

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РОБИНИИ ПСЕВДОАКАЦИИ И СОСНЫ КРЫМСКОЙ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

С.А. ЕГОРОВ, С.Н. КРЮЧКОВ, А.В. СОЛОНКИН,  
А.С. СОЛОМЕНЦЕВА, Д.А. ГОРБУШОВА

(Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций  
и защитного лесоразведения Российской академии наук)

*В статье приведены данные по результатам испытания комплексных микроудобрений при высеве на производственном питомнике семян робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia* L.) и сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe.). Стратификация обеспечивает семенам при оптимальных условиях доступа кислорода и поддержании уровня влажности и температуры 10°C быструю всхожесть. Удобрения «Волски Биохим» способны повышать энергию прорастания семян исследуемых видов, увеличивать скорость их роста и содержат в себе все необходимые растениям элементы питания. Наиболее высокое содержание микроэлементов находится в препарате «Микроэл». Оптимальным вариантом для посадки семян являются лесные кассеты РКЛ-81, которые естественно и правильно распределяют корневую систему сеянцев, повышают их способность образовывать активные корневые кончики, обеспечивают растения кислородом и устраняют переувлажнение при неправильном поливе. Процент сохранности для сеянцев в первый и второй годы был практически одинаковым. Семена сосны перед обработкой и посадкой требуют обескрыливания на воздушно-гравитационном аппарате ВСГ-01. Возможность применения орудий для обработки почвы и посевов обеспечивает рядовой способ с расположением узких посевных строчек вдоль лент. Применение комплексных микроудобрений позволяет сеянцам сосны и робинии иметь оптимальное соотношение надземной части и корневой системы, ускоренный рост и развитие, ровный ствол. Максимальный прирост робинии составил 71–98 см, сосны – 10–29 см, что полностью соответствовало стандартам и требованиям к выращиванию посадочного материала древесных видов. Выявлено, что дифференциация сеянцев робинии и сосны по росту в высоту начинается со второй половины июня, в варианте опыта с высеваем семян в корб наибольшие приросты сеянцев наблюдались в третьей декаде июня, после чего наблюдалось заметное снижение роста. Наилучшие показатели роста и развития наблюдались у сосны крымской в 1 варианте опыта, у робинии псевдоакации – в 1 и 2 вариантах. Темпы роста у двухлетних сеянцев исследуемых видов идентичны приростам однолетних сеянцев.*

**Ключевые слова:** защитные лесные насаждения, Страда Р, Микроэл, питомниководство, рост, развитие, выращивание, робиния, сосна.

### Введение

Широко известно, что воспроизводство лесных насаждений – главный фактор, с помощью которого возможны улучшение климата, предохранение почвы от эрозии, повышение урожаев в сельском хозяйстве, очищение водоемов, воздуха от пыли и загрязнений, ослабление многих других неблагоприятных явлений в приземных слоях воздуха, связанных с антропогенной деятельностью [1]. В настоящее время значение лесов возрастает, следовательно, возрастает и потребность в повышении их продуктивности, что является огромной комплексной проблемой, особенно в малолесных регионах [10; 26].

В систему мероприятий по повышению продуктивности лесов входит ускорение роста древесно-кустарниковой растительности с помощью применения удобрений и биостимуляторов роста [2–5; 7; 8; 10; 14; 15; 22; 23]. Их использование является особенно актуальным в настоящее время, показывая высокую экономическую эффективность и перспективность, так как позволяет значительно ускорить рост и развитие растений, значительно увеличить их урожайность.

Микроэлементы требуются для улучшения роста и развития всех растений. Но с учетом видовой принадлежности и разной степени обеспеченности элементами питания степень нуждаемости в дополнительных подкормках и препаратах у растений является различной. Различное соотношение препаратов «Волски Биохим» позволяет подобрать препарат и оптимальную его дозировку для любых видов и форм культур, учитывая их биологические особенности в каждую фенологическую фазу.

Поскольку применение комплексных микроудобрений обеспечивает быстрый прирост, увеличение биомассы растения и урожайности, это способствует хорошей прибавке урожайности, позволяя окупать затраты на внесение препаратов. Микроудобрения закрепляются на семенах и не осыпаются ввиду полимерной композиции в составе, отлично совмещаются с препаратами для борьбы с вредителями, ускоряют проникновение влаги в семена растений, повышают их выносливость при перепадах температур.

Суспензия «Страда Р» не требует растворения, легко и быстро усваивается растениями, закрепляется на листьях при обработке, тем самым увеличивая эффективность действия. Раствор высокой концентрации «Микроэл» содержит хелаты, повышает устойчивость обрабатываемых растений к засухе и заморозкам, усиливает процессы фотосинтеза, повышает иммунитет.

Поскольку лучшие по общей высоте и биомассе растения являются особенно ценными производителями для получения быстрорастущего и производительного семенного потомства, применение микроудобрений и биостимуляторов обеспечит им более подходящие условия развития.

**Цель исследований:** установить влияние жидких комплексных микроудобрений на рост и развитие видов робинии псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) и сосны крымской (*Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) в условиях Волгоградской области.

### **Материал и методы исследований**

Объектом исследований являлись виды робиния псевдоакация (*Robinia pseudoacacia* L.) [9, 12, 17, 25] и сосна крымская (*Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) [13, 19–21, 24], выращиваемые в производственном питомнике ФНЦ агроэкологии РАН (Нижневолжская станция по селекции древесных пород, г. Камышин, Волгоградская область).

