

Научная статья

Original article

УДК 579.64+633.111.1

DOI:10.24411/2588-0209-2021-10356

**ДЕЙСТВИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS* SP. НА
БИОЛОГИЧЕСКУЮ И ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ
ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ
THE EFFECT OF BACTERIA OF THE GENUS *PSEUDOMONAS* SP. ON
BIOLOGICAL AND ECONOMIC PRODUCTIVITY OF SOFT WHEAT IN THE
VOLOGDA OBLAST CONDITIONS**



Рассохина Ирина Игоревна, аспирант ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (150003, Россия, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14), м.н.с. ФГБУН «Вологодский научный центр РАН» (160014, Россия, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6129-6912>, rasskhinairina@mail.ru

Платонов Андрей Викторович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией биоэкономики и устойчивого развития ФГБУН «Вологодский научный центр РАН» (160014, Россия, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1110-7116>, platonov70@yandex.ru

Rassokhina Irina Igorevna, Graduate Student P.G. Demidov Yaroslavl State University (150003, Russian Federation, Yaroslavl, Sovetskaya Street, 14), Junior Research Associate of the Federal State Budgetary Institution of Science «Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences» (160014, Russian Federation,

Vologda, Gorky Street, 56A), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6129-6912>, rasskhinairina@mail.ru

Platonov Andrei Viktorovich, Ph.D. in Biology, Associate Professor, Head of the Laboratory for Bioeconomics and Sustainable Development of the Federal State Budgetary Institution of Science «Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences» (160014, Russian Federation, Vologda, Gorky Street, 56A), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1110-7116>, platonov70@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты полевого исследования влияния штамма GEOT18 бактерий *Pseudomonas* sp., выделенного сотрудниками Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова, на пшеницу мягкую сорта Дарья. Опыт был проведен в 2020 году на опытном поле Вологодского научного центра РАН. Учетная площадь делянок составила 3 м², повторность опыта – трехкратная. Внесение бактерий осуществляли в виде суспензии двукратно: предпосевное замачивание семян на 30 минут и опрыскивания растений в стадиях кущения. На стадиях кущения, выметывания и цветения проводили учет морфометрических параметров растений, их сырой и сухой массы, а также рассчитывали величины среднесуточных приростов и определяли содержание фотосинтетических пигментов. К моменту созревания семян осуществляли учет структуры урожая и оценивали хозяйственную продуктивность пшеницы. Установлено, что внесение бактерий оказывает на растения ростостимулирующий эффект. Так, у опытных растений увеличивались кустистость, количество и площадь листьев, сырая и сухая массы, среднесуточные приросты. Стимуляция роста и развития опытных растений пшеницы привела к увеличению зерновой продуктивности на 14,0 %, что происходило за счет увеличения продуктивной кустистости и массы зерновки. Коэффициент хозяйственного использования выше у растений опытной группы.

Abstract. The paper presents the results of a field study of the effect of the GEOT18 strain of *Pseudomonas* sp. bacteria, isolated by the staff of P.G. Demidov Yaroslavl State University on soft wheat of the Daria variety. The experiment was conducted in

2020 at the experimental field of the Vologda Research Center of RAS. The registered area of the plots was 3 m²; the experiment repetition was three times. The introduction of bacteria was carried out in the suspension form twice: pre-sowing soaking of seeds for 30 minutes and spraying of plants in the tillering stages. At the stages of tillering, sweeping and flowering, the authors took into account the morphometric parameters of plants, their raw and dry weight, calculated the average daily increments, and determined the content of photosynthetic pigments. By the time of seed maturation, the crop structure was taken into account and the economic productivity of wheat was evaluated. The work has found that the introduction of bacteria has a growth-stimulating effect on plants. For instance, in experimental plants, there is an increase of bushiness, the number and area of leaves, raw and dry masses, and average daily. Stimulation of growth and development of experimental wheat plants leads to an increase in grain productivity by 14.0 % which is due to an increase in productive bushiness and grain weight. The coefficient of economic use is higher in the plants of the experimental group.

Ключевые слова: Pseudomonas, Triticum aestivum, морфометрические параметры, зерновая продуктивность, рост, хлорофилл.

Keywords: Pseudomonas, Triticum aestivum, morphometric parameters, grain productivity, growth, chlorophyll.

Введение

Традиционным приоритетным направлением сельского хозяйства на территории Вологодской области является молочное скотоводство. Так, по информации Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов, в 2020 году по валовому надою молока область занимает 12 место в России. При этом, кормопроизводство, является важнейшей обеспечивающей отраслью молочного скотоводства [1]. Ведение кормопроизводства в регионе сталкивается с определенными трудностями, что связано, прежде всего, со сложными климатическими условиями Нечерноземной зоны.

Основными высокоэнергетическими источниками кормов растительного происхождения для животных является зерно злаковых и бобовых культур, что связано с высокой обеспеченностью зерна доступными углеводами [2]. По данным Росстат на долю посевных площадей зерновых культур в 2020 году в Вологодской области приходилось 25,1 %. Пшеница (*Triticum aestivum*) для кормопроизводства региона является ценной зернофуражной и зерносенажной культурой. Так, зерносенаж пшеницы по содержанию протеина, клетчатки, кормовых единиц и сахаров превосходит ячмень, овес и горох на 21-57 %, а содержание сырого протеина в зерне пшеницы варьирует от 8,3 % до 14,5 %, что выше такового показателя и у ячменя (до 14 %), и у овса (до 12,6 %) [2; 3].

Одним из путей повышения зерновой продуктивности пшеницы может являться использование микробных препаратов, представители которых способны синтезировать вещества фитогормональной природы, антибактериального и противогрибкового действия. Так, комплексное действие от применения штамма E25 бактерий *Pseudomonas stutzeri* описывается в исследованиях D. Rojas-Solís и др. (2018). Авторы отмечают ингибирование развития патогенных грибов путем выделения летучих соединений и стимуляцию роста культурных растений [4]. Рядом авторов показана возможность увеличения урожайности пшеницы и повышения питательной ценности зерна под действием стимуляторов роста растений [5; 6].

Цель нашего исследования – оценить в полевых условиях действие бактерий рода *Pseudomonas* sp. на биологическую и хозяйственную продуктивность пшеницы мягкой в условиях Вологодской области.

Методика и методы исследования

Исследования осуществлялись в 2020 году в рамках мелкоделяночного полевого опыта, на опытном поле ФГБУН «ВолНЦ РАН» (Вологодская область). Площадь учетной делянки – 3 м², повторность – трехкратная. Объект исследования – пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.) сорта Дарья, который допущен к использованию в Северо-Западном регионе России. В работе проводилось изучение действия суспензии штамма GEOT18 бактерий рода

Pseudomonas sp. Данный штамм выделен сотрудниками Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова (в базе данных GenBank нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК имеет номер MT180656). Ночную культуру штамма получали на среде LB в условиях постоянного перемешивания при температуре 22-24 °С в течение 16-18 ч. Для получения раствора суспензии ночную культуру разбавляли водой в соотношении 1:20. Воздействие бактериями на пшеницу осуществлялось следующим образом: предпосевное замачивание семян в растворе суспензии штамма (опытная группа) и в воде (контрольная группа); опрыскивание раствором суспензии опытных растений на стадии кущения до появления на листьях капель мелкодисперсной росы.

На стадиях кущения, выметывания и цветения осуществляли учет морфометрических показателей: общая и продуктивная кустистость, количество листьев, средняя площадь листа, общая площадь листовой поверхности растения, сырая и сухая масса. Среднесуточные приросты сырой и сухой массы рассчитывали за период роста растений между стадиями выметывания и цветения (14 дней). На стадии молочной спелости проводили учет структуры урожая: определяли массу 1000 зерен, количество зерновок в колосе, массу соломы, массу зерна с 1 растения и квадратного метра. Коэффициент хозяйственного использования рассчитывали как отношение массы зерна к массе соломы на учетной площади.

Определение содержания фотосинтетических пигментов осуществляли в листьях на стадиях кущения, выметывания и цветения (во флаговом листе), путем спектрофотометрии (спектрофотометр ПЭ-5400УФ, Россия). Оптическую плотность анализируемых вытяжек находили при длинах волн 663 нм, 644 нм и 452,5 нм. Вытяжку получали экстракцией листьев растений 85 %-м ацетоном. Работу выполняли в трехкратной биологической и аналитической повторностях. Расчет содержания хлорофиллов проводили по уравнениям Ребеллене [7].

Статистическую обработку данных осуществляли по стандартным методикам с использованием пакета анализа данных программы MS Excel'2010. В таблицах

представлены средние значения показателей и величин их средних арифметических ошибок. Оценку достоверности различия выборочных средних проводили при значении доверительной вероятности 0,95.

Результаты и обсуждение

В целом, в полевых исследованиях наблюдается превосходство растений пшеницы опытной группы над контрольной по морфометрическим показателям в течении всего периода вегетации (таблица 1). Например, на стадии выметывания достоверно возрастают и общая кустистость, и продуктивная кустистость, и количество листьев у растений. На стадии цветения показатель средней площади листа у растений опытной и контрольной групп имеет статистически значимые различия, которые достигают 43,7 %, а различия по общей листовой поверхности соответствуют 64,1 %. Как отмечает ряд исследователей [8; 9], важно, чтобы площадь листьев быстро достигала оптимальных размеров и долгое время пребывала в активном состоянии. При этом продолжительность работы листьев и урожайность культуры имеют непосредственную связь. В нашем случае как раз и наблюдается более быстрый рост растений опытной группы (количество и площадь листьев), что не может благоприятно не сказаться на показателях урожайности.

Таблица 1 – Морфометрические параметры растений пшеницы

Показатель	Стадия кущения		Стадия выметывания		Стадия цветения	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Общая кустистость, шт.	2,0 ± 0,19	2,2 ± 0,32	2,5 ± 0,22	3,3 ± 0,56	2,7 ± 0,56	3,0 ± 0,58
Продуктивная кустистость, шт.	-	-	1,0 ± 0,01	1,5 ± 0,17 *	1,3 ± 0,21	2,1 ± 0,42
Количество фотосинтезирующих листьев, шт.	7,4 ± 0,3	9,4 ± 1,1	7,9 ± 0,9	13,1 ± 1,8 *	6,0 ± 0,6	8,1 ± 1,3
Сырая масса растения, г	0,84 ± 0,07	1,09 ± 0,07	5,13 ± 0,47	7,01 ± 0,76 *	6,67 ± 0,80	9,23 ± 1,62
Сухая масса растения, г	0,218 ± 0,015	0,251 ± 0,002	0,705 ± 0,133	1,236 ± 0,198 *	1,256 ± 0,136	1,603 ± 0,284

* – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Среднесуточные приросты по сырой и сухой массе у опытного варианта также статистически достоверно выше таковых контрольного варианта. Так, среднесуточные приросты по сырой массе в контроле составляют $0,306 \pm 0,009$ г/сут., а в опыте – $0,476 \pm 0,012$ г/сут., среднесуточные приросты по сухой массе у контрольной и опытной групп равны соответственно – $0,036 \pm 0,006$ г/сут. и $0,092 \pm 0,007$ г/сут. Столь ощутимая разница, вероятно, отражает различия в активности фотосинтетических процессов у исследуемых групп.

Важным показателем фотосинтеза является состояние фотосинтетического аппарата и концентрация фотосинтетических пигментов. Содержание пигментов в листьях растений способно отразить реакцию растения на условия произрастания и находится в положительной корреляционной связи с фотосинтетическими процессами [10-12]. В листьях пшеницы в процессе онтогенеза наблюдалось увеличение концентрации хлорофиллов и каротиноидов (таблица 2). Так, содержание суммы хлорофиллов от стадии кущения до стадии цветения в листьях пшеницы возрастало в 2-2,5 раза в обеих группах.

