

Якубовская А. И., Каменева И. А., Гритчин М. В., Мельничук Т. Н.  
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ АССОЦИАТИВНЫХ БАКТЕРИЙ В  
РИЗОСФЕРУ РИСА (*ORYZA SATIVA* L.)**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

**Реферат.** Перспективным приемом в биологизации агроэкосистем является применение агрономически полезных микроорганизмов, эффективность которых оценивается как по продуктивности растений, так и по биоэнергетическим затратам. Цель исследований – оценить эффективность штаммов diaзотрофных бактерий, ассоциативных с растением риса, при их интродукции в ризосферу. Исследования проведены в полевых опытах рисовых чеков аграрного предприятия ООО «Осавиахим» Краснопереконского района Республики Крым в 2012–2015 гг. и в модельных опытах на базе ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Показано, что перспективные штаммы повышали биологическую продуктивность риса. Прирост урожая зерна при инокуляции семян ассоциативными штаммами бактерий составил 34,8–69,6 %. Максимальная прибавка урожая риса за годы исследований получена при бактериализации семян штаммом *Phyllobacterium ifriqiense* 6–4 т/га (69,6 %) по отношению к контролю. Также установлено, что инокуляция зерна новыми ассоциативными штаммами повышала массу 1000 семян и количество зерен в метелке. В опытах при бактериализации *P. ifriqiense* 6 эти показатели превышали контроль на 7,4 % (2,0 г) и 61,7 % (66 шт.) соответственно. Бактериализация семян способствовала увеличению до 12 % массовой доли золы. Установлено, что коэффициент энергетической эффективности при растительно-микробном взаимодействии увеличился на 41,4 % относительно контроля за счет прироста энергии урожая. Таким образом, предпосевная обработка семян ассоциативными штаммами микроорганизмов является эффективным агротехнологическим приемом для экологического земледелия и оптимизации питания растений.

**Ключевые слова:** ассоциативные бактерии, *Oryza sativa* L., коэффициент энергетической эффективности, урожайность.

#### Введение

Рис является высокоурожайной культурой среди злаковых культур: по валовому сбору он не уступает пшенице, а по посевным площадям занимает третье место в мире. Спрос на производство риса ежегодно растет, следовательно, важной задачей является увеличение урожая и качества полученного зерна [1]. Рис – культура затопляемая и при оптимальных агроклиматических условиях для получения высокого урожая зерна, важными агротехнологическими приемами являются обработка почвы, внесение минеральных удобрений перед посевом и в виде многократных подкормок в процессе вегетации растений [1, 2]. Как известно, производство минеральных удобрений требует больших энергетических ресурсов, кроме того, их интенсивное применение имеет негативные экологические последствия [3]. Учитывая, что основные районы возделывания риса находятся на юге страны, где располагаются санитарно-курортные зоны, возникает острая необходимость в ограничении применения агрохимикатов [4].

Для снижения антропогенной нагрузки на затопляемые почвы рисовых полей необходимо внедрение биологических элементов в агротехнологии выращивания культуры риса. Одним из эффективных средств повышения урожайности риса являются

микробные препараты на основе микроорганизмов с полезными свойствами [5–7]. Интродукция в ризосферу растений полифункциональных штаммов ассоциативных бактерий способна повысить количество полезных форм микроорганизмов, которые будут конкурировать с аборигенной микробиотой и быстро занимать экологическую нишу, активизируя процессы, направленные на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур [8]. Применение микробных препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур является экономичным и экологичным приемом современного земледелия, способствующим снижению энергетических затрат [9].

Эффективность агроприемов характеризуется энергетическими затратами, которые вкладываются в производство продукции растениеводства [10]. Первый показатель – энергия, которая аккумулируется в урожае, благодаря фотосинтетическим процессам, происходящим в растении. Второй показатель – совокупность затраченной энергии при производстве продукции растениеводства. Соотношение этих двух показателей дает возможность предоставить биоэнергетическую оценку технологии производства продукции растениеводства.

