площади;

4) удаление центрального проводника ствола применительно к исследуемой породе проводится с возраста прививки 15 лет;

5) под лесокультурную площадь используются черноземовидные почвы без учета уклона местности северной экспозиции.

Данное размещение позволяет с течением времени стимулировать вследствие группового размещения рост деревьев и соответствующее полноценное опыление на площади.

На территории «лесопарка» первые шишки по их следам на побегах зафиксированы спустя 8 лет после прививки в количестве 1–2 шт. Спустя 12 лет после прививки — их число на деревьях составляет 3–5 шт.

Поскольку семеношение с возраста 12 лет регулярное при среднем числе шишек 3 шт., массе полных семян в шишке 15 г, доле участия в семеношении продуцирующих деревьев 20 % и числе деревьев на единице площади с учетом отпада (10 %) на 1 га — 1125 шт., урожайность культур может составить ~10 кг полных «орешков».

Руководствуясь полученными результатами: при числе шишек на одно дерево 8 шт., массе полных семян в шишке 20 г и числе деревьев на единице площади в 1 га с учетом возможного отпада 1100 шт., доле участия в семеношении продуцирующих деревьев 70 %, с момента возраста прививки 25 лет можно получать урожай 123 кг «орешков».

Можно предположить, что в случае неурожая урожайность культур составит 7,5 кг полных «орешков» с 1 га при числе шишек на одно дерево 5 шт., массе полных семян в шишке 3 г, доле участия в семеношении продуцирующих деревьев 20 % и числе деревьев с учетом возможного отпада на единице площади в 1 га 1100 шт. По официальным данным, средняя орехопродуктивность кедр корейского за 10-летний период для кедровников долинных при полноте 0,8–1,0 и доли кедр в составе древостоя 60...80 % при возрасте 100...150 лет составляет 10 кг/га.

Средняя продуктивность в год обильного урожая больше средней в 3,6 раза (36 кг), в год среднего урожая — в 1,2 раза (12 кг), а в год слабого урожая меньше в 2–3 раза (5 кг) [21].

Выводы

Проведенные исследования по семеношению кедр корейского на территории лесостепной зоны Воронежской обл. указывают на полное соответствие процессов его жизнедеятельности условиям интродукции и, соответственно, на его высокую перспективность выращивания в данных условиях с получением как лесоводственно, так и экономического эффекта.

Список литературы

- [1] Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука, 1978. 189 с.
- [2] Великов А.В., Потенко В.В. Генетические ресурсы сосны корейской на Дальнем Востоке России: теоретические основы и прикладные аспекты. М.: Наука, 2006. 174 с.
- [3] Фэнсян С., Чженьчжоу Л., Хайбо Д., Мэйин Г. Технологии выращивания орехоплодных на примере сосны корейской в полусасушливых районах Северо-Востока Китая // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы X Междунар. форума (Благовещенск, 5–6 июня 2019 г.), в 2 ч., ч.1. Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2019. С. 166–171.
- [4] Кабанов Н.Е. Хвойные деревья и кустарники Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 175 с.
- [5] Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция. М.: МГУЛ, 2005. 136 с.
- [6] Ирошников А.И., Твеленев М.В. Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен // Лесоведение, 2001. № 4. С. 62–68.
- [7] Кузнецова Г.В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края // Хвойные бореальной зоны, 2010. Т. XXVII. № 1–2. С. 102–107.

