

Экология

УДК 635.21:631.86:631.874

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019431-35>**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ****С.В. Жевора**, кандидат сельскохозяйственных наук, **Л.С. Федотова**, доктор сельскохозяйственных наук, **Н.А. Тимошина**, **Е.В. Князева**, **А.Э. Шабанов**, кандидаты сельскохозяйственных наук*Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха, 140051, Московская область, Люберецкий район, Красково, ул. Лорха, 23 Б
E-mail: coordinazia@mail.ru*

С 2015 по 2018 г. в двух краткосрочных опытах изучена эффективность микробиологических препаратов на фоне различных доз минеральных удобрений и без них. Целью исследований было повышение продуктивности и качества картофеля при комплексном использовании полных и пониженных на 30 и 50% доз минеральных удобрений в сочетании с различными микробиологическими препаратами за счет биологической активности дерново-подзолистой супесчаной почвы и лучшей усвояемости питательных веществ. В полевом опыте 2015-2016 гг. урожайность картофеля при внесении одних минеральных удобрений ($N_{45-90}P_{45-90}K_{60-120}$) составила 24,1-27,9 т/га, при сочетании $N_{45}P_{45}K_{60}$ с предпосадочной обработкой клубней микробиологическими препаратами Азолен, Агринос 1 и Биоккомпозит-коррект она увеличилась на 27,6-28,5%, при этом прибавка от биопрепаратов достигла 3,5-4,4 т/га или 14,5-18,3%. В полевом опыте (поисковый 2016 и 2017-2018 гг.) максимальная урожайность картофеля (34,0-35,7 т/га) получена при использовании микробиологического препарата Экстрасол как отдельно для предпосадочной обработки клубней, так и с некорневыми подкормками препаратами Агринос 2 и Экстрасол на фоне полной дозы удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$), при этом прибавка от биологической составляющей системы питания была 6,5-8,2 т/га или 23,6-29,8%. В варианте со сниженной на 30% дозой NPK и применением препарата Агринос – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Агринос 1+2 (5+2,5 л/га) уровень урожайности оказался на 4,6 т/га (17%) выше, чем при полной дозе NPK. Кроме того, отмечены высокая крахмалистость и содержание витамина С, отличные кулинарные качества, низкий уровень нитратов в продукции.

BIOLOGICAL POTENCY OF SOIL, YIELDING ABILITY AND QUALITY OF POTATO DEPENDING ON THE USE OF MICROBIOLOGIC SPECIMEN**Zhevora S.V., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V., Shabanov A.E***Lorch Potato Research Institute, Lorch street, 140051, Moskovskaya oblast, Lyuberezhkiy rayon, Kraskovo, ul. Lorch, 23 B
E-mail: coordinazia@mail.ru*

The article presents the results of research on the effectiveness of microbiologic specimen against the background of various doses of mineral fertilizers, and without them. The results were obtained in two short-term experiments for the period from 2015 to 2018. Goal of research: to increase the productivity and quality of potatoes with the integrated use of full and reduced by 30 and 50% doses of mineral fertilizers in combination with various microbiologic specimen by increasing the biological activity of the soil and better nutrient absorption. In the field test (2015-2016, sod-podzolic sandy soil), the yield of potatoes was 24.1-27.9 t/ha (when using mineral fertilizers $N_{45-90}P_{45-90}K_{60-120}$). When $N_{45}P_{45}K_{60}$ was combined with preplant treatment of tubers with microbiologic specimen (Azolen, Agrinos «1» and Biocomposite-correct), it increased by 27.6-28.5%, including the increase from microbiologic specimen - 3.5-4.4 t/ha or 14.5-18.3%. In the field test (2016 and 2017-2018, sod-podzolic sandy soil), the maximum yield of potatoes (34.0-35.7 t/ha) was obtained using the microbiologic specimen Extrasol both separately for preplant treatment of tubers, and in combination with foliar application of Agrinos «2» and Extrasol on the background of the full dose of fertilizers $N_{90}P_{90}K_{90}$. In this case, the yield increase from the biologic specimen was 6.5-8.2 t/ha or 23.6-29.8%. In the variant with a 30% reduced NPK dose and the use of Agrinos [$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Agrinos 1+2 (5+2.5 l/ha)]: the yield level was 4.6 t/ha (17%) higher a full dose of NPK. At the same time high starchiness and vitamin C content, excellent culinary qualities, low levels of nitrates in products; conditional income was 42.3 thousand rubles/ha higher than NPK background, low cost (6.8 rubles/kg), high cost recovery (3.25) and profitability of production 64% were observed.

