

Светлана Викторовна Ерегина¹, Ирина Игоревна Рассохина²✉, Андрей Викторович Платонов³

^{1,2}Вологодский научный центр РАН, Вологда, Россия

³Вологодский институт права и экономики ФСИН России, Вологда, Россия

¹ereginasv@mail.ru

²rasskhinairina@mail.ru

³platonov70@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Цель исследования – изучение действия препарата, созданного на основе живых бактерий штамма *Lactobacillus buchneri* 600, на ростовые и продуктивные параметры двух сортов овса посевного в условиях Вологодской области. Задачи: оценка влияния препарата на ростовые параметры растений, а также зерновую урожайность культуры. Эксперимент осуществляли в рамках мелкоделяночного полевого опыта в 2021–2022 гг. на поле ФГБУН «Вологодский научный центр РАН». Объект исследования – овес посевной сортов Лев и Яков. Перед посевом семена контрольного варианта замачивали в воде, а опытного варианта инокулировали в рабочем растворе препарата в концентрации 1 мл препарата на 1 л воды в течение 2 ч, вторичное внесение бактерий осуществлялось по вегетирующим органам растений в фазу кущения (в концентрации 1 л препарата на гектар). Внесение биопрепарата на основе живых кисломолочных бактерий *L. buchneri* 600 способствовало активации ростовых процессов овса в условиях Вологодской области. В зависимости от сорта и фазы вегетации наблюдалось увеличение сырой массы до 42 %, сухой массы до 48 % у опытных растений по сравнению с контролем. Также наблюдалось увеличение содержания фотосинтетических пигментов в листьях опытных растений относительно контроля на 11–20 %. Увеличение ростовых показателей опытных растений сопровождалось увеличением их зерновой продуктивности на 13–18 %. Увеличение зерновой продуктивности культуры происходило за счет некоторого возрастания продуктивной кустистости и увеличения массы зерновки.*

Ключевые слова: биопрепарат *Lactobacillus*, овес, рост овса, зерновая продуктивность овса, хлорофилл

Для цитирования: Ерегина С.В., Рассохина И.И., Платонов А.В. Влияние биопрепарата на рост и урожайность овса в условиях Вологодской области // Вестник КрасГАУ. 2025. № 2. С. 9–17. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-9-17.

Svetlana Viktorovna Eregina¹, Irina Igorevna Rassokhina²✉, Andrey Viktorovich Platonov³

^{1,2}Vologda Scientific Center of the RAS, Vologda, Russia

³Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service of Russia, Vologda, Russia

¹ereginasv@mail.ru

²rasskhinairina@mail.ru

³platonov70@yandex.ru

IMPACT OF BIOPREPARATION ON GROWTH AND YIELD OF OATS IN THE VOLOGDA REGION CONDITIONS

*The aim of the study is to investigate the effect of a preparation based on live bacteria of the *Lactobacillus buchneri* 600 strain on the growth and productivity parameters of two varieties of common oats in the Vologda Region. Objectives: to assess the effect of the preparation on the growth parameters of plants, as well as the grain yield of the crop. The experiment was carried out as part of a small-plot field experiment in 2021–2022 in the field of the Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The object of the study is common oats of the Lev and Yakov varieties. Before sowing, the seeds of the control variant were soaked in water, and the experimental variant was inoculated in a working solution of the preparation at a concentration of 1 ml of the preparation per 1 liter of water for 2 hours, the secondary application of bacteria was carried out on the vegetative organs of plants during the tillering phase (at a concentration of 1 liter of the preparation per hectare). The introduction of a biopreparation based on live lactic acid bacteria *L. buchneri* 600 contributed to the activation of oat growth processes in the conditions of the Vologda Region. Depending on the variety and vegetation phase, an increase in raw mass up to 42 %, dry mass up to 48 % was observed in experimental plants compared to the control. An increase in the content of photosynthetic pigments in the leaves of experimental plants relative to the control by 11–20 % was also observed. The increase in growth indicators of experimental plants was accompanied by an increase in their grain productivity by 13–18 %. The increase in grain productivity of the crop occurred due to a slight increase in productive tillering and an increase in the mass of the grain.*

Keywords: biopreparation *Lactobacillus*, oats, oat growth, oat grain productivity, chlorophyll

For citation: Eregina SV, Rassokhina II, Platonov AV. Impact of biopreparation on growth and yield of oats in the Vologda Region conditions. *Bulliten of KSAU*. 2025;(2):9-17. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-9-17.