- [8] Никитенко Е.А. Лесоводственные аспекты интенсификации воспроизводства кедр корейского (*Pinus Koraiensis* (Siebold et Zucc.)) на Дальнем Востоке: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02. Уссурийск, 2010. 26 с.
- [9] Гриднев А.Н., Мамедова Л.С. К вопросу о методике изучения состояния лесных культур кедр корейского на юге Приморского края // Аграрный вестник Приморья, 2014. № 1. С. 51–54.
- [10] Лукин А.В. Основные итоги интродукции видов рода *Pinus* в Центрально-Черноземных областях // Генетика, селекция и интродукция лесных пород: сб. науч. трудов. Вып. 1. Воронеж: Изд-во Центрального научно-исследовательского института лесной генетики и селекции, 1974. С. 101–104.
- [11] Миронов В.В. Экология хвойных пород при искусственном лесовозобновлении. М.: Лесная пром-сть, 1977. 232 с.
- [12] Левин С.В., Пашенко В.И. Лесоводственно-биологические особенности сосны кедровой корейской при ее интродукции на территории Центрально-Черноземного региона России // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2019. № 4 (44). С. 80–91.
- [13] Левин С.В., Пашенко В.И. Перспективы интродукции вида сосны кедровой корейской в защитных лесах малолесной зоны европейской части России // Сохранение лесных генетических ресурсов. Материалы V Междунар. конф.-совещ. ГНПО НПЦ Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, Институт леса Национальной академии наук Беларуси, Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, Институт леса Национальной академии наук Беларуси, Гомель, 02–07 октября 2017 г. Гомель: ООО Колордрук, 2017. С. 111–114.
- [14] Левин С.В. Адаптация кедр корейского при интродукции в условиях лесостепной зоны ЦЧР // Наука — лесному хозяйству Севера. Сб. науч. трудов ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» / под ред. Н.А. Демидовой. Архангельск: Изд-во Северного науч.-исслед. института лесного хозяйства, 2019. С. 211–221.
- [15] Левин С.В. Развитие кедр корейского при интродукции в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного района (ЦЧР) России // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов. Материалы X Междунар. Форума. Дальневосточный государственный аграрный университет; Управление лесного и степного хозяйства округа г. Хэйхэ, провинции Хэйлунцзян (КНР); Министерство лесного хозяйства и пожарной безопасности Амурской области, Благовещенск — Хэйхэ, 05–06 июня 2019 г. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2019. С. 93–97.
- [16] Некрасов В.Н. Основы семеноведения древесных растений при интродукции. М.: Наука, 1973. 276 с.
- [17] Петров М.Ф. Кедровые леса и их использование. М.: Л.: Гослесбумиздат, 1961. 131 с.
- [18] Кречетова Н.В., Емлевская А.Т., Сенчукова Т.В., Штейнникова В.И. Семена и плоды деревьев Дальнего Востока. М.: Лесная пром-сть, 1972. 80 с.
- [19] Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1984. 272 с.
- [20] Орехова Т.П. Семена дальневосточных деревянистых растений (морфология, анатомия, биохимия и хранение). Владивосток: Дальнаука, 2005. 161 с.
- [21] Руководство по организации и ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока (кедр корейский). Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2003. 161 с.
- [22] Кузнецова Г.В. Рост и сохранность географических культур кедр сибирского и кедр корейского в Красноярском крае // Проблемы кедр: сб. науч. трудов. Вып. 4. Томск: Изд-во Томского науч. центра СО АН СССР, 1990. С. 78–82.
- [23] Альбенский А.Б. Разведение быстрорастущих и ценных деревьев и кустарников. М.: Сельхозгиз, 1940. 223 с.
- [24] Кречетова Н.В., Штейнникова В.И. Плодоношение кедр корейского / под ред. К.П. Соловьева. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1963. 60 с.

Сведения об авторе

Левин Сергей Валерьевич — канд. с.-х. наук, науч. сотр. отдела опытных испытаний ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», leslesovik63@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.08.2022.

Одобрено после рецензирования 07.11.2022.

Принята к публикации 21.03.2023.

KOREAN CEDAR (*PINUS KORAIENSIS* SIEB. ET ZUCC.) SEED PRODUCTION DURING ITS INTRODUCTION IN VORONEZH REGION FOREST-STEPPE

S.V. Levin

All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, 105, Lomonosov st., 394087, Voronezh, Russia
leslesovik63@yandex.ru

The paper presents the research materials of Korean cedar introduction in the forest-steppe conditions of Voronezh region. Full compliance of its vital processes with the conditions of introduction is determined. The influence of the factor of tree placement in the territory — free or as part of other conifers on seed production — has been established. The increase of trees yield was revealed when artificial pollination was applied to them in comparison with non-pollinated trees. Attention was drawn to the moment of formation of multi-top tree crowns by formation of «empty» cone at the top of the central conductor. The high perspectivity of the breed cultivation in these conditions with obtaining both silvicultural and economic effect is pointed out. The forecast of yield of Korean pine crops under certain conditions of technology is given. Taking them into account in the creation of Korean pine seed object from 1 hectare of cultivated area it is possible to obtain the yield from the moment of grafting age in 25 years in the amount of 123 kg of nuts.

Keywords: introduction, Korean cedars (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) and Siberian cedars (*Pinus sibirica* du Tour.), grafted and ungrafted trees, cones, seed production, productivity

Suggested citation: Levin S.V. *Semenoshenie kedra koreyskogo (Pinus koraiensis Sieb. et Zucc.) pri ego introduktsii v usloviyakh lesostepi Voronezhskoy oblasti* [Korean cedar (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) seed production during its introduction in voronezh region forest-steppe]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 3, pp. 36–47. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-36-47

