



Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника

© 2019. А. М. Асатурова, Н. А. Жевнова ✉, А. А. Цыгичко, В. В. Аллахвердян, А. И. Хомяк, Е. Ю. Бондарчук, К. Ю. Саенко, М. М. Астахов, Е. А. Гырнец, М. В. Штерншис

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, Российская Федерация

В настоящее время наблюдается активное развитие экологически безопасных способов ведения сельского хозяйства. Однако ассортимент средств для таких систем земледелия ограничен. Одним из механизмов обеспечения устойчивости растений к снижающим урожайность болезням, является стимуляция роста. Цель работы – изучить влияние лабораторных образцов новых биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F и органоминеральных удобрений ПРК «Белый Жемчуг Коричневый» (БЖК) и ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» (БЖУ) на рост и развитие растений, а также возможности их совместного применения для последующего включения в системы органического земледелия или интегрированной защиты растений. Ростостимулирующую способность оценивали на озимой пшенице и подсолнечнике, выращенных в песке в климатической камере. Варианты сравнения – обработка семян водой (контроль), химическим (Дивиденд Стар, КС) и биологическим (Фитоспорин-М, Ж, *B. subtilis* 26 Д) эталонами. На двух культурах отмечен ожидаемый ретардантный эффект химического эталона и ростостимулирующее действие биологического эталона. Статистически значимые данные получены по такому параметру, как длина побега. На озимой пшенице лабораторные образцы обеспечили длину побега 24,1–25,2 мм (прибавка к контролю 3,4–8,2%), органоминеральные удобрения – 23,9–24,5 мм (2,6–5,2%), смеси с БЖУ – 23,2–24,4 мм (–0,4–4,7%), смеси с БЖК – 24,1–25,9 мм (3,4–11,2%), достоверная прибавка длины корня не отмечена на данной культуре. На озимой пшенице целесообразно использовать исследуемые препараты отдельно. Подсолнечник более отзывчив к действию лабораторных образцов. Они обеспечили длину побега 13,6–14,6 мм (20,9–27,0%) и корня 9,2–10,2 мм (4,5–15,9%). Органоминеральные удобрения обеспечили длину побега 14,2–14,5 мм (23,5–26,1%) и длину корня 10,8 мм (22,7%). Смеси с БЖУ обеспечили длину побега 14,7–15,4 мм (27,8–33,9%), смеси с БЖК – 11,9–14,5 мм (3,5–26,1%), достоверной прибавки длины корня не отмечено. Полученные данные свидетельствуют о наличии у лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов ростостимулирующих свойств, которые варьируют в зависимости от культуры и применяемых дополнительно органоминеральных удобрений. Для подтверждения результатов необходимо проведение дополнительных опытов. Исследования в данном направлении позволяют рационально использовать изученные средства защиты и повышения урожайности растений в системах органического, экологизированного и интегрированного земледелия, и могут способствовать снижению пестицидного пресса на агроценозы.

Ключевые слова: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, биологическая защита растений, стимуляция роста, пшеница, подсолнечник

Благодарности: работа выполнена в соответствии с Государственным заданием № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках исследования по предмету № 0686-2019-0013.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Асатурова А. М., Жевнова Н. А., Цыгичко А. А., Аллахвердян В. В., Хомяк А. И., Бондарчук Е. Ю., Саенко К. Ю., Астахов М. М., Гырнец Е. А., Штерншис М. В. Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):602-612. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.602-612>

Поступила: 20.10.2019

Принята к публикации: 04.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The effect of laboratory samples of new biological products and their mixtures with organomineral fertilizers on growth and development of winter wheat and sunflower plants

© 2019. Anzhela M. Asaturova, Natalya A. Zhevnova ✉, Aleksandra A. Tsygichko, Valeria V. Allakhverdyan, Anna I. Khomyak, Elena Yu. Bondarchuk, Ksenia Yu. Saenko, Mikhail M. Astakhov, Evgeny A. Gyrnets, Margarita V. Shternshis

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection", Krasnodar, Russian Federation

Currently, there is an active development of environmentally friendly methods of farming. However, the range of products for this type of farming system is limited. Growth stimulation is one of the mechanisms ensuring plant resistance to diseases that reduce crop yields. The aim of the work is to study the effect of laboratory samples of new biological products

based on *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F strains and organo-mineral fertilizers PRK White Pearl Brown (WPB) and PRK White Pearl Universal" (WPU) on plant growth and development of plants, as well as study of the possibility of their joint use for subsequent inclusion in organic farming systems or integrated plant protection. Growth-promoting ability was assessed in winter wheat and sunflower plants grown in sand in a climatic chamber. As comparison variants there were seed treatment with water (control), chemical (Dividend Star, KS) and biological (Fitosporin-M, F, *B. subtilis* 26 D) standards. In two plant cultures there was an expected retardant effect of the chemical standard and the growth-promoting effect of the biological standard. Statistically significant data were obtained for such a parameter as the shoot length. On winter wheat, laboratory samples provided the shoot length of 24.1-25.2 mm (an addition to the control of 3.4-8.2%), organic and mineral fertilizers - 23.9-24.5 mm (2.6-5.2%), mixtures with WPU - 23.2-24.4 mm (-0.4-4.7%), mixtures with WPB - 24.1-25.9 mm (3.4-11.2%), a significant increase in root length was not observed in this culture. On winter wheat, it is advisable to use the studied products separately. Sunflower is more responsive to the action of laboratory samples. They provided a shoot length of 13.6-14.6 mm (20.9-27.0%) and a root of 9.2-10.2 mm (4.5-15.9%). Organo-mineral fertilizers provided a shoot length of 14.2-14.5 mm (23.5-26.1%) and the root length of 10.8 mm (22.7%). Mixtures with WPU provided shoot length of 14.7-15.4 mm (27.8-33.9%), mixtures with WPB provided shoot length of 11.9-14.5 mm (3.5-26.1%), and no significant increase in root length was noted. The data obtained indicate the presence in the laboratory samples of fungicidal biological products growth-promoting properties, which vary depending on the culture and additionally used organic and mineral fertilizers. To confirm the results, additional experiments are necessary. Research in this direction will allow the rational use of the studied means of protection and increase plant yields in systems of organic, ecologized and integrated farming, and can help reduce the pesticidal pressure on agrocenoses.

Key words: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, biological plant protection, bioprotection, growth stimulation, wheat, sunflower

Acknowledgments: the research was carried out in accordance with the state assignment No. 075-00376-19-00 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of study on the subject No.0686-2019-0013.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Asaturova A. M., Zhevnova N. A., Tsygichko A. A., Allakhverdyan V. V., Khomyak A. I., Bondarchuk E. Yu., Saenko K. Yu., Astakhov M. M., Gyrnets E. A., Shternshis M. V. Influence of laboratory samples of new biological products and their mixtures with organo-mineral fertilizers on growth and development of winter wheat and sunflower plants. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):602-612. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.602-612>

Received: 20.10.2019

Accepted for publication: 04.12.2019

Published online: 16.12.2019

Аграрный сектор является крупнейшим потребителем (около 85% мирового производства) пестицидов для увеличения объема растениеводческой продукции и её сохранения. Однако их использование имеет ряд негативных последствий: гибель нецелевых микроорганизмов, полезных насекомых, накопление токсичных остатков в почве и продуктах питания [1, 2, 3]. Снижение пестицидной нагрузки на экосистемы, способствующее получению экологически безопасной продукции, является актуальной задачей. Один из вариантов ее решения заключается в использовании стимулирующих рост ризобактерий – PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) [2].

Все механизмы положительного влияния PGPR-микроорганизмов на растения делят на два типа: 1) опосредованная стимуляция роста, которая осуществляется за счет подавления фитопатогенов путем выработки антибиотиков, ферментов, конкуренции за источники питания; 2) непосредственная (прямая) стимуляция роста, происходящая за счет продукции микроорганизмами регуляторов роста, улучшения фосфорного и азотного питания растений, индукции резистентности к различным фитопатогенам. И прямая, и опосредованная

стимуляция роста оказывает положительное воздействие на урожайность [4, 5, 6, 7, 8].

Стимулирование роста растений PGPR-микроорганизмами важно в сфере сельского хозяйства, поскольку будет способствовать снижению использования химических удобрений и пестицидов [6, 7]. Работы российских и зарубежных ученых доказывают, что использование PGPR является экологически обоснованным способом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Исследование J. R. Freitas и J. J. Germida [9] выявило 12 эффективных PGPR-штаммов путем скрининга. При предпосевной обработке семян эти штаммы увеличивали длину и биомассу корней и побегов растений пшеницы. В работе Т. Н. Архиповой и Г. В. Шендель было отмечено увеличение длины листьев, сырой и сухой массы побегов при внесении в прикорневую зону трехсуточных проростков пшеницы бактериальной суспензии штаммов *B. subtilis* ИБ-22 и *B. subtilis* ИБ-2, различающихся по способности продуцировать цитокинины [10]. В исследованиях Т. В. Сиуновой с соавторами предпосевная обработка семян штаммом *P. chlororaphis* Or3-3 обеспечивала увеличение массы корней и надземной части на 17 и 30%, а штаммом *P. chlororaphis* P4-1 –

на 8 и 14% соответственно по сравнению с инокулированными растениями [11].

Оказывать положительное влияние на растения способны, помимо перспективных штаммов микроорганизмов, различные органоминеральные удобрения. Доказано, что они стимулируют рост растений, повышают продуктивность севооборота и компенсируют деградацию почвы [12, 13]. Однако в научной литературе нет сведений о применении PGPR-микроорганизмов с органоминеральными удобрениями и их совместимости для использования в смеси.

Цель исследований – изучение влияния лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов и органоминеральных удобрений на рост и развитие растений, а также исследование их совместимости в лабораторных условиях.

Материал и методы. Объектами исследований являлись перспективные штаммы *Bacillus subtilis* BZR 336 g¹, *Bacillus subtilis* BZR 517² и *Pseudomonas chlororaphis* 245 F из УНУ «Государственной коллекции энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ВНИИБЗР» № 585858, а также полученные на их основе лабораторные образцы биопрепаратов. Биоагенты были выделены в условиях Краснодарского края из ризосферы озимой пшеницы и отобраны в результате ступенчатого скрининга. Для штаммов были подобраны питательные среды, условия культивирования, проведены производственные испытания на различных сельскохозяйственных культурах, показавшие эффективность в отношении широкого спектра болезней грибной этиологии [14, 15]. После прохождения процедуры официальной регистрации новые биопрепараты будут рекомендованы к применению в органическом, экологизированном земледелии, а также в системе интегрированной защиты растений.

