



Научная статья

УДК 630.1

doi: 10.55186/25876740_2025_68_4_471

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ И СОЛОМЫ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ

С.В. Суслов¹, А.П. Климов¹, А.Г. Безбородов², Ю.Г. Безбородов³

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, Москва, Россия

³Российский государственный аграрный университет —

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Аннотация. В статье изложены результаты опытно-производственных исследований, которые проводятся с 2022 г. на базе Дмитровского лесного питомника по использованию органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сосны европейской. В ходе производственных исследований нами были заложены в 2022 г. различные варианты с использованием минеральных и органических удобрений. Выявлена динамика химического состава почвы в вариантах: без использования минеральных удобрений и с использованием органических удобрений (луги гречихи и соломы), в начале и в конце вегетации, а также по годам исследования. Производственные исследования показали эффективность использования органических удобрений наряду с использованием минеральных удобрений, при этом наблюдалась существенная экономия последних, и активизация анаэробных процессов при использовании органических удобрений. Использование органических удобрений выявило: улучшается пористость почвы; увеличивается рыхлость почвы за счет того, что органические удобрения создают воздушную прослойку, что ускоряет анаэробные процессы в почве и вследствие сложно растворимые питательные вещества в почве переходят в легкоусвояемые формы. В статье показано, что сеянцы ускоренно растут за счет ускорения роста сеянцев благодаря образованию и удержанию почвенных газов в верхнем слое почве. В статье также отмечается, что использование органических удобрений позволяет повысить стрессустойчивость за счет образования в верхнем слое почвы своеобразной воздушной подушки. Авторами аргументирован вывод о перспективности использования органических удобрений и продолжения исследования в данном направлении.

Ключевые слова: сеянцы сосны европейской, органические удобрения, луга гречихи, солома, химический состав почвы, основные элементы питания, анализ практики лесовосстановления

Original article

THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS OF BUCKWHEAT HUSK AND STRAW ON THE GROWTH OF EUROPEAN PINE SEEDLINGS

S.V. Suslov¹, A.P. Klimov¹, Yu.G. Bezborodov², A.G. Bezborodov³

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Russian academy of personnel support for the agroindustrial complex, Moscow, Russia

³Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of pilot production studies that have been conducted since 2022 at the Dmitrov forest nursery on the use of organic fertilizers buckwheat husk and straw when growing European pine. During production studies, we laid down various options for the use of mineral and organic fertilizers in 2022. The dynamics of the chemical composition of the soil was revealed in the options: without the use of mineral fertilizers and with the use of organic fertilizers (buckwheat husk and straw), at the beginning and at the end of the growing season, as well as by year of study. Production studies have shown the effectiveness of using organic fertilizers along with the use of mineral fertilizers, while there was a significant saving of the latter, and the activation of anaerobic processes when using organic fertilizers. The use of organic fertilizers revealed: soil porosity improves; the looseness of the soil increases due to the fact that organic fertilizers create an air layer, which accelerates anaerobic processes in the soil and, as a result, difficult-to-dissolve nutrients in the soil pass into easily digestible forms. The article shows that seedlings grow faster due to the acceleration of seedling growth due to the formation and retention of soil gases in the upper soil layer. The article also notes that the use of organic fertilizers allows you to get organic products, which have been in demand in recent years. The use of organic fertilizers allows you to increase stress resistance due to the formation of a kind of air cushion in the upper soil layer. The authors substantiate the conclusion about the prospects of using organic fertilizers and continuing research in this direction.

Keywords: seedlings of European pine, organic fertilizers, buckwheat husk, straw, chemical composition of soil, main nutritional elements, analysis of reforestation practices

Введение. В последние годы использование органических удобрений в растениеводстве и лесном хозяйстве приобретает особую актуальность в связи с тем, что органические удобрения дешевле традиционных минеральных удобрений, меньше наносит вред окружающей среде и при разложении улучшают структуру почвы.