Введение. Развитие агропроизводства экологически безопасными методами является одним из приоритетных направлений деятельности России, что отмечено в актуальных нормативных документах: в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена в Указе Президента РФ от 28.02.2024 № 145) и Стратегии развития производства органической продукции до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 04.07.2023 № 1788-р). Отметим, что проблема увеличения урожайности сельскохозяйственных культур особую значимость приобретает в Нечерноземной зоне России, которая характеризуется сложными и непостоянными агроклиматическими условиями, что не позволяют культурам в полной мере реализовать свой генетически запрограммированный потенциал.

Для интенсификации сельскохозяйственного производства используются разнообразные средства, однако применение именно препаратов микробиологического происхождения отвечает требованиям экологизации технологий, способствуя активизации роста и повышению продуктивности сельскохозяйственных культур. К сожалению, ассортимент таких препаратов, используемых в практике в настоящее время,

крайне мал [1], а доля сельскохозяйственных организаций Европейского Севера России, где применяются биологические методы защиты растений, составляет всего 9,4 % [2].

При этом бактерии являются естественными производителями более 300 химических соединений, среди которых обнаружены ИУК, цианистый водород, 2,4-ДАФГ, сидерофоры, пирролнитрин, феназины, глюконовая кислота, липопептиды и пр. [3–5]. Кисломолочные бактерии относительно мало изучены с точки зрения повышения продуктивности растений, как правило, направление изучения данных организмов связано с их ролью в заготовке сочных кормов [6, 7]. Однако данные микроорганизмы довольно конкурентноспособны, что позволяет им успешно существовать в почве и эффективно взаимодействовать в системе с растениями. Так, представители рода *Lactobacillus* повышают устойчивость растений к стрессорам, патогенам [8, 9], а также приводят к активации роста и развития растений [9, 10], установлено, что антимикробная и ростстимулирующая активность молочнокислых бактерий связана с продуцированием ими различных метаболитов [11, 12], в частности валериановой и масляной кислот [13], также эти бактерии способны к синтезу фитогормонов группы ауксина [14], что может способствовать

более быстрому росту культур и накоплению сухого вещества.

Овес посевной (*Avena sativa* L.) является одной из важных зерновых культур, возделываемых на территории Нечерноземной зоны России, например в Вологодской области доля его посевов среди остальных зерновых растений составляет 18–22 % [15]. Овес прежде всего используется в качестве корма для скота, особенно молодняка. Кормовые достоинства зерна овса связаны с довольно высоким содержанием белка (9 %), крахмала (40–45) и жира (до 5 %) [16]. Кроме того, овес является неприхотливой культурой, что позволяет его успешно возделывать в Нечерноземной зоне России с ее изменчивыми погодными условиями.

Цель исследования – изучение действия препарата, созданного на основе живых бактерий штамма *Lactobacillus buchneri* 600, на ростовые и продуктивные параметры двух сортов овса посевного в условиях Вологодской области.

Задачи: осуществить постановку мелкоделяночного полевого эксперимента с овсом посевным сортов Лев и Яков; провести оценку ростовых показателей, содержания фотосинтетических пигментов и зерновой урожайности культуры.

Объекты и методы Постановка эксперимента осуществлялась с овсом посевным сортов Лев и Яков, которые допущены к использованию в Северо-Западном регионе Российской Федерации. В качестве действующего вещества использовался препарат «Натурост-Актив», созданный на основе живых бактерий штамма *Lactobacillus buchneri* 600 компанией ООО «Биотроф» (Санкт-Петербург, Россия). Бактерии культивировали на питательной среде, которая включала в себя свекловичную мелассу (2 %) и минеральные соли, источником азота служил нитрат натрия. В 1 мл препарата содержание живых бактерий исходного штамма составляло не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ.