В качестве органоминеральных удобрений были выбраны комплексы Пенергетик Р-К

линии "B-plus" (ООО "Группа Компаний Агро-Плюс): ПРК "Белый Жемчуг Коричневый" (БЖК), ПРК "Белый Жемчуг Универсальный (БЖУ) – жидкие смеси длительного действия на основе бентонитов и растительных экстрактов³. Следует отметить, что именно органоминеральные удобрения разрешены для использования в экологизированном и органическом сельском хозяйстве.

Так как в работе было запланировано использовать смесь лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений, то необходимо было определить их совместимость. Для этого использовали модифицированный метод диффузии в агар⁴ [16]. Согласно методике, в чистые чашки Петри наливали толстый слой питательной среды (мясо-пептонный агар для бацилл и среда Кинга Б для псевдомонад). В центре застывшей агаризованной среды делали лунку специальным сверлом-пробойником. Вокруг лунки крестообразно осуществляли посев бактериальной культуры, являющейся основой лабораторного образца биопрепарата, а в центр вносили 0,1 мл удобрения (в пересчете нормы расхода для обработки семян 3 л/т на 10 мл рабочего раствора). О совместимости судили по наличию или отсутствию зоны ингибирования бактериальной культуры вокруг лунки.

Для работы использовали семена подсолнечника сорта Авангард и озимой пшеницы сорта Батько. Семена обрабатывали лабораторными образцами биопрепаратов *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F, органоминеральными удобрениями БЖУ и БЖК, а также их смесями в соотношении 1:1. Обработку проводили ручным способом за сутки перед закладкой на проращивание. Семена вносили в колбу с необходимым количеством рабочего раствора и активно встряхивали до полного его впитывания зерном.

¹Асатурова А.М., Дубяга В.М. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов: пат. № 2553518 (Российская Федерация). № 2013151377/10: заяв. 20.11.2013; опублик. 20.06.2015. Бюл. №17. 9 с. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.06.20/DOC/RUNWC1/000/000/002/553/518/DOCUMENT.PDF>

²Асатурова А.М., Дубяга В.М. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов: пат. № 2552146 (Российская Федерация). № 2013151375/10: заяв. 20.11.2013; опублик. 10.06.2015. Бюл. №16. 8 с. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.06.10/DOC/RUNWC1/000/000/002/552/146/DOCUMENT.PDF>

³Белый жемчуг – мечта агронома. Новейшие технологии сельскому хозяйству. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agropius-group.ru/belyj-zhemchug-mechta-agronoma/> (Дата обращения 20.09.2019).

⁴Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М.: изд-во МГУ, 2004. С. 447.

Для обработки семян в лабораторных условиях делали перерасчет нормы применения препаратов (в литрах на тонну семян) на 100 г семян. За основу расчетов взяты следующие нормы расхода: для лабораторных образцов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517 и *P. Chlororaphis* 245 F – 3, 2 и 2 л/т соответственно при расходе рабочего раствора 10 л/т; для химического эталона Дивиденд Стар, КС (дифеноконазол 30 г/л и ципроконазол 6,3 г/л) – 0,75 л/т; биологического эталона Фитоспорин-М, Ж (*B. subtilis* 26 Д) – 1,5 л/т. В контрольном варианте семена обрабатывали водой.

Обработанные семена перед посевом предварительно проращивали в чашках Петри в течение трех дней при 25 °С, а затем высевали в стаканы с 300 г чистого просеянного песка. Семена подсолнечника высевали в стаканы по 20 штук, а пшеницы – по 30 штук. Повторность каждого варианта опыта трёхкратная.

Культуры выращивали в условиях камеры непрерывного роста растений Binder KWWF 720 (Германия) при температуре 25 °С, влажности 65% и постоянном освещении в 14200 люкс в течение 15 дней. По мере необходимости осуществляли полив растений. По прошествии 15 дней растения извлекали из песка, отмывали, измеряли длину, определяли

сырую массу побегов и корней. Затем растения высушивали при комнатной температуре в течение 7 дней, после чего определяли воздушно-сухую массу побегов и корней. Влияние лабораторных образцов и органоминеральных удобрений на рост и сухую массу растений (%) определяли по отношению к контролю с помощью формулы:

$$((A/B) \times 100) - 100,$$

где А – значение в варианте, В – значение в контроле.

Статистическая обработка проведена в программе STATISTICA 13.3 EN trial-version (StatSoft Russia). Для данной работы был выбран многограновый тест Дункана, так как этот метод позволяет сравнить средние в пределах варианта не только по отношению к контролю, но и между собой.

Результаты и их обсуждение. Совместимость лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений. Определение совместимости показало, что органоминеральные удобрения БЖУ и БЖК не оказывали ингибирующего действия на бактериальные штаммы в составе лабораторных образцов. Поэтому их можно применять совместно в составе смесей. О совместимости говорит отсутствие зон ингибирования в области роста бактериальной культуры (рис. 1).