Анализ практики выращивания сеянцев сосны европейской показал:

- недостаточная всхожесть семян;
- не равномерность всхода семян по длине поля ввиду неравномерного внесения удобрений;

рения и наличия систематической планировки поля;

- распространение на краях полей питомников водной эрозии;
- в летний период требуется проведение поливов, так как происходит кратковременное иссушение почвы и сеянцы отстают в развитии;

– при посадке сеянцев с учетом вышеуказанных отрицательных явлений закладывается повышенная густота их посева.

Укрупненный анализ практики лесовосстановления показывает, что наблюдается процесс

их высыхания (3-8%) ввиду отсутствия их полива в летнее время.

Необходимо отметить также, что происходит удорожание стимуляторов роста и минеральных удобрений. В текущей ситуации необходимо обосновать использование органических удобрений и нормы их внесения взамен использования дорогих минеральных удобрений и их сочетание. Наше исследование по использованию органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сосны европейской показали положительное влияние на рост и развитие сеянцев сосны европейской.



Такое использование органических удобрений нами предложено впервые.

Кроме того, лесовосстановление после лесозаготовки, плановых и внеплановых рубок, повреждение леса вредителями и болезнями, в том числе после пожаров (которые в последние годы резко увеличились) также требует принятие комплекса мероприятий с проработкой вопросов научно-производственного обеспечения качественной посадки сеянцев лесных культур, а также их улучшенные фенологические характеристики.

Практика лесовосстановления показала, что необходимо снизить себестоимость выращивания сеянцев лесных культур, а также добиваться их улучшенных фенологических показателей и стрессоустойчивости к аномальным погодным условиям.

Литературный обзор по использованию органических удобрений при выращивании сеянцев лесных культур показал, что комплексные научно-производственные исследования норм и сроков внесения данных удобрений и их положительному влиянию на рост и развитие сеянцев отсутствует и нет конкретных рекомендаций производственникам, а имеются отдельные пожелания со стороны агрономов.

Так в исследованиях В.Н. Клинцевич и Е.А. Флюрика [1] указано что, лузги после предварительной специальной обработки предлагается использовать в качестве корма для сельскохозяйственных животных, сорбирующего материала, источника пищевых волокон, композиционного материала, удобрения растений, ингибитора коррозии, красителя, дубителя, топлива и др., а также авторы указывают, что зола лузги гречихи содержит разнообразный комплекс полезных веществ — магний, натрий, калий, железо, марганец, фосфор которым несомненно можно найти различное применение.

В Европе также рекомендуют использовать лузгу гречихи и ее золу в растениеводстве, как органическое удобрение, которое улучшает структуру почвы и обеспечивает устойчивость к засухе. При этом, отсутствуют конкретные рекомендации по ее использованию. [2]

Производственные исследования, проведенные Ю.Г. Безбородовым и др. авторами показали, что существенный потенциал в лесовосстановлении, а именно при выращивании сеянцев лесных культур и профилактике лесных пожаров заключен в использовании мелиорации, особенно не уделяется должного внимание лесомелиорации. [3-9]

Вредное влияние передозировки комплекса химических минеральных удобрений приводит к увеличению антропогенной нагрузки на почвенно-растительный покров и в связи с чем использование органических удобрений является существенным фактором формирования устойчивого природопользования. [10]

Однако, вышеуказанные авторы не проводили производственные исследования по выявлению сроков и норм внесения органических удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур и в частности сеянцев лесных культур. Особенно актуальна данная тема в связи с лесовосстановлением после лесных пожаров, которые в последние годы приняли массовый характер.

Методы исследования. В данной работе были использованы следующие методы: методы

анализа, систематизации, сравнения и обобщения, а также использована методика полевого опыта по Б.А. Доспехову.