Выделены штаммы бактерий с высокой степенью ассоциативности к растениям риса [11] и отобраны три с азотфиксирующими, фосфатмобилизирующими и ростстимулирующими свойствами [12].

**Цель исследований** – оценка эффективности штаммов diaзотрофных бактерий, ассоциативных с растением риса, при их интродукции в ризосферу.

#### **Материалы и методы исследования**

Исследования проведены в полевых опытах рисовых чеков аграрного предприятия ООО «Осавиахим» Красноперекопского района Республики Крым в 2012–2015 гг. и в модельных опытах на базе ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Условия проведения опытов: почвы лугово-каштановые солонцеватые на элювиально-делювиально-пролювиальных отложениях, которые занимают равнинные степи. Гумусовый горизонт (А) мощностью 25–30 см, коричневато-серый, комковато-порошистый, почва имеет водоудерживающую способность. В составе поглощенных оснований содержалось около 2–4 % обменного натрия, рН водной вытяжки – 7,0.

Климат – умеренно-континентальный с мягкой зимой. Снежный покров отсутствует. Погодные условия в период проведения исследований в среднем характеризовались как благоприятные для посева риса.

На рост и развитие растений большое влияние оказывал температурный фактор, который в некоторой степени зависел от осадков. Среднесуточные температуры воздуха за вегетационный период составляли 21,2–22,3 °С, со средним отклонением от многолетней – 1,8–2,8 °С. Осадки составили 136,4 мм (2012 г.), 143,0 мм (2013 г.) и 11,4 мм (2015 г.) со средним многолетним отклонением соответственно +75,0, +81,6 и –11,4 мм. По климатическим данным трех лет неблагоприятным был июль (обильные осадки и низкие температуры), на который приходится цветение растений риса.

Семена риса перед посевом обрабатывали водными суспензиями штаммов бактерий *Agrobacterium (Rhizobium) tumefaciens* 32, *Phyllobacterium ifriqiyense* 6, *Flavobacterium* sp. 72 из расчета 500 тыс. клеток на одно семя. В качестве референта был штамм *Agrobacterium (Rhizobium) radiobacter* 204 – основа препарата «Диазофит» («Ризоагрин»), рекомендованный в агротехнологии зерновых культур, в том числе риса [13]. В контрольном варианте семена обрабатывали водой. Агротехнологические приемы ухода за посевами были стандартные для выращивания риса в Крыму [14]. Учет основных элементов структуры урожая риса осуществлен путем отбора и

анализа снопового материала перед уборкой. Повторность опыта шестикратная. Биологическая урожайность зерна риса определена через систему индексов [15].

Физико-химические показатели качества зерна изучали по следующим нормативным документам: массовая доля сырого протеина – ГОСТ 13496.4-93 [16], массовая доля сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91 [17], массовая доля влаги – ГОСТ 13496.3-92 [18]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программ Excel и Statistica 6,0. Биоэнергетическую эффективность бактериализации семян риса проводили по методике биоэнергетической оценки эффективности технологий в орошаемом земледелии [10].

#### Результаты и их обсуждение

Обработка семян штаммами ассоциативных с растением бактерий положительно влияла на структурные элементы урожая и обеспечила повышение биологической продуктивности риса (таблица 1). Отмечено, что при бактериализации семян ассоциативными штаммами микроорганизмов количество зерен в метелке увеличивалось на 43,0–61,7 % (34–66 шт.) относительно контроля и на 8,5–22,7 % (12–32 шт.) – варианта с референтным штаммом. Один из важных показателей качества риса – крупность зерен. Инокуляция способствовала увеличению массы 1000 семян на 2,2–7,4 % (0,6–2,0 г) по сравнению с контролем. Предпосевная бактериализация семян штаммами ассоциативных бактерий обеспечила прибавку урожая зерна 30,4–69,6 % (2,8–6,4 т/га). Эффективна инокуляция штаммом *P. ifriqiyense* 6, обеспечившая стабильную прибавку урожая в среднем за три года на 6,4 т/га (69,6 %) по отношению к контролю, и 3,6 т/га (30 %) – к варианту с *A. radiobacter* 204 (референт).