Для получения быстрой всхожести семена нуждаются в стратификации [16], которую проводили при температуре +10°C. При оптимальной влажности и доступе воздуха происходит размягчение оболочек, набухание семян и превращение питательных веществ в доступную для зародыша форму. Оптимальная влажность и доступ кислорода к семенам обеспечили перемешиванием их через каждые 10–15 дней. Для этого семена из ящиков высыпали на пол и при необходимости увлажняли водой. Семена, которые в стратификации преждевременно прорастали, до посева закапывали в снег [6]. Фенологические наблюдения и учет растений включали в себя количество высевных семян, дату посева, количество погонных метров борозд, дату появления первых и массовых всходов, количество всходов после массового их

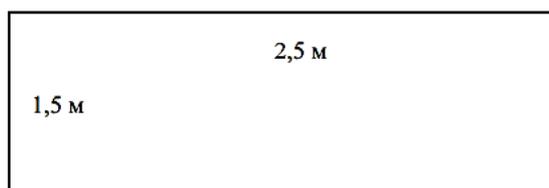
появления. Для контроля влажности и температуры помещения использовали психрометр М-34М, для измерения биометрических показателей применяли штангенциркуль и линейку ростовую [16].

Некорневые подкормки препаратами «Страда Р» и «Микроэл» осуществляли при норме расхода препаратов 30 мл/10 л воды и 2 мл/1 л воды соответственно. Подкормку проводили 3 раза за сезон с интервалом в 10–15 дней в период активного роста и развития растений (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

**Схема опыта с открытой корневой системой в защищенном грунте (уплотненный посев, дина участка – 10 м, длина варианта опыта – 2,5 м)**

№ варианта опыта	Описание
В1	Контроль. Грунт для хвойных растений
В2	Торф 50% + песок 50% + почвоулучшитель
В3	Торф 30% + песок 70% + почвоулучшитель + обработка препаратом Страда Р (замачивание на 4 ч в растворе 3 мл/л воды). Вегетационная обработка Страда Р 3 мл/л воды (3 раза за сезон с интервалом в 10–15 дней в период активного роста). Вегетационная обработка (Микроэл, 2 мл/л воды, 3 раза в сезон с интервалом в 10–15 дней в период активного роста)
В4	Торф 70% + песок 30% + почвоулучшитель; + обработка препаратом Страда Р (замачивание на 4 ч в растворе 3 мл/л воды) без обработки (контроль). Вегетационная обработка Страда Р 3 мл/л воды (3 раза за сезон с интервалом в 10–15 дней в период активного роста). Вегетационная обработка (Микроэл, 2 мл/л воды, 3 раза в сезон с интервалом в 10–15 дней в период активного роста)



**Рис. 1.** Схема испытания комплексных удобрений «Волски Биохим»

В опытах по закладке семян сосны использовали сравнение технологии посева в кассетах РКЛ-81 и коробах размером 1,5×2,5 м.

Рассадные лесные кассеты предназначены для выращивания сеянцев сосен 1- и 2-летнего возраста. Вес ячейки – 1150 г, размер кассет составлял 385×385×80 мм, количество ячеек в кассете – 81 шт., объем ячейки – 90 см<sup>3</sup>, размер ячейки составлял 41×41×80 мм, плотность ячеек (шт/м<sup>2</sup>) – 546. Результаты опытов обрабатывали в программе Biostat 7.7.0.

### Результаты и их обсуждение

Комплексные удобрения «Волски Биохим» повышают всхожесть и энергию прорастания семян, усиливают рост проростков, обеспечивают формирование мощной корневой системы, повышают устойчивость к стрессам, в том числе засухоустойчивость. Достоинством испытываемых микроудобрений является возможность совмещения их с пестицидами. Обработка семян робинии и сосны производилась в дозировке 15 мл/л воды, семена замачивали перед посевом на 2 ч.

Препарат «Страда Р» содержит: N – 65 г/л; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–258 г/л; K<sub>2</sub>O – 65 г/л; MgO – 2,3 г/л; SO<sub>3</sub>–10,3 г/л; Fe (в форме хелата ЭДТА) – 0,9 г/л; Mn (в форме хелата ЭДТА) – 0,65 г/л; B – 0,26 г/л; Zn (в форме хелата ЭДТА) – 13 г/л; Cu – 0,9 г/л; Mo – 0,65 г/л; Co (в форме хелата ЭДТА) – 0,13 г/л; Se – 0,026 г/л.

Наиболее богат микроэлементами препарат «Микроэл». В его состав входит азотфиксирующий и фотосинтезирующий комплекс: Mn – 3,4 г/л; Mo – 2,2 г/л; MgO – 15 г/л; B – 1,6 г/л; Zn – 14 г/л; Cu – 6 г/л; Fe – 3,0 г/л; Co – 0,8 г/л. Репродуктивно-защитный комплекс препарата включает в себя: Cr – 0,013 г/л; Ni – 0,06; Li – 0,4 г/л; Se – 0,09 г/л; SO<sub>3</sub>–68 г/л; N – 4 г/л; K<sub>2</sub>O – 0,3 г/л.

Выявлено, что для разработки технологии выращивания сеянцев с ЗКС лесные кассеты РКЛ-81 являются основой технологии и оптимальным вариантом для посадки (табл. 2). В них имеются вертикальные щели и направляющие ребра в стенках, которые правильно и естественно разветвляют и распределяют корневую систему сеянцев. При разветвлении корни в щелях стенок ячейки проходят воздушную обработку и образуют активные корневые кончики, которые уже готовы к росту при пересадке растений в открытый грунт. Щели по бокам ячейки выполняют роль дренажа и помогают прохождению кислорода. При избыточном поливе излишек влаги вытекает из отверстий в дне кассет. В данном типе ячеек возможно выращивание сеянцев до длины 7–26 см.