Экспериментальная база. Исследование влияния органических удобрений лузги гречихи и соломы на сеянцы сосны европейской с 2022 г. по 2024 г. проводились на территории Дмитровского лесного питомника Московской области. Опытно-производственные исследования включали в себя четыре варианта: первый вариант — выращивание сеянцев сосны европейской без минеральных удобрений; второй вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием органического удобрения — лузги гречихи; третий вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием комплекса минеральных

удобрений; четвертый вариант — выращивание сеянцев сосны европейской с использованием органического удобрения — соломы.

Необходимо отметить, что в третьем варианте при выращивании сосны европейской ежегодно вносились следующие нормы минеральных удобрений: амиачная селитра 100 кг/га; азофоска 110 кг/га; карбомид 10 кг/га. В первый год вегетации вносились калийные удобрения 150 кг/га.

Площадь каждого варианта 150 кв.м.

Почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые. Грунтовые воды наблюдаются на глубине более 15 м.

Фотографии вышеуказанных четырех вариантов производственных исследований представлены на рис. 1 и 2.



Рисунок 1. Фото вариантов производственных исследований выращивания сеянцев сосны обыкновенной (слева направо):

вариант 2 — использование органического удобрения лузги гречихи;

вариант 3 — использование комплекса минеральных удобрений

Figure 1. Photos of production research options for growing Scots pine seedlings (from left to right):

Option 2 — using organic buckwheat husk fertilizer;

option 3 — the use of a complex of mineral fertilizers



Рисунок 2. Фото вариантов производственных исследований выращивания сеянцев сосны обыкновенной (слева направо):

вариант 1 — выращивание сеянцев без удобрения.

вариант 4 — выращивание сеянцев с использованием органического удобрения — соломы

Figure 2. Photos of production research options for growing Scots pine seedlings (from left to right):

option 1 — growing seedlings without fertilizer;

option 4 — growing seedlings using organic fertilizer — straw



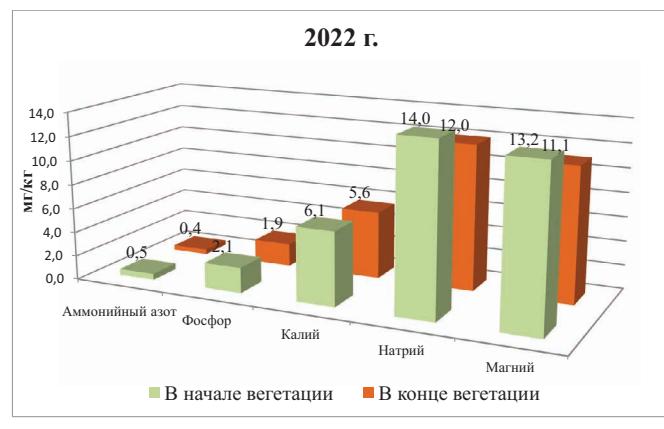
Результаты и обсуждение. Трехлетние научно-производственные исследования показали эффективность использования органических удобрений лузги гречихи и соломы при выращивании сеянцев сосны европейской. Был проведен лабораторный анализ образцов почв, взятых в каждом варианте в начале и в конце вегетации по годам исследования (рис. 3,4,5,6).

Анализ диаграмм всех четырех вариантов, а именно содержание основных питательных элементов в почве в начале вегетации и в конце, показал незначительное снижение питательных элементов к концу вегетации по ва-

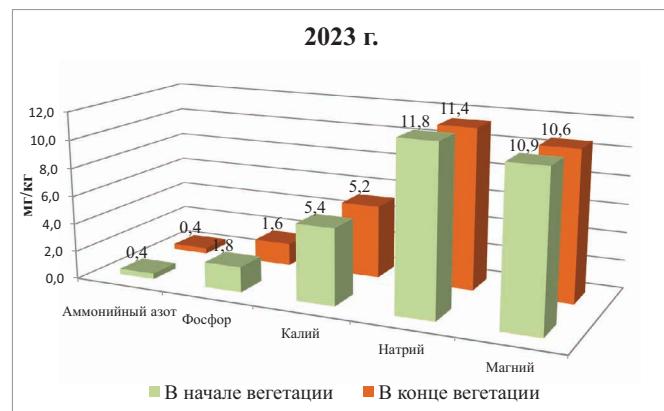
риантам 2, 3, 4. (рис. 4-6). Следует отметить, что использование луги гречихи и соломы в качестве органического удобрения показывает незначительное снижение питательных элементов в конце вегетации по сравнению с вариантом использования только минеральных удобрений (вариант 3). В варианте без использования минеральных и органических удобрений (вариант 1) содержание питательных элементов к концу вегетации значительно меньше, чем в других вариантах, то есть в этом варианте сеянцы выглядят угнетенными из-за нехватки питательных элементов в почве.