**Таблица 1 – Биологическая продуктивность системы ризобактерии–растения риса (лугово-каштановая почва, полевой опыт, 2012–2015 гг.)**

Вариант опыта	Количество колосков на метелке, шт./м <sup>2</sup>	Количество зерен в метелке, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность зерна		
				т/га	прибавка	
					т/га	%
Контроль	317	107	27.0	9.2		
<i>A. radiobacter</i> 204	307	141	27.6	12.0	2.8	30.4
<i>A. tumefaciens</i> 32	294	153	27.6	12.4	3.2	34.8
<i>P. ifriqiyense</i> 6	310	173	29.0	15.6	6.4	69.6
<i>Flavobacterium</i> sp. 72	290	154	28.4	12.6	3.4	37.0
НСР <sub>05</sub>	68.4	19.7	0.12	2.06		

Максимальную стабильную прибавку урожая обеспечила предпосевная обработка семян штаммом *P. ifriqiyense* 6. По расчетам биоэнергетики для данного варианта установлено повышение энергоемкости на 0,3 % (104,1 МДж) за счет транспортировки и переработки дополнительного урожая зерна, а также побочной продукции. Коэффициент энергетической эффективности при бактериализации (18,8) увеличился на 41,4 % относительно контроля (13,3) (таблица 2).

**Таблица 2 – Основные показатели энергетической эффективности применения ассоциативных штаммов микроорганизмов при получении продукции риса (2012–2013 гг.)**

Показатель	Контроль	<i>P. ifriqiyense</i> 6	
		абсолютное значение	прибавка к контролю, %
Затраты энергии на производство (всего), МДж	39542.35	39646.45	0.3
Энергия урожая (всего), МДж	527584.20	743893.72	41.0
Основная продукция (зерно), МДж	159874.00	225422.34	41.0
Побочная продукция, МДж	367710.2	518471.4	41.0
Коэффициент энергетической эффективности	13.3	18.8	41.4

Результаты исследований показали, что в контрольном варианте на урожай риса, равный 9 т/га, затрачено 4738,34 МДж/га, из них на обработку почвы и внесение минеральных удобрений – 485,52 МДж/га, на подготовку семян к посеву – 41,88 МДж/га и на обработку посевов культуры пестицидами при задействовании гражданской авиации – 98 МДж/га. Затраты энергии на производство составили 39542,35 МДж/га, а совокупная энергия, вложенная в урожай с гектара, – 527584,2 МДж.

Установлено повышение биоэнергетической эффективности системы ассоциативные бактерии-растения *Oryza sativa* L., что связано с высокими темпами прироста энергии урожая, при этом затраты на инокуляцию незначительны (0,3 %). Коэффициент энергетической эффективности при растительно-микробном взаимодействии увеличивался до 18,8 по сравнению с контролем – 13,3.

Один из показателей качества зерна – содержание влаги, которая влияет на интенсивность биохимических и микробиологических процессов, а они, в свою очередь, влияют на технологические и пищевые качества зерна. Анализ качества зерна показал тенденцию уменьшения массовой доли влаги в зерне при инокуляции семян новыми штаммами, что имеет большое значение при хранении продукции (таблица 3).

**Таблица 3 – Качество зерна риса (лугово-каштановая почва, полевой опыт) (2012–2013 гг.)**

Вариант опыта	Массовая доля, %				
	органического вещества	сырого протеина	сырой клетчатки	влаги	золы
Контроль	95,2 ± 0,01	5,4 ± 0,02	7,5 ± 0,02	11,9 ± 0,01	4,9 ± 0,01
<i>A. radiobacter</i> 204	94,7 ± 0,02	5,3 ± 0,01	7,5 ± 0,01	11,7 ± 0,01	5,3 ± 0,01
<i>A. tumefaciens</i> 32	94,6 ± 0,02	5,5 ± 0,01	7,4 ± 0,02	11,5 ± 0,01	5,5 ± 0,01
<i>P. ifriqiyense</i> 6	94,9 ± 0,01	5,2 ± 0,01	7,5 ± 0,02	11,6 ± 0,01	5,1 ± 0,01
<i>Flavobacterium</i> sp. 72	95,0 ± 0,02	5,4 ± 0,01	7,2 ± 0,02	11,5 ± 0,02	5,1 ± 0,01

В вариантах с инокуляцией увеличивалась массовая доля зола, что является положительной характеристикой качества продукции, учитывая, что зола содержит все необходимые для человека макро- и микроэлементы [15].