Таблица 2 – Содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений

Показатель, мг/г сырого вещества	Стадия кущения		Стадия выметывания		Стадия цветения	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Хлорофилл <i>a</i>	$0,904 \pm 0,020$	$1,023 \pm 0,025$ *	$1,778 \pm 0,014$	$1,843 \pm 0,018$ *	$2,302 \pm 0,037$	$2,006 \pm 0,052$ *
Хлорофилл <i>b</i>	$0,338 \pm 0,048$	$0,333 \pm 0,015$	$0,617 \pm 0,019$	$0,608 \pm 0,014$	$0,941 \pm 0,043$	$0,696 \pm 0,041$ *
Сумма хлорофиллов (<i>a+b</i>)	$1,244 \pm 0,058$	$1,359 \pm 0,037$	$2,391 \pm 0,007$	$2,447 \pm 0,031$	$3,238 \pm 0,080$	$2,697 \pm 0,093$ *
Каротиноиды	$0,550 \pm 0,015$	$0,631 \pm 0,017$ *	$0,954 \pm 0,003$	$0,934 \pm 0,003$	$1,286 \pm 0,026$	$1,115 \pm 0,054$ *

* – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

На стадии кущения содержание фотосинтетических пигментов было выше у растений опытной группы. Так, в листьях растений, семена которых были выдержаны в суспензии штамма, наблюдалось достоверное увеличение содержания хлорофилла *a* на 13,2 % и каротиноидов – на 14,7 % по сравнению с контролем. Однако, на стадии выметывания разница между содержанием

фотосинтетических пигментов в обеих группах сглаживается, и концентрация хлорофилла *a* в опытном варианте выше контроля лишь на 3,7 %. На стадии цветения наблюдается более высокое содержание фотосинтетических пигментов у растений контрольной группы (на 12,9-26,0 % в зависимости от пигмента).

Учитывая, что на фоне снижения пигментов в листьях опытных растений, наблюдается увеличение морфометрических показателей, а также среднесуточных приростов, можно предполагать, что активность их пигментных единиц выше, чем в контроле. О возможности микробных препаратов оказывать положительное влияние на величину и продолжительность работы ассимиляционного аппарата свидетельствуют работы ряда авторов [9; 13]. Кроме того, И.И. Серегина отмечает, что, с одной стороны, при действии физиологически активных веществ на растения, происходит прирост листовой поверхности, а с другой – листья более продолжительный период времени находятся на растении и дольше работают на репродуктивные органы [14].

Таблица 3 – Структура урожая и зерновая продуктивность пшеницы

Вариант опыта	Продуктивная кустистость, шт.	Количество зерновок в колосе, шт.	Масса 1000 зерновок, г	Зерновая продуктивность, г/м ²	Коэффициент хозяйственного использования
Контроль	1,5±0,04	39,4±0,69	33,0±0,9	300,0±15,2	3,56
Опыт	1,8±0,03	35,9±0,71*	36,1±1,4*	342,0±14,1*	3,95

* – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Увеличение биологической продуктивности растений опытной группы сказалось и на хозяйственной продуктивности пшеницы (таблица 3). Действительно, зерновая продуктивность пшеницы опытного варианта возросла на 42,0 г/м² относительно контроля, что составило 14,0 %. При этом у растений опытного варианта возросла продуктивная кустистость на 20 %, масса зерновки на 9,5 %, а количество зерновок в колосе несколько уменьшилось относительно контроля. Стоит отметить, опытная группа растений имела выше коэффициент хозяйственного использования.