Следует обратить внимание, что во втором варианте наилучшие показатели развития сеянцев европейской оказались наилучшими по следующим причинам:

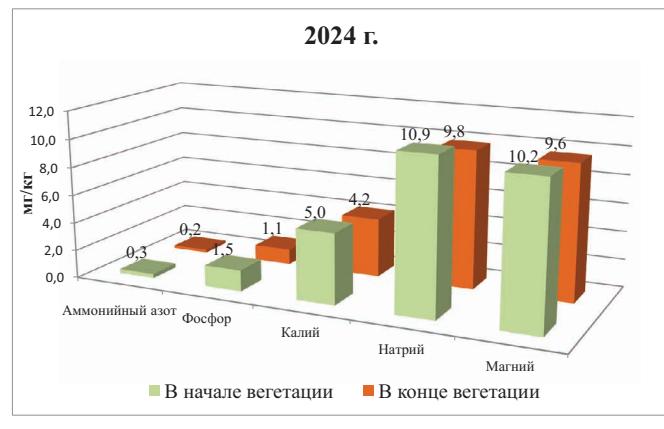
- в целом при выращивании гречихи она в ходе своего развития вбирает в себя из почвы микроэлементы и происходит вынос питательных элементов с урожаем, а луга гречихи возвращают при ее использовании как органического удобрения часть этих микроэлементов в почву;
- луга гречихи — имеет полости и при внесении в почву полости луги смешиваются с почвой и воздух находящийся в полостях



а

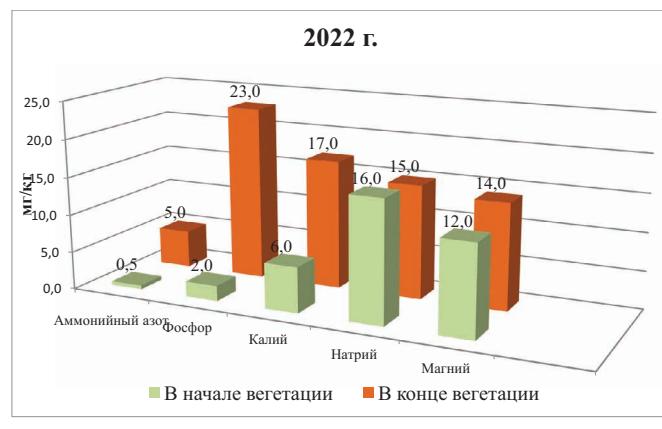


б

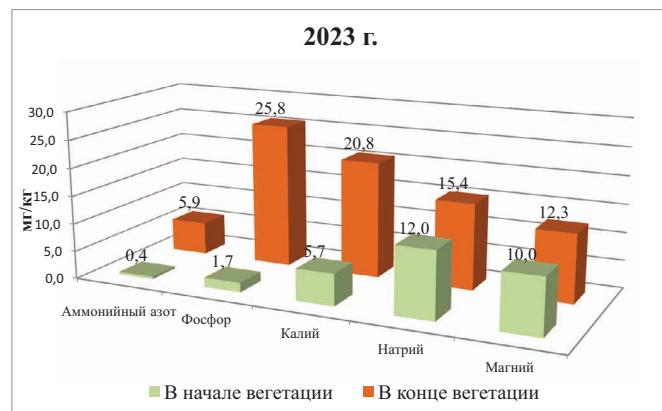


в

Рисунок 3. Динамика химического состава почвы в варианте № 1 (без удобрений в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 3. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 1 (without fertilizers at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)