### Выводы

Предпосевная обработка семян ассоциативными штаммами микроорганизмов является эффективным биологическим приемом для экологически ориентированного земледелия и оптимизации питания растений, и обеспечивает прибавку урожая зерна за счет повышения массы семян и количества зерен в метелке.

Установлено повышение коэффициента биоэнергетической эффективности в системе ассоциативные бактерии-растения *Oryza sativa* L. на 41,4 % (18,8) по сравнению с контролем (13,3), за счет прироста энергии урожая в вариантах с предпосевной бактериализацией семян.

Бактеризация семян ассоциативными штаммами *A. tumefaciens* 32, *P. ifriqiyense* 6, *Flavobacterium* sp. 72 способствовала увеличению массовой доли зола на 4–12 %.

### Литература

1. Кольцов А. В., Титков А. А., Сычевский М. Е., Барило В. Н., Макушин А. В. Агроэкологическая обстановка и перспективы развития рисосеяния на юге Украины. Симферополь: Краснопереконская межрайонная типография, 1994. 225 с.
2. Растениеводство Крыма // Под ред. Николаева Е. В. Симферополь: Фактор, 2006. 352 с.

3. Третьякова О. И., Макарова Н. А., Доценко С. П. Влияние полимерных рострегуляторов на морфофизиологические параметры риса в условиях засоления // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 118 (04). С.1061–1074.
4. Зеленский Г. Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники. Краснодар: КубГАУ, 2016. 238 с.
5. Дудинова І. О. Розробка технології виробництва та застосування біопрепаратів азотфіксуючих бактерій під рис і сою. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Київ: Інститут землеробства УААН, 1997. 24 с.
6. Якубовская А. И., Каменева И. А., Григчин М. В. Влияние ассоциативных с растениями штаммов бактерий на продуктивность риса // Сборник трудов Всероссийской научной конференции «Почва – зеркало и память ландшафта». Киров, 2015. С. 191–194.
7. Костылев П. И., Костылева Л. М., Купров А. В. Улучшение продуктивности риса после обработки семян и листьев экстразолом // Научный журнал КубГАУ. 2010. № 57 (03). С. 36–43.
8. Савич В. И., Мосина Л. В., Норовсурэн Ж., Сидоренко О. Д., Аникина Д. С. Микробиологическая активность почв как фактор почвообразования // International Agricultural Journal. 2019. № 1 (367). С. 38–42.
9. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология: серия биология растений. 2011. № 3. С. 3–9.
10. Методика биоэнергетической оценки эффективности технологий в орошаемом земледелии // Под общей ред. Прищепы Л. А., Шумакова Б. Б., Макарова И. П. М., 1989. 75 с.
11. Якубовська А. І. Епіфітна мікрофлора рису (*Oriza sativa* L.) як джерело штамів з агрономічно-корисними для рослин властивостями // Сільськогосподарська мікробіологія. 2013. Вип. 18. С. 100–108.
12. Якубовская А. И. Биотехнологические свойства ассоциативных бактерий с растениями риса // Сборник трудов Международной Пушкинской школы-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века». Пушкино, 2017. С. 56.
13. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В., Бердніков О. М., Центило Л. В., Надкернична О. В., Москаленко А. М., Токмакова Л. М., Надкерничний С. П., Козар С. Ф., Копилов Є. П., Мельничук Т. М., Шерстобоев М. К., Дімова С. Б., Ковалевська Т. М., Крутило Д. В., Волкогон К. І., Піщур І. М., Халеп Ю. М., Дідович С. В., Цвей Я. П., Жеребор Т. А., Комок М. С., Воробей В. С., Доценко О. В., Григор'єва О. М., Волчовська-Козак О. Є., Нагорний В. І., Мурач О. М. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «Задруга», 2011. С. 23.
14. Кольцов А. В. Технология возделывания риса в Крыму. Симферополь: КМТ, 1997. 132 с.
15. Виталий Е. В. Биологическая урожайность // Каталог агрономических статей, 2014. [Электронный ресурс]. Точка доступа: [http://agrosite.org/publ/stati\\_po\\_rastenievodstvu/biologicheskaja\\_urozhajnost/1-1-0-4](http://agrosite.org/publ/stati_po_rastenievodstvu/biologicheskaja_urozhajnost/1-1-0-4) (дата обращения 12.10.2014).
16. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ, 2011. 55 с.
17. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. М.: Стандартинформ, 2011. 24 с.
18. ГОСТ 13496.3-92. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги. М.: Стандартинформ, 2011. 38с.