Таблица 2

#### Всхожесть и сохранность семян робинии и сосны в кассетах РКЛ-81

Вид	Количество высеванных семян на 1 пог. м, шт.		Количество появившихся всходов на 1 пог. м, шт.		% грунтовой всхожести		Количество сохранившихся сеянцев на конец вегетации на 1 пог. м, шт.		% сохранности	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Робиния	600	556	350	40	50,1	6,1	68	6	19,2	14,2
Сосна	245	235	100	54	33,5	25	25	11	22,8	23,7

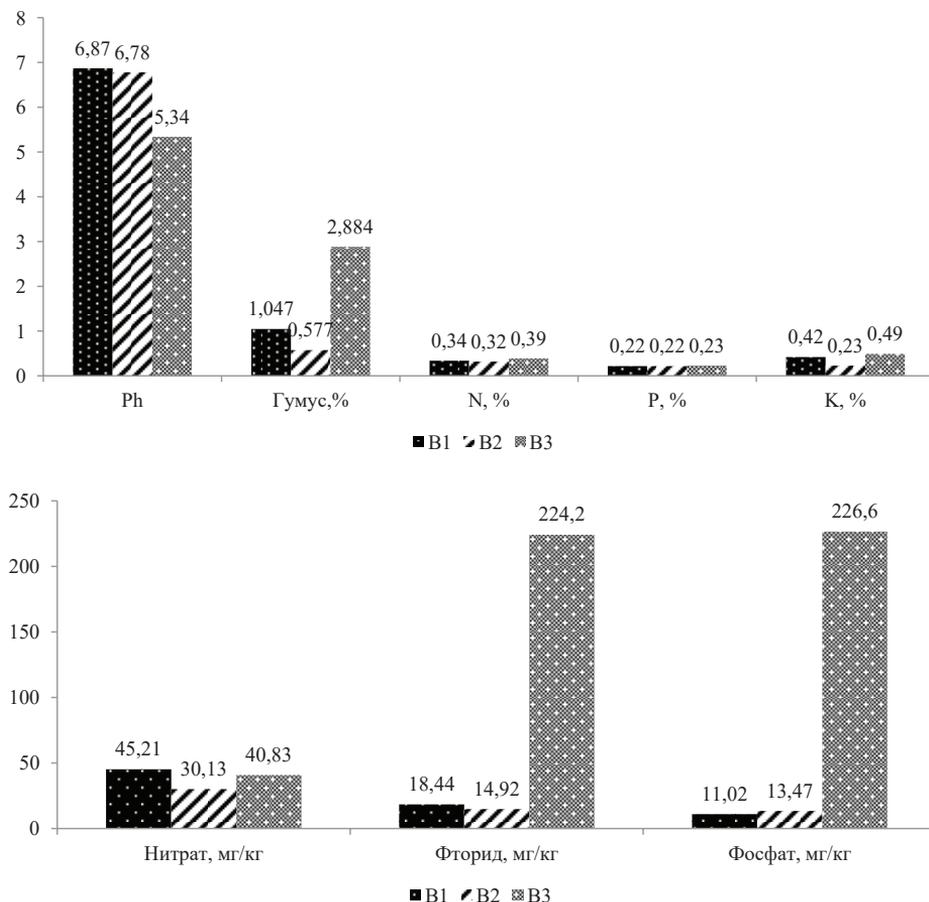
Экспериментальный короб для выращивания сеянцев выполнен из дерева, его длина составляет 2,5 м, ширина – 1,5 м, высота – 40 см. Его легче и удобнее заполнять плодородным грунтом, что обеспечивает растениям полноценное питание и увеличивает их урожайность (рис. 2).

Закладка опыта предусматривала установление питательных веществ в каждом испытываемом субстрате вариантов опыта. Нормы внесения комплексных удобрений зависят от содержания гумуса и механического состава почв (рис. 3). В зоне полупустыни лучшими для питомников считаются светло-каштановые и лугово-каштановые, слабо-солонцеватые почвы легкого механического состава. Пятна солонцов в комплексе не должны занимать более 3–5%.

Для очистки семян сосны от примесей, пустых и недоразвитых семян использовался воздушно-гравитационный сепаратор ВГС-01, затем на этом же оборудовании семена проходили сортировку по массе в горизонтальном воздушном потоке.



**Рис. 2.** Общий вид лесных кассет, короба и подготовка экспериментального участка к высеву (Нижеволжская станция по селекции древесных пород, г. Камышин, 2022 г.):  
а) подготовленные кассеты; б) смешанные грунты; в) уплотнение грунта в коробе;  
г) высев семян в короб рядовым способом



**Рис. 3.** Содержание питательных элементов испытываемых почвосмесей

Этапы очищения семян сосны:

1. Семенной материал засыпали вручную в загрузочный бункер, из которого он через окно, регулируемое задвижкой, поступал в обескряпыватель.

2. Для обеспечения движения семян через окно (щель) с помощью палочки длиной 30–40 см разрушали образующиеся внутри массы семян своды, содействуя проходу семян через окно.

3. В обескряпывателе в результате механического перемешивания и трения семена отделялись от крылаток, и получаемая смесь просыпалась сквозь ячейки сетки в приемный бункер. Оттуда питателем смесь подавалась через окно, регулируемое заслонкой, а далее по лотку попадала в приемное окно вертикального канала.

4. В канале семенная смесь разделялась на фракции воздушным потоком, который создавал вентилятор: легкие примеси, крылатки и пустые семена увлекались потоком воздуха и поступали в накопитель осадочной камеры, а полнозернистые семена и тяжелые примеси, двигались навстречу потоку воздуха и по лотку, направлялись в решетный барабан.

5. В барабане происходило дальнейшее разделение семенного материала на цилиндрических решетках с различными отверстиями: мелкие тяжелые примеси проходили через отверстия первого решета и поступали в ящик; семена проходили через отверстия второго решета и падали в отдельный ящик; крупные примеси сходили с барабана в третий ящик.

Обработка семян сосны повышает устойчивость сеянцев к неблагоприятным условиям внешней среды и положительно сказывается на грунтовой всхожести семян. Обработанные в день посева семена подсушивали до состояния сыпучести и высевали рядовым способом с расположением узких посевных строчек вдоль лент. Такие схемы посева обеспечивают возможность применения орудий по уходу за почвой и растениями при выращивании сеянцев и позволяют максимально использовать площадь посевного отделения питомника. Средняя масса 1000 шт. семян составила 18 г, глубина заделки – 1–2 см.