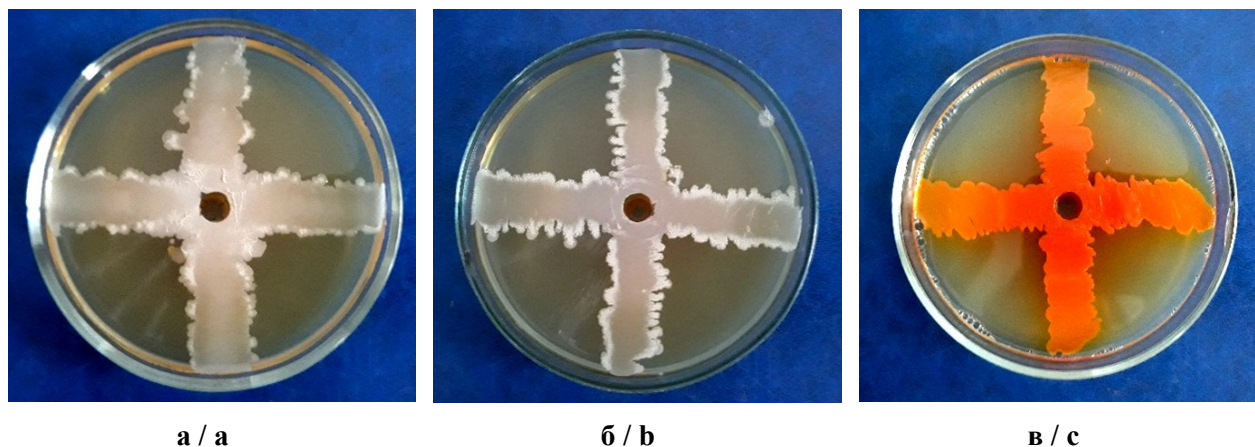


Рис. 1. Совместимость лабораторных образцов биопрепаратов с органоминеральными удобрениями: а – *B. subtilis* BZR 336 g + БЖК; б – *B. subtilis* BZR 517 + БЖУ; в – *P. chlororaphis* 245 F + БЖУ /
Fig. 1. Compatibility of laboratory samples of biological products with organomineral fertilizers
а – *B. subtilis* BZR 336 g + WPB; б – *B. subtilis* BZR 517 + WPU; в – *P. chlororaphis* 245 F + WPU

Влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника. Лабораторные образцы биопрепаратов и органоминеральные удобрения оказывали различное влияние на рост и развитие исследуемых растений: при-

водили к увеличению длины либо массы побегов и корней, к уменьшению и не оказывали стимулирующего действия. Статистически значимые различия были получены по такому параметру, как длина побега (табл. 1 и 2).

На озимой пшенице в варианте с применением химического эталона Дивиденд Стар, КС отмечено статистически значимое по сравнению с контролем (-36,1%) и биологическим эталоном (-44,4%) уменьшение длины побега до 14,9 мм, что подтверждает сведения миро-

вой литературы о ретардантном действии химических протравителей на ранних этапах вегетации [17]. Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж демонстрировал достоверную по отношению к контролю прибавку длины побега на 15%. (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений на рост и воздушно-сухую массу растений озимой пшеницы сорта Батко /
Table 1 – The effect of laboratory samples of biological products and organo-mineral fertilizers on the growth and air-dry mass of winter wheat plants of the Batko variety

Вариант / Variant	Длина, мм / Length, mm		Масса, г / Mass, g		± к контролю, % / ± of control, %			
	побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root	длина / length		масса / mass	
					побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root
Контроль / Control	23,3 ^b	12,9 ^{cdef}	0,0161 ^b	0,0083 ^{ab}	-	-	-	-
Химический эталон Дивиденд Стар, КС / Chemical standard Dividend Star, KS	14,9 ^a	13,3 ^{def}	0,0158 ^b	0,0095 ^{ab}	-36,1	3,1	-1,9	14,5
Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж / Biological standard Fitosporin-M, F	26,8 ^c	13,4 ^{ef}	0,0165 ^b	0,0105 ^{ab}	15,0	3,9	2,5	26,5
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g	25,2 ^{bc}	13,4 ^{ef}	0,0168 ^b	0,0092 ^{ab}	8,2	3,9	4,3	10,8
<i>B. subtilis</i> BZR 517	24,9 ^{bc}	13,6 ^{ef}	0,0171 ^b	0,0101 ^{ab}	6,9	5,4	6,2	21,7
<i>P. chlororaphis</i> 245-F	24,1 ^b	11,9 ^{bcd}	0,0166 ^b	0,0089 ^{ab}	3,4	-7,8	3,1	7,2
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPU	24,4 ^{bc}	9,6 ^a	0,0164 ^b	0,0075 ^{ab}	4,7	-25,6	1,9	-9,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPU	24,1 ^b	13,7 ^{ef}	0,0168 ^b	0,0104 ^{ab}	3,4	6,2	4,3	25,3
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖУ / <i>P. chlororaphis</i> 245-F + WPU	23,2 ^b	14,4 ^f	0,0105 ^a	0,0078 ^{ab}	-0,4	11,6	-34,8	-6,0
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPB	24,1 ^b	12,5 ^{bcde}	0,0167 ^b	0,0080 ^{ab}	3,4	-3,1	3,7	-3,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPB	24,7 ^{bc}	11,5 ^{bc}	0,0151 ^b	0,0108 ^{ab}	6,0	-10,9	-6,2	30,1
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖК / <i>P. chlororaphis</i> 245-F + WPB	25,9 ^{bc}	11,6 ^{bc}	0,0162 ^b	0,0069 ^a	11,2	-10,1	0,6	-16,9
БЖУ / WPU	24,5 ^{bc}	11,1 ^b	0,0176 ^b	0,0091 ^{ab}	5,2	-14,0	9,3	9,6
БЖК / WPB	23,9 ^b	14,0 ^f	0,0156 ^b	0,0117 ^b	2,6	8,5	-3,1	41,0