### References

1. Koltsov A. V., Titkov A. A., Sychevskiy M. Ye., Barilo V. N., Makushin A. V. Agroecological situation and prospects for the development of rice sowing in the south of Ukraine. Simferopol: Krasnoperekopsk interdistrict printing house, 1994. 225 p.
2. Crop production of Crimea // Ed. by Nikolaev E. V. Simferopol: Factor, 2006. 352 p.
3. Tretyakova O. I., Makarova N. A., Dotsenko S. P. The influence of polymeric growth regulators on morphological and physiological parameters of rice in saline conditions // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2016. No. 118 (04). P. 1061–1074.
4. Zelenskiy G. L. Rice: biological bases of breeding and farming techniques. Krasnodar: KubSAU, 2016. 238 p.
5. Dudinova I. O. Development of technology for the production and use of biological agents based on nitrogen-fixing bacteria for rice and soybean. Abstract of thesis ... Cand. Sc. (Agr.). Kiev: Institute of Agriculture, 1997. 24 p.
6. Yakubovskaya A. I., Kameneva I. A., Gritchyn M. V. The influence of bacterial strains associated with plants on the productivity of rice // Proceedings of the All-Russian Scientific Conference “Soil – a mirror and memory of the landscape”. Kirov, 2015. P. 191–194.
7. Kostylev P. I., Kostyleva L. M., Kuprov A. V. Improvement of efficiency of rice after processing of seeds and leaves with extrazol // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2010. No. 57 (03). P. 36–43.

8. Savich V. I., Mosina L. V., Norovsuren Zh., Sidorenko O. D., Anikina D. S. Soil microbiological activity as a factor of soil formation // International Agricultural Journal. 2019. No. 1 (367). P. 38–42.
9. Tikhonovich I. A., Provorov N. A. Agricultural microbiology as the basis of ecologically sustainable agriculture: fundamental and applied aspects // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2011. No 3. P. 3–9.
10. Methods of bioenergy assessment of the effectiveness of technologies in irrigated agriculture // Ed. by Prischepa L. A., Shumakov B. B., Makarov I. P. Moscow, 1989. 75 p.
11. Yakubovskaya A. I. Epiphytic microflora of rice (*Oryza sativa* L.) as a source of strains with agronomically useful properties for plants // Agricultural microbiology. 2013. Is. 18. P. 100–108.
12. Yakubovskaya A. I. Biotechnological properties of associative with rice plants bacteria // Proceedings of the International School of Young Scientists “Biology – science of the XXI century”. Pushchino, 2017. P. 56.
13. Volkogon V. V., Zarishnyak A. S., Grinik I. V., Berdnikov O. M., Tsentilo L. V., Nadkernichna O. V., Moskalenko A. M., Tokmakova L. M., Nadkernichny S. P., Kozar S. F., Kopilov E. P., Melnichuk T. N., Sherstoboev M. K., Dimova S. B., Kovalevska T. M., Krutilo D. V., Volkogon K. I., Pishchur I. M., Khalep Yu. M., Didovich S. V., Tsvey Ya. P., Zherebor T. A., Komok M. S., Vorobey V. S., Dotsenko O. V., Grigoryeva O. M., Volchovska-Kozak O. Ye., Nagorniy V. I., Murach O. M. Methodology and practice of using microbial preparations in crop growing technologies. Kiev: “Zadruga OOO” (Limited Liability Company), 2011. P. 23.
14. Koltsov A. V. The technology of rice cultivation in the Crimea. Simferopol: KMT, 1997. 132 p.
15. Vitaly E. V. Biological yield // Catalog of agronomic articles. 2014. [Electronic resource]. Access point: [http://agrosite.org/publ/stati\\_po\\_rastenievodstvu/biologicheskaja\\_urozhajnost/1-1-0-4](http://agrosite.org/publ/stati_po_rastenievodstvu/biologicheskaja_urozhajnost/1-1-0-4) (references date 12.10.2014).
16. GOST 13496.4-93. Fodder, mixed fodder and animal feed raw stuff. Methods of nitrogen and crude protein determination. Moscow: Standartinform. 2011. 55 p.
17. GOST 13496.2-91. Fodders, mixed fodders and mixed fodder raw material. Method for determination of raw cellular tissue. Moscow: Standartinform. 2011. 24 p.
18. GOST 13496.3-92. Compound feeds, raw material. Methods for determination of moisture. Moscow: Standartinform. 2011. 38 p.