Исследования проводились в рамках постановки мелкоделяночных полевых опытов на поле ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук» (ВолНЦ РАН) в 2021–2022 гг. Почва на экспериментальных делянках – осушенная дерново-подзолистая средне-

суглинистая. Повторность опыта – трехкратная, площадь учетной делянки – 2 м². Посев происходил в соответствии с принятыми нормами высева – 5 млн семян на 1 га [17]. Перед посевом семена опытной группы инокулировали в рабочем растворе экспериментального препарата в концентрации 1 мл препарата на 1 л воды в течение 2 ч, семена контрольной группы замачивались в воде. Кроме того, на стадии кущения проводили опрыскивание филлосферы овса рабочими растворами согласно рекомендациям производителя в концентрации 1 л препарата на 1 га, с расходом рабочего раствора 300 л/га. Уход за культурами происходил в соответствии с общепринятыми агротехническими приемами, минеральные удобрения и пестициды не вносились. В течение вегетации на разных фазах развития проводили учет сырой и сухой массы опытных и контрольных растений, количества побегов и листьев. В фазах кущения и выметывания спектрофотометрическим методом определяли количественное содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, суммы хлорофиллов (*a* + *b*) и каротиноидов. Извлечение пигментов проводили с помощью 85 % раствора ацетона. В конце вегетации отбирался сноповый материал для оценки структуры урожая: при этом подсчитывали продуктивную кустистость, массу 1000 зерновок, а также общую зерновую урожайность культуры.

Статистическая обработка данных осуществлялась путем расчета однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета анализа данных программы MS Excel. В таблицах и на рисунках представлены средние значения показателей и величины их средних арифметических ошибок. Различия с контролем статистически значимы на уровне $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия вегетационных периодов 2021–2022 гг. исследований значительно отличались как по количеству осадков, так и по температурному режиму (табл. 1). Вегетационный период 2021 г. был жарким и сухим, но с переувлажненным августом, а 2022 г. – умеренно теплым и влажным с холодным маем и сухим августом.

Погодные условия вегетационного периода по годам исследований
Weather conditions of the growing season by years studies

Период	Средняя многолетняя норма		2021 г.		2022 г.	
	Т, °С	Количество осадков, мм	Т, °С	Количество осадков, мм	Т, °С	Количество осадков, мм
Май	11,0	41,4	12,1	65,0	8,0	65,0
Июнь	14,5	59,6	19,1	31,0	16,0	61,0
Июль	17,9	66,3	19,1	27,0	19,2	81,0
Август	15,2	70,5	16,0	139,0	19,3	27,0
Вегетацион. период	14,7	237,8	16,6	262,0	15,6	234,0

Примечание: Т – средняя температура воздуха. Норма рассчитывалась на основании средних показателей за 2000–2019 гг.

В 2021 г. в период активного роста растений количество осадков было скудным, а средняя температура превышала среднюю норму на 1,2–4,5 °С, что существенно повлияло на ростовые процессы растений. В целом наиболее благоприятным для роста овса посевного и жизнедеятельности бактерий оказался 2022 г. с показателями, близкими к многолетней норме.

В начале вегетации у овса сорта Лев общая кустистость варианта с внесением биопрепарата имела тенденцию к превосходству над кон-

тролем на 8–14 %, по количеству листьев – на 2–4, по сырой массе на 2–8, по сухой массе – на 1–5 % (табл. 2). Овес сорта Яков, обработанный биопрепаратом, также превосходил контрольный вариант по общей кустистости до 8 %, по количеству листьев – на 6 %, по сырой массе – на 5–7 %, по сухой массе – на 5 %. Учитывая, что май 2022 г. был сырым и холодным, было ожидаемо, что растения в начале вегетации 2021 г. оказались лучше развиты (больше масса и количество листьев).

Таблица 2

Ростовые параметры овса в фазу начала кущения
Growth parameters of oats in the phase of tillering initiation

Вариант опыта	Общая кустистость, шт.	Количество листьев, шт.	Сырая масса растения, г	Сухая масса растения, г
2021 г.				
Овес Лев – контроль	1,4±0,20	6,3±0,3	1,26±0,10	0,220±0,016
Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	1,6±0,15	6,5±0,4	1,36±0,08	0,232±0,014
Овес Яков – контроль	1,3±0,10	6,3±0,3	1,12±0,07	0,211±0,012
Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	1,4±0,20	6,7±0,5	1,20±0,07	0,223±0,014
2022 г.				
Овес Лев – контроль	1,2±0,10	4,4±0,2	0,57±0,04	0,109±0,008
Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	1,3±0,05	4,5±0,2	0,58±0,05	0,110±0,008
Овес Яков – контроль	1,0±0,05	3,2±0,1	0,35±0,01	0,077±0,003
Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	1,0±0,05	3,2±0,1	0,37±0,02	0,075±0,004

В фазу выметывания наблюдалось достоверное превосходство опытных растений над контрольными (табл. 3). Так, при внесении биопрепарата у овса сорта Лев сухая масса увеличилась в 2021 г. на 18 %, в 2022 г. – на 48 %, показатели сырой массы в опытных вариантах

превосходили контроль на 31 и 37 % соответственно. Овес сорта Яков показал увеличение сухой массы 2021 г. на 35 %, в 2022 г. – на 17 %, показатели сырой массы – на 42 и 10 % соответственно.

Ростовые параметры овса в фазу начала выметывания
Growth parameters of oats in the phase of the beginning of flapping

Вариант опыта	Общая кустистость, шт.	Количество листьев, шт.	Сырая масса растения, г	Сухая масса растения, г
2021 год				
Овес Лев – контроль	1,5±0,05	6,1±0,5	4,23±0,33	1,715±0,142
Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	1,8±0,10	6,3±0,6	5,55±0,40*	2,025±0,107*
Овес Яков – контроль	2,0±0,2	6,4±0,4	2,09±0,18	0,585±0,056
Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	1,5±0,2	7,7±0,7*	2,98±0,18*	0,794±0,049*
2022 год				
Овес Лев – контроль	1,3±0,10	6,7±0,2	4,80±0,28	1,472±0,106
Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	1,4±0,05	6,9±0,3	6,56±0,38*	2,180±0,130*
Овес Яков – контроль	1,0±0,01	5,6±0,1	3,93±0,20	1,179±0,112
Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	1,1±0,05	5,9±0,3	4,34±0,16*	1,388±0,088*

* Различия с контролем статистически значимы на уровне $p \leq 0,05$.

Известно, что накопление органического вещества определяется скоростью фотосинтетических процессов, при этом важной составляющей является содержание и активность пигментных единиц. Результаты исследований показывают, что содержание суммы хлорофиллов у опытных растений больше, чем в листьях кон-

трольных растений. Так, в опыте с овсом сорта Лев разница по содержанию хлорофилла *a* составила 11–19 %, хлорофилла *b* – 19–21, суммы хлорофиллов (*a+b*) – 13–19, каротиноидов – 13–20 % (рис. 1). Схожая, но менее выраженная тенденция наблюдается в опыте с овсом сорта Яков (рис. 2).