а



б



в

Рисунок 4. Динамика химического состава почвы в варианте № 2 (использование органического удобрения луги гречихи в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 4. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 2 (use of organic fertilizer buckwheat husk at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)



обогащает верхний слой почвы кислородом, что ускоряет анаэробные процессы в почве и это способствует скорейшему образованию гумуса;

- пористая структура луги насыщает почву водой после дождей, то есть луга гречихи своеобразно держит влагу в верхних слоях полосы;
- луга гречихи является своеобразной пропольской между почвой и атмосферой, то есть служит смягчающим слоем при экстремальных погодных условиях, сглаживает резкие колебания температуры;
- луга гречихи за три года исследования полностью разложились.

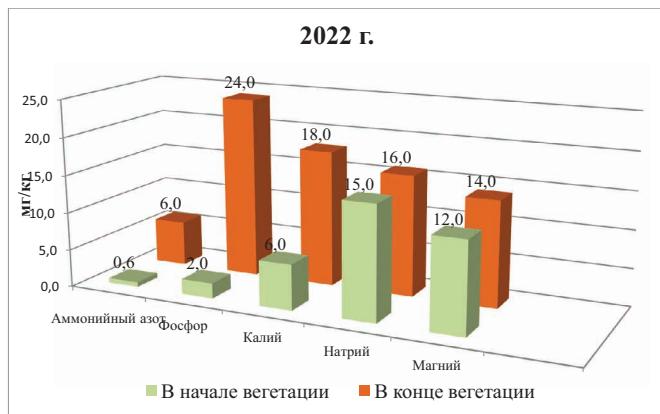
Вышеуказанные положительные явления наблюдаются также в варианте выращивания сеянцев сосны европейской — соломы, но если луга гречихи полностью разлагалась в течении трех лет, то солома разлагалась ежегодно и приходилось каждый год подсыпать новую порцию соломы.

Заключение.

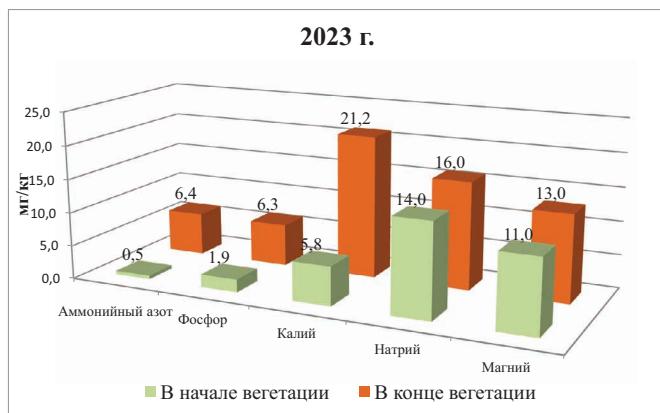
Использование органических удобрений луги гречихи и соломы выявило их положительное влияние на рост и развитие сеянцев наряду с использованием комплекса минеральных удобрений, но при этом наблюдается существенная их экономия. Использование органических

удобрений улучшает пористость почвы и за счет ее рыхлости больше воздуха находится в верхнем слое почвы, что активизирует анаэробные процессы в почве и сложно растворимые питательные вещества в почве переходят в легкоусваиваемые формы для корневой системы. В связи с чем возможно предположить, что вышеуказанные органические удобрения способствуют образованию почвенных газов, которые способствуют активизации анаэробных процессов и положительно влияют на рост и развитие сеянцев.

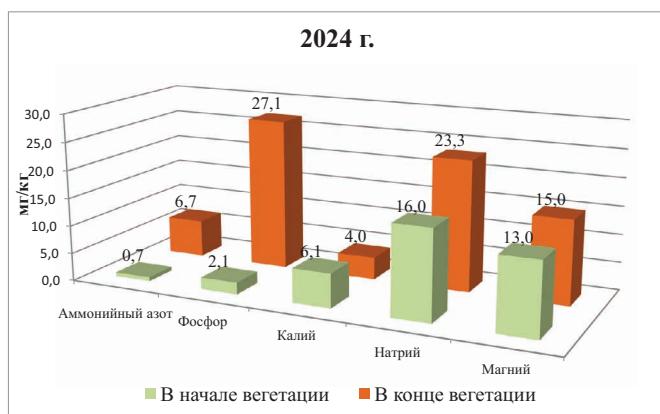
Необходимо также отметить, что исследования по использованию органических удобрений



а



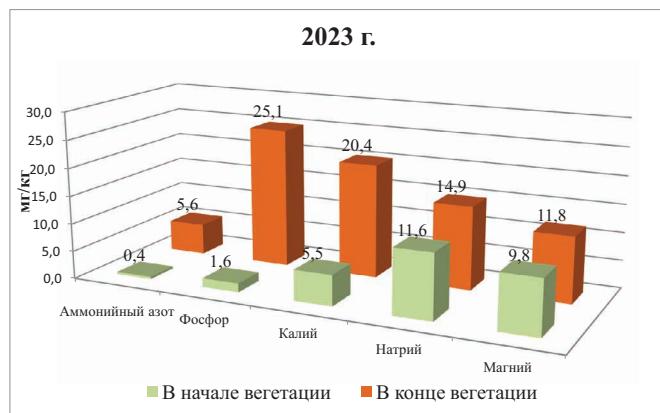
б



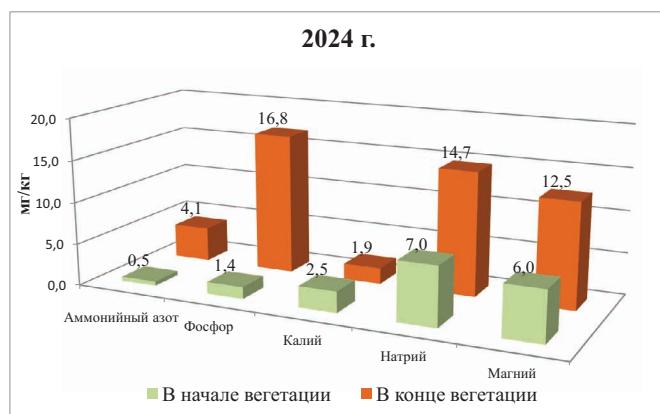
в



а



б



в

Рисунок 5. Динамика химического состава почвы в варианте № 3 (с применением комплекса минеральных удобрений в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 5. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 3 (with the use of a complex of mineral fertilizers at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)

Рисунок 6. Динамика химического состава почвы в варианте № 4 (с применением органического удобрения — соломы в начале и в конце вегетации по годам производственных исследований) (2022, 2023, 2024 гг.)
Figure 6. Dynamics of the chemical composition of the soil in option No. 4 (with the use of organic fertilizer — straw at the beginning and at the end of the growing season by years of production research) (2022, 2023, 2024)

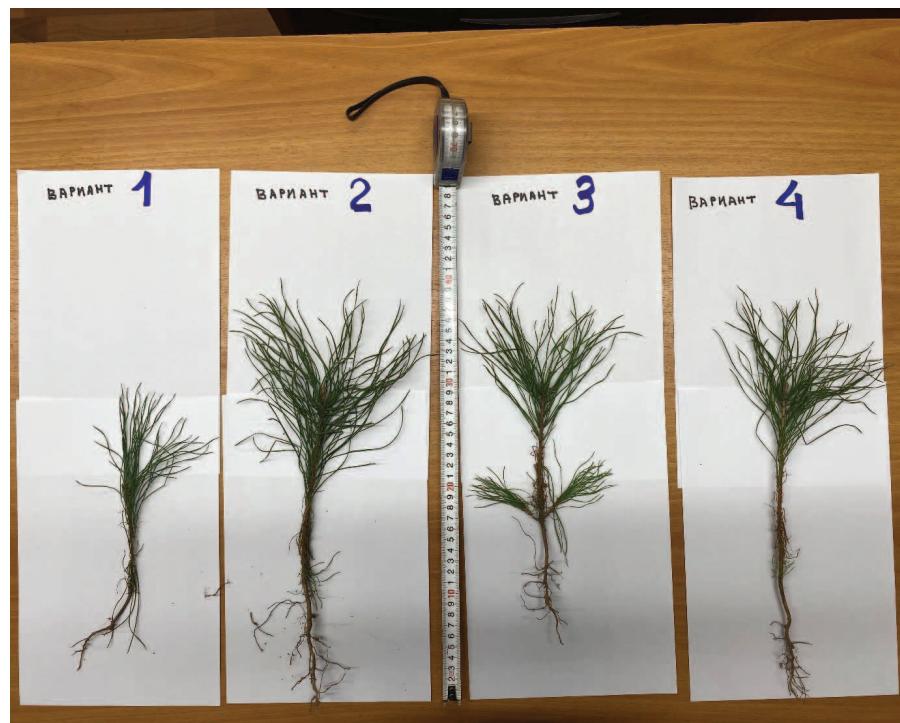


Рисунок 7. Вид сеянцев сосны европейской с корневой системой после трех лет производственных исследований (2025)

Figure 7. View of European pine seedlings with root system after three years of production research (2025)

позволяет получать органическую продукцию, которая набирает популярность в мире.

Использование органических удобрений позволяет за счет создания своеобразной воздушной подушки на поверхности в верхнем слое почвы избежать резкого иссушения почвы, что повышает стрессоустойчивость сеянцев сосны европейской.

Вышеизложенное производственное исследование по обоснованию норм и сроков внесения органических удобрений весьма актуально, и мы считаем, что их целесообразно в перспективе продолжить.

Список источников

1. Способы использования луги гречихи посевной (обзор) / В.Н. Клинцевич, Е.А. Флюрик. Труды Белорусского ГТУ, 2020, серия 2, № 1, с. 68-81.

2. Odeta Pociené & Rasa Šlinkšienė. Studies on the Possibilities of Processing Buckwheat Husks and Ash in the Pro-

duction of Environmentally Friendly Fertilizers, Agriculture, MDPI, 2022, vol. 12(2), pp. 1-16, January.

3. Безбородов Ю.Г. Орошение сельскохозяйственных культур в аридной зоне. Москва: Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 545 с.

4. Безбородов Ю.Г. Почвоохранная ресурсосберегающая технология бороздкового полива // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. № 5-6. С. 20-22.

5. Безбородов Ю.Г. Оценка продуктивности мелиоративных агроландшафтов Жамбылской области / Ю.Г. Безбородов, Н.Н. Хожанов, Ж.С. Ауганбаева // Природооустройство. 2020. № 4. С. 22-27. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-22-27.

6. Культуртехническая мелиорация: учебное пособие для слушателей курсов повышения квалификации / Т.В. Папаскири, А.Г. Безбородов, Ю.Г. Безбородов, Е.П. Ананичева, А.Ю. Сошников, В.Н. Семочкин. Под ред. Папаскири Т.В. М.: ГУЗ, 2024. 156 с.

7. Управление лесным хозяйством: учебное пособие / Т.В. Папаскири, Т.А. Емельянова, А.Г. Безбородов,

Информация об авторах:

Суслов С.В., кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, Государственный университет по землеустройству.

Климон А.П., кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, физики и информатики, Государственный университет по землеустройству,

Безбородов А.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры продовольственной безопасности, Российской академии кадрового обеспечения агропромышленного комплекса.

Безбородов Ю.Г., доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, Российской государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева.

Information about authors:

S.V., Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, State University of Land Use Planning.

A.P. Klimov, candidate of technical sciences, associate professor of the department of higher mathematics, physics and computer science, State University of Land Use Planning.

A.G. Bezbordov, doctor of agricultural sciences, professor of the department of food security, Russian academy of personnel support for the agroindustrial complex.

Yu.G. Bezbordov, doctor of technical sciences, associate professor, acting head of the department of land management and forestry, Russian Timiryazev State Agrarian University.



Ю.Г. Безбородов, Е.Э. Желонкина, С.П. Замана, С.Ю. Концепция, О.Ю. Приходько, И.С. Федотов; под общ. ред. Т.В. Папаскири. М.: ГУЗ, 2024. 192 с.

8. Платонов Е.П., Оппетаев А.С., Залесов С.В., Башегуров К.А. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению. М.: 2021. МГТУ им. Н.Э. Баумана.

9. Bezbordov A.G. Ameliorative Effect of Mulching Irrigated Sierozems with a Polyethylene Film // Eurasian Soil Science. 2000. Vol. 33, No. 7. P. 752-757.

10. Груздев В.С., Суслов С.В. Изменение состава и структуры компонентов ландшафтов лесной зоны в условиях техногенеза: монография. М.: ИНФРА-М, 2023. С. 90.

References

1. V.N. Klincevich, E.A. Flyurin (2020). *Sposoby ispol'zovaniya luzgi grechihi posevenoj (obzor)* [Methods of using buckwheat husk (review)]. Proceedings of the Belarusian State Technical University, no. 1, pp. 68-81.

2. Odeta Pociené & Rasa Šlinkšienė (2022). Studies on the Possibilities of Processing Buckwheat Husks and Ash in the Production of Environmentally Friendly Fertilizers, Agriculture, MDPI, vol. 12(2), pp. 1-16.

3. Bezbordov YU. G. (2013). *Oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur v aridnoj zone* [Irrigation of agricultural crops in the arid zone], Moscow, Russian Timiryazev State Agrarian University, 545 p.

4. Bezbordov YU. G. (1996). *Pochvoohrannaya resursosberegayushchaya tekhnologiya borodzkovogo poliva* [Soil conservation resource-saving technology of furrow irrigation]. *Meliioraciya i vodnoe hozyaistvo*, no. 5-6, pp. 20-22.

5. Bezbordov YU. G. (2020). *Ocenka produktivnosti meliorativnyh agrolandscape ZHambylskoj oblasti* [Assessment of the productivity of melioration agrolandscapes of the Zhambyl region]. *Prirodoobustroystvo*, no. 4, p. 22-27. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-22-27.

6. Papaskiri T.V. (2024). *Kulturtekhnicheskaya melioraciya: uchebnoe posobie dlya slushatelej kursov povysheniya kvalifikacii* [Cultural and technical melioration: a tutorial for students of advanced training courses], Moscow, GUZ, 156 p.

7. Papaskiri T.V. (2024). *Upravlenie lesnym hozyaistvom: uchebnoe posobie* [Forestry management: textbook], Moscow, GUZ, 192 p.

8. Platonov E.P. (2021). *Puti sovershenstvovaniya mero- priyatiy po kompensacionnomu lesosstanoveniyu* [Ways to improve compensatory reforestation measures], Moscow, MGTU im. N.E. Baumana.

9. Bezbordov A.G. (2000). Ameliorative Effect of Mulching Irrigated Sierozems with a Polyethylene Film. Eurasian Soil Science, vol. 33, no. 7, pp. 752-757.

10. V.S. Gruzdev, S.V. Suslov (2023). *Izmenenie sostava i struktury komponentov landscapev lesnoj zony v usloviyah tekhnogenese: monografija* [Changes in the composition and structure of the components of the landscapes of the forest zone in the conditions of technogenesis], Moscow, INFRA-M, 90 p.