UDC 579.2–579.262

Yakubovskaya A. I., Kameneva I. A., Gritchin M. V., Melnichuk T. N.

### EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF ASSOCIATIVE BACTERIA IN RICE RHIZOSPHERE (*ORYZA SATIVA* L.)

**Summary.** *The promising technique in the biologization of agroecosystems is the use of agronomically beneficial microorganisms, the effectiveness of which is assessed by both plant productivity and bioenergy costs. The aim of the research was to evaluate the effectiveness of strains of nitrogen-fixing bacteria associated with rice plants during their introduction into the rhizosphere. The studies were conducted during the period 2012–2015 in rice checks of the agricultural enterprise “Osaviakhim OOO” (Limited Liability Company) that is situated in the Krasnoperekopsky region, Republic of Crimea and in FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”. Promising strains increased the biological productivity of rice. The increase in grain yield after seed inoculation with associative bacterial strains was 34.8–69.6%. The maximum increase in rice yield over the years of research was obtained after bacterization seeds with *Phyllobacterium ifriqiyense*; it reached 4–6 t/ha (69.6%) compared to control. Grain inoculation with new associative strains increased 1000-grain weigh and number of grains per panicle. In experiments with *P. ifriqiyense* 6 bacterization, these figures exceeded control by 7.4 % (2.0 g) and 61.7 % (66 pcs.), respectively. Bacterization of seeds contributed to an increase of the mass fraction of ash up to 12 %. The energy efficiency ratio during the plant-microbial interaction increased by 41.4% compared to control due to the increase in crop energy. Thus, pre-sowing treatment with associative strains of microorganisms is an effective agrotechnological technique for ecological farming and optimization of plant nutrition.*

**Keywords:** *associative bacteria, *Oryza sativa* L., energy efficiency ratio, yield.*

Якубовская Алла Ивановна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией физиологии и экологии микроорганизмов, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: yakubovskaya\_alla@mail.ru.

Каменева Ирина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru.

Григчин Максим Владимирович, научный сотрудник, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: maxim\_GMV@mail.ru.

Мельничук Татьяна Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: melnichuk7@mail.ru.

Yakubovskaya Alla Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the Laboratory of physiology and ecology of microorganisms FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: yakubovskaya\_alla@mail.ru.

Kameneva Irina Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru.

Gritchkin Maksim Vladimirovich, researcher, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: \_maxim\_GMV@mail.ru.

Melnichuk Tatyana Nikolaevna, Dr. Sc. (Agr.), senior researcher, chief scientist, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: melnichuk7@mail.ru.

*Дата поступления в редакцию – 06.03.2019.*

*Дата принятия к печати – 01.04.2019.*