



ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ *BACILLUS ATROPHAEUS* НА ЗАБОЛЕВАНИЕ ПЕРОНОСПОРОЗОМ, УРОЖАЙНОСТЬ, РОСТОВЫЕ И ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ АРИДНОГО КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ ДЫНИ

Баубекова Д.Г.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)
Россия, Астрахань, 414056, ул. Савушкина, 1, E-mail: suslig.zenia@mail.ru

Резюме

Ложная мучнистая роса или пероноспороз – опасное заболевание бахчевых культур, вызываемое оомицетами рода *Peronoplasmodium*. Болезнью поражаются листья, на которых образуются некротизирующие пятна. Потеря листьев задерживает процесс завязывания плодов и их нормальное развитие, что отрицательно сказывается на урожае. Зрелые плоды дыни, пораженные пероноспорозом, слабоокрашенные и безвкусные. В условиях капельного орошения, применяемого в условиях аридного климата Астраханской области, данное заболевание активно развивается и распространяется, зачастую приводя к полной гибели урожая. В данной работе изучено влияние биологического средства на основе *Bacillus atrophaeus*, культивируемого на бобовой и кукурузно-меласной средах, на снижение заболеваемости дыни пероноспорозом в условиях аридного климата. В ходе полевых испытаний установлено воздействие лабораторных образцов средства на развитие пероноспороза дыни сорта «Лада»: развитие заболевания уменьшается, снижается количество зараженных растений и плодов. Сдерживание развития пероноспороза способствует увеличению урожайности дыни и снижению содержания больных плодов в урожае. Средство на бобовой основе оказывало более значительное действие на снижение развития заболевания, урожайность, ростовые и формообразовательные процессы возделываемой бахчевой культуры в сравнении с кукурузно-меласной основой и контролем. Использование биологического средства на основе *B. atrophaeus* при возделывании дыни в Астраханской области доказывает эффективность применения биологических способов защиты растений и перспективность их внедрения в земледелие региона.

Ключевые слова: ложная мучнистая роса, пероноспороз, микроорганизмы рода *Bacillus*, бахчевые культуры, дыня (*Cucumis melo*), капельное орошение, биологическое средство защиты растений, бобовая среда, кукурузно-меласная среда, земледелие, сельское хозяйство.

Цитирование: Баубекова Д.Г. Влияние средства защиты растений на основе *Bacillus atrophaeus* на заболевание пероноспорозом, урожайность, ростовые и формообразовательные процессы возделываемых бахчевых культур в условиях аридного климата на примере дыни // *Biomics*. 2022. Т.14(2). С.127-133. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-10

© Автор

INFLUENCE OF PLANT PROTECTION BASED ON *BACILLUS ATROPHAEUS* ON PERONOSPOROSIS DISEASE, YIELD, GROWTH AND SHAPING PROCESSES OF CULTIVATED GOURDCROPS UNDER ARID CLIMATE ON THE EXAMPLE OF MELON

D.G. Baubekova

Volzhsko-Caspian branch of FSBI «VNIRO» (FSBSI «CaspNIRKh»),
1 Savushkina Str., 414056, Astrakhan, Russia, E-mail: suslig.zenia@mail.ru

Resume

Downy mildew or peronosporosis is a dangerous disease of gourds caused by oomycetes of the genus *Peronoplasmopara*. The disease affects the leaves, on which necrotic spots form. The loss of foliage delays the process of fruit set and their normal development, which negatively affects the yield. Mature fruits of melon affected by downy mildew are slightly colored and tasteless. Under conditions of drip irrigation, used in the arid climate of the Astrakhan region, this disease actively develops and spreads, often leading to the complete death of the crop. In this paper, we studied the effect of a biological agent based on *Bacillus atrophaeus*, cultivated on legume and corn-molasses media, on reducing the incidence of downy mildew in melons in arid climates. In the course of field tests, the effect of laboratory samples of the agent on the development of downy mildew of the «Lada» melon variety was established: the development of the disease decreases, the number of infected plants and fruits decreases. Controlling the development of peronosporosis contributes to an increase in the yield of melons and a decrease in the content of diseased fruits in the crop. The bean-based agent had a more significant effect on reducing the development of the disease, yield, growth and shaping processes of cultivated gourds in comparison with the corn-molasses base and control. The use of a biological agent based on *B. atrophaeus* in the cultivation of melons in the Astrakhan region proves the effectiveness of the use of biological methods of plant protection and the prospects for their introduction into the region's agriculture.