Ключевые слова: картофель, плодородие почвы, минеральные удобрения, полные и сниженные дозы, микробиологические препараты

Key words: potato, soil fertility, mineral fertilizers, full and reduced doses, microbiologic specimen

В наблюдающихся условиях изменения климата увеличивается зависимость технологий возделывания картофеля от плодородия почвы, снижения антропогенной нагрузки и подбора альтернативных форм удобрений [1-5]. При этом удобрения в технологиях возделывания картофеля – по-прежнему наиболее управляемый фактор, обеспечивающий получение запланированного уровня урожая и качества продукции. Минеральные удобрения служат источником не только питания, но и поступления тяжелых металлов в агроэ-

косистемы. Это мощное средство интенсификации циклов данных токсикантов за счет как прямого взаимодействия удобрений и почвы, так и косвенного – через стимуляцию роста и развития растений [6, 7]. Поэтому нельзя необдуманно завышать дозы минеральных удобрений в ожидании высокой отдачи от их применения, необходимо стремиться к экологически оправданному их использованию. Доказано, что картофель, полученный с помощью высоких доз минеральных удобрений, характеризуется низкой крахмалистостью, не имеет

яркого вкуса, запаха, рассыпчатой консистенции мякоти, содержит много нитратов, тяжелых металлов и плохо хранится [8-10].

Биологическое разнообразие – главный критерий и признак устойчивости экосистемы [11-14]. Восстановить качество пахотных земель с помощью одних минеральных удобрений не представляется возможным, поэтому использование бактериальных удобрений может стать незаменимым инструментом повышения урожая картофеля в нестабильных агроклиматических условиях среды [15-19].

Целью настоящей работы было повысить продуктивность и качество картофеля при комплексном использовании полных и пониженных на 30 и 50% доз минеральных удобрений в сочетании с различными микробиологическими препаратами за счет увеличения биологической активности почвы и лучшей усвояемости питательных веществ.

Методика. В 2015-2016 гг. проводили полевой стационарный опыт на территории экспериментальной опытной базы «Коренево» Люберецкого района Московской области с биопрепаратами: Азолен: *Azotobacter chroococcum*; Агринос имеет две формы: Агринос 1 – бактериальное удобрение на основе консорциума бактерий рода *Azotobacter vinelandii*, *Clostridium pasteurianum* и др. Титр КОЕ/мл аэробных=1,5x10⁷; анаэробных=1,5x10⁷; Агринос 2 – жидкое органическое удобрение на основе аминокислот (4%), глюкозамина (4%), хитозана (4%); Биокмполит-коррект: консорциум бактерий с антагонистической, целлюлозолитической, фосфатмобилизирующей и азотфиксирующей активностью – *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-841Д, *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-842Д, *Pseudomonas brassicacearum* БИМ В-446 Д, *Rahnella aquatilis* БИМ В-751 Д, *Serratia plumuthica* БИМ В-706 Д. Титр – не менее 1·10⁹ КОЕ/мл) на раннем сорте картофеля Удача и среднераннем Гала (с 2016 г.).

Вегетационный сезон 2015 г. характеризовался как умеренно-влажный с ГТК₂₀₁₅ =1,67, 2016 и 2017 гг. – как влажный и очень влажный с ГТК₂₀₁₆ =2,1; ГТК₂₀₁₇ =2,31, в 2018 г. преобладала засушливая погода с превышением температуры и дефицитом осадков, ГТК₂₀₁₈ =0,91 при климатической норме 1,3-1,4.

Площадь одной делянки составляла 56 м², повторность – 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное внутри повторений. Сроки посадки картофеля: Удача – ранний (2015, 2016 гг.), Гала – среднеранний (2016-2018 гг.), 1 декада мая; срок уборки III декада августа. Карто-

фель размещали после сидератов: люпина однолетнего в 2015 г., люпина однолетнего + горчица в 2016 г., вика-овсяной травосмеси в 2017 и 2018 гг.

В 2017-2018 гг. в схему опыта добавили ранее испытанные препараты: Азотовит, Фосфатовит, Экстра-сол и Байкал, в результате она включала 16 вариантов (табл. 2). Почва в опытах – дерново-подзолистая супесчаная, нормального увлажнения, со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: рН_{KCl} 4,5-4,9; Н_г – 3,3-4,2 ммоль/100 г почвы; ниже среднего значения сумма поглощенных оснований и степень насыщенности ими (S = 2,2-3,9 ммоль/100 г почвы, V = 34,9-52,7%); высокое содержание подвижного фосфора (265-378 мг/кг почвы), среднее (127-154 мг/кг почвы) и ниже среднего (105 мг/кг) – обменного калия; типичная гумусированность (1,7-1,9 %) для дерново-подзолистых почв Центрального региона РФ

Рабочие растворы микробиологических препаратов, в том числе Агринос 1, вносили во время посадки путем распыления: 1/3 дозы на клубни и 2/3 дозы на почву клубневого ложа. Расход препаратов изменялся

Табл. 1. Продуктивность и качество картофеля сорта Удача, 2015-2016 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка от минеральных удобрений		Прибавка от биопрепаратов		Товарность, %	Крахмал, %	Вита-мин С, мг%	Белок, %
		т/га	%	т/га	%				
Без удобрений	19,7	-	-			67,3	14,1	16,5	0,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	27,9	8,2	41,6			91,5	12,1	13,9	1,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ – фон	24,1	4,4	22,3	-	-	86,0	12,8	15,1	0,9
Фон + Азолен	27,6			3,5	14,5	88,0	12,6	15,6	1,2
Фон + Агринос 1+2	28,1			4,0	16,6	88,2	13,4	16,4	1,1
Фон + Биокмполит-коррект	28,5			4,4	18,3	87,0	13,7	15,8	1,0
НСР ₀₅			1,7				0,6	1,9	0,15



Рис. 1. Распространенность (P%) грибных болезней на клубнях картофеля сорта Удача, 2015-2016 гг.; 1-6 – варианты см. табл. 1.

согласно схеме опыта. Некорневое опрыскивание растений препаратами, в том числе Агринос 2, проводили в период 70-90% смыкания рядков растений картофеля. Расход препаратов изменялся согласно схеме опыта.

Учеты и наблюдения в опытах осуществляли в полном соответствии с ГОСТ и стандартными методами. Биологическую активность почвы определяли по разложению льняного полотна через 60 дней (метод льняных полотен). Достоверность различий между средними вычисляли методом одно- и двухфакторного дисперсионного анализа при 5%-ном уровне значимости (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты и обсуждение. В годы с достаточным и избыточным увлажнением дерново-подзолистой супесчаной почвы отмечена высокая эффективность совместных обработок микробиологическими препаратами на фоне пониженной дозы минеральных удобрений по сравнению с вариантом полной дозы NPK, как по продуктивности и качеству картофеля, так и по биологической активности почвы (БАП) и сопротивляемости болезням (табл. 1, рис. 1). При полной и половинной дозе NPK урожайность картофеля была на 41,6 и 22,3% больше, чем в контроле без удобрений, также повысились товарность (фракция клубней >45 мм в диаметре) и содержание белка, снизилось содержание крахмала и витамина С. В вариантах с комплексным действием половинной дозы минеральных удобрений и различных форм бактериальных препаратов урожайность увеличилась на 14,5-18,3% по сравнению с полученной при половинной дозе NPK. В вариантах $N_{45}P_{45}K_{90}$ +Агринос и $N_{45}P_{45}K_{90}$ +Биокомпозит-коррект урожайность была немного выше, чем в варианте с полной дозой NPK, при этом показатели качества клубней приближались к качеству продукции, выращенной без удобрений, что очень важно в связи с ориентацией населения на здоровый образ жизни и правильное питание.

В 2015 г. применение различных форм бактериальных удобрений повысило БАП на 21,2-24,3 % по сравнению с минеральным фоном, где БАП составила 67 %. В 2016 г. она была наибольшей в вариантах $N_{45}P_{45}K_{90}$ +Агринос и $N_{45}P_{45}K_{90}$ +Биокомпозит-коррект – соответственно 87,3 и 89,5%, что выше, чем на фоне с полной дозой NPK, на 23,8-26,0%. В вариантах с применением бактериальных удобрений и повышенной БАП отмечено снижение распространенности (Р%) и развития (R%) грибных болезней на клубнях картофеля практически в 3 раза относительно контроля и в 2 раза по сравнению со значениями, полученными на фоне минеральных удобрений (рис. 1).

В 2017 и 2018 гг. при измерении биометрических показателей растений картофеля определено положительное влияние минеральных и микробиологических препаратов на рост и развитие культуры. В варианте с комплексным применением Агринос 1+2 на фоне минеральных удобрений рост растений в высоту увеличился на 6,1 см, а количество образовавшихся главных стеблей было на 0,7 шт. больше по сравнению с соответствующими показателями на минеральном фоне. Высота растений в вариантах со смесью Азотовита и Фосфатовита, а также Экстрасола (варианты 12, 13 и 15) превосходила таковую на минеральном фоне еще существенней – на 8-10,6 см, но по количеству стеблей – только на 0,4-0,5 шт./куст.

В 2017 и 2018 гг. применение бактериальных удобрений на фоне NPK повысило БАП на 11,0-18,2%, в вариантах без удобрений – на 15,8-21,4% по сравнению со значением на фоне минеральных удобрений, где она составила 20,5%. Самой низкой активностью почвы характеризовался засушливый 2018 г., однако, использование биопрепаратов для предпосадочной обработки клубней и клубневого ложа улучшило величину этого показателя на 2,3-5,5% в сравнении с

Табл. 2. Урожайность картофеля сорта Гала в зависимости от применения микробиологических препаратов

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка к вариантам 1 и 4	
	2017	2018	среднее	т/га	%
1. Без удобрений	24,2	16,4	20,3	-	100
2. Б/уд + Агринос 1 (2,5 л/га)	25,9	16,9	21,4	1,1	5,4
3. Б/уд + Агринос 1 (5 л/га)	29,3	17,2	23,3	3,0	14,8
4. Фон - $N_{90}P_{90}K_{90}$	33,6	21,4	27,5	-	100
5. Фон + Агринос 1 (2,5 л/га)	36,9	22,0	29,5	2,0	7,3
6. Фон + Агринос 1 (5 л/га)	42,8	22,9	32,9	5,4	19,6
7. Фон + Агринос 1 (2,5 л/га) + Агринос 2 (1,25 л/га)	39,3	23,4	31,3	3,8	13,8
8. Фон + Агринос 1 (5 л/га) + Агринос 2 (2,5 л/га)	43,1	24,0	33,5	6,0	21,8
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	41,2	22,9	32,0	4,5	17,5
10. Фон + Экстрасол (2 л/т семян)	45,6	22,4	34,0	6,5	23,6
11. Фон+ Байкал (2 л/т семян)	40,1	21,9	31,0	3,5	12,7
12. Фон + Азотовит + Фосфатовит + Агринос 2 (2,5 л/га)	41,0	23,8	32,4	4,9	17,8
13. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Агринос 2 (2,5 л/га);	47,6	23,5	35,7	8,2	29,8
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос 2 (2,5 л/га);	42,8	23,6	33,2	5,7	20,7
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол (2,0 л/га)	47,2	24,2	35,7	8,2	29,8
16. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Агринос 1 (5 л/га) + Агринос 2 (2,5 л/га)	42,7	21,5	32,1	4,6	16,7
НСР ₀₅	1,8	1,4			

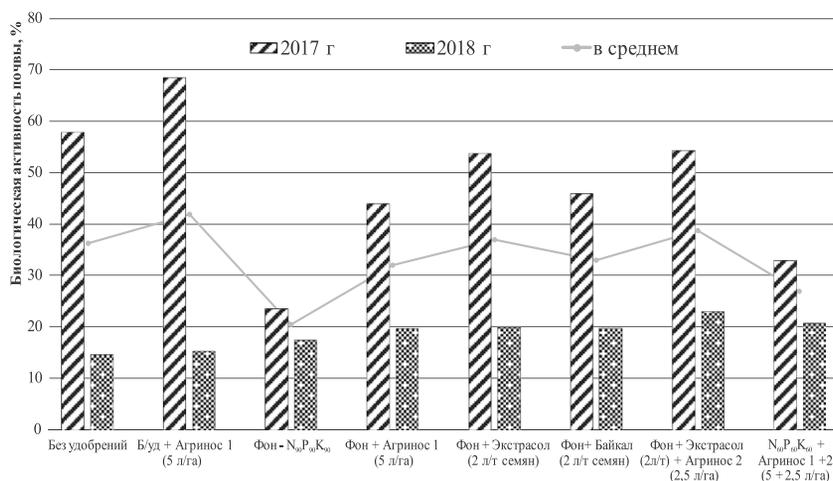


Рис. 2. Биологическая активность почвы (%) в зависимости от форм и доз удобрений, 2017-2018 гг.

Табл. 3. Коэффициенты использования питательных веществ картофелем сорта Гала из удобрений (Ку, %) и окупаемость NPK прибавкой урожая, среднее за 2016-2018 гг.

Вариант	Товарная урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Окупаемость 1 кг д. в. удобрений прибавками урожая	Ку, %			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
Без удобрений	177	-	-	-	-	-	-
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	246	69	25,5	9,5	2,5	10,0	22,0
Фон+ Агринос 1+2 (5+2,5 л/га)	313	136	50,4	18,1	5,0	18,6	41,8
Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Агринос 2 (2,5 л/га)	336	159	58,9	20,6	5,9	21,2	47,7
Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол (2,0 л/га)	336	159	58,9	20,6	5,9	21,2	47,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос 1+2 (5+2,5 л/га)	292	115	63,9	21,7	5,7	22,4	49,8

минеральным фоном (17,5%). По результатам этих лет максимальная прибавка 6,0 т/га (или 21,8% к NPK) получена от сочетания Агринос 1 и 2 в максимальных дозах на минеральном фоне – N₉₀P₆₀K₆₀+Агринос 1+2. От действия препаратов-аналогов Агриноса (варианты 9-15) урожайность картофеля увеличилась на 3,5-8,2 т/га или на 12,7-29,8% к минеральному фону.

Сочетание предпосадочной обработки клубней препаратами Байкал и Экстрасол с некорневым опрыскиванием Агринос 2 (2,5 л/га) обеспечило увеличение урожайности соответственно на 5,7 и 8,2 т/га или на 20,7 и 29,8% относительно фона. При этом прибавка урожая от действия Агринос 2 в этих вариантах составила 2,2 и 1,7 т/га или 7,1 и 5,0%. Влияния некорневого опрыскивания препаратом Агринос 2 в варианте Фон + (Азотовит+Фосфатовит) + Агринос 2 (2,5 л/га) не установлено. Наиболее значимый эффект получен от действия Экстрасола, примененного как отдельно для предпосадочной обработки клубней, так и в сочетании с некорневыми опрыскиваниями препаратами Агринос 2 и Экстрасол – величина прибавки составила от

23,6 до 29,8% к фону. В варианте со сниженной на 30% дозой NPK и сочетанием Агринос 1+2 в максимальных дозах – N₆₀P₆₀K₆₀ + Агринос (5 + 2,5 л) урожайность была выше, чем на минеральном фоне, на 4,6 т или 16,7%. Биопрепараты увеличивали общую товарность урожая (до 89,3-94,1%) и содержание биологически ценных компонентов при низком уровне нитратов в продукции, сбор крахмала и витамина С с единицы площади против минерального фона и вариантов без удобрений.

За годы исследований (поисковый 2016 и 2017-2018 гг.) сочетание обработки семенного материала биопрепаратом Агринос 1 и некорневого опрыскивания растений Агринос 2 в максимальных дозах на фоне полной дозы NPK было экономически выгодным агроприемом, способствующим формированию относительно высокой урожайности (33,5 т/га) (табл. 2) и товарности картофеля (93,4%). Однако в вариантах с применением Экстрасола как отдельно для предпосадочной обработки клубней, так и в сочетании с некорневыми подкормками препаратами Агринос 2 и Экстрасол получена самая высокая урожайность (34,0-35,7 т/га), также сформировалось максимальное количество клубней средней фракции (30-60 мм в диаметре) – 12,6-13,5 шт./куст, что важно для семеноводческих целей. Клубни продовольственной фракции (> 60 мм) характеризовались высокой крахмалистостью, содержанием витамина С и хорошими кулинарными показателями, концентрацией нитратов ниже ПДК.

Применение биопрепаратов для предпосадочной обработки клубней и некорневых подкормок увеличивали окупаемость 1 кг д. в. NPK прибавкой урожая с 25,5 кг (фон) до 58,9-63,9 кг клубней в вариантах с сочетанием факторов.

В варианте со сниженной на 30% дозой удобрений – N₆₀P₆₀K₆₀ и применением Агринос 1+2 в максимальных дозах уровень урожайности был на 4,6 т/га (16,7%) выше, чем при полной дозе NPK, одновременно с этим отмечены высокая крахмалистость и содержание витамина С, отличные кулинарные качества, низкий уровень нитратов в продукции.

Высокая эффективность микробиологических удобрений на картофеле объясняется повышением коэффициентов использования питательных веществ из минеральных удобрений (Ку), которые в вариантах с применением и минеральных, и микробиологических удобрений по азоту, фосфору и калию увеличивались в 2 раза по сравнению с полной дозой NPK, а также усилением БАП (рис. 2, табл. 3).

Таким образом, снижение доз минеральных удобрений на 30-50% в сочетании с предпосадочной обработкой клубней бактериальными препаратами способствует получению такого же уровня урожайности картофеля (или выше на 17%), что и при внесении

полных доз NPK, при одновременно более высоком качестве продукции, повышении биологической активности почвы, а также сопротивляемости болезням и снижении затрат на минеральные удобрения.

Предпосадочная обработка семян и некорневая обработка микробиологическими препаратами, такими как Азолен, Биокомпозит-коррект, Экстрасол, Байкал, Азотовит, Фосфатовит, Агринос 1 и Агринос 2 необходимы для активизации минерального питания растений, формирования и накопления урожая с заданными параметрами качества; профилактической и реальной защиты от болезней; устранения негативных явлений при внесении пестицидов.

Литература

1. Нечаева Т.В., Быкова С.Л., Роль агрохимии в условиях современного земледелия в России // Живые и биокосные системы. – 2014. – № 7; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-7/article-7>, ISSN: 2308-9709.
2. Haverkort A.J., Verhagen A. Climate Change and Its Repercussions for the Potato Supply Chain. *Potato Research*. – 2008. – 51. – P. 223-237.
3. Wszelaczynska E., Wichrowska D., Rogozinska I. Effect of bioelements (Mg, N, K) and herbicides on vitamin C content in potato tubers / Part II. Dynamics of the vitamin C changes in stored potato tubers // *J. Elementology*. – 2005. – №10 (4). – P. 1117-1125.
4. Yanni, SF; Janzen, HH; Gregorich, EG; Ellert, BH; Larney, FJ; Olson, BM; Zvomuya, F. Organic Carbon Convergence in Diverse Soils toward Steady State: 21-Year Field Bioassay // *Soil Science Society of American Journal*. – 2016. – V. 80. (6). – P. 1653-1662.
5. Cruz, EOA, Oramas, GG., Gonzalez RL., Alonso, JIV, Ost, P., Cepero, ZM. Response of potato's cultivation (*Solanum tuberosum* L.) to the combination of the ecological fertilizer HerbaGreen with chemical fertilizer // *CENTRA AGRICOLA*. – 2017. – V. 44. (1). – P. 80-89. ISSN: 0253-5785
6. Карпова Е.А. Длительное применение удобрений и тяжелые металлы в агроэкосистемах // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – №2. – С. 19-22, ISSN: 2072-0386.
7. Hassan W., Bano R., Bashir S., Aslam Z. Cadmium toxicity and soil biological index under potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation / *Soil Research*. – 2016. – V. 54 (4). – P. 460-468, DOI: 10.1071/SR14360.
8. Овчаренко М.М., Шильников И.А., Полякова Д.К., Графская Г.А., Иванов Л.Е., Сопильняк Н.Т. Влияние известкования и кислотности почвы на поступление в растения тяжелых металлов // *Агрохимия*. – 1996. – №1. – С. 74-84.
9. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Новиков М.А. Взаимосвязь систем удобрения картофеля с плодородием почвы и урожайностью // *Картофель и овощи*. – 2005. – № 5. – С. 20-22.
10. Мушинский А.А. Пластичность сортов картофеля в степной зоне Урала/А.А. Мушинский, Е.В. Аминова, Е.В. Герасимова // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2016. – №3. – С.20-22.
11. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: Учеб. для вузов / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.
12. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
13. Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В. Перспективы применения ЭМ – технологий на картофеле в Центральном Черноземье // *Вестник Курской ГСХА*. – 2012. – № 1. – С. 70-72.
14. Глинушкин А.П., Соколов М.А. Роль гумуса почвы в адаптации аг-росферы к изменению климата Земли // *Успехи современной науки*. – 2017. – №9. – Т. 2. – С.15-20.
15. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. – М.: Агропромиздат, 1987. 368 с.
16. Кожмяков А.П., Чеботарь В.К. Биопрепараты для земледелия // В кн: «Биопрепараты в сельском хозяйстве» (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М., 2005. – С.18-54.
17. Решновецкий С.Б., Климова Н.В., Балычева О.В. Биопрепараты на картофеле. Материалы Международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск, 2003. – Ч. 2. – С.182-185.
18. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Гаврилов А.Н. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве // *Достижения науки и техники АПК*. – 2009. – №.3. – С. 28-30.
19. Жевора С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Роль микробиологических удобрений и сидератов в повышении продуктивности и качества картофеля // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2018. – №4. – С.24-28. DOI: 10.31857/S250026270000544-3.

Поступила в редакцию 27.12.18
После доработки 25.02.19
Принята к публикации 09.03.19