ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И СЫРЬЯ

О. А. Оленин, кандидат с.-х. наук, С. Н. Зудилин, доктор с. - х. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», Россия, г. Самара,
e-mail: agrotonik63@mail.ru; zudilin_sn@mail.ru

Развитие органического земледелия, в первую очередь, зависит от наличия органических удобрений и биопрепаратов. Цель исследований – на основе утилизации органических отходов и сырья разработать полифункциональные биопрепараты из компонентов животного и растительного происхождения и изучить их влияние на показатели агрофитоценозов и урожайность полевых и садовых культур. В работе использованы результаты исследований по разработке полифункциональных биопрепаратов, а также их эффективности на опытном поле Самарского ГАУ в 2017-2019 гг. В результате была разработана ассортиментная линейка биопрепаратов «АгроТоник» с функциями удобрения и биостимулятора роста: «Цветовод», «Садовод», «Овощевод», «Полевод», «Лесовод» и «Универсальный». «АгроТоник», в отличие от многих органических и минеральных удобрений, содержит все необходимые для растений компоненты: макро-, мезо- и микроэлементы в легкодоступной форме, микроорганизмы, стимуляторы роста – биоактивные фитогормоны, аминокислоты растительного происхождения, витамины, комплекс целлюлозолитических ферментов, почвенные антибиотики, гуминовые вещества, биоприлипатель. Многокомпонентный биопрепарат с функциями удобрения, фунгицида и бактерицида снижал пораженность растений озимой пшеницы на 16,7-27,1 %, по отношению к контролю, и на 17,4-22,6 %, по сравнению с минеральными удобрениями. Биопрепарат повышал урожайность озимой пшеницы на 7,7-25,4 % по сравнению с контролем, тогда как применение пестицида только на 5,3-11,5 %, при стоимости однократно внесенного гербицида в среднем 500,00 руб./га, а биопрепарата – 300,00 руб./га при двукратной обработке.

Ключевые слова: цифровое органическое земледелие, полифункциональные биопрепараты, биозащита культур, урожайность.

Введение

Органическое земледелие стало нормативно защищенной отраслью АПК РФ, так как 01.01.2020 г. вступил в силу ФЗ № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1].

Распространение наукоемких технологий органического земледелия зависит, прежде всего, от разработки и производства микробиологических и биологических препаратов, органических удобрений, средств биологической защиты растений культур, а также инновационных технических машин и устройств [2-6]. Органические удобрения и биопрепараты, как правило, производятся на основе переработки (утилизации) органических отходов и сырья, что становится первостепенной государственной задачей не только в России, но и в большинстве стран мира. Так, по разным оценкам, в 2019 году в России совокупный объем не переработанных органических отходов составил свыше 268 млн. т [7-10].

Цель данной работы – на основе утилизации органических отходов и сырья

разработать полифункциональные биопрепараты из компонентов животного и растительного происхождения и изучить их влияние на показатели агрофитоценозов и урожайность полевых и садовых культур. Задачи исследований: 1. Разработать рецептуру и технологию производства полифункциональных биопрепаратов с использованием продуктов переработки органических отходов и сырья. 2. Разработать технологию применения биопрепаратов в органическом земледелии. 3. Изучить влияние полифункциональных биопрепаратов на урожайность полевых культур и показатели агрофитоценозов в сравнении с пестицидами и минеральными удобрениями.

Методы и материалы

Исследования проводили на опытном поле Самарского ГАУ в 2017-2019 гг. Почва опытного участка – чернозем типичный среднесуглинистый с содержанием в пахотном слое: гумус – 5,9 %; азот легкогидролизуемый – 80-120, фосфор подвижный – 135-145 и калий обменный – 150-195 мг/кг.

В годы исследований среднегодовая сумма осадков превышала среднемноголетние данные. Однако, значительная часть осадков выпадала в период декабрь-апрель, что больше нормы на 74-135,2 %. Период вегетации полевых культур, май-август, был, по сравнению со среднемноголетней нормой, более аридным: с меньшим количеством осадков, но с более высокой средней температурой воздуха.

В 2017 году заложен полевой двухфакторный стационарный опыт на полях севооборота: 1) чистый пар, 2) озимая пшеница, 3) яровая пшеница твердая, 4) горох, 5) ячмень, 6) подсолнечник.

Факторы: А – удобрения, В – препараты. Фактор А: А1 – контроль, А2 – минеральные удобрения, А3 – многокомпонентные органические удобрения на основе диатомита. Фактор В: В1 – контроль, В2 – пестициды, В3 – многофункциональные биопрепараты.

Рассмотрим влияние биопрепарата на озимую пшеницу сорта Бирюза. Обработка почвы под озимую пшеницу – общепринятая в лесостепи Среднего Поволжья. Посев проводился одновременно с внесением удобрений из бункера сеялки в рядок на семенное ложе сеялкой Amazone Primera DMC с шириной захвата 4,5 м, опрыскивание – навесным опрыскивателем Amazone UF 01 с шириной захвата 14 м, уборка – селекционным комбайном «TERRION - SR2010».

Лабораторные и полевые анализы, учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам и ГОСТам.

Результаты

Развитие органического земледелия, в первую очередь, зависит от наличия органических удобрений и биопрепаратов, отвечающих следующим требованиям: 1) по

агрономической эффективности не уступают или превосходят минеральные удобрения и пестициды; 2) восстанавливают плодородие почвы и способствуют его расширенному воспроизводству; 3) восстанавливают нарушенные экосистемные связи в агрофитоценозах; 4) себестоимость производства и применения существенно ниже по сравнению с минеральными удобрениями и пестицидами; 5) высокая технологичность применения; 6) полностью состоят из продуктов переработки органических отходов и сырья; 7) пролонгированное действие [11-20].

Соответственно приведенным требованиям, в рамках наших исследований в качестве основы многофункциональных биопрепаратов был выбран эффлюент (ГОСТ РФ 33380 – 2015). Это продукт микробиологической анаэробной ферментации органических отходов и сырья в биореакторах с одновременным получением биогаза.

Кафедра «Землеустройства, почвоведения и агрохимии» Самарского ГАУ совместно с ООО «СельхозБиоГаз» разработала рецептуру и технологию производства биопрепаратов на основе эффлюента. В результате была создана ассортиментная линейка биопрепаратов торговой марки «АгроТоник»: «Цветовод», «Садовод», «Овощевод», «Полевод», «Лесовод» и «Универсальный» (рис. 1).

Каждый вид «АгроТоника» подразделялся также на подвиды по группам культур, для которых подбирался оптимальный агрохимический состав биопрепарата. Например, «Овощевод» подразделялся на подвиды: «Томаты, перцы, баклажаны», «Огурцы, кабачки, патиссоны», «Лук и чеснок», «Рассада и зелень» и «Универсальный».

«AgroTonik»

Рис. 1. Линейка биопрепаратов ТМ «АгроТоник» (разработка лаборатории «АгроЭкология» Самарского ГАУ, производство – ООО «СБГ», г. Киров)

Биопрепараты «АгроТоник» по своему функционалу – мультикомплексное органическое удобрение из природных компонентов растительного и животного происхождения с функцией биостимулятора.

«АгроТоник» содержит все необходимые для растений компоненты: макроэлементы, мезо- и микроэлементы – все основные, в легкодоступной форме, микро-

организмы, стимуляторы, биоприлипатель. Каждый подвид «АгроТоника» для группы культур имеет оптимальный для них агрохимический состав биопрепарата.

Были проведены лабораторные опыты по влиянию биопрепаратов «АгроТоник» на рост и развитие и урожайность полевых и овощных культур (таблица 1, рис. 2, 3).

Таблица 1

Влияние биопрепарата «Зерновые» ТМ «АгроТоник» на рост и развитие яровой пшеницы мягкой «Свеча» и озимой ржи «Фаленская 4» в среднем за 2017-2019 гг. (фаза – кущение, % по массе)

Вариант	Прирост корневой системы		Прирост надземной биомассы	
	Свеча	Фаленская 4	Свеча	Фаленская 4
Контроль	100	100	100	100
Биопрепарат	201	187	178	165
Куриный помет гранулированный	130	135	127	119
Минеральные удобрения	124	129	120	115

Рис. 2. Влияние биопрепарата «Газонные травы» ТМ «АгроТоник» (№ 3) на газонную смесь по сравнению с минеральными удобрениями (№ 1)

Использовался подвид биопрепарата «Зерновые» с повышенным содержанием следующих элементов: В (до 4,0 %), Мо (до 1,4 %), Си (до 0,5 %) и Zn (до 0,5 %). Этот биопрепарат рекомендуется для подкормки озимых и яровых зерновых культур: стимулирует рост корневой системы, усиленные биофунгицидные свойства, повышает антистресс к засухе и усвоение питательных элементов из почвы.

Лабораторные опыты показали значительное преимущество многокомпонентного биопрепарата, по сравнению с контролем и другими видами удобрений.

Особенно необходимо отметить значительное влияние биопрепарата на рост и развитие корневой системы культур (прирост на 87-101 % по массе, по сравнению с контролем), что объясняется также инокуляцией почвенного слоя широким консорциумом полезных микроорганизмов – антагонистов патогенной микрофлоры.

С компанией ООО «БТК» (г. Тольятти) кафедрой «Землеустройства, почвоведения и агрохимии» Самарского ГАУ на основе эффлюента был разработан «Многокомпонентный биопрепарат с функциями удобрения, фунгицида и бактерицида».

Эфлюент после предварительной подготовки был обогащен разными органическими ингредиентами, например, гуматом калия, микробиологическими препаратами, биоприлипателем и так далее. Использовался, в частности, комплексный микробиологический препарат «Фитоспорин-МЖ-АС» производства НВП ООО «БашИнком» (г. Уфа), который содержит три основные группы микроорганизмов – антагонистов

фитопатогенов: ассоциация живых спор и клеток активных штаммов *Bacillus Subtilis* (сенная палочка), споры и мицелий грибов рода *Trichoderma* и лизаты ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*. Все штаммы относятся к почвенным микроорганизмам, сосуществующими друг с другом. В препарате также содержатся 20 аминокислот натурального происхождения, природные полисахариды, фитогормоны, витамины.

Рис. 3. Влияние биопрепарата «Лук и чеснок» ТМ «АгроТоник» (справа) на развитие корневой системы лука по сравнению с минеральными удобрениями

Исследования по влиянию биопрепарата на пораженность растений озимой пшеницы в фазу молочной спелости корневыми гнилями за 2017-2019 гг. показали, что влияние фактора В достоверно. Однако, если применение пестицидов фактически не оказывало существенного влияния на сокращение пораженности растений корневыми гнилями (и даже наблюдалось увеличение на 13,8 % на варианте без удобрений), то применение многокомпонентного биопрепарата снижало пораженность на 16,7-27,1 % по отношению к контролю.

Влияние разных видов препаратов на урожайность озимой пшеницы представлено в таблице 2. Влияние фактора препаратов оказалось достоверным ($HCp_B = 0,11$). Применение пестицидов увеличивало урожайность в среднем на 5,3-11,5 % по отношению к контролю (B1), тогда как биопрепарата – на 7,7 -25,4 %. Наибольшее увеличение урожайности отмечено на варианте с органическими удобрениями (A3) и биопрепаратом (B3) (A3B3: +25,4 % по отношению

к контролю A3B1, +13,9 % по отношению к варианту A3B2 с пестицидами), что, очевидно, объясняется улучшением фитосанитарного состояния пахотного слоя почвы. Необходимо отметить, что с биопрепаратами вносится значительное количество мезо- и микроэлементов, гуминовых и других активных биохимических веществ, а также агрономически полезных микроорганизмов, которые осуществляют биозащиту растений культур (фунгицидную и бактерицидную) на ранних стадиях развития и активизируют микробиологические и биохимические процессы восстановления плодородия почвы. Также биопрепараты повышают иммунитет, тургор и антистрессовые свойства растений культур в условиях повышения аридности климата [11, 13, 14].

Стоимость внесенного гербицида на 1 га при расходе препарата 0,02 кг/га составляет, в среднем, 500,00 руб./га. Стоимость биопрепарата на 1 га при расходе 3 л/га составляет, в среднем, 150,00 руб./га, при двукратной обработке – 300,00 руб. /га.

Таблица 2

*Урожайность (т/га) озимой пшеницы в зависимости
от системы удобрений и системы защиты растений*

Система удобрения (А) / Год	Система защиты (В)			Среднее
	Контроль (В1)	Пестициды (В2)	Биопрепараты (В3)	
Контроль (А1)				
2017	4,71	4,90	4,91	4,84
2018	2,93	3,12	3,10	3,05
2019	2,51	2,67	2,90	2,69
В среднем	3,38	3,56	3,64	3,53
% к контролю	100	105,3	107,7	
Минеральная (А2)				
2017	4,88	4,98	5,15	5,00
2018	3,33	3,56	4,10	3,66
2019	2,43	2,78	3,33	2,85
В среднем	3,55	3,77	4,19	3,84
% к контролю	100	106,2	118	
Органическая (А3)				
2017	4,55	4,89	5,02	4,82
2018	2,87	3,44	3,97	3,43
2019	2,50	2,73	3,45	2,89
В среднем	3,31	3,69	4,15	3,72
% к контролю	100	111,5	125,4	
Среднее	3,41	3,67	3,99	3,70
HCP _A – 0.53; HCP _B – 0.11				

Заключение

Проведенная в 2017-2019 гг. НИР выявила, что разработка многокомпонентных полифункциональных препаратов биологического происхождения для защиты растений и оптимизации минерального питания является эффективным направлением развития и распространения технологий органического земледелия. Биопрепарат «Агро-Тоник» с функциями удобрения и биостимулятора содержит все необходимые для растений компоненты в доступной форме: макроэлементы, мезо- и микроэлементы, микроорганизмы, сти-муляторы роста,

гуминовые вещества, биоприлипатель. Многокомпонентный биопрепарат с функциями удобрения, фунгицида и бактерицида снижал пораженность растений озимой пшеницы на 16,7-27,1 %, по отношению к контролю, и на 17,4-22,6 %, по сравнению с минеральными удобрениями. Биопрепарат повышал урожайность озимой пшеницы на 7,7-25,4 % по сравнению с контролем, тогда как применение пестицида только на 5,3-11,5 %, при стоимости однократно внесенного гербицида, в среднем, 500,00 руб./га, а биопрепарата – 300,00 руб./га при двукратной обработке.

Литература

1. Об органической продукции: Федеральный закон [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dairynews.ru/news/vstupil-v-silu-zakon-ob-organicheskoy-produktsii.html> (дата обращения: 21.11.2020)
2. Корчагин В.А., Шевченко С. Н., Зудилин С. Н., Горянин О. И. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учебное пособие. Кинель: РИЦ СГСХА, 2014, 192 с.
3. Оленин О. А., Зудилин С. Н., Осоргин Ю. В. Цифровой мониторинг показателей агро-экосистем на основе космических и беспилотных технологий. Пермский аграрный вестник, 2019, № 3, с. 53-62.
4. Органическое сельское хозяйство и биологизация земледелия в России [Электронный ресурс]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/Органическое%20сельское%20хозяйство.pdf (дата обращения: 28.11.2020)
5. Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M., Finckh M.R., Tamm L. Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture. PRESS, 2015, 424 p.

6. Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, 2002, v. 296, № 5573, p. 1694-1697.
7. АГРОИНВЕСТОР [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33502-organika-rossiyskogo-li-polyayagoda-obem-vnutrennego-rynka-ekoproduktsii-otsenivaetsya-v-250-mln-uzh/> (дата обращения: 21.11.2020)
8. Переработка органических отходов: барьеры развития бизнеса в РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/11775/> (дата обращения: 21.11.2020)
9. Janvier C., Villeneuve F., Alabouvette C., Edel-Hermann V., Mateille T., Steinberg C. Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biol. Biochem.*, 2007, v. 39, p. 1-23.
10. Van Bruggen A.H.C, Finckh M.R., Tamm L. General principles of organic production. In *Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture*. APS PRESS, 2015, 424 p.
11. Куликова А. Х., Никифорова С. А. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами и диатомитовым порошком в условиях Ульяновской области. *Вестник Ульяновской ГСХА*, 2011, № 4, с. 26-32.
12. Шмидт А. Г. Использование куриного помета для оптимизации питания сельскохозяйственных культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. Омск, 2020, 25 с.
13. Галкина О. В. Влияние различных биопрепаратов на продуктивность горохово-овсяной смеси в условиях верхневолжского региона: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Иваново, 2020, 25 с.
14. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных биопрепаратов при выращивании бобовых культур в Крыму. *Земледелие*, 2015, № 2, с. 31-33.
15. Chalifour K., Nelson L.M. Effect of nitrate application on nitrate reductase and symbiotic dinitrogen fixation in bean and pea. *Can. J. Bot.*, 1988, v. 66, № 8, p. 1646-1652.
16. Evans I., O'Connor G.E., Turnen G.L. [et al.]. N₂ - fixation and its value to soil N increase Lipini, field and other legumes in south-eastern Australia. *Aust. J. Agr. Res.*, 1979, 40, № 4, p. 791-805.
17. Dodd J.C., Belimow A.A. Rhizobacterial impacts on plant water use efficiency. *Aspects of Applied Biology*, 2010, № 105.
18. Factors contributing to the variations in chemical profile and therapeutic qualities of Echinacea, methods of improvement for industrial processing. O.D. Sidorenko [et al.]. *New and nontraditional plants and prospects of their utilization: IV International symposium*, 2001. Moscow-Pushino, p. 522-525.
19. Sidorenko O., Kleshkanov V. Plant – microbe relationships using bacterial preparations. 2 First Serbian forestry Congress. Belgrade, 2010, p. 172-173.
20. Doran J.W., Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, 2000, v. 15, p. 3-11.

UDC 631.86:631.812.12:631.894:633.11

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.011

MULTIFUNCTIONAL BIOLOGICAL PRODUCTS FOR ORGANIC FARMING BASED ON ORGANIC WASTE AND RAW MATERIAL PROCESSING

O. A. Olenin, Candidate of Agricultural Sciences, S. N. Zudilin, Doctor of Agricultural Sciences

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University", Samara, Russia, e-mail: agrotonik63@mail.ru; zudilin_sn@mail.ru

The development of organic farming primarily depends on the availability of organic fertilizers and biological products. The goal of the research is to develop multifunctional biological products from components of animal and plant origin based on the utilization of organic waste and raw materials and to study their impact on the indicators of agrophytocenoses and the yield of field and horticultural crops. The work uses the results of research on the development of multifunctional biological products, as well as their effectiveness in the experimental field of the Samara State Agrarian University in 2017-2019. As a result, the line of "AgroTonik" biological products with the functions of fertilizer and the growth biostimulator was developed: «Tsvetovod», «Sadovod», «Ovoshchevod», «Polevod», «Lesovod» and «Universal'niy». "AgroTonik", unlike many organic and mineral fertilizers, contains all the components necessary for plants: macro-, meso- and microelements in an easily available form, microorganisms, growth stimulators – bioactive phytohormones, amino acids of plant origin, vitamins, a complex of cellulosolytic

enzymes, soil antibiotics, humic substances, bio-sticking agent. The multicomponent biological product with the functions of fertilizer, fungicide and bactericide reduced the affection of winter wheat plants by 16.7-27.1 % concerning the control, and by 17.4-22.6 %, in comparison with mineral fertilizers. The biological product increased the yield of winter wheat by 7.7-25.4% compared to the control, while the use of a pesticide only by 5.3-11.5 %, with the cost of a single herbicide on average 500 rubles/ha, and a biological product – 300 rubles/ha with double treatment.

Keywords: digital organic farming, multifunctional biological products, crop bio-security, yield.

References

1. About organic products: Federal law [Electronic resource]. URL: <https://www.dairynews.ru/news/vstupil-v-silu-zakon-ob-organicheskoy-produktsii.html> (accessed on 21.11.2020)
2. Korchagin V.A., Shevchenko S.N., Zudilin S.N., Goryanin O.I. Innovative technologies of cultivation of field crops in the agro-industrial complex of the Samara region: a textbook. Kinel: RIC SGSKHA, 2014, 192 p.
3. Olenin O. A., Zudilin S. N., Osorgin Yu. V. Digital monitoring of agro-ecosystems indicators based on space and unmanned technologies. Perm Agrarian Journal, 2019, No. 3, pp. 53-62.
4. Organic agriculture and biologization of agriculture in Russia [Electronic resource]. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/actions/Documents/Organicheskoe%20sel'skoe%20hozyaistvo.pdf (accessed on: 28.11.2020)
5. Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M., Finckh M.R., Tamm L. Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture. PRESS, 2015, 424 p.
6. Müder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 2002, v. 296, № 5573, p. 1694-1697.
7. AGROINVESTOR [Electronic resource]. URL: [https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33502-organika-rossiyskogo-li-polyayagoda-obem-vnutrennego-rynka-ekoproduktsii-otsenivaetsya-v-250-mln-uzh/\(accessed on: 21.11.2020\)](https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33502-organika-rossiyskogo-li-polyayagoda-obem-vnutrennego-rynka-ekoproduktsii-otsenivaetsya-v-250-mln-uzh/(accessed%20on%3A%2021.11.2020))
8. Processing of organic waste: barriers to business development in the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/11775/> (accessed on: 21.11.2020)
9. Janvier C., Villeneuve F., Alabouvette C., Edel-Hermann V., Mateille T., Steinberg C. Soil health through soil disease suppression: Which strategy from descriptors to indicators? Soil Biol. Biochem, 2007, v. 39, p. 1-23.
10. Van Bruggen A.H.C, Finckh MR., Tamm L General principles of organic production. In Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture. APS PRESS, 2015, 424 p.
11. Kulikova A. K., Nikiforova S. A. Efficiency of preseeding seed treatment of barley with biological preparations and diatomite powder in conditions of the Ulyanovsk region. Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy, 2011, No. 4, pp. 26-32.
12. Schmidt A. G. The use of chicken droppings for optimizing the nutrition of agricultural crops in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Omsk, 2020, 25 p.
13. Galkina O. V. The influence of various biological products on the productivity of pea-oat mixture in the conditions of the Upper Volga region: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. Ivanovo, 2020, 25 p.
14. Turina E. L., Didovich S. V., Kulinich R. A. Multifunctional biological preparations application at legumes cultivation in the Crimea. Zemledelie, 2015, No. 2, pp. 31-33.
15. Chalifour K., Nelson L.M. Effect of nitrate application on nitrate reductase and symbiotic dinitrogen fixation in bean and pea. Can. J. Bot, 1988, v. 66, № 8, p. 1646-1652.
16. Evans I., O'Connor G.E., Turnen G.L. [et al.]. N₂ - fixation and its value to soil N increase Lipini, field and other legumes in south-eastern Australia. Aust. I. Agr. Res, 1979, 40, № 4, p. 791-805.
17. Dodd J.C., Belimow A.A. Rhizobacterial impacts on plant water use efficiency. Aspects of Applied Biology, 2010, № 105.
18. Factors contributing to the variations in chemical profile and therapeutic qualities of Echinacea, methods of improvement for industrial processing. O.D. Sidorenko [et al.]. New and nontraditional plants and prospects of their utilization: IV International symposium, 2001. Moscow-Pushino, p. 522-525.
19. Sidorenko O., Kleshkanov V. Plant – microbe relationships using bacterial preparations. 2 First Serbian forestry Congress. Belgrade, 2010, p. 172-173.
20. Doran J.W., Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology, 2000, v. 15, p. 3-11.