В ходе наблюдений за опытными растениями было установлено, что в вариантах опытов с применением комплексных удобрений «Волски» у посадочного материала отмечается хорошее соотношение надземной части и корневой системы, быстрый рост и развитие. Растения имели ровные стволы, здоровые, хорошо разветвленные корни с большим количеством мочковатых корней, не имели механических повреждений. У робинии псевдоакация толщина стволика составляла 0,7 см, минимальная высота надземной части – 25 см, максимальная – 98 см (рис. 4–6).

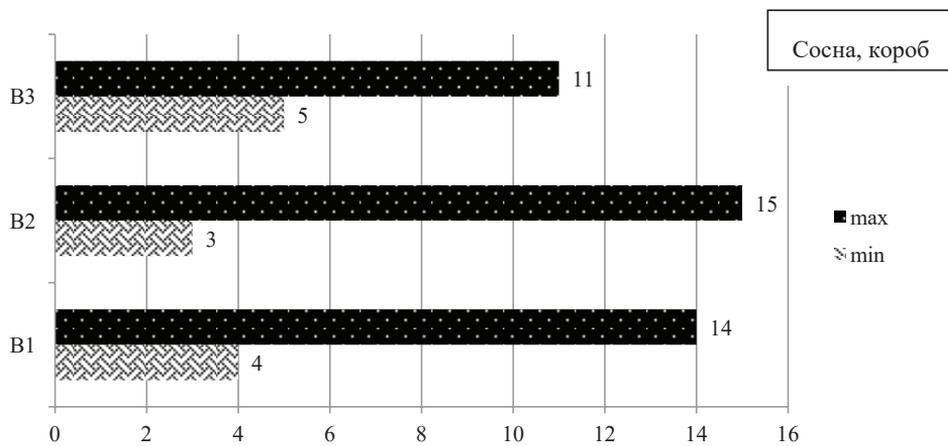
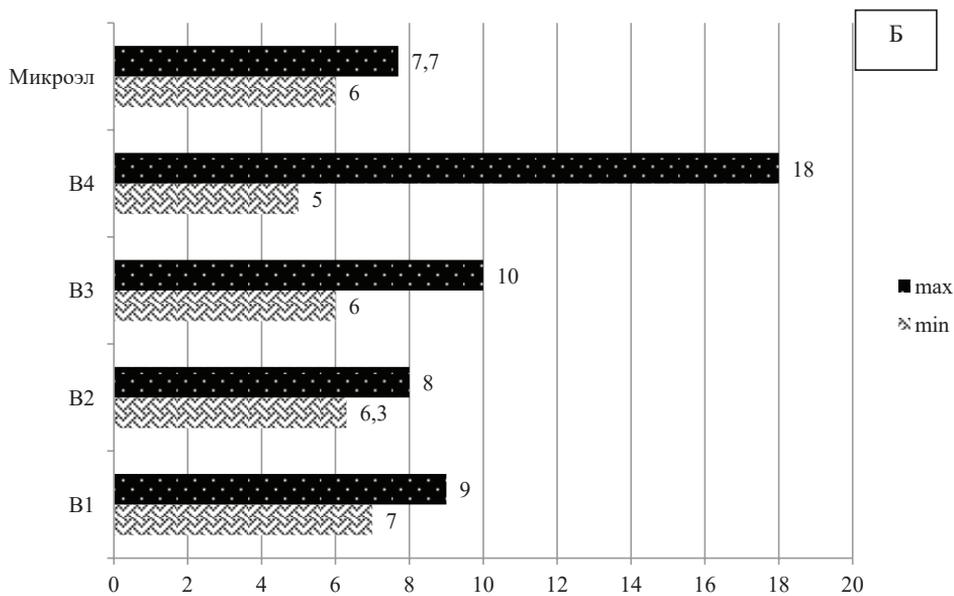
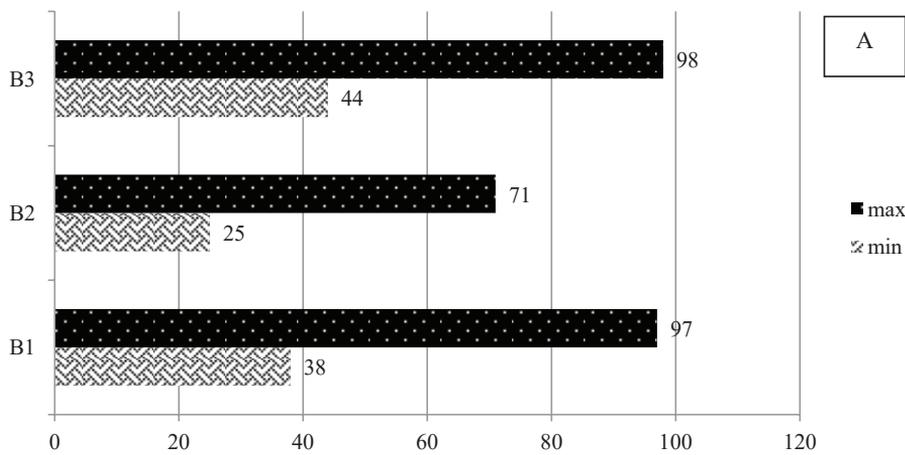
Сеянцы сосны в возрасте 2 года посева имели толщину стволика 4 мм, максимальная высота сеянца составляла 29,6 см, что полностью соответствует стандартам и требованиям к выращиванию посадочного материала (табл. 3).

Наблюдения и проведенные исследования показали, что заметная дифференциация сеянцев сосны и робинии по высоте в зависимости от варианта опыта начинается со второй половины июня. При посеве в короб наибольший прирост по высоте приходится на период с третьей декады июня на конец июля, затем наблюдается некоторое затухание процессов роста. К концу вегетации первого года роста так же, как и на протяжении всего второго вегетационного сезона, преимущество в росте остается, как и в начале дифференциации по высоте за сеянцами сосны в 1-м варианте опыта, а также в варианте закладки опыта в коробе. У робинии наилучший вариант по росту и развитию отмечен в вариантах № 1 и № 2. У 2-летних сеянцев темпы роста аналогичны закономерностям прироста однолетних сеянцев.

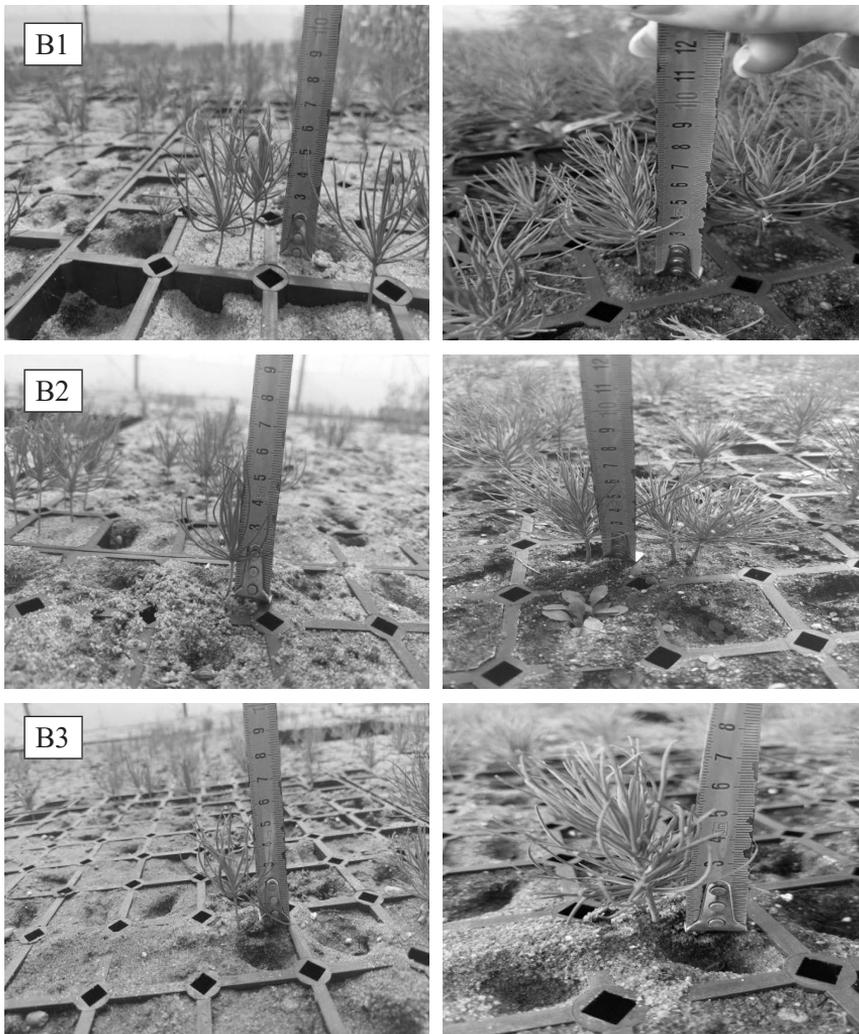
Таким образом, как показала динамика хода роста сеянцев, схемы посевов по-разному могут влиять на рост сеянцев в течение вегетационного периода. Если в первые два месяца существенная разница по высоте не наблюдается, то к концу вегетационного периода имеет место существенная разность средних высот растений по вариантам опытов.



Рис. 4. Сохранность растений робинии в трех вариантах опыта



**Рис. 5.** Минимальные и максимальные показатели растений робинии (а) и сосны (б) в вариантах опыта



**Рис. 6.** Рост и развитие сеянцев сосны крымской в различных вариантах испытания комплексных удобрений

## Рост и развитие сеянцев робинии и сосны в вариантах опыта

Вариант опыта	Сроки наблюдений							
	1.IV.21	13.V.21	28.VI.21	17.VII.21	11.IV.22	26.V.22	12.VI.22	26.VII.22
Сосна								
1	2,7	5,2	14,6	21,0	23,5	23,8	25,2	27,7
2	2,4	5,3	14,8	18,3	19,2	20,1	22,3	24,2
3	2,8	6,2	14,9	17,4	18,5	20,0	22,1	23,4
Короб	2,9	6,0	15,0	22,1	24,0	25,6	27,7	29,6
Стандартное отклонение	0,70	0,26	0,47	0,10	2,49	2,99	3,17	3,37
Коэффициент вариации	0,28	0,09	0,08	0,006	0,12	0,14	0,13	11,37
Дисперсия	0,5	0,07	0,22	0,01	6,22	8,96	10,09	0,13
Робиния								
1	1,1	5,6	38,1	55,9	67,4	77,1	81,0	97,0
2	2,0	6,0	32,5	50,0	62,2	75,3	88,6	98,0
3	2,0	5,4	25,9	43,7	50,1	59,8	66,4	71,0
Короб	2,0	4,9	19,5	30,1	39,6	44,2	51,1	58,0
Стандартное отклонение	0,70	0,55	6,5	10,17	11,30	15,55	18,85	20,40
Коэффициент вариации	0,28	0,10	0,25	0,24	0,22	0,26	0,27	0,26
Дисперсия	0,50	0,30	42,25	103,44	127,90	241,80	355,5	416,33

## Выводы

В ходе полевого опыта было установлено положительное влияние комплексных удобрений «Волски Биохим» на морфометрические показатели робинии и сосны, что не только выразилось в ускорении их ростовых процессов, но и сказалось на хорошем состоянии сеянцев. Стратификация семян показывает хорошие результаты при выращивании, позволяя выбрать наиболее здоровые и развитые.

Выявлено, что высадка в короб сеянцев робинии псевдоакации способствует более равномерному распределению ее корневой системы, увеличивает площадь питания растений и их биомассу (оптимальное количество всходов сосен составило 80 шт. на 2,5 пог. м). С помощью предпосевной обработки семян комплексными удобрениями можно значительно увеличить приросты сеянцев.

Исследования показали, что лесные кассеты РКЛ-81 помогают сохранить всходы высеванных семян, обеспечить достаточное количество сеянцев сосны и робинии в первый год после высадки, а также их сохранность на второй год выращивания.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания № 122020100448–6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».*

### Библиографический список

1. Агролесомелиорация: монография. – Изд. 5-е, перераб. и доп. / Под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.
2. Андреева Е.М., Стеценко С.К., Кучин А.В. и др. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6, № 3 (23). – С. 10–19.
3. Антонов А.М., Макаров С.С., Лютикова А.И., Сорокин Е.С., Чудецкий А.И. Влияние стимуляторов корнеобразования на укоренение зеленых черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в условиях Архангельской области // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 1. – С. 91–98. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.1.07.
4. Багаев С.С., Чудецкий А.И., Макаров С.С. Выращивание посадочного материала березы с использованием биостимуляторов в Костромской области // Теория и практика современной аграрной науки: мат-лы III Национальной (Всеросс.) науч. конф. с междунар. участием (г. Новосибирск, 28 февраля 2020 г.). – Новосибирск: Золотой колос, 2020. – Т. 1. – С. 361–364.
5. Багаев С.С., Чудецкий А.И., Макаров С.С. Выращивание посадочного материала ели европейской с использованием биостимуляторов в Костромской области // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: мат-лы VII Междунар. науч.-практ. конф. (г. Саратов, 17–19 марта 2020 г.). – Саратов: Амирит, 2020. – С. 408–410.
6. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести: введ. 1998–07–01. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 31 с.
7. Егоров С.А. Влияние гуминовых препаратов на состояние древесных видов в засушливых условиях // Агрехимический вестник. – 2023. – № 4. – С. 84–89. DOI: 10.24412/1029-2551-2023-4-014.
8. Зарубина Л.В., Макаров С.С. Влияние азотных удобрений на сезонный рост хвои сосны обыкновенной в условиях торфяно-болотных почв Севера России // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 4. – С. 29–40. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.03.
9. Иванисова Н.В., Седой Р.Г., Бабошко О.И., Куринская Л.В. Особенности роста робинии псевдоакации в условиях степной зоны // Лесоведение. – 2021. – № 3. – С. 240–249. DOI: 10.31857/S0024114821030062.
10. Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С. и др. Применение современных биостимуляторов и регуляторов роста для питомниководства в условиях деградации и опустынивания // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2022. – Т. 26, № 4. – С. 29–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-4-29-38.

11. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Жданов Ю.М. и др. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года. – 2-е изд., испр. и доп. – Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2019. – 39 с.
12. Лазарев С.Е. Механизмы адаптации и жизненные стратегии видов рода *Robinia* L. в условиях интродукции // Наука. Мысль: Электронный периодический журнал. – 2020. – Т. 10, № 1. – С. 48–67. DOI: 10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.1.3.
13. Левин С.В., Семенов М.А., Пащенко В.И., Левин И.С. Экологические особенности произрастания сосны Палласа (крымской) при совместном выращивании с сосной обыкновенной // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9, № 1 (33). – С. 44–53. DOI: 10.12737/article\_5c92016cse31d2.57961318.
14. Макаров С.С., Антонов А.М., Лютикова А.И. Влияние стимуляторов корнеобразования на укоренение одревесневших черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в гидропонной установке // Естественные и технические науки. – 2023. – № 5 (180). – С. 178–181.
15. Макаров С.С., Виноградова В.С., Смирнова Ю.В. Оценка эффективности нового органоминерального удобрения при выращивании голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 3. – С. 105–111. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09.
16. Научно-методические указания по сортовому семеноводству деревьев и кустарников для лесомелиорации аридных территорий: Научно-методические рекомендации. – Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2022. – 52 с.
17. Сурхаев И.Г., Сурхаева Г.М., Рыбашлыкова Л.П. Закономерности порослевого лесовосстановления защитных древостоев робинии псевдоакации на Терско-Кумских песках // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 185–195. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-20.
18. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г., Глинушкин А.П., Свиридова Л.Л. Критерии отбора плюсовых деревьев для защитного лесоразведения // Новые технологии. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 69–79. DOI: 10.47370/2072-0920-2023-19-1-69-79.
19. Турчина Т.А. Повышение эффективности создания лесных культур сосны крымской на низковлагодоемких песках степной зоны Европейской части России // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2020. – № 58. – С. 61–64.
20. Турчина Т.А., Банникова О.А. Приживаемость и особенности роста сосны крымской на песках Среднего Дона при разной доступности грунтовых вод // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 74–80.
21. Турчина Т.А., Банникова О.А. Рост сосны крымской на песчаных почвах степной зоны Европейской части России // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2021. – Т. 24. – С. 154–158.
22. Феклистов П.А., Тюкавина О.Н., Сунгурова Н.Р., Макаров С.С., Болотов И.Н., Тарханов С.Н. Особенности накопления минеральных элементов и азота в ассимиляционном аппарате сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 3. – С. 118–129. DOI: 10.37482/0536-1036-2024-3-118-129.
23. Чудецкий А.И., Макаров С.С. Адаптация брусники обыкновенной *ex vitro* с использованием современных стимуляторов роста // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: сб. науч. тр. IX Междунар. науч. конф. молодых ученых (г. Москва, 16–17 декабря 2021 г.). – М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2021. – С. 56–60. DOI: 10.52101/9785870191027\_2021\_56.

24. Чукарина А.В., Чеплянский И.Я., Лобанова Е.Н., Проказин Н.Е. Опыт выращивания трехлетних сеянцев сосны обыкновенной и сосны крымской в лесных питомниках Ростовской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – № 54. – С. 171–174.

25. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S., Zholobova O.O. Elements of the Technology of Reproduction of *Robinia Pseudoacacia* L. for Protective Afforestation under Conditions of Land Degradation and Desertification // Arid Ecosystems. – 2023. – Vol. 13, № 1. – Pp. 83–91. DOI: 10.1134/S2079096123010055.

26. Trukhachev V.I., Sklyarov I.Y., Sklyarova J.M., Latysheva L.A., Lapina H.N. Contemporary state of resource potential of agriculture in South Russia // International Journal of Economics and Financial Issues. – 2016. – Vol. 6, no. S5. – P. 33–41.

## THE USE OF LIQUID COMPLEX MICRONUTRIENTS FOR THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ROBINIA PSEUDOACACIA AND CRIMEAN PINE IN ARID CONDITIONS

S.A. EGOROV, S.N. KRUYCHKOV, A.V. SOLONKIN,  
A.S. SOLOMENTSEVA, D.A. GORBUSHOVA

(Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation, RAS)

*The article presents data on the results of testing complex micronutrients when sowing seeds of Robinia pseudoacacia L. and Pinus nigra subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe. at a production nursery. Stratification provides seeds with rapid germination under optimal conditions of oxygen access and maintaining a humidity level and temperature of 10°C. Fertilizers “Volski Biochem” are able to increase the energy of germination of seeds of the studied species, increase their growth rate and contain all the necessary nutrients for plants. The highest content of trace elements is found in the preparation “Microel”. Established that the best option for planting seeds are RCL-81 forest cassettes, which naturally and correctly distribute the root system of seedlings, increase their ability to form active root tips, provide oxygen to plants and eliminate waterlogging with improper watering. The percentage of safety for seedlings in the first and second year was almost the same. Pine seeds require de-spraying on the VSG-01 air gravity apparatus before processing and planting. The possibility of using tools for tillage and crops is provided by an ordinary method with the location of narrow sowing lines along the tapes. Proven that the use of complex micro fertilizers allows pine and robinia seedlings to have an optimal ratio of the aboveground part and the root system, accelerated growth and development, and an even stem. The maximum growth of robinia was 71–98 cm, pine trees 10–29 cm, which fully met the standards and requirements for the cultivation of planting material of woody species. Revealed that the differentiation of robinia and pine seedlings in height begins in the second half of June, in the variant of the experiment with sowing seeds in a box, the largest gains of seedlings were observed in the third decade of June, after which there was a noticeable decrease in growth. As a result, the best growth and development indicators were observed in Crimean pine in the 1st variant of the experiment, in robinia pseudoacacia in the 1st and 2nd variants. The growth rates of two-year-old seedlings of the studied species are identical to those of annual seedlings.*

**Keywords:** protective forest plantations, Strada R, Microel, nursery, growth, development, cultivation, robinia, pine

*The work is done in the framework of the Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation, RAS, wounds on the topic «Creation of new*

*competitive forms, varieties and hybrids of cultivated, woody and shrubby plants with high productivity, quality and increased resistance to adverse environmental factors, new innovative technologies in seed production and nursery taking into account varietal characteristics and soil and climatic conditions of arid territories of the Russian Federation”, No. 122020100448–6.*

## References

1. *Agroforestry*. Ed. by A.L. Ivanov, K.N. Kulik. 5th ed., rev. and supp. Volgograd, Russia: VNIALMI, 2006:746. (In Russ.)
2. Andreeva E.M., Stetsenko S.K., Kuchin A.V. et al. The influence of growth-promoting factors obtained from natural material on softwood germs. *Forestry Engineering Journal*. 2016;6(3(23)):10–19. (In Russ.)
3. Antonov A.M., Makarov S.S., Lyutikova A.I., Sorokin E.S., Chudetsky A.I. The influence of root formation stimulants on the rooting of green cuttings of western thuja (*Thuja occidentalis* L.) in the conditions of the Arkhangelsk region. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*. 2024;1:91–98. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2024.1.07>. (In Russ.)
4. Bagaev S.S., Chudetsky A.I., Makarov S.S. Growing birch planting material using biostimulants in the Kostroma region. In: *Proc. Sci. Conf. “Theory and practice of modern agricultural science”*, Novosibirsk, Russia, February 28, 2020;1:361–364. (In Russ.)
5. Bagaev S.S., Chudetsky A.I., Makarov S.S. Growing planting material of Norway spruce using biostimulants in the Kostroma region. In: *Proc. VII Int. Sci. Pract. Conf. “Innovations in environmental management and protection in emergency situations”*, Saratov, Russia, March 17–19, 2020:408–410. (In Russ.)
6. GOST 13056.6–97. *Seeds of trees and shrubs. Methods of seedling activation*. Effective date: July 01, 1998. Minsk, Belarus: Mezhhgos. sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, 1998:31. (In Russ.)
7. Egorov S.A. Influence of humic preparations on condition of woody species in arid conditions. *Agrochemical Herald*. 2023;4:84–89. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2023-4-014>
8. Zarubina L.V., Makarov S.S. The influence of nitrogen fertilizers on the seasonal growth of Scots pine needles in the conditions of peat-bog soils of the North of Russia. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*. 2023;4:29–40. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.03> (In Russ.)
9. Ivanisova N.V., Sedoy R.G., Baboshko O.I., Kurinskaya L.V. Features of *Robinia pseudoacacia* growth in steppe zone conditions. *Lesovedenie*. 2021;3:240–249. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0024114821030062>
10. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S. et al. Modern biostimulants and growth regulators for nursery breeding in conditions of degradation and desertification. *Lesnoy vestnik. Forestry Bulletin*. 2022;26(4):29–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-4-29-38>
11. Kulik K.N., Barabanov A.T., Zhdanov Yu.M. et al. *Strategy for the development of protective afforestation in the Volgograd region for the period up to 2025*. 2<sup>nd</sup> ed., rev. and supp. Volgograd, Russia: Federal’niy nauchniy tsentr agroekologii, kompleksnykh melioratsiy i zashchitnogo lesorazvedeniya Rossiyskoy akademii nauk, 2019:39. (In Russ.)
12. Lazarev S.E. Adaptation mechanisms and life strategies of species of the *Robinia* L. genus under the conditions of introduction. 2020;10(1):48–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.1.3>
13. Levin S.V., Semenov M.A., Pashchenko V.I., Levin I.S. Environmental features of Crimean pine growth with joint growth with Scots

- pine. *Forestry Engineering Journal*. 2019;9(1(33)):44–53. (In Russ.) [https://doi.org/10.12737/article\\_5c92016cce31d2.57961318](https://doi.org/10.12737/article_5c92016cce31d2.57961318)
14. Makarov S.S., Antonov A.M., Lyutikova A.I. The influence of root formation stimulants on the rooting of lignified cuttings of western thuja (*Thuja occidentalis* L.) in a hydroponic installation. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2023;5:178–181. (In Russ.)
  15. Makarov S.S., Vinogradova V.S., Smirnova Yu.V. Evaluation of the effectiveness of a new organomineral fertilizer for growing lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Lesokhozyaystvennaya informatsiya*. 2022;3:105–111. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2022.3.09>. (In Russ.)
  16. Kryuchkov S.N., Belyayev A.I., Pugachova A.M., Solonkin A.V., Solomentseva A.S. et al. *Scientific and methodological guidelines on varietal seed production of trees and shrubs for forest reclamation of arid territories: scientific and methodological recommendations*. Volgograd, Russia: Federal'niy nauchniy tsentr agroekologii, kompleksnykh melioratsiy i zashchitnogo lesorazvedeniya Rossiyskoy akademii nauk, 2022:52. (In Russ.)
  17. Surkhaev I.G., Surkhaeva G.M., Rybashlykova L.P. Regularities of overgrowth reforestation of protective stands of robinia pseudoacacia on the Tersko-Kuma sands. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2021;2(62):185–195. (In Russ.) <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-20>
  18. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G., Glinushkin A.P., Sviridova L.L. Criteria for selecting plus trees for protective forestry. *New Technologies*. 2023;19(1):69–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-1-69-79>
  19. Turchina T.A. Increasing the efficiency of creating forest Crimean pine crops on low-water sands of the steppe zone of the European part of Russia. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2020;58:61–64. (In Russ.)
  20. Turchina T.A., Bannikova O.A. Survival and growth features of the Crimean pine forest cultures on Average Don sands at the different level of ground waters availability. *The North Caucasus Ecological Herald*. 2019;15(3):74–80. (In Russ.)
  21. Turchina T.A., Bannikova O.A. Crimean pine, forest crops, growth, soil type. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy*. 2021;24:154–158. (In Russ.)
  22. Feklistov P.A., Tyukavina O.N., Sungurova N.R., Makarov S.S., Bolotov I.N., Tarkhanov S.N. Features of the accumulation of mineral elements and nitrogen in the assimilation apparatus of Scots pine. *Lesnoy zhurnal*. 2024;3:118–129. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-3-118-129> (In Russ.)
  23. Chudetsky A.I., Makarov S.S. Ex vitro adaptation of lingonberry using modern growth stimulants. In: Proc. IX Int. Sci. Conf. “Modern trends in the development of health-preserving technologies”, Moscow, Russia, December 16–17, 2021: 56–60. [https://doi.org/10.52101/9785870191027\\_2021\\_56](https://doi.org/10.52101/9785870191027_2021_56). (In Russ.)
  24. Chukarina A.V., Cheplyanskiy I.Ya., Lobanova E.N., Prokazin N.E. The experience of growing three-year seedlings of Scots pine and Crimean pine in forest nurseries of the Rostov region. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*. 2019;54:171–174. (In Russ.)
  25. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S., Zholobova O.O. Elements of the Technology of Reproduction of *Robinia Pseudoacacia* L. for Protective Afforestation under Conditions of Land Degradation and Desertification. *Arid Ecosystems*. 2023;13(1):83–91. <https://doi.org/10.1134/S2079096123010055>
  26. Trukhachev V.I., Sklyarov I.Y., Sklyarova J.M., Latysheva L.A., Lapina H.N. Contemporary state of resource potential of agriculture in South Russia. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2016;6(S5):33–41.

## Сведения об авторах

**Егоров Сергей Анатольевич**, младший научный сотрудник, аспирант лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства, ФНЦ агроэкологии РАН; 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; e-mail: egorov-sa@vfanc.ru

**Крючков Сергей Николаевич**, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства, ФНЦ агроэкологии РАН; 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; e-mail: kryuchkov@vfanc.ru

**Солонкин Андрей Валерьевич**, д-р с.-х. наук, заведующий лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства, ФНЦ агроэкологии РАН; 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; e-mail: solonkin-a@vfanc.ru

**Соломенцева Александре Сергеевна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства, ФНЦ агроэкологии РАН; 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; e-mail: alexis2425@mail.ru; тел.: + (906) 403–76–58

**Горбушова Дарья Алексеевна**, лаборант-исследователь лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства, ФНЦ агроэкологии РАН; 400062, Российская Федерация, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97; e-mail: gorbushova-d@vfanc.ru

## Information about the authors

**Sergey A. Egorov**, Junior Research Associate, postgraduate student of the Laboratory of Breeding, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (97 Universitetskiy Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: egorov-sa@vfanc.ru)

**Sergey N. Kryuchkov**, DSc (Agr), Chief Research Associate at the Laboratory of Breeding, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (97 Universitetskiy Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: kryuchkov@vfanc.ru)

**Andrey V. Solonkin**, DSc (Agr), Head of the Laboratory of Breeding, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (97 Universitetskiy Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: solonkin-a@vfanc.ru)

**Aleksandra S. Solomentseva**, CSc (Agr), Senior Research Associate at the Laboratory of Breeding, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (97 Universitetskiy Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; phone: + (906) 403–76–58; e-mail: alexis2425@mail.ru)

**Daria A. Gorbushova**, Laboratory Researcher at the Laboratory of Breeding, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (97 Universitetskiy Ave, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: gorbushova-d@vfanc.ru)