Keywords: downy mildew, peronosporosis, microorganisms of the genus *Bacillus*, gourds, melon (*Cucumis melo*), drip irrigation, biological plant protection product, bean medium, corn molasses medium, farming, agriculture.

Citation: Baubekova D.G. Influence of plant protection based on *Bacillus atrophaeus* on peronosporosis disease, yield, growth and shaping processes of cultivated golumencies under arid climate on the example of melon. *Biomics*. 2022. V.14(2). P.127-133. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-10

© Author

Введение

Основным фитопатогенным заболеванием для дыни в последние годы является ложная мучнистая роса – пероноспороз. Возбудителем болезни является оомицет *Peronoplasmopara cubensis*. Болезнью поражаются листья: на их верхней и нижней сторонах появляются желтовато-зеленые пятна, которые быстро некротизируются. При сильном поражении пятна сливаются и охватывают всю листовую пластинку, листья при этом буреют, засыхают, становясь хрупкими. Пораженные листья закручиваются вдоль центральной жилки вниз и постепенно засыхают. Потеря листвы задерживает процесс завязывания плодов и их нормальное развитие. Зрелые плоды при этом становятся слабоокрашенными и безвкусными. Развитию болезни способствуют: температура 18–20°C, высокая относительная влажность воздуха, загущенные посадки, застой влажного воздуха в зоне листостебельной массы культурных растений, наличие капель воды, росы или дождя в течение 8–9 часов. Болезнь на дынях в благоприятных условиях развивается очень динамично и за 10–12 дней может наступить полная гибель урожая [Байрамбеков, (Bayrambekov), 2007; Полякова (Polyakova), 2017; Байрамбеков, (Bayrambekov), 2019; Масленникова (Maslennikova), 2021].

В условиях аридного климата в земледелии Астраханской области активно используется капельное орошение, которое из-за специфики ведения в агрономической практике способствует значительному развитию и распространению пероноспороза. При повышенной влажности фитопатогенный возбудитель приводит к значительным поражениям листовой пластины и формированию непродуктивного урожая, нанося значительный урон сельскохозяйственным предприятиям региона [Дубровин, (Dubrovin), 2013; Байрамбеков, (Bayrambekov), 2021; Масленникова (Maslennikova), 2021]. Поэтому борьба с данным заболеванием в засушливых условиях Астраханской области носит перспективный характер в разработке новых биологических средств защиты растений при использовании в сельском хозяйстве региона.

Современный ассортимент микробных биопрепаратов может обеспечивать защиту сельскохозяйственных культур от наиболее опасных заболеваний различной природы. В настоящее время известен целый ряд микробных биопрепаратов на основе бактерий рода *Bacillus*. С точки зрения развития агротехнологий в современных условиях особый интерес в сельскохозяйственном производстве приобретают микробные биопрепараты комплексного действия, обладающие несколькими видами полезной

активности: фунгицидной, ростостимулирующей, азотфиксирующей, фосфатмобилизующей [Коряжкина (Koryazhkina), 2010; Саранцева (Sarantseva), 2011; Штерншис (Shternshis), 2016]. Поэтому представители рода *Bacillus* являются одними из перспективных объектов сельскохозяйственной микробиологии и биотехнологии, так как обладают целым рядом хозяйственно-ценных свойств: способностью синтеза антибиотиков, ферментов, гормонов, витаминов, органических кислот, а также способны к фиксации азота и растворению фосфатов и перевод их в доступную для растений форму [Мелентьев (Melentiev), 2007; Кузьмина (Kuzmina), 2018; Чеботарь (Chebotar), 2020].

