

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**Агиева Г.Н., Нижегородцева Л.С., Диабанкана Р.Ж., Абрамова А.А., Сафин Р.И., Хисматуллин М.М.**

Реферат. Применение биологических препаратов для защиты растений от различных инфекционных заболеваний и контроля абиотических стрессов приобретает все большее распространение на различных сельскохозяйственных культурах. Однако, эффективность биологической защиты растений сильно зависит от различных факторов, в частности от погодных условий. Для повышения отдачи от использования биопрепаратов в защите растений от болезней необходимо поиск новых подходов. Одним из направлений повышения отдачи от использования биопрепаратов является применение специальных адаптогенов, повышающих устойчивость биологических агентов биопестицидов к негативному влиянию внешней среды. В Казанском ГАУ разработан адаптоген для биоагентов биопрепаратов на основе спиртовых вытяжек проса. В 2019 г. на яровом ячмене применение при опрыскивании биопрепаратами их смеси с адаптогеном позволило повысить урожайность на 1,75 т/га в сравнении с контролем и на 0,36 т/га при применении только биопрепарата. При этом эффективность контроля основных листовых микозов увеличилась. В 2020 г. проводились исследования по оценке эффективности применения биопрепаратов с добавлением кремнийсодержащего минерала диатомита при опрыскивании растений ячменя. Установлено, что использование таких составов позволяет повысить продуктивность растений, усилить эффективность контроля патогенов в сравнении со стандартным биофунгицидом.

Ключевые слова: биологическая защита растений, биологические агенты контроля, опрыскивание биопрепаратами, яровой ячмень.

Введение. В современном растениеводстве потери урожая от различных болезней и вредителей достигает значительного уровня. Только глобальные потери урожая от инфекционных болезней достигают не менее 16% [1]. С учетом возрастающей численности населения планеты и роста потребности в качественной и доступной пище, значение организации эффективной защиты культурных растений от различных стрессов приобретает общемировое значение [2].

В условиях возрастающих требований к экологической безопасности аграрного производства и к качеству производимых продуктов питания разработка и внедрение нехимических стратегий контроля вредных биологических объектов, в том числе и патогенов, представляет значительный практический интерес. Широкое применение химических пестицидов сталкивается с растущим негативным отношением к ним со стороны потребителей, поэтому вероятно, в будущем, объемы их применения будут постепенно сокращаться и это сокращение будет сопровождаться ростом использования различных микроорганизмов в качестве основы биологических средств защиты растений, в том числе и от патогенов [3, 4, 5]. Интерес к применению биопрепаратов в защите растений можно проиллюстрировать ростом с 2015 по 2019 гг. мировых их продаж на 5 млрд долларов [6]. В настоящее время в мире разработаны и применяются большое количество различных биофунгицидов, на основе разных биологических агентов (BCA - biological control agent), в основном различных бактерий и микроскопических грибов [7, 8, 9]. Эффективность применения биопрепаратов для защиты растений и повышения урожайности показана на многих сельскохозяйственных культурах, в том числе и на ячмене [10, 11, 12].

Вместе с тем применение препаратов для биологического контроля патогенов сталкивается с рядом трудностей. Во-первых, в связи с особенностями биологических агентов существуют различия в их активности в отношении патогенов в лабораторных и полевых условиях, что связано с влиянием факторов внешней среды (особенно температуры) на антагонистическую активность ВСА. Во-вторых, климатические факторы, которые способствуют развитию патогена, могут быть неблагоприятными для развития биологических агентов, что снижает эффективность защитных мероприятий [13]. Таким образом, существует необходимость в исследованиях по разработке приемов, повышающих устойчивость биоагентов биопрепаратов к стрессовому действию факторов внешней среды.

В ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» были разработаны препараты адаптогены, позволяющие повысить устойчивость биологических агентов к действию неблагоприятных условий среды. Одним из таких препаратов стал состав на основе экстрактов проросших семян проса [14].

Другим направлением повышения активности биоагентов может служить использование смесей биопрепаратов с другими группами препаратов природного происхождения. К числу наиболее перспективных препаратов данной группы могут относиться кремнийсодержащие. Известно, что кремнийсодержащие препараты повышают устойчивость растений к стрессам [15, 16]. Одним из ценных источников кремния для растений выступает диатомит [17]. В связи с этим в Агроэкологическом центре Казанского ГАУ были разработаны новые составы на основе биологических препаратов и диатомита, которые показали высокую эффективность в лабораторных условиях.

Целью работы было изучение влияния различных биопрепаратов и адаптогенов, а также составов ряда биоагентов с диатомитом на эффективность контроля патогенов и продуктивность ярового ячменя для разработки путей повышения эффективности биологической защиты растений от болезней.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2019-2020 гг. на базе опытных полей Казанского ГАУ близ с. Нармонка Лаишевского муниципального района РТ.

В 2019 г. оценивалась эффективность применения различных биопрепаратов как в чистом виде, так и с добавлением адаптогена на основе проса. Изучались варианты: 1. Контроль – без обработки; 2. Стандартный биопрепарат Ризоплан; 3. Биопрепарат на основе *Bacillus subtilis* (штамм RECB – 95 В); 4. Биопрепарат на основе *Bacillus subtilis* (штамм RECB – 95 В) с добавлением адаптогена.

Обрабатывались семена и растения. Стандартный биопрепарат использовали в рекомендуемых нормах (0,5 л/т для обработки семян и 1,0 л/га при опрыскивании). Норма расхода биопрепарата на основе *Bacillus subtilis* – 1,5 л/т и 1,5 л/га, для адаптогена 1,0 л/т и 1,0 л/га соответственно. При обработке семян расход рабочей жидкости составил – 10 л/т. Опрыскивание проводилось трижды: в фазу кущения, в фазу выхода в трубку и в фазу колошения-цветения с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. Сорт ярового ячменя – Раушан.

В 2020 г. объектом исследования выступал сорт ярового ячменя Камашевский. Схема опыта включала: 1. Контроль; 2. Стандартный биофунгицид Псевдобактерин 2; 3. Биопрепарат на основе *Bacillus mojavensis* (штамм PS17) с диатомитом; 4. Биопрепарат на основе *Pseudomonas fluorescens* (штамм WCL5365) с диатомитом; 5. Биопрепарат на основе *Trichoderma viride* (штамм RECB – 74 В с диатомитом). Норма расходов препаратов на основе

бактерий 1,0 л/га, на основе *Trichoderma viride* – 1,0 кг/га. Опрыскивание проводилось в фазу колошения с нормой расхода рабочей жидкости – 300 л/га.

В обоих опытах почва опытных участков – серая лесная среднесуглинистая. Агротехнология возделывания ячменя – рекомендованная для Предкамья Республики Татарстан. Агротехнологические условия вегетационного периода 2019 и 2020 годов отличались периодически засушливыми явлениями, но в целом были благоприятными для роста и развития растений ячменя.

Анализ и обсуждение результатов исследования.

Опыт 1. Оценка эффективности применения адаптогена при применении биопрепаратов.

Для оценки влияния применения биопрепаратов на развитие болезней, оценивалось развитие корневых гнилей по фазам развития культуры (табл. 1).

Результаты оценки показали, что при добавлении адаптогена к биопрепарату на основе *Bacillus subtilis*, на первом этапе развития растений (всходы) отмечалось некоторое повышение развития корневых гнилей в сравнении с вариантом, где использовался только биоагент. Однако, в дальнейшем на более поздних стадиях развития растений минимальные значения поражения растений корневыми гнилями были именно в варианте с адаптогеном. Причем в фазу молочной спелости показатель развития болезни в данном варианте был почти в 2 раза меньше, чем в контроле и в 1,4 раза меньше при применении только одного биопрепарата. В среднем за наблюдения минимальные значения показателя развития болезни были при применении варианта с адаптогеном.

В последние годы все большее распространение на посевах ярового ячменя приобретают различные листовые микозы, в первую очередь различные пятнистости (табл. 2).

Таблица 1 – Развитие корневых гнилей ярового ячменя при применении биопрепаратов (2019 г.), %

Вариант	Фаза развития растений			В среднем за наблюдения
	всходы	кущение	молочная спелость	
Контроль	11,5	18,8	20,0	16,8
Ризоплан	2,3	13,8	15,0	10,3
<i>Bacillus subtilis</i>	0,8	10,0	14,2	8,3
<i>Bacillus subtilis</i> + адаптоген	2,8	8,8	10,2	7,2

Таблица 2 – Развитие листовых микозов ярового ячменя в фазу колошения при применении различных биопрепаратов (2019 г.), %

Вариант	Болезнь		
	темно-бурая пятнистость	сетчатая пятнистость	карликовая ржавчина
Контроль	27,0	19	2,7
Ризоплан	10,4	2,2	2,5
<i>Bacillus subtilis</i>	6,2	3,3	0
<i>Bacillus subtilis</i> + адаптоген	12,9	1,3	1,0

Таблица 3 – Урожайность зерна ярового ячменя сорта Раушан (2019 г.), т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к контролю, %
Контроль	2,77		
Ризоплан	3,76	0,99	35,7
<i>Bacillus subtilis</i>	4,16	1,39	50,2
<i>Bacillus subtilis</i> + адаптоген	4,52	1,75	63,2
НСР ₀₅	0,15		

Таблица 4 – Развитие темно-бурой пятнистости ярового ячменя при применении различных биопрепаратов с диатомитом (2020 г.), %

Вариант	Фаза развития растений		Среднее за учеты
	цветение	молочная спелость	
Контроль	16,9	28,5	22,7
Псевдобактерин 2	13,5	20,1	16,8
<i>Bacillus mojavensis</i> + диатомит	10,2	15,9	13,1
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + диатомит	12,8	16,2	14,5
<i>Trichoderma viride</i> + диатомит	13,3	17,7	15,5

Результаты оценки показали, что использование смесей *Bacillus subtilis* с адаптогеном по разному влияло на эффективность контроля листовых микозов, так если в отношении сетчатой пятнистости защитный эффект усиливался (в сравнении с применением только с применением биопрепарата), то для темно-бурой пятнистости и карликовой ржавчины, напротив, снижался.

В 2019 году обработка семян и последующая трехкратная обработка биопрепаратами привели к значительному росту урожайности ярового ячменя (табл. 3). Наибольшая величина урожайности отмечалась при применении варианта с адаптогеном (рост урожайности к контролю на 1,75 т/га, к значениям стандартного биофунгицида – 0,76 т/га).

Опыт 2. Оценка эффективности применения биопрепаратов с диатомитом.

Результаты учетов показали, что во всех вариантах опыта с диатомитом развитие темно-бурой пятнистости было ниже, чем при применении стандартного биофунгицида (табл. 4). Минимальные значения отмечались при использовании для опрыскивания препарата *Bacillus mojavensis* + диатомит.

В отношении сетчатой пятнистости сохранилась аналогичная тенденция (табл. 5), минимально поражение листьев отмечалось при использовании препарата *Bacillus mojavensis* + диатомит.

Результаты учета урожайности показали, что при применении биопрепаратов с диатомитом достоверный рост к показателям в контроле был для всех препаратов. В отношении стандартного биопрепарата значительное преимущество имел препарат на основе *Bacillus mojavensis* + диатомит.

Таблица 5 – Развитие сетчатой пятнистости ярового ячменя при применении различных биопрепаратов с диатомитом, %, 2020 г

Вариант	Фаза развития растений		Среднее за учеты
	цветение	молочная спелость	
Контроль	5,1	17,3	11,2
Псевдобактерин 2	3,8	8,5	6,2
<i>Bacillus mojavensis</i> + диатомит	1,3	8,0	4,7
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + диатомит	2,7	7,9	5,3
<i>Trichoderma viride</i> + диатомит	3,4	8,9	6,2

Таблица 6 – Урожайность зерна ярового ячменя сорта Камашевский (2020 г.), т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к контролю, %
Контроль	3,69	-	
Псевдобактерин 2	4,21	0,52	14,1
<i>Bacillus mojavensis</i> + диатомит	4,58	0,89	24,1
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + диатомит	4,41	0,72	19,5
<i>Trichoderma viride</i> + диатомит	4,29	0,60	16,3
НСР ₀₅	0,12		

Выводы. Проведенные исследования показали, что добавление специального препарата адаптогена в рабочие составы биопрепаратов позволяет значительно повысить эффективность биологической защиты растений и увеличить урожайность ярового ячменя. Кроме того, было показано, что добавление в биопрепараты диатомита приводит к росту урожайности и снижению развития листовых болезней культуры.

Таким образом, для повышения эффективности биологической защиты растений в растениеводстве возможно: 1) использование в рабочем составе, наряду с биопрепаратами, специального адаптогена биогентов; 2) добавление в биопрепараты в качестве компонентов

кремнийсодержащего агроминерала диатомита.

Сведения об источнике финансирования.

В 2019 г. исследования проводили при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Номер договора субсидирования - №14.610.21.0017. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI61017X0017.

В 2020 г. исследования проводили при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по научной теме: «Разработка препаратов биологического происхождения для защиты растений и оптимизации минерального питания в органическом земледелии».

Литература

1. Oerke E.C. Crop losses to pests //Journal of Agricultural Science. 2006. Vol.144. P. 31–43.
2. Pautasso M. A Review of «Crop Protection in Medieval Agriculture. Studies in Pre-Modern Organic»// Organic Farming. 2015. Vol. 1. P.10.
3. Alabouvet C., Steinberg C. Biological control of plant diseases: The European situation//Eur. J. Plant Pathol. 2006. Vol. 114. P. 329–341.
4. Франк, Р.И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. №4. С. 30-32.
5. Азизбеян Р.Р. Использование спор образующих бактерий в качестве биологических средств защиты растений //Биотехнология. 2013. № 1. С. 69–77.
6. Логвинова Т.С., Булгакова В.П. Производство и применение биологических средств защиты в России и в мире // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов: Из-во «КУБиК», 2019. С. 546–551.
7. Heydari A., Pessarakli M. A Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists //Journal of Biological Sciences. 2010. Vol. 10. P. 273-290.
8. Tjamos E.C., Tjamos S.E., Antoniou P.P. Biological management of plant diseases: highlights on research and application//Journal of Plant Pathology. 2010. Vol. 92. P. 17- 21.
9. Beneduzi A., Ambrosini A., Passaglia L.M.P. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents // Genet Mol Biol. 2012. V. 35. P. 1044–1051.
10. Darkazanli M., Kiseleva I.S. The effects of inoculation barley by endophytic bacteria (*Methylobacterium* sp.) // Современные подходы и методы в защите растений: материалы межд. научн.-практ. конференции. Екатеринбург: УрФУ, 2018. С.17-19.
11. Гамзаева Р.С., Цымякова С.В., Байков М.В. Оценка эффективности применения биопрепаратов на продуктивность различных сортов ячменя // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 35. С.50-55.
12. Гамзаева Р.С. Влияние биопрепаратов флавобактерин и мизорин на физиологобиохимические показатели различных сортов ячменя // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 40. С. 38–41.
13. Combined effect of microclimate and dose of application on the efficacy of biocontrol agents for the protection of pruning wounds on tomatoes against *Botrytis cinerea* / P.C. Nicot, V. Decognet, L. Fruit, et al. // Bulletin IOBC/SROP. 2002. № 25. p. 73–76.
14. Патент РФ № 2715645. Способ получения адаптогена для повышения устойчивости биологических агентов биофунгицидов к действию неблагоприятных условий и увеличения эффективности биологического контроля болезней растений и адаптоген, полученный способом.
15. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 03.00.12, 03.00.27. Пушкино, 2008. 34 с.
16. Куликова А.Х. Влияние высококремнистых пород как удобрений сельскохозяйственных культур на урожайность и качество продукции // Агрехимия. 2010. № 7. С. 18–25.
17. Куликова А.Х., Сушкова Т.Ю., Ариткин А.Г. Диатомиты в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. 2011. № 3. С. 16–17.

Сведения об авторах:

Агиева Гузель Нурисламовна – кандидат химических наук, руководитель агроэкологического центра, e-mail: guzel.agieva@mail.ru
 Нижегородцева Любовь Степановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Диабанкана Родерик Жиль Кларе – младший научный сотрудник агроэкологического центра, e-mail: diabas.gilles@gmail.com;
 Абрамова Арина Алексеевна – младший научный сотрудник агроэкологического центра, e-mail: abramova92a@yandex.ru
 Сафин Радик Ильясевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Хисматуллин Марс Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: rezi-almat@yandex.ru
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF BIOLOGICAL PESTICIDES IN CROP MANAGEMENT

Agieva G.N., Nizhegorodtseva L.S., Diabankana R.Zh., Abramova A.A., Safin R.I., Khismatullin M.M.

Abstract. The use of biological pesticides for protecting plants from various infectious diseases and controlling abiotic stresses is becoming increasingly widespread in various agricultural crops. However, the effectiveness of biological plant protection is strongly dependent on various factors, in particular on weather conditions. To increase the impact of the use of biological products in plant protection against diseases, it is necessary to search for new approaches.

One of the ways to increase the return on the use of biological products is the use of special adaptogens that increase the resistance of biological agents of biopesticides to the negative influence of the external environment. The Kazan State Agrarian University developed an adaptogen for bioagents of biological products based on alcohol extracts of millet. In 2019, on spring barley, the use of their mixtures with an adaptogen when spraying with biological products made it possible to increase the yield per 1,75 t / ha in comparison with the control and per 0,36 t / ha when using only biological products. At the same time, the effectiveness of control of the main leaf mycoses increased.

In 2020, studies were carried out to evaluate the effectiveness of the use of biological products with the addition of the silicon-containing mineral diatomite when spraying barley plants. It has been established that the use of such formulations makes it possible to increase the productivity of plants, enhance the effectiveness of pathogen control in comparison with a standard biofungicide.

Key words: biological plant protection, biological control agents, spraying with biological products, spring barley.

References

- Oerke EC. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006; 144: p. 31.
- Pautasso MA. Review of "Crop protection in medieval agriculture. Studies in pre-modern organic". *Organic farming*. 2015; 1: 10 p.
- Alabouvet C, Steinberg C. Biological control of plant diseases: The European situation. *Eur. J. Plant Pathol*. 2006; 114: 329 p.
- Frank RI. [Biologicals in modern agriculture]. *Zashchita i karantin rastenii*. 2008; (4): 30 p.
- Azizbekyan RR. [The use of spores of forming bacteria as biological means of plant protection]. *Biotekhnologiya*. 2013; (1): 69 p.
- Logvinova TS, Bulgakova VP. Proizvodstvo i primeneniye biologicheskikh sredstv zashchity v Rossii i v mire. *Innovatsii prirodoobustroivstva i zashchity okruzhayushchei sredy: materialy I Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. [Production and application of biological means of protection in Russia and in the world. Innovations in environmental engineering and environmental protection: proceedings of I National scientific and practical conference with international participation]. Saratov: KUBiK. 2019; 546 p.
- Heydari A, Pessaraki M. [Review on biological control of fungal plant pathogens using microbial antagonists]. *Journal of biological sciences*. 2010; 10: 273 p.
- Tjamos EC, Tjamos SE, Antoniou PP. [Biological management of plant diseases: highlights on research and application]. *Journal of plant pathology*. 2010; 92: 17 p.
- Beneduzi A, Ambrosini A, Passaglia LMP. [Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents]. *Genet Mol Biol*. 2012; 35: 1044 p.
- Darkazanli M, Kiseleva IS. [The effects of inoculation barley by endophytic bacteria (*Methylobacterium* sp.)]. *Sovremennye podkhody i metody v zashchite rastenii: materialy mezhd. nauchn.-prakt. konferentsii*. Ekaterinburg: UrFU. 2018; 17 p.
- Gamzaeva RS, Tsymlyakova SV, Baikov MV. [Evaluation of the effectiveness of the use of biological products on the productivity of various varieties of barley]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta*. 2014; (35): 50 p.
- Gamzaeva RS. [Influence of biopreparations flavobacterin and mizorin on physiological and biochemical parameters of various varieties of barley]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta*. 2015; (40): 38 p.
- Nicot PC, Decognet V, Fruit L. [Combined effect of microclimate and dose of application on the efficacy of biocontrol agents for the protection of pruning wounds on tomatoes against *Botrytis cinerea*]. *Bulletin IOBC/SROP*. 2002; (25): 73 p.
- Patent RF № 2715645. Sposob polucheniya adaptogena dlya povysheniya ustoychivosti biologicheskikh agentov biofungitsidov k deistviyu neblagopriyatnykh uslovii i uvelicheniya effektivnosti biologicheskogo kontrolya boleznii rastenii i adaptogen, poluchennyi sposobom. [A method for producing an adaptive gene to increase the resistance of biological agents of biological fungicides to adverse conditions and increase the effectiveness of biological control of plant diseases and an adaptive gene obtained by the method].
- Matychenkov VV. Rol' podvizhnykh soedinenii kremniya v rasteniyakh i sisteme pochva-rastenie: avtoref. dis. ... doktora biol. nauk: 03.00.12, 03.00.27. [The role of mobile silicon compounds in plants and the soil-plant system: author's abstract for a Doctoral degree]. Pushchino. 2008; 34 p.
- Kulikova AKh. [Influence of high-siliceous rocks as fertilizers for agricultural crops on yield and product quality]. *Agrokimiya*. 2010; (7): 18 p.
- Kulikova AKh, Sushkova TYu, Aritkin AG. [Diatomites in agriculture]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2011; (3): 16 p.

Authors:

Agieva Guzel Nurislamovna – Ph.D. of Chemical sciences, Head of Agroecological center, e-mail: guzel.agieva@mail.ru
 Nizhegorodtseva Lyubov Stepanovna – Ph.D. of Agricultural sciences, associate professor of General agriculture, plant protection and selection Department, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Diabankana Roderic Gilles Claret – Junior researcher, Agroecological center, e-mail: diabas.gilles@gmail.com:
 Abramova Arina Alekseevna – Junior researcher, Agroecological center, e-mail: abramova92a@yandex.ru
 Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural sciences, Professor of General agriculture, plant protection and selection Department, e-mail: radiksaf2@mail.ru
 Khismatullin Mars Mansurovich – Doctor of agricultural sciences, e-mail: rezi-almet@yandex.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Acknowledgements.

In 2019, the research was carried out with financial support from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. The number of the subsidy agreement is No. 14.610.21.0017. Unique project identifier RFMEFI61017X0017.
 In 2020, research was carried out with the financial support of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on the scientific topic: "Development of preparations of biological origin for plant protection and optimization of mineral nutrition in organic farming".