Примечание: между вариантами, обозначенными одинаковыми буквами, при сравнении в пределах столбцов, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при 95%-м уровне вероятности / between the variants marked with the same letters, when comparing within the columns, there are no statistically significant differences according to the Duncan criterion at a 95% level of probability

Длина побега при обработке лабораторными образцами биопрепаратов, БЖУ, БЖК и их смесями не отличалась статистической значимостью при сравнении с контролем. Однако сопоставление с биологическим эталоном показало достоверность этих значений для отдельных вариантов. Лабораторные образцы на основе штаммов р. *Bacillus* и *Pseudomonas* обеспечили длину побега 24,1-25,2 мм (прибавка к контролю 3,4-8,2%), а органоминеральные удобрения 23,9-24,5 мм (прибавка к контролю 2,6-5,2%). При использовании смесей удобрений с образцами на основе штаммов р. *Bacillus* эти показатели были ниже – 24,1-24,7 мм (прибавка к контролю 3,4-6,0%). Исключение составили *P. chlororaphis* 245-F + БЖК, обеспечившие самую большую длину побега – 25,9 мм (11,2%) и *P. Chlororaphis* 245-F + БЖУ, показавшие отрицательный результат 23,2 мм (-0,4%).

По такому показателю, как длина корня, отмечено несколько статистически значимых по отношению к контролю и биологическому эталону показателей, однако они не обеспечивали прибавку длины, а демонстрировали отрицательный результат. В основном это касалось вариантов с использованием смесей: *B. subtilis* BZR 336 g + БЖУ – 9,6 мм (-25,6%), *B. subtilis* BZR 517 + БЖК – 11,5 мм (-10,9%), *P. chlororaphis* 245-F + БЖК – 11,6 мм (-10,1%). По параметрам масса побега и корня не было отмечено статистически значимого увеличения показателей (табл. 1).

На растениях подсолнечника, как и на предыдущей культуре, статистически значимые показатели отметили по таким параметрам, как длина побега и длина корня. При использовании химического эталона получили статистически достоверную по отношению к контролю длину побега – 13,0 мм (прибавка 13%). Длина корня составила 9,9 мм (12,5%), однако, этот показатель не является статистически значимым. Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж обеспечил достоверные при сравнении с контролем длину и массу побега – 12,9 мм и 10,6 мм соответственно (прибавка к контролю 12,2 и 20,5%) (табл. 2).

При использовании лабораторных образцов биопрепаратов статистически значимая длина побега составила 13,6-14,6 мм (прибавка 18,3-27,0%), а длина корня – 9,2-10,2 мм (прибавка к контролю 4,5-15,9%). Статистическая значимость при сравнении с контролем была достигнута во всех вариантах, кроме *B. subtilis* BZR 517+ БЖК. Статистическая значимость при сравнении с биологическим эталоном была достигнута во всех вариантах, кроме *B. subtilis* BZR 336 g. Максимальный результат отметили в варианте с использованием *B. subtilis* BZR 517 – длина побега и корня составила 14,6 мм (27,0%) и 10,2 мм (15,9%). Органоминеральные удобрения БЖУ и БЖК стимулировали только длину побега – 14,5 мм (26,1%) и 14,2 мм (23,5%) соответственно. Следует отметить, что длина побега в перечисленных вариантах превышала данный показатель в биологическом и химическом эталонах (табл. 2., рис. 2, 3).



Рис. 2. Ростостимулирующий эффект лабораторных образцов биопрепаратов на растения подсолнечника: а – контроль, б – *B. subtilis* BZR 336 g, в – *B. subtilis* BZR 517, г – *P. chlororaphis* 245-F /

Fig. 2. The growth-promoting effect of laboratory samples of biological products on sunflower plants: а – control, б – *B. subtilis* BZR 336 g, в – *B. subtilis* BZR 517, д – *P. chlororaphis* 245-F

Таблица 2 – Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений на рост и воздушно-сухую массу растений подсолнечника сорта Авангард

Table 2 – The effect of laboratory samples of biological products and organic mineral fertilizers on the growth and air-dry mass of Avangard sunflower plants