Заключение

Результаты работы показывают, что бактерии рода *Pseudomonas* sp. положительно сказались на биологической и хозяйственной продуктивности пшеницы в условиях Вологодской области. Так, у опытных растений наблюдалось увеличение площади листовой поверхности, сырой и сухой массы растения, а также величины их среднесуточных приростов. Содержание фотосинтетических пигментов на стадии кущения было выше у растений опытной группы, однако, в процессе онтогенеза ситуация менялась, и на стадии цветения контрольные растения превосходили опытные растения по концентрации фотосинтетических пигментов. Наблюдаемый эффект, вероятно, может свидетельствовать о более активной работе отдельных пигментных единиц растений опытной группы, что и отражается в повышенном накоплении сухого вещества, и, как следствие, увеличении зерновой продуктивности. Зерновая продуктивность пшеницы при внесении бактерий возросла на 14,0 %.

В последующих исследованиях планируется расширить спектр сельскохозяйственных культур и сортов для изучения действия штамма бактерий рода *Pseudomonas* sp.

Литература

1. Буряков Н.П. Кормление стельных сухостойных и дойных коров // Молочная промышленность. 2008. №4. С. 37-40.
2. Косолапов В.М., Гаганов А.П. Основные направления улучшения качества зернофуража // Зерновое хозяйство России. 2010. № 5(11). С. 51-55.
3. Сидоров А.В., Федосенко Д.Ф., Голубев С.С. Использование пшеницы для заготовки зерносенажа // Вестник КрасГАУ. 2018. №4 (139). С. 59-63.
4. Rojas-Solís D., Zetter-Salmón E., Contreras-Pérez M., del Carmen Rocha-Granados M., Macías-Rodríguez L., Santoyo G. *Pseudomonas stutzeri* E25 and *Stenotrophomonas maltophilia* CR71 endophytes produce antifungal volatile organic compounds and exhibit additive plant growth-promoting effects // Biocatalysis and agricultural biotechnology. 2018. № 13. pp. 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.11.007>

5. Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Каспировский А.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №3 (23). С. 14-19.
6. Зайцева К.Г., Сайдышева Г.В. Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2020. №3 (35). С.30-33.
7. Воробьев В.Н., Невмержицкая Ю.Ю., Хуснетдинова Л.З., Якушенкова Т.П. Практикум по физиологии растений: учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет, 2013. 80 с.
8. Кадыров С.В., Федотов В.А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. Воронеж, 2005. 544 с.
9. Пигорев И.Я., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № (8). С. 47–50.
10. Dumova O., Fiedor, L. Chlorophylls and their role in photosynthesis // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. pp. 140–160.
11. Golovko T., Tabalenkova G. Pigments and productivity of the crop plants a // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. pp. 207–220.
12. Дерендовская А., Жосан С. Хлорофильные показатели и их связь с продуктивностью растений озимого ячменя // Știința Agricolă. 2008. № 1(0). С. 3–7.
13. Степанова Л.П., Стародубцев В.Н., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Тихойкина И.М. Влияние биопрепаратов и микроудобрения на продукционный процесс яровой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. 2013. № 40(1). С. 17-22.
14. Серегина И.И., Шумилин А.О., Вигилянский Ю.М., Белопухов С.Л., Гришина Е.А., Цыгуткин А.С., Дмитриевская И.И., Литвинский В.А. Формирование урожайности зерна и показатели качества люпина белого (*Lupinus*

albus L.) при применении селенита натрия. Агрохимия. 2018. № (7). С. 73-80.
<https://doi.org/10.1134/S0002188118070128>

References

1. Buryakov N.P. Kormleniye stel'nykh sukhostoynykh i doynykh korov [Feeding pregnant dry and dairy cows] // *Molochnaya promyshlennost'*. 2008. №4. S. 37-40 (in Russian).
2. Kosolapov V.M., Gaganov A.P. Osnovnyye napravleniya uluchsheniya kachestva zernofurazha [The main directions of improving the quality of grain fodder] // *Zernovoye khozyaystvo Rossii*. 2010. № 5(11). S. 51-55 (in Russian).
3. Sidorov A.V., Fedosenko D.F., Golubev S.S. Ispol'zovaniye pshenitsy dlya zagotovki zernosenazha [The use of wheat for harvesting grain silage] // *Vestnik KrasGAU*. 2018. №4 (139). S. 59-63 (in Russian).
4. Rojas-Solís D., Zetter-Salmón E., Contreras-Pérez M., del Carmen Rocha-Granados M., Macías-Rodríguez L., Santoyo G. *Pseudomonas stutzeri* E25 and *Stenotrophomonas maltophilia* CR71 endophytes produce antifungal volatile organic compounds and exhibit additive plant growth-promoting effects // *Biocatalysis and agricultural biotechnology*. 2018. № 13. pp. 46–52.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.11.007>
5. Isaychev V.A., Andreyev N.N., Kaspirovskiy A.V. Urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoy obrabotki semyan regulyatorami rosta [productivity and grain quality of spring wheat depending on the pre-sowing treatment of seeds with growth regulators] // *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2013. №3 (23). S. 14-19 (in Russian).
6. Zaytseva K.G., Saydyasheva G.V. Vliyaniye mineral'nykh, biomineral'nykh udobreniy i biopreparata na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy [The influence of mineral, biomineral fertilizers and biological products on the yield and grain quality of spring wheat] // *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2020. №3 (35). S.30-33 (in Russian).

7. Vorob'yev V.N., Nevmerzhitskaya YU.YU., Khusnetdinova L.Z., Yakushenkova T.P. Praktikum po fiziologii rasteniy: uchebno-metodicheskoye posobiye. Kazan': Kazanskiy universitet, 2013. 80 s (in Russian).
8. Kadyrov S.V., Fedotov V.A. Tekhnologii programmirovannykh urozhayev v TSCHR: spravochnik [Technologies of programmed harvests in the Central Black Earth Region: a reference book]. Voronezh, 2005. 544 s (in Russian).
9. Pigorev I.Ya., Tarasov S.A. Vliyanie biopreparatov na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhajnost' ozimoy pshenicy [The influence of biological products on photosynthetic activity and yield of winter wheat]. Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2014. № (8). S. 47–50 (in Russian).
10. Dymova O., Fiedor, L. Chlorophylls and their role in photosynthesis // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. pp. 140–160.
11. Golovko T., Tabalenkova G. Pigments and productivity of the crop plants a // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. pp. 207–220.
12. Derendovskaya A., Zhosan S. Khlороfil'nyye pokazateli i ikh svyaz' s produktivnost'yu rasteniy ozimogo yachmenya [Chlorophilic indicators and their relationship with the productivity of winter barley plants] // Ştiinţa Agricolă. 2008. № 1(0). S. 3–7 (in Russian).
13. Stepanova L.P., Starodubtsev V.N., Koren'kova Ye.A., Stepanova Ye.I., Tikhoykina I.M. Vliyaniye biopreparatov i mikroudobreniya na produktsionnyy protsess yarovoy pshenitsy [The influence of biological products and microfertilizers on the production process of spring whea] // Vestnik Orel GAU. 2013. № 40(1). S. 17-22 (in Russian).
14. Seregina I.I., Shumilin A.O., Vigilyanskiy YU.M., Belopukhov S.L., Grishina Ye.A., Tsygutkin A.S., Dmitrevskaya I.I., Litvinskiy V.A. Formirovaniye urozhaynosti zerna i pokazateli kachestva lyupina belogo (*Lupinus albus* L.) pri primenenii selenita natriya [Formation of grain yield and quality indicators of white

lupine (*Lupinus albus* L.) when using sodium selenite]. *Agrokhimiya*. 2018. № (7). S. 73-80 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S0002188118070128>

© Рассохина И.И., Платонов А.В., 2021. *International agricultural journal*, 2021, № 5, 37-49.

Для цитирования: Рассохина И.И., Платонов А.В. Действие бактерий рода *Pseudomonas* sp. на биологическую и хозяйственную продуктивность пшеницы мягкой в условиях Вологодской области // *International agricultural journal*. 2021, № 5, 37-49.