References

- [1] Bobrov E.G. *Lesobrazuyushchie khvoynnye SSSR* [Forest-forming conifers of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1978, 189 p.
- [2] Velikov A.V., Potenko V.V. *Geneticheskie resursy sosny koreyskoy na Dal'nem Vostoke Rossii: teoreticheskie osnovy i prikladnye aspekty* [Korean pine genetic resources in the Russian Far East: theoretical foundations and applied aspects]. Moscow: Nauka, 2006, 174 p.
- [3] Fisyans S., Chzhen'chzhou L., Khaybo D., Meyin G. *Tekhnologii vyrashchivaniya orekhoplodnykh na primere sosny koreyskoy v poluzasushlivykh rayonakh severo-vostoka Kitaya* [Technologies for growing walnuts on the example of Korean pine in semi-arid regions of northeast China]. *Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov: mater. X mezhdunar. foruma (Blagoveshchensk, 5–6 iyunya 2019 g.)* [Protection and rational use of forest resources: X int. forum (Blagoveshchensk, June 5–6, 2019), at 2 p., part 1. Blagoveshchensk: Publishing House of the Far Eastern State Agrarian University, 2019, pp. 166–171.
- [4] Kabanov N.E. *Khvoynnye derev'ya i kustarniki Dal'nego Vostoka* [Coniferous trees and shrubs of the Far East]. Moscow: Nauka, 1977, 175 p.
- [5] Drozdov I.I., Drozdov Yu.I. *Lesnaya introduktsiya* [Forest introduction]. Moscow: MGUL, 2005, 136 p.
- [6] Iroshnikov A.I., Tvelenev M.V. *Izuchenie genofonda, introduktsii i selektsii kedrovyykh sosen* [Study of the gene pool, introduction and selection of cedar pines]. *Lesovedenie*, 2001, no. 4, pp. 62–68.
- [7] Kuznetsova G.V. *Rost, sostoyanie i razvitie kedrovyykh sosen v geograficheskikh kul'turakh na yuge Krasnoyarskogo kraya* [Growth, condition and development of cedar pines in geographical crops in the south of the Krasnoyarsk Territory]. *Khvoynnye boreal'noy zony* [Coniferous boreal zone], 2010, v. XXVII. no. 1–2, pp. 102–107.
- [8] Nikitenko E.A. *Lesovodstvennye aspekty intensivatsii vosproizvodstva kedra koreyskogo (Pinus Koraiensis (Siebold et Zucc.)) na Dal'nem Vostoke* [Silvicultural aspects of the intensification of the reproduction of the Korean pine (*Pinus Koraiensis* (Siebold et Zucc.)) in the Far East]. Diss. Cand. Sci. (Agric.) 06.03.02. Ussuriysk, 2010, 26 p.
- [9] Gridnev A.N., Mamedova L.S. *K voprosu o metodike izucheniya sostoyaniya lesnykh kul'tur kedra koreyskogo na yuge Primorskogo kraya* [On the question of the methodology for studying the state of Korean pine forest cultures in the south of Primorsky Krai]. *Agrarnyy vestnik Primor'ya* [Agrarian Bulletin of Primorye], 2014, no. 1, pp. 51–54.
- [10] Lukin A.V. *Osnovnye itogi introduktsii vidov roda Pinus v Tsentral'no-chernozemnykh oblastyakh* [The main results of the introduction of species of the genus *Pinus* in the Central Chernozem Regions]. *Genetika, selektsiya i introduktsiya lesnykh porod: sb. nauch. trudov. Vyp. 1* [Genetics, selection and introduction of forest species: collection of articles. scientific works], iss. 1. Voronezh: Central Research Institute of Forest Genetics and Breeding, 1974, pp. 101–104.
- [11] Mironov V.V. *Ekologiya khvoynnykh porod pri iskusstvennom lesovozobnovlenii* [Ecology of coniferous species during artificial reforestation]. Moscow: *Lesnaya promyshlennost'*, 1977, 232 p.
- [12] Levin S.V., Pashchenko V.I. *Lesovodstvenno-biologicheskie osobennosti sosny kedrovoy koreyskoy pri ee introduktsii na territorii Tsentral'no-Chernozemnogo regiona Rossii* [Silvicultural and biological features of the Korean cedar pine during its introduction on the territory of the Central Black Earth region of Russia]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management], 2019, no. 4 (44), pp. 80–91.
- [13] Levin S.V., Pashchenko V.I. *Perspektivy introduktsii vida sosny kedrovoy koreyskoy v zashchitnykh lesakh malolesnoy zony evropeyskoy chasti Rossii* [Prospects for the introduction of the Korean pine species in the protective forests of the sparsely