Целью исследования являлось изучение влияния биологического средства защиты растений на основе *Bacillus atrophaeus* на заболевание пероноспорозом, урожайность, ростовые и формообразовательные процессы дыни в условиях аридного климата Астраханской области.

Материалы и методы

Биологическое средство защиты получали методом глубинного культивирования при 28°C. В качестве посевного материала использовали суточную культуру штамма *Bacillus atrophaeus* с титром клеток и спор не менее 1×10^8 КОЕ/мл, который вносили в количестве 10% от объема среды. Культивирование проводили в условиях непрерывного перемешивания и аэрации (120 об/мин). В качестве питательных сред использовали среду на бобовой (БО) и на кукурузно-мелассной основе (КМО) [Дзержинская (Dzerzhinskaya), 2005].

Постановку полевого опыта проводили по общепринятой методике полевых и вегетационных опытов в открытом грунте, используя агрохимические и фенологические методы исследований [Доспехов (Dospikhov), 1985; Минеев (Mineev), 2001; Долженко (Dolzhenko), 2009]. Полученным биологическим средством обрабатывали опытную почву и возделываемую в ней бахчевую культуру (дыня сорта «Лада») опрыскиванием дна борозды и двойным проливом под корень растения (норма расхода средства: 50 мл 1%-ого раствора + 100 мл 1%-ого раствора с титром клеток и спор 1×10^8 КОЕ/мл). Первый пролив под корень растений осуществили в фазу бутонизации, второй пролив – во время цветения. Культуры высаживали по схеме 140x20 см. Площадь опытной делянки 50 м², учетной делянки – 25 м², размещение рядовое, последовательное, количество повторений – 4, орошение капельное, предшественник – рис. В проведенном полевом опыте за контроль приняты почвы и культуры, обработанные водой. Вегетационный опыт длился 5 месяцев.

Учеты проводились при наступлении основных фенологических фаз развития. Растения в пробах подвергались морфологическому и весовому анализам с одновременным проведением биометрических учетов. Биологическую эффективность изучаемых препаратов рассчитывали согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [Долженко (Dolzhenko), 2009]. Учет урожая проводили методом взвешивания с разделением по фракциям. Полученные цифровые данные результатов исследований подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

В ходе проведенного исследования установлено, что обработка биологическим средством, как на бобовой, так и на кукурузно-мелассной основах не оказала существенного влияния на полевую всхожесть возделываемой бахчевой культуры. В последующем все фазы развития растений проходили в одни и те же сроки (табл. 1). Средство на бобовой основе эффективнее способствовало всхожести единичных всходов культур: увеличивало всхожесть дыни по отношению к контролю на 15%, по отношению ко второму образцу средства – на 8%. В то время как образец на кукурузно-мелассной основе проявлял положительное влияние на всхожесть единичных всходов лишь на 5% по отношению к контрольному варианту. Повышение массовых всходов после воздействия средства было незначительным.

Таблица 1.

Воздействие образцов биологического средства на всхожесть дыни, %

Table 1. - Impact of biological agent samples on melon germination, %

Контроль Control	Средство Preparation	
	СМВ	ВВ
<u>23,8</u> 89,2	<u>25,2</u> 89,1	<u>27,4</u> 89,4
НСР _{0,05} : F _φ < F _т		

Примечание: числитель – единичные всходы, знаменатель – массовые всходы; КМО – кукурузно-мелассная основа, БО – бобовая основа

Note: numerator – single shoots, denominator – mass shoots; СМВ – Corn molasses base, ВВ – Bean base

Применение средства не оказало отрицательного влияния на рост и развитие возделываемой культуры, о чем свидетельствуют

полученные данные ростовых и формообразовательных измерений, проведенных в фазу бутонизации и плодообразования (табл. 2). Средство на бобовой основе эффективнее повлияло на увеличение массы растений дыни (на 34,5%), длину

центральной плети (на 24,3%), количество листьев (на 9,6 %), побегов (на 25,0%) и плодов (на 25,0%) по сравнению с контролем. По сравнению со средством на кукурузно-меласной основе данные показатели изменялись от 1,5 до 7,0%.