Вариант / Variant	Длина, мм / Length, mm		Масса, г / Mass, g		± к контролю, % / ± of control, %			
	побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root	длина / length		масса / mass	
					побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root
Контроль / Control	11,5 ^a	8,8 ^{abcd}	0,0464 ^{ab}	0,0190 ^{abc}	-	-	-	-
Химический эталон Дивиденд Стар, КС / Chemical standard Dividend Star, KS	13,0 ^{bc}	9,9 ^{defg}	0,0502 ^{ab}	0,0320 ^{ab}	13,0	12,5	8,2	68,4
Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж / Biological standard Fitosporin-M, F	12,9 ^b	10,6 ^{fg}	0,0508 ^{ab}	0,0238 ^{abc}	12,2	20,5	9,5	25,3
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g	13,6 ^{bcd}	9,8 ^{defg}	0,0428 ^{ab}	0,0230 ^{abc}	18,3	11,4	-7,8	21,1
<i>B. subtilis</i> BZR 517	14,6 ^{ef}	10,2 ^{efg}	0,0517 ^{ab}	0,0197 ^{abc}	27,0	15,9	11,4	3,7
<i>P. chlororaphis</i> 245-F	13,9 ^{cde}	9,2 ^{bcde}	0,0478 ^{ab}	0,0252 ^{abc}	20,9	4,5	3,0	32,6
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPU	14,7 ^{ef}	9,8 ^{defg}	0,0487 ^{ab}	0,0250 ^{abc}	27,8	11,4	5,0	31,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPU	14,7 ^{ef}	9,6 ^{cdef}	0,0541 ^{ab}	0,0248 ^{abc}	27,8	9,1	16,6	30,5
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖУ / <i>P. chloro-</i> <i>raphis</i> 245-F+ WPU	15,4 ^f	8,5 ^{abc}	0,0392 ^a	0,0190 ^{abc}	33,9	-3,4	-15,5	0,0
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPB	14,5 ^{def}	8,0 ^a	0,0530 ^{ab}	0,0307 ^{abc}	26,1	-9,1	14,2	61,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517+ БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 517+ WPB	11,9 ^a	8,3 ^{ab}	0,0535 ^{ab}	0,0125 ^a	3,5	-5,7	15,3	-34,2
<i>P. chlororaphis</i> 245- F+ БЖК / <i>P. chloro-</i> <i>raphis</i> 245-F+ WPB	13,8 ^{cde}	8,5 ^{cde}	0,0521 ^{ab}	0,0163 ^{ab}	20,0	-3,4	12,3	-14,2
БЖУ / WPU	14,5 ^{def}	10,8 ^g	0,0603 ^b	0,0355 ^c	26,1	22,7	30,0	86,8
БЖК / WPB	14,2 ^{de}	10,0 ^{defg}	0,0572 ^{ab}	0,0286 ^{abc}	23,5	13,6	23,3	50,5

Примечание: между вариантами, обозначенными одинаковыми буквами, при сравнении в пределах столбцов нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при 95 %-м уровне вероятности /between the variants marked with the same letters, when comparing within the columns, there are no statistically significant differences according to the Duncan criterion at a 95% level of probability.

При использовании смесей лабораторных образцов биопрепаратов с БЖУ статистически значимая при сравнении с контролем и биологическим эталоном длина побега составила 14,7-15,4 мм (27,8-33,9%), что превысило соответствующие величины в вариантах с применением лабораторных образцов *B. subtilis* BZR 336 g и *P. chlororaphis* 245-F по отдельности. Длина побега при использовании смеси лабораторных образцов с БЖК была несколько ниже –

11,9-14,5 мм (3,5-26,1%), однако прибавки длины корня не было получено. Статистическая значимость достигнута при сравнении с контролем и/или биологическим эталоном (табл. 2). Ростостимулирующее действие органоминеральных удобрений и их смесей с лабораторными образцами биопрепаратов представлено на рисунке 3. Статистически значимого увеличения показателей масса побега и корня на культуре подсолнечника не обнаружено.



Рис. 3. Стимулирующее действие органоминеральных удобрений и их смесей с лабораторными образцами биопрепаратов на растения подсолнечника: а – контроль, б – *B. subtilis* BZR 336 г + БЖУ; в – *B. subtilis* BZR 517+ БЖУ; г – *P. chlororaphis* 245-F+ БЖУ; д – БЖУ, е – БЖК /

Fig. 3. The stimulating effect of organomineral fertilizers and their mixtures with laboratory samples of biological products on sunflower plants: a – control, b – *B. subtilis* BZR 336 g + WPU; c – *B. subtilis* BZR 517+ WPU; d – *P. chlororaphis* 245-F + WPU; e – WPU, f – WPB

Закключение. В результате проведенных исследований отмечено, что эффективность использования смесей лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов и органоминеральных удобрений зависит от возделываемой культуры. В данном опыте значительное ростостимулирующее действие на длину побега демонстрировали смеси лабораторных образцов биопрепаратов с БЖУ на подсолнечнике. На культуре озимой пшеницы целесообразно использовать лабораторные образцы биопрепаратов и органоми-

неральные смеси по отдельности. Однако для подтверждения полученных результатов необходимо проведение дополнительных исследований в условиях теплицы и/или поля.

Исследование совместимости лабораторных образцов биопрепаратов с органоминеральными удобрениями проведено нами впервые, полученные данные могут представлять интерес для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур в системах органического, экологизированного и интегрированного земледелия.