- forested zone of the European part of Russia]. Sokhraneniye lesnykh geneticheskikh resursov. Mater. V Mezhdunarodnoy konferentsii-soveshchaniya GNPO NPTs Natsional'noy akademii nauk Belarusi po bioresursam, Institut lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi, Ministerstvo lesnogo khozyaystva Respubliki Belarus', Institut lesa Natsional'noy akademii nauk Belarusi [Preservation of Forest Genetic Resources. Mater. V International Conference-Meeting of the SNPO SPC of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources, Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Ministry of Forestry of the Republic of Belarus, Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus], Gomel, October 02–07, 2017. Gomel: Kolordruk, 2017, pp. 111–114.
- [14] Levin S.V. *Adaptatsiya kedra koreyskogo pri introduktsii v usloviyakh lesostepnoy zony TsChR* [Adaptation of the Korean pine during introduction in the conditions of the forest-steppe zone of the Central Chernozem Region]. Nauka — lesnomu khozyaystvu Severa. Sb. nauch. trudov FBU «Severnny nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo khozyaystva» [Science to the forestry of the North. Sat. scientific Proceedings of the FBU «Northern Research Institute of Forestry»]. Ed. N.A. Demidova. Arkhangel'sk: Northern Research Institute of Forestry, 2019, pp. 211–221.
- [15] Levin S.V. *Razvitiye kedra koreyskogo pri introduktsii v usloviyakh lesostepnoy zony Tsentral'no-Chernozemnogo rayona (TsChR) Rossii* [Development of Korean pine during introduction in the conditions of the forest-steppe zone of the Central Chernozem region (TsChR) of Russia]. Okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov. Materialy X Mezhdunarodnogo Foruma. Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet; Upravleniye lesnogo i stepnogo khozyaystva okruga g. Kheykhe, provintsii Kheylyuntszyan (KNR); Ministerstvo lesnogo khozyaystva i pozhar moy bezopasnosti Amurskoy oblasti [Protection and rational use of forest resources. Materials of the X International Forum. Far Eastern State Agrarian University; Department of Forestry and Steppe Economy of Heihe District, Heilongjiang Province (PRC); Ministry of Forestry and Fire Safety of the Amur Region], Blagoveshchensk — Heihe, June 05–06, 2019 Blagoveshchensk: DalGAU, 2019, pp. 93–97.
- [16] Nekrasov V.N. *Osnovy semenovedeniya drevesnykh rasteniy pri introduktsii* [Fundamentals of seed science of woody plants during introduction]. Moscow: Nauka, 1973, 276 p.
- [17] Petrov M.F. *Kedrovye lesa i ikh ispol'zovanie* [Cedar forests and their use]. Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1961, 131 p.
- [18] Krechetova N.V., Emlevskaya A.T., Senchukova T.V., Shteynikova V.I. *Semena i plody derev'ev Dal'neg Vostoka* [Seeds and fruits of trees of the Far East]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1972, 80 p.
- [19] Usenko N.V. *Derev'ya, kustarniki i liany Dal'neg Vostoka* [Trees, shrubs and lianas of the Far East]. Khabarovsk: Khabarovsk book publishing house, 1984, 272 p.
- [20] Orekhova T.P. *Semena dal'nevostochnykh derevyanistykh rasteniy (morfologiya, anatomiya, biokhimiya i khraneniye)* [Seeds of Far Eastern woody plants (morphology, anatomy, biochemistry and storage)]. Vladivostok: Dalnauka, 2005, 161 p.
- [21] *Rukovodstvo po organizatsii i vedeniyu khozyaystva v kedrovo-shirokolistvennykh lesakh Dal'neg Vostoka (kedr koreyskiy)* [Guidelines for the organization and management of the economy in the cedar-deciduous forests of the Far East (Korean cedar)]. Khabarovsk: DalNIILKh, 2003, 161 p.
- [22] Kuznetsova G.V. *Rost i sokhrannost' geograficheskikh kul'tur kedra sibirskogo i kedra koreyskogo v Krasnoyarskom krae* [Growth and preservation of geographical cultures of Siberian stone pine and Korean stone pine in the Krasnoyarsk Territory]. Problemy kedra: sb. nauch. trudov. Vyp. 4 [Problems of Siberian stone pine: Sat. scientific works. Issue. 4]. Tomsk: Tomsk Scientific Center of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1990, pp. 78–82.
- [23] Al'benskiy A.B. *Razvedeniye bystrorastushchikh i tsennykh derev'ev i kustarnikov* [Cultivation of fast-growing and valuable trees and shrubs]. Moscow: Selkhozgiz, 1940, 223 p.
- [24] Krechetova N.V., Shteynikova V.I. *Plodonosheniye kedra koreyskogo* [Fruiting of the Korean cedar]. Ed. K.P. Solovyova. Khabarovsk: Khabarovsk Book Publishing House, 1963, 60 p.

Author's information

Levin Sergey Valer'evich — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of the Experimental Testing Department of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, leslesovik63@yandex.ru

Received 17.08.2022.

Approved after review 07.11.2022.

Accepted for publication 21.03.2023.