Таблица 2.

Ростовые и формообразовательные показатели дыни
Table 2. - Growth and shaping indicators of melon

Показатели / Indicators	Контроль Control	Средство / Preparation	
		СМВ	ВВ
Масса растения, г Plant weight, g	1912,2	2527,8	2573,2
Длина центральной плети, см Length of the central whip, cm	202,2	248,3	251,5
Количество листьев, штук Number of leaves, pieces	100,5	109,2	110,2
Количество побегов, штук Number of shoots, pieces	3,6	4,2	4,5
Количество плодов, штук Number of fruits, pieces	3,2	4,0	4,0
НСР _{0,05} : F _ф < F _т			

Примечание: КМО – кукурузно-меласная основа, БО – бобовая основа
Note: СМВ – Corn molasses base, ВВ – Bean base

Образцы средства оказывали положительное действие на снижение развития пероноспороза дыни на протяжении всего исследуемого вегетационного периода. При этом средство на бобовой основе показывало более эффективное влияние на уменьшение развития заболевания. Наиболее высокие

показатели биологической эффективности снижения развития пероноспороза отмечены в период цветения растения (33,9%), во время плодообразования (на 11,9%) и при созревании плодов (на 5,3%) показатели эффективности начинают снижаться (табл. 3).

Таблица 3.

Влияние образцов биологического средства на снижение развития пероноспороза на растениях и плодах, %
Table 3 - Influence of samples of a preparation on the reduction in the development of peronosporosis on the plant and fruits, %

1 учет – цветение 1 accounting – flowering		2 учет – плодообразование 2 accounting – fruit formation		3 учет – созревание плодов 3 accounting – fruit ripening	
Средство / Preparation					
СМВ	ВВ	СМВ	ВВ	СМВ	ВВ
32,1	33,9	9,1	11,9	5,1	5,3
НСР _{0,05} : F _ф < F _т					

Примечание: КМО– кукурузно-меласная основа, БО – бобовая основа
Note: СМВ – Corn molasses base, ВВ – Bean base

Значительное сдерживание развития пероноспороза под влиянием средства как на бобовой, так и на кукурузно-меласной основах повысило урожайность, массу плодов, а также значительно сократило количество больных плодов в урожае (табл. 4). Данные, полученные в ходе проведенных

испытаний, показали более эффективное влияние средства на бобовой основе на качественные и количественные характеристики возделываемой культуры, снижение заболеваемости и увеличения урожайности по сравнению с контролем и образцом на кукурузно-меласной основе.

Таблица 4.

Влияние образцов биологического средства на агрономические показатели дыни
Table 4 - Influence of samples of a preparation on agronomic indicators of melon

Биологическая эффективность, % Biological effectiveness, %		Урожайность культуры, т/га Crop yield, t/h		Масса плодов, г Fruit weight, g		Количество больных плодов, т/га Number of diseased fruits, t/ha	
Средство / Preparation							
CMB	BB	CMB	BB	CMB	BB	CMB	BB
<u>00,0</u>	<u>00,0</u>	<u>12,8</u>	<u>12,8</u>	<u>1289,2</u>	<u>1289,2</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>
32,1	33,9	14,4	16,4	1320,0	1355,7	0,5	0,4
НСР _{0,05} : F _ф < F _т							

Примечание: числитель – показатели контроля; знаменатель – показатели обработки; КМО – кукурузно-меласная основа, БО – бобовая основа

Note: numerator – control indicators; denominator – processing indicators; CMB – Corn molasses base, BB – Bean base

Определено, что в ходе полевого опыта с дыней по сравнению с контрольными значениями уменьшилась заболеваемость растений пероноспорозом на 33,9% и количество больных плодов на 33,3%, увеличилась урожайность на 28,1% и масса плодов на 5,1%.

Результаты ранее опубликованных работ [Патент № 2570624; Патент № 2655848; Сопрