

**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY**DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7>

EDN: RFBFWG

**РЕАКЦИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ИНОКУЛЯЦИЮ СЕМЯН МИКРОБНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ**

Научная статья

**Река М.Ю.<sup>1,\*</sup>, Кузнецова Н.Ф.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-9244-1177;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-9947-6698;<sup>1,2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Воронеж, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (sautmar[at]mail.ru)

Предложена: 06.04.2026; Принята: 30.04.2026; Опубликовано: 19.05.2026

**Аннотация**

Целью исследований являлись разработка и модификация природосовместимой биотехнологии на основе ассоциативных биопрепаратов на сортовых и несортных семенах контрастных по засухоустойчивости лесостепных популяций сосны обыкновенной. Результаты эксперимента показали выраженный стимулирующий эффект микробных препаратов на грунтовую всхожесть, сохранность и ростовую активность сеянцев сосны обыкновенной. Получены новые данные отклика семенных потомств разного происхождения на инокуляцию биопрепаратами. Апробированы и отобраны микробные препараты, которые оказывают стимулирующий эффект одновременно на грунтовую всхожесть семян, сохранность однолетних сеянцев сосны и их биометрические характеристики.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, биопрепараты, природоподобная биотехнология, азотфиксатор, посадочный материал.

**THE REACTION OF SCOTS PINE TO THE INOCULATION OF SEEDS WITH MICROBIAL DRUGS**

Research article

**Reka M.Y.<sup>1,\*</sup>, Kuznetsova N.F.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-9244-1177;<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-9947-6698;<sup>1,2</sup> All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh, Russian Federation

\* Corresponding author (sautmar[at]mail.ru)

Suggested: 06.04.2026; Accepted: 30.04.2026; Published: 19.05.2026

**Abstract**

The aim of the research was to develop and modify an environmentally friendly biotechnology based on associative biological drugs for use on sorted and unsorted seeds from forest-steppe populations of Scots pine with contrasting levels of drought tolerance. The results of the experiment demonstrated a significant stimulating effect of microbial drugs on soil germination, survival and growth activity of Scots pine seedlings. New data were obtained on the response of seed offspring of different origins to inoculation with biodrugs. Microbial drugs that have a stimulating effect on both soil germination of seeds, the survival of one-year-old Scots pine seedlings and their biometric characteristics were tested and selected.

**Keywords:** Scots pine, biodrugs, nature-based biotechnology, nitrogen fixer, planting material.

**Введение**

В связи с обострением экологического кризиса в мире начало развиваться органическое земледелие. Это экологически безопасный способ ведения сельского и лесного хозяйства, обеспечивающий восстановление и баланс природной среды [1], [2]. В лесной отрасли многих стран мира подтвердила свою эффективность природосовместимая биотехнология на основе биопрепаратов для проведения лесовосстановления и лесоразведения [3], [4], [5], [6]. Показано, что биопрепараты на основе ассоциативных микроорганизмов стимулируют рост посадочного материала, не нанося вред среде обитания, повышают его приживаемость и являются источником дополнительного питания на протяжении всей их жизни.

Получение высококачественного посадочного материала в объеме, достаточном для лесокультурного производства, входит в число актуальных задач лесного хозяйства РФ [7]. От его качества зависит приживаемость, сохранность и продуктивность будущих древостоев, их устойчивость к биотическому и абиотическому стрессу. Природосовместимая биотехнология позволяет повысить выход стандартного посадочного материала основных лесобразующих пород, несложная для практического применения, перспективная из-за низкой себестоимости и высокой эффективности.

**Методы и принципы исследования**

Целью исследований являлись разработка и модификация технологии, а также ее апробация на сортовых и несортных семенах контрастных по засухоустойчивости лесостепных популяций сосны обыкновенной.

Объектами исследований служили сортовые семена, собранные с устойчивых и чувствительных деревьев двух засухоустойчивых опытных объектов (равнинный сорт сосны «Острогжская», кандидат в сорта склоновая курская популяция) и несортные семена типичной лесостепной популяции сосны обыкновенной (Ступинский тест-объект, контроль).

В задачи исследований входило изучить влияние предпосевной инокуляции на сортовые и несортные семена сосны обыкновенной биопрепаратами на основе ассоциативных микроорганизмов на грунтовую всхожесть и сохранность семян, выращенных из семян устойчивых и чувствительных к засухе групп деревьев двух засухоустойчивых и контрольного объектов урожая засушливого 2024 года.

В мае 2025 года в рамках Госзадания в лесопарке ВНИИЛГИСбиотех заложен опыт по апробации природосовместимой биотехнологии на семенах сосны обыкновенной трех популяций лесостепного района ЦЧР. Лесорастительные условия равнинной ступинской популяции отвечают биологии вида *Pinus sylvestris* L. (север Воронежской области, Рамонский район, контроль). Склоновая курская популяция представляет остатки естественного соснового леса на крутых склонах балок и меловых почвах (Курская область, Горшеченский район). Равнинная сорт-популяция сосны «Острогжская» произрастает на юге лесостепного района (Воронежская обл., Острогжский р-н, патент на селекционное достижение № 9187).

Посев семян сосны произведен в отдельные контейнеры повариантно в 3 повторностях. Высевали по 100 семян на вариант. Грунт представляет собой смесь чернозема обыкновенного, торфа и песка в соотношении 1:1:1. За сутки до посева семена прошли процесс инокуляции 7 отечественными микробными препаратами. Три биопрепарата были получены из ВНИИСХМ (компания «Экос Биопрепараты», г. Санкт-Петербург), — Мизорин, Флавобактерин и Ризорин, остальные 4 микробных препарата, получены из НИИСХ Крыма, — Азостим-Агро, Фосфостим-Агро, Микробиоком-Агро и Биопрофид-Агро. Каждый из них обладает своим механизмом взаимодействия с растениями.

Оценку различий проводили с помощью двухвыборочного t-критерия с различными дисперсиями. Статистический анализ выполняли с помощью программного пакета Microsoft Excel 2019.

### Основные результаты

На 21 день после посева семян на территории лесопаркового участка ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» проведена оценка грунтовой всхожести семян сосны по вариантам эксперимента (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Полевые испытания влияния ассоциативных биопрепаратов на грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7.1>

Климатические условия вегетационного сезона 2024 года были неблагоприятными для формирования семян сосны обыкновенной. Это негативно отразилось на посевных качествах семян контрольного и в меньшей степени двух опытных объектов. При анализе результатов эксперимента мы учитывали влияние на грунтовую всхожесть такого фактора, как внутривидовая дифференциация деревьев по уровню лабораторной всхожести их семян. Данные жизнеспособности семян в контрастных по засухоустойчивости группах деревьев (устойчивых / чувствительных), которая оценивалась по лабораторной всхожести анализируемых популяций в урожае 2024 года, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Лабораторная всхожесть семян устойчивых и чувствительных групп деревьев двух засухоустойчивых и типичной лесостепной популяции сосны обыкновенной

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7.2>

Ступинский тест-объект		Сорт сосны «Острогжская»		Кандидат в сорта курский объект	
Оптимальные годы					
81,6%		83,9%		77,3%	
Показатели 2024 года					
60,5 $\pm$ 4,35%		76,6 $\pm$ 2,19%		69,7 $\pm$ 3,17%	
устойчивые	Чувствительные	устойчивые	чувствительные	устойчивые	Чувствительные
85,1	43,0	86,1	58,9	79,1	47,9

Из данных таблицы 1 видно, что у склоновой курской популяции лабораторная всхожесть семян в оптимальные годы несколько ниже по сравнению с региональной нормой оптимальных лет двух равнинных объектов — ступинская популяция и сорт сосны «Острогжская». При этом в группе устойчивых деревьев ее величина осталась на уровне, или несколько превысила средний показатель данного признака оптимальных лет. У группы чувствительных деревьев качество семян у всех объектов существенно ниже. По мере снижения лабораторной всхожести семян урожая 2024 года объекты и группы деревьев представляют следующий ряд: сорт «Острогжская», кандидат в сорта курская популяция, ступинская популяция.

Установлено, что грунтовая всхожесть семян засухоустойчивых деревьев сорта сосны «Острогжская» в контрольном варианте равна 56%. Наиболее существенный стимулирующий эффект отмечен в вариантах инокуляции с Фосфостимом-Агро и Микробиоком-Агро — +32,1 и +35,7% относительно контроля. Также выраженный эффект от инокуляции выявлен в вариантах с Биопрофидом-Агро, Мизорином и Флавобактерином — +28,6; +25 и +25%, соответственно (Таблица 2). На семенах чувствительных к засухе деревьев данной сорт-популяции максимальный эффект от инокуляции биопрепаратами отмечен в вариантах с Ризорином (+31,8%) и Азостимом-Агро (+27,3%). Контрольный вариант равен 44%.

Таблица 2 - Влияние биопрепаратов на грунтовую всхожесть семян контрастных по засухоустойчивости групп деревьев сосны обыкновенной

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7.3>

Вариант опыта	Всхожесть, %/+к контролю,%					
	Сорт сосны «Острогжская»		Ступинская популяция		Курская Популяция	
	уст.	чув.	уст.	чув.	уст.	чув.
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	56,0	44,0	40,0	36,0	44,0	38,0
Мизорин	70,0/25,0	50,0/12,0	48,0/20,0	60,0/66,7	54,0/22,7	46,0/21,1
Флавобактерин	70,0/25,0	50,0/12,0	66,0/65,0	60,0/66,7	68,0/54,5	50,0/31,6
Ризорин	68,0/21,4	58,0/31,8	70,0/75,0	58,0/61,1	74,0/68,2	54,0/42,0
Азостим-Агро	60,0/7,1	56,0/27,3	64,0/60,0	52,0/44,4	56,0/27,3	48,0/26,3
Фосфостим-Агро	74,0/32,1	52,0/18,2	52,0/30,0	48,0/24,0	78,0/77,3	58,0/52,6
Микробиоком-Агро	36,0/35,7	48,0/9,1	64,0/60,0	42,0/16,7	52,0/18,2	48,0/26,3
Биопрофид-Агро	72,0/28,6	9,0/0	72,0/80,0	54,0/50,0	64,0/45,5	50,0/31,6

В контрольных вариантах ступинской популяции устойчивых и чувствительных к засухе деревьев грунтовая всхожесть семян была несколько ниже, чем в вариантах острогжской популяции, — 44 и 36%, соответственно (Таблица 3). Однако семена данной популяции оказались крайне отзывчивыми на инокуляцию ассоциативными микроорганизмами. Так, на семенах устойчивых к засухе деревьев сосны ступинской популяции стимулирующий эффект от инокуляции составил от 20% (вариант с Мизорином) до 80% (вариант с Биопрофидом-Агро). Также

существенный положительный эффект отмечен в вариантах с Флавобактерином, Ризорином, Азостимом-Агро и Микробиоком-Агро (65; 75; 60 и 60%, соответственно). В вариантах с семенами чувствительных к засухе деревьев ступинской популяции показан максимальный эффект от инокуляции Мизорином и Флавобактерином — +66,7%. Также существенная прибавка грунтовой всхожести относительно контроля показана в вариантах с Ризорином, Азостимом-Агро и Биопрофидом-Агро — +61,1; 44,4 и 50%, соответственно.

Установлено, что семена курской популяции также оказались отзывчивыми на инокуляцию биопрепаратами на основе ассоциативных микроорганизмов. Так, максимальный эффект на семенах устойчивых к засухе деревьев показан в вариантах с Ризорином и Фосфостимом-Агро — +68,3 и 77,2% соответственно, относительно контроля. Грунтовая всхожесть в контрольном варианте равна 44%. Также существенный положительный эффект показан в вариантах с Флавобактерином и Биопрофидом-Агро — +54,5 и 45,5%, соответственно. Следует отметить, что на семенах чувствительных деревьев максимальный стимулирующий эффект от инокуляции также, как и у устойчивых деревьев, отмечен в варианте с Фосфостимом-Агро — +52,6%. Также существенный эффект показан в варианте с Ризорином — +42%. В остальных вариантах прибавка грунтовой всхожести относительно контроля составила от +21,1% (Мизорин) до +31,6% (Флавобактерин и Биопрофид-Агро).