Список литературы

1. Kim K. H., Kabir E., Jahan S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*. 2017;575(1):525-535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
2. Perez-Montano F., Alias-Villegas C., Bellogin R., Cerro del P., Espuny M. R., Jimenez-Guerrero I., Lopez-Baena F., Ollero F., Cubo T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. *Microbiological Research*. 2014;169(5-6):325-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>
3. Pogacean M., Gavrilescu M. Plant protection products and their sustainable and environmentally friendly use. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2009;8(3):607-627. DOI: <https://doi.org/10.30638/eemj.2009.084>
4. Азизбекян Р. Р. Использование спорообразующих бактерий в качестве биологических средств защиты растений. *Биотехнология*. 2013;29(1):69-77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18819987>
5. Максимов И. В., Веселова С. В., Нужная Т. В., Сарварова Е. Р., Хайруллин Р. М. Стимулирующие рост растений бактерии в регуляции устойчивости растений к стрессовым факторам. *Физиология растений*. 2015;62(6):763-775. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24149790>
6. Kaushal M., Wani S. P. Rhizobacterial-plant interactions: Strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. *Agriculture, ecosystems and environment*. 2016;231(1):68-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.031>
7. Pravin V., Rosazlin A., Tumirah K., Salmah I., Boyce A. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability – a review. *Molecules*. 2016; 573 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
8. Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., Orozco-Mosqueda M. del C., Glick B. R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*. 2016;183:92-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>
9. Freitas J. R., Germida J. J. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. *Canadian journal of microbiology*. 1990;36(4):265-272. DOI: <https://doi.org/10.1139/m90-046>
10. Сиунова Т. В., Анохина Т. О., Сизова О. И., Соколов С. Л., Сазонова О. И., Кочетков В. В., Бородин А. М., Patil S. G., Chaudhari A. B. Штаммы PGPR *Pseudomonas*, перспективные для создания биопрепа-

ратов для защиты и стимуляции роста растений. Биотехнология. 2017;33(2):56-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143177>

11. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Фрейдкин И. А., Соколов И. В. Влияние нового органо-минерального удобрения на изменение агрохимических свойств деградированной дерново-подзолистой почвы. Агрохимия. 2019;3:30-36. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0002188119030074>

12. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Соколов И. В., Фрейдкин И. А. Новое органо-минеральное удобрение на посевах зерновых культур. Зерновое хозяйство России. 2019; 3 (63): 64-68. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-64-68>

13. Асатурова А. М., Томашевич Н. С., Жевнова Н. А., Кривошлыков К. М., Хомяк А. И., Козицын А. Е., Дубяга В. М., Сидорова Т. М., Сидоров Н. М., Цыгичко А. А., Бондарчук Е. Ю. Экологизированная система защиты пшеницы на основе новых оригинальных биофунгицидов. Таврический вестник аграрной науки. 2019;1(17):31-42. DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-31-42>

14. Козицын А. Е., Томашевич Н. С., Асатурова А. М., Сидорова Т. М., Дубяга В. М. Совершенствование элементов технологии производства и применения новых эффективных биофунгицидов против парши яблони. Плодоводство и ягодоводство России. 2019;56:133-141. DOI: <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-133-141>

15. Маслиенко Л. В. Биологический метод защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней. Агро XXI. 1999;8:9.

16. Parween T., Jan S., Mahmooduzzafar N., Fatma T., Siddiqui Z. Selective effect of pesticides on plant—a review. Critical reviews in food science and nutrition. 2016; 56: 160-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.787969>

References

1. Kim K. H., Kabir E., Jahan S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of The Total Environment. 2017;575(1):525–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>

2. Perez-Montano F., Alias-Villegas C., Bellogin R., Cerro del P., Espuny M. R., Jimenez-Guerrero I., Lopez-Baena F., Ollero F., Cubo T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. Microbiological Research. 2014;169(5-6):325-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>

3. Pogacean M., Gavrilescu M. Plant protection products and their sustainable and environmentally friendly use. Environmental Engineering and Management Journal. 2009;8(3):607-627. DOI: <https://doi.org/10.30638/eemj.2009.084>

4. Azizbekyan R. R. *Ispol'zovanie sporoobrazuyushchikh bakteriy v kachestve biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy*. [Application of sporiferous bacteria as agents for plant biological protection]. *Biotehnologiya = Biotechnology in Russia*. 2013;29(1):69-77. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18819987>

5. Maksimov I. V., Veselova S. V., Nuzhnaya T. V., Sarvarova E. R., Khay-rullin R. M. *Stimuliruyushchie rost rasteniy bakterii v regulatsii ustoychivosti rasteniy k stressovym faktoram*. [Plant growth-promoting bacteria in regulation of plant resistance to stress factors]. *Fiziologiya rasteniy = Russian Journal of Plant Physiology*. 2015;62(6):763-775. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24149790>

6. Kaushal M., Wani S. P. Rhizobacterial-plant interactions: Strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. Agriculture, ecosystems and environment. 2016;231(1):68-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.031>

7. Pravin V., Rosazlin A., Tumirah K., Salmah I., Boyce A. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability – a review. Molecules. 2016; 573 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>

8. Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., Orozco-Mosqueda M. del C., Glick B. R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. Microbiological Research. 2016;183:92-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>

9. Freitas J. R., Germida J. J. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian journal of microbiology. 1990;36(4):265-272. DOI: <https://doi.org/10.1139/m90-046>

10. Siunova T. V., Anokhina T. O., Sizova O. I., Sokolov S. L., Sazonova O. I., Kochetkov V. V., Boronin A. M., Patil S. G., Chaudhari A. B. *Shtammy PGPR Pseudomonas, perspektivnye dlya sozdaniya biopreparatov dlya zashchity i stimulyatsii rosta rasteniy*. [PGPR pseudomonas strains promising for the development of bioformulations for plant protection and stimulation]. *Biotehnologiya = Biotechnology in Russia*. 2017;33(2):56-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143177>

11. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Freydkin I. A., Sokolov I. V. *Vliyanie novogo organo-mineral'nogo udobreniya na izmenenie agrokhimicheskikh svoystv degradirovannoy dernovo-podzolistoy pochvy*. [Influence of new organic-mineral fertilizer on the change of agrochemical properties of degraded sod-podzolic soil]. *Agrokhimiya*. 2019;3:30-36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.1134/S0002188119030074>

12. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Sokolov I. V., Freydkin I. A. *Novoe organo-mineral'noe udobrenie na posevakh zernovykh kul'tur*. [The new organic-mineral fertilizer for grain crops]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*. 2019; 3 (63): 64-68. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-64-68>

13. Asaturova A. M., Tomashevich N. S., Zhevnova N. A., Krivoshlykov K. M., Khomyak A. I., Kozitsyn A. E., Dubyaga V. M., Sidorova T. M., Sidorov N. M., Tsygichko A. A., Bondarchuk E. Yu. *Ekologizirovannaya sistema zashchity pshenitsy na osnove novykh original'nykh biofungitsidov*. [Greenwheat protection system based on new original biofungicides]. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2019;1(17):31-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-31-42>
14. Kozitsyn A. E., Tomashevich N. S., Asaturova A. M., Sidorova T. M., Dubyaga V. M. *Sovershenstvovanie elementov tekhnologii proizvodstva i primeneniya novykh effektivnykh biofungitsidov protiv parshi yabloni*. [Improvement of technology elements of production and application of new efficient biofungicides against apple scab]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2019;56:133-141. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-133-141>
15. Maslienko L. V. *Biologicheskiy metod zashchity podsolnechnika i drugikh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot bolezney*. [Biological method of protecting sunflower and other crops from diseases]. *Agro XXI*. 1999;8:9.
16. Parween T., Jan S., Mahmooduzzafar N., Fatma T., Siddiqui Z. Selective effect of pesticides on plant—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016; 56: 160-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.787969>

Сведения об авторах

Асатунова Анжела Михайловна, кандидат биол. наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0002-0060-1995**, e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

✉ **Жевнова Наталья Андреевна**, научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0003-4702-1709**, e-mail: nataliazhevnova@gmail.com

Цыгичко Александра Александровна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID 0000-0001-7209-3849**, e-mail: 23612361@inbox.ru

Аллахвердян Валерия Вазгеновна, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID 0000-0002-8679-6139**, e-mail: lera_arm@mail.ru

Хомяк Анна Игоревна, научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0001-9360-2323**, e-mail: homyakAI87@mail.ru

Бондарчук Елена Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-2164-5935**, e-mail: alena_fox95@mail.ru

Саенко Ксения Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-3947-0726**, e-mail: saenkoK1997@yandex.ru

Астахов Михаил Михайлович, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-3712-1343**, e-mail: astahov.91@inbox.ru

Гырнец Евгений Анатольевич, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-0417-8418**, e-mail: evgenijgyrnets@mail.ru

Штерншис Маргарита Владимировна, доктор биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0002-9660-1606**, e-mail: shternshis@mail.ru

Information about the authors

Anzhela M. Asaturova, PhD in Biological science, director of the FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0002-0060-1995**, e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

✉ **Natalya A. Zhevnova**, researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0003-4702-1709**, e-mail: nataliazhevnova@gmail.com

Aleksandra A. Tsygichko, postgraduate student, junior researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, 23612361@inbox.ru, **ORCID ID 0000-0001-7209-3849**, e-mail: 23612361@inbox.ru

Valeria V. Allakhverdyan, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID 0000-0002-8679-6139**, e-mail: lera_arm@mail.ru

Anna I. Khomyak, researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0001-9360-2323**, e-mail: homyakAI87@mail.ru

Elena Yu. Bondarchuk, junior researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-2164-5935**, e-mail alena_fox95@mail.ru

Ksenia Yu. Saenko, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-3947-0726**, e-mail: saenkoK1997@yandex.ru

Mikhail M. Astakhov, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-3712-1343**, e-mail: astahov.91@inbox.ru

Evgeny A. Gyrnets, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-0417-8418**, e-mail: evgenijgyrnets@mail.ru

Margarita V. Shternshis, DSc in Biological science, chief researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0002-9660-1606**, e-mail: shternshis@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author