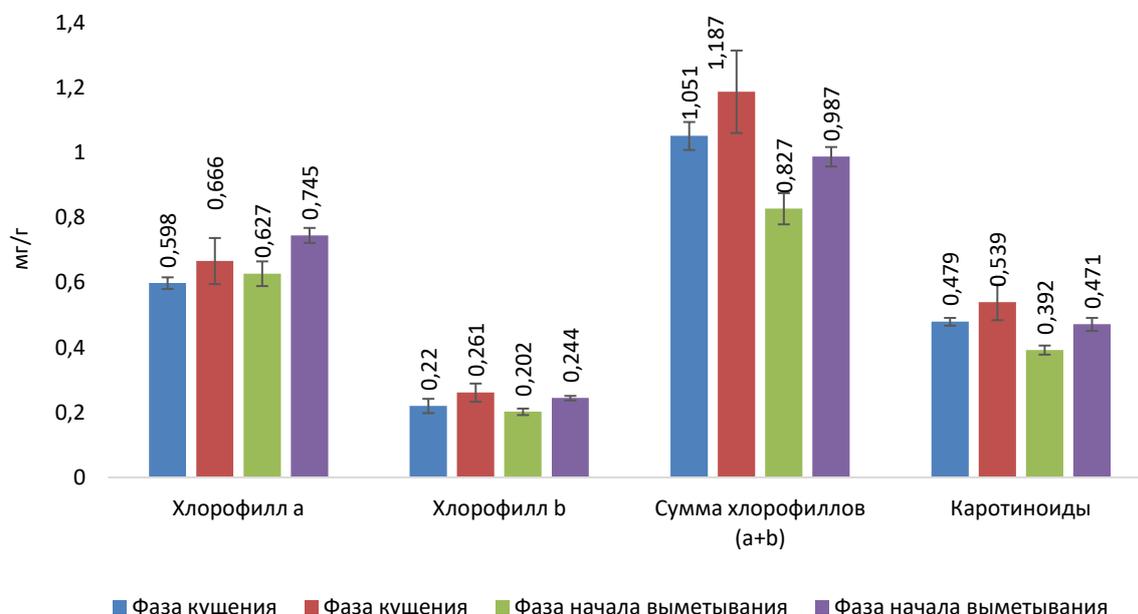


Рис. 1. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях овса сорта Лев в опыте 2021 г.

Content of photosynthetic pigments in leaves of oats variety Lev in the 2021 experiment

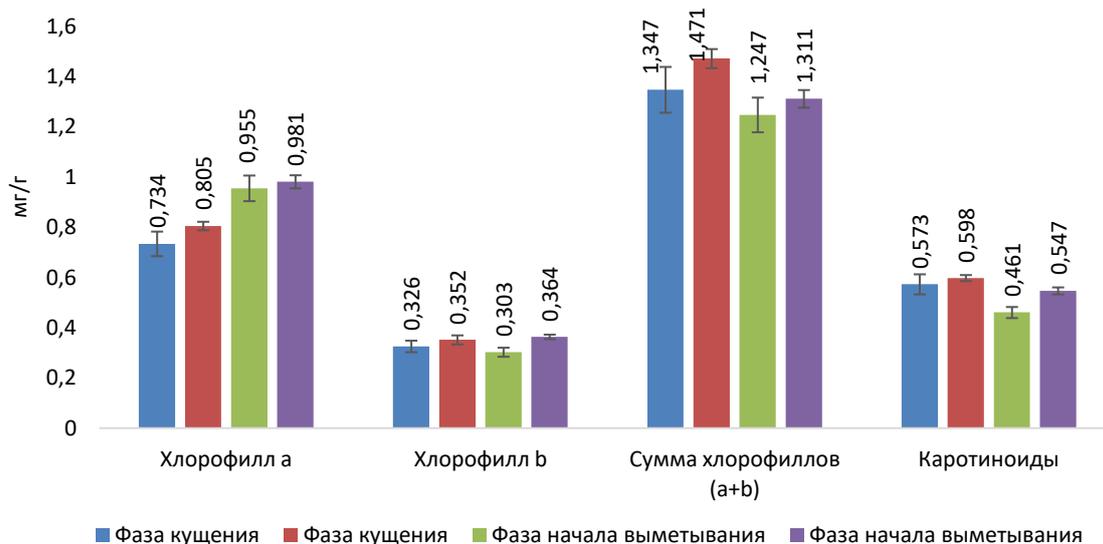


Рис. 2. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях овса сорта Яков в опыте 2021 г.

Content of photosynthetic pigments in leaves of oat variety Yakov in the experiment 2021

Схожие результаты повышения продуктивного потенциала растений демонстрируют и другие исследователи. Например, в работе O.A.A.I. Al-Elwany et. al. (2023) показано увеличение количества пигментов и урожайности фенхеля при совместном действии бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactococcus lactis* в сочетании с органическими удобрениями (навоз, птичий помет) [18].

Анализ структуры урожая овса показывает, что зерновая продуктивность была ниже в 2021 г. по сравнению с 2022 г. (табл. 4), что связано, как было отмечено выше, с отличными погодными

условиями. Использование экспериментального препарата, созданного на основе *L. buchneri* 600, оказало положительное влияние на продуктивность овса. Так, зерновая урожайность сорта Лев в 2021 г. возростала относительно контроля на 13 %, в 2022 г. – на 18, сорта Яков – на 10 и 16 % соответственно. Вероятно, засушливые условия 2021 г. оказались менее благоприятными для жизнедеятельности *L. buchneri* 600, эффективность от внесения которых оказалась выше в условиях влажного вегетационного периода.