В конце вегетационного сезона проведен анализ сохранности однолетних семян (Таблица 3).

Таблица 3 - Влияние биопрепаратов на сохранность семян сосны обыкновенной

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7.4>

Вариант опыта	Сохранность, %/+к контролю,%					
	Сорт сосны «Острогжская»		Ступинский тест-объект		Кандидат в сорта курский объект	
	уст.	чув.	уст.	чув.	уст.	чув.
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	17,9	54,5	15,0	41,7	68,2	68,4
Мизорин	31,4/75,4	56,0/2,8	79,2/81,1	38,2/0	62,5/0	21,7/0
Флавобактерин	80,0/347	96,0/76,1	81,8/445	60,0/43,9	70,6/3,5	24,0/0
Ризорин	82,4/360	69,0/26,6	77,1/414	61,8/48,2	64,9/0	86,4/26,3
Азостим-Агро	36,7/105	57,1/4,8	21,9/46,0	57,7/38,4	10,7/0	50,0/0
Фосфостим-Агро	18,9/5,6	73,1/34,1	15,4/2,7	33,3/0	28,2/0	55,2/0
Микробиоком-Агро	33,3/86,0	33,3/39,3	78,1/420	57,1/36,9	57,7/0	75,0/9,6
Биопрофид-Агро	19,4/8,4	62,5/14,7	13,9/0	48,3/15,8	68,8/0,9	48,0/0

Установлено, что наиболее отзывчивыми на инокуляцию микробными препаратами оказались семена устойчивых групп деревьев сосны 'Острогжской' и ступинской популяции. Показано, что максимальный эффект от инокуляции выявлен в вариантах с Ризорином и Флавобактерином на сортовых семенах — в 3,5 и 3,6 раза выше контроля, с Ризорином, Флавобактерином и Микробиоком-Агро на семенах ступинской популяции — в 4,5, 4,1 и 4,2 раза выше контроля (Таблица 3, Рисунок 2).



Рисунок 2 - Сохранность и высота 1-летних сеянцев сосны обыкновенной курской популяции, август 2025 года  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.7.5>

Также существенный стимулирующий эффект отмечен в вариантах с Мизорином, Азостимом-Агро и Микробиокомом-Агро на сеянцах устойчивых к засухе деревьях острогожской популяции — +75,4, +105 и +86% соответственно, с Мизорином и Азостимом-Агро на сеянцах ступинской популяции — +81,1 и +46%, соответственно (Таблица 3). Контроль сохранности сеянцев устойчивых к засухе деревьев острогожской и ступинской популяций — 17,9 и 15%, соответственно.

При этом следует отметить, что сохранность контрольных вариантов сеянцев чувствительных деревьев выше, чем устойчивых. Так, значение контрольного варианта сохранности сеянцев чувствительных деревьев острогожской и ступинской популяций — 54,5 и 41,7%, соответственно (Таблица 3). На сеянцах чувствительных к засухе деревьев сорта сосны «Острогожская» существенный положительный эффект от инокуляции ассоциативными микроорганизмами получен в вариантах с Флавобактерином, Ризорином, Фосфостимом-Агро и Микробиокомом-Агро — +76,1; 26,6; 34,1 и 39,3%, соответственно. Инокуляция семян чувствительных деревьев ступинской популяции Флавобактерином, Ризорином, Азостимом-Агро, Микробиокомом-Агро и Биопрофидом-Агро позволила увеличить сохранность сеянцев на 43,9; 48,2; 38,4; 36,9 и 15,8% относительно контроля (Таблица 3). Положительный эффект от инокуляции Ризорином и Микробиокомом-Агро отмечен в повышении сохранности сеянцев чувствительных к засухе деревьев курской популяции — +26,3 и +9,6% относительно контроля, соответственно (Таблица 3).

По данным мониторинга систем семенного размножения редукция урожая сосновых лесов в засушливые годы представляет упорядоченный процесс по генотипической коррекции генофонда семян, который наиболее интенсивно протекает в раннюю засуху и прямо зависит от ее продолжительности и напряженности [8], [9], [10]. В такие годы в генофонде выживших семян резко уменьшается доля семян, берущих начало от чувствительной группы деревьев. Представительство потомств от модальной группы деревьев снижается на 30-50%. При этом повышается от 1/12 до 1/3 доля инбредного потомства и в 1,5–3 раза увеличивается число потомств от засухоустойчивых форм. У чувствительных деревьев большая часть инбредного потомства удаляется во время эмбриогенеза, у устойчивых деревьев – в начале онтогенеза. Другим немаловажным фактором является то, что у семенного потомства засушливых лет более сильно поврежден генетический материал [11]. Так, после засухи 2024 года частота патологических митозов у чувствительной группы деревьев по сравнению с устойчивой группой повысилась в 4 раза. Это объясняет причину более низкой грунтовой всхожести семян, сохранности и интенсивности роста однолетних сортовых и несортовых сеянцев в контрольном варианте эксперимента.

### Заключение

Таким образом, результаты по апробации влияния микробных препаратов на грунтовую всхожесть и сохранность сеянцев сосны обыкновенной показали выраженный стимулирующий эффект. Получены новые данные отклика семенных потомств разного происхождения (сортовых и несортовых семян, потомств чувствительных и устойчивых к засухе деревьев). Апробированы и отобраны биопрепараты, которые одновременно оказывают стимулирующий эффект на грунтовую всхожесть семян и сохранность однолетних сеянцев. Для устойчивой группы деревьев равнинных ступинской и острогожской (сорт сосны «Острогожская») популяций такими препаратами стали Мизорин и Флавобактерин. Для ослабленного семенного потомства чувствительной группы деревьев данных объектов наибольшую эффективность показал Ризорин. В результате применения Флавобактерина повысилась грунтовая всхожесть семян и сохранность сеянцев устойчивой группы деревьев курской популяции. Результаты по апробации и



полевой проверке биотехнологии на основе ассоциативных микроорганизмов подтвердили ее перспективность на этапе выращивания посадочного материала сосны обыкновенной.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Зыков С.А. Биопрепараты в современном земледелии / С.А. Зыков // АгроФорум. — 2019. — 3. — С. 21–27.
2. Itamah E. Comprehensive review on biofertilizers: mechanisms, applications, and challenges / E. Itamah, T.K. Bello, S.M. Waziri et al. // Progress in Petrochemical Science. — 2025. — Vol.1. — 7. — P. 768–784.
3. Whipps J.M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere / J.M. Whipps // J. Exp. Bot. — 2001. — 52. — P. 487–511.
4. Araujo A. Microbiological process in agroforestry systems : a review / A. Araujo, L. Leite, B.D.F. Leite // Agriculture and Food Sciences. — 2012. — 32(1). — P. 215–226.
5. Himaman W. Actinomycetes from Eucalyptus and their biological activities for controlling Eucalyptus leaf and shoot blight / W. Himaman, A. Thamchaipenet, W. Pathom-aree et al. // Microbiological research. — 2016. — 188-189. — P. 42–52.
6. Сауткина М.Ю. Влияние ассоциативных биопрепаратов на семена *Pinus sylvestris* L. по результатам апробации технологии / М.Ю. Сауткина, Н.Ф. Кузнецова // Вестник МиЧГАУ. — 2022. — 2(69). — С. 60–64.
7. Устинова Т.С. Биологические стимуляторы роста, применяемые в лесных питомниках / Т.С. Устинова // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2009. — 23. — С. 136–138.
8. Кузнецова Н.Ф. Проявление уровня самофертильности у сосны обыкновенной в зависимости от климатических условий года / Н.Ф. Кузнецова // Экология. — 1996. — 4. — С. 256–259.
9. Кузнецова Н.Ф. Влияние климатических условий на проявление признака самофертильности у сосны обыкновенной / Н.Ф. Кузнецова // Экология. — 2009. — 5. — С. 390–395.
10. Кузнецова Н.Ф. Развитие неспецифической и специфической реакций у *Pinus sylvestris* L. на популяционном уровне в стрессовом градиенте засушливых лет / Н.Ф. Кузнецова // Экология. — 2015. — 5. — С. 405–410.
11. Кузнецова Н.Ф. Взаимодействие генотип-среда и селекция *Pinus sylvestris* L. на засухо- и стрессоустойчивость / Н.Ф. Кузнецова // Труды КубГАУ. — 2021. — 91. — С. 181–186.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Zy'kov S.A. Biopreparaty' v sovremennom zemledelii [Biopreparations in modern agriculture] / S.A. Zy'kov // Agroforum. — 2019. — 3. — P. 21–27. [in Russian]
2. Itamah E. Comprehensive review on biofertilizers: mechanisms, applications, and challenges / E. Itamah, T.K. Bello, S.M. Waziri et al. // Progress in Petrochemical Science. — 2025. — Vol.1. — 7. — P. 768–784.
3. Whipps J.M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere / J.M. Whipps // J. Exp. Bot. — 2001. — 52. — P. 487–511.
4. Araujo A. Microbiological process in agroforestry systems : a review / A. Araujo, L. Leite, B.D.F. Leite // Agriculture and Food Sciences. — 2012. — 32(1). — P. 215–226.
5. Himaman W. Actinomycetes from Eucalyptus and their biological activities for controlling Eucalyptus leaf and shoot blight / W. Himaman, A. Thamchaipenet, W. Pathom-aree et al. // Microbiological research. — 2016. — 188-189. — P. 42–52.
6. Sautkina M.Yu. Vliyanie associativny'x biopreparatov na semena *Pinus sylvestris* L. po rezul'tatam aprobacii tehnologii [The influence of associative biopreparations on the seeds of *Pinus sylvestris* L. based on the results of technology testing] / M.Yu. Sautkina, N.F. Kuzneczova // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. — 2022. — 2(69). — P. 60–64. [in Russian]
7. Ustinova T.S. Biologicheskie stimulyatory' rosta, primenyayemy'e v lesny'x pitomnikax [Biological growth stimulants used in forest nurseries] / T.S. Ustinova // Current issues of the forestry complex. — 2009. — 23. — P. 136–138. [in Russian]
8. Kuzneczova N.F. Proyavlenie urovnya samofertil'nosti u sosny' oby'knovennoj v zavisimosti ot klimaticheskix uslovij goda [The manifestation of the level of self-fertility in Scots pine depending on the climatic conditions of the year] / N.F. Kuzneczova // Russian Journal of Ecology. — 1996. — 4. — P. 256–259. [in Russian]
9. Kuzneczova N.F. Vliyanie klimaticheskix uslovij na proyavlenie priznaka samofertil'nosti u sosny' oby'knovennoj [The influence of climatic conditions on the manifestation of the self-fertility trait in Scots pine] / N.F. Kuzneczova // Russian Journal of Ecology. — 2009. — 5. — P. 390–395. [in Russian]
10. Kuzneczova N.F. Razvitie nespecificheskoj i specificheskoj reakcij u *Pinus sylvestris* L. na populyacionnom urovne v stressovom gradiente zasushlivy'x let [Development of nonspecific and specific responses in *Pinus sylvestris* L. at the population level in a stress gradient of dry years] / N.F. Kuzneczova // Russian Journal of Ecology. — 2015. — 5. — P. 405–410. [in Russian]



11. Kuzneczova N.F. Vzaimodejstvie genotip-sreda i selekciya *Pinus sylvestris*L. na zasuxo- i stressoustojchivost' [Genotype-environment interaction and selection of *Pinus sylvestris*L. for drought and stress resistance] / N.F. Kuzneczova // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. — 2021. — 91. — P. 181–186. [in Russian]