Таблица 4

Зерновая продуктивность овса Grain productivity of oats

Год	Вариант	Масса зерна, ц/га	Продуктивная кустистость, шт.	Масса 1000 зерновок, г
2021	Овес Лев – контроль	12,8±1,2	1,0±0,05	32,8±0,3
	Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	14,5±1,1	1,1±0,05	32,9±0,4
	Овес Яков – контроль	17,7±0,9	1,0±0,05	30,9±0,3
	Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	19,5±0,8*	1,1±0,05	32,6±0,4*
2022	Овес Лев – контроль	19,6±0,2	1,0±0,05	33,1±1,8
	Овес Лев – <i>L. buchneri</i>	23,2±2,1*	1,2±0,05	34,4±1,9
	Овес Яков – контроль	21,8±1,2	1,0±0,05	31,7±1,1
	Овес Яков – <i>L. buchneri</i>	25,3±0,9*	1,2±0,05	33,5±0,9

* Разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $p \leq 0,05$.

Отметим, что бактерии *Lactobacillus buchneri* 600 оказывали положительное действие также на рост и продуктивность ячменя, клеверотимофеечной травосмеси, а также горохово-овсяной травосмеси [19]. Кроме того, имеются данные о положительном влиянии данного био-препарата на рост сорго сахарного [20–21].

Заключение. Таким образом, внесение био-препарата, созданного на основе живых кислото-молочных бактерий *L. buchneri* 600, способствовало активации ростовых процессов овса в условиях Вологодской области, о чем свидетельствуют несколько большие показатели сырой и сухой массы опытных растений относительно

контроля. Увеличение сухой массы, вероятно, связано с изменениями в работе фотосинтетического аппарата. Так, результаты эксперимента показали увеличение концентрации фотосинтетических пигментов в листьях опытных растений на 11–20 %. Более активный рост в течение вегетации не мог не сказаться на итоговой зерновой продуктивности, которая при действии испытуемого препарата возросла на 10–18 % в зависимости от условий года выращивания и сорта овса. Увеличение зерновой продуктивности происходит за счет некоторого возрастания продуктивной кустистости и увеличения массы зерновки.

Список источников

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 2023. Т. 1.
2. Иванов В.А. Стратегия развития сельского хозяйства Европейского Севера России. Сыктывкар: Принт, 2023. 140 с.
3. Gross H., Loper J.E. Genomics of secondary metabolite production by *Pseudomonas* spp // Natural Product Reports. 2009. Vol. 26, № 11. P. 1408–1446. DOI: 10.1039/B81707.
4. D'aes J., De Maeyer K., Pauwelyn E., et al. Biosurfactants in plant *Pseudomonas* interactions and their importance to biocontrol // Environmental Microbiology Reports. 2010. Vol. 2 (3). P. 359–372. DOI: 10.1111/j.1758-2229.2009.00104.x.
5. Максимов И.В., Сингх Б.П., Черепанова Е.А., и др. Перспективы применения бактерий – продуктов липопептидов для защиты растений (обзор). // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. № 56 (1). С. 19–34. DOI: 10.31857/S0555109920010134.
6. Holzer M., Mayrhuber E., Danner H., et al. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation // Trends Biotechnol. 2003. Vol. 21 (6). P. 282–287. DOI: 10.1016/S0167-7799(03)00106-9.
7. Bakare A.G., Zindove T.J., Bhavna A., et al. *Lactobacillus buchneri* and molasses can alter the physicochemical properties of cassava leaf silage // Heliyon. 2023. Vol. 9 (11). P. e22141. DOI: 10.1016/j.heliyon. 2023.e22141.
8. Filannino P., DeAngelis M., Di Cagno R., et al. How *Lactobacillus plantarum* shapes its transcriptome in response to contrasting habitats // Environ Microbiol. 2018. № 20 (10). P. 3700–3716. DOI: 10.1111/14622920.14372.
9. Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O., et al. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings // Acta Physiologiae Plantarum. 2013. № 35 (5). P. 1587–1595. DOI: 10.1007/s1173 8-012-1200-y.
10. Ржевская В.С., Отурина И.П., Теплицкая Л.М. Изучение биологических свойств штаммов молочнокислых бактерий // Ученые Записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2014. № 1 (66). С. 145–160. EDN: VBFBX.
11. Данилова Т.А., Аджиева А.А., Данилина Г.А., и др. Антимикробное действие супернатанта *Lactobacillus plantarum* на патогенные микроорганизмы // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019. № 167 (6). С. 709–712.
12. Чичерин И.Ю., Погорельских И.П., Лундовских И.А., и др. Динамика содержания лактобацилл, микробных метаболитов и антибактериальной активности растущих культур *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 // Журнал инфектологии. 2014. № 5 (3). С. 50–55.
13. Лапицкая Е.А., Петров В.Б., Никонов И.Н., и др. Препарат «Биотроф-600» – стимулятор роста помидоров // Аграрный вестник Урала. 2008. № 5. С. 42–44.

14. Gummalla S., Broadbent J.R. Tryptophan catabolism by *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus helveticus* cheese flavor adjuncts // *Journal of Dairy Science*. 1999. № 82 (10). P. 2070–2077.
15. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство Территориальный орган Федеральной службы статистики Российской Федерации. 1999–2023. URL: <https://35.rosstat.gov.ru/sh> (дата обращения: 01.03.2024).
16. Ивченко В.К., Романов В.Н., Литау В.М., и др. Продуктивность и питательная ценность кормовых культур в условиях Сибири // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 11. С. 9–15.
17. Маркова И.А., Гузюк М.Е., Вервейко И.В. Основы сельскохозяйственных пользований: учеб. пособие. СПб.: ЛТА, 2001. 126 с.
18. Al-Elwany O.A.A.I., Mohamed A.M.H.A., Abdelbaky A.S., et al. Application of bio-organic amendments improves soil quality and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) plants in saline calcareous soil // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13 (19876). P. 1–11. DOI:10.1038/s41598-023-45780-2.
19. Рассохина И.И., Платонов А.В. Влияние микробиологического препарата, созданного на основе *Lactobacillus buchneri*, на рост и урожайность ячменя в условиях Вологодской области // *Зерновое хозяйство России*. 2023. Т. 15, № 5. С. 63–69.
20. Платонов А.В., Рассохина И.И., Лаптев Г.Ю., и др. Действие препарата, созданного на основе бактерий *Lactobacillus buchneri*, на продуктивность травосмеси клевера и тимopheевки // *Аграрная наука*. 2023. № 9. С. 105–109.
21. Сухарева Л.В. Действие биопрепаратов на ростовые параметры *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf // *Аграрный вестник Урала*. 2024. Т. 24, № 1. С. 12–21.

References

1. State catalog of pesticides and agrochemicals authorized for use on the territory of the Russian Federation. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. 2023. Vol. 1. (In Russ.).
2. Ivanov VA. Strategiya razvitiya sel'skogo hozyajstva Evropejskogo Severa Rossii: Syktyvkar: Print, 2023.140 p. (In Russ.).
3. Gross H, Loper JE. Genomics of secondary metabolite production by *Pseudomonas spp.* *Natural Product Reports*. 2009;26(11):1408-1446. DOI: 10.1039/B81707.
4. D'aes J, De Maeyer K, Pauwelyn E, et al. Biosurfactants in plant *Pseudomonas* interactions and their importance to biocontrol. *Environmental Microbiology Reports*. 2010;(2):359-372. DOI: 10.1111/j.1758-2229.2009.00104.x.
5. Maksimov IV, Singh BP, Cherepanova EV, et al. Prospects of application of bacterial-lipopeptide preparations for plant protection (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2020;(56):19-34. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0555109920010134.
6. Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, et al. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends Biotechnol.* 2003;(21):282-287. DOI: 10.1016/S0167-7799(03)00106-9.
7. Bakare AG, Zindove TJ, Bhavna A, et al. *Lactobacillus buchneri* and molasses can alter the physicochemical properties of cassava leaf silage. *Heliyon*. 2023;(9):e22141. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e22141.
8. Filannino P, De Angelis M, Di Cagno R, et al. How *Lactobacillus plantarum* shapes its transcriptome in response to contrasting habitats. *Environ Microbiol.* 2018;(20):3700-3716. DOI: 10.1111/14622920.14372.
9. Limanska N, Ivanytsia E, Basiul O, et al. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2013;(35):1587-1595. DOI: 10.1007/s1173 8-012-1200-y.
10. Rzhetskaya VS, Oturina IP, Teplickaya LM. Izuchenie biologicheskikh svoystv shtammov molochnokislykh bakterij. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2014;27(1):145-160. (In Russ.). EDN: VBFBX.
11. Danilova TA, Adzhieva AA, Danilina GA, et al. Antimicrobial activity of supernatant of *Lactobacillus plantarum* against pathogenic microorganisms. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2019;(167):709-712. (In Russ.). DOI: 10.1007/sl0517-019-04615-9.

12. Chicherin IYu, Pogorel'skij IP, Lundovskih IA, et al. Dynamics of the content of lactobacilli, microbial metabolites and antimicrobial activity of growing culture of *Lactobacillus Plantarum* 8P-A3. *Journal Infectology*. 2014;(5):50-55. (In Russ.). DOI: 10.22625/2072-6732-2013-5-3-5055.
13. Lapitskaya EA, Petrov VB, Nikonov LN, et al. Preparation "Biotroph-600" – a growth factor of tomatoes. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2008;(5):42-44. (In Russ.). EDN: ISZGML.
14. Gummalla S, Broadbent JR. Tryptophan catabolism by *Lactobacillus easesel* and *Lactobacillus helveticus* cheese flavor adjuncts. *Journal of Dairy Science*. 1999;(82):2070-2077. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75448-2
15. Sel'skoe hozyajstvo, ohoty i lesnoye hozyajstvo. *Territoriarnyj organ Federal'noj sluzhby statistiki Rossijskoj Federacii*. 1999–2023. Available at: <https://35.rosstat.gov.ru/sh> (Accessed: 01.03.2024). (In Russ.).
16. Ivchenko VK, Romanov VN, Litau VM, et al. Productivity and nutritive value of forage crops under conditions of Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2016;(11):9-15. (In Russ.).
17. Markova IA, Guzyuk ME, Vervejko IV. *Osnovy sel'skohozyajstvennyh pol'zovanij: ucheb. posobie*. SPb.: LTA, 2001. 126 p. (In Russ.).
18. Al-Elwany OAAI, Mohamed AMHA, Abdelbaky AS, et al. Application of bio-organic amendments improves soil quality and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) plants in saline calcareous soil. *Scientific Reports*. 2023;13(19876):1-11. DOI: 10.1038/s41598-023-45780-2.
19. Rassokhina II, Platonov AV. The effect of a microbiological product based on *Lactobacillus buchneri* on barley growth and productivity in the Vologda region. *Grain Economy of Russia*. 2023;15(5): 63-69. (In Russ.). DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-63-69.
20. Platonov AV, Rassokhina II, Laptsev GYu, et al. Effect of preparation based on the bacteria *Lactobacillus buchneri* on the productivity of clover and timothy mixture. *Agrarian science*. 2023;(9):105-109. (In Russ.). DOI:10.32634/0869-8155-2023-374-9-105-109.
21. Sukhareva LV. Effect of biopreparations on growth parameters of *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024;24(1):12-21. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-12-21.

Статья принята к публикации 18.12.2024 / The article accepted for publication 18.12.2024.

Информация об авторах:

Светлана Викторовна Ерегина¹, старший научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, кандидат географических наук

Ирина Игоревна Рассохина², научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития

Андрей Викторович Платонов³, ведущий научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Svetlana Viktorovna Eregina¹, Senior Researcher at the Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development, Candidate of Geographical Sciences

Irina Igorevna Rassokhina², Researcher at the Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development

Andrey Viktorovich Platonov³, Leading Researcher, Laboratory of Bioeconomics and Sustainable Development, Candidate of Biological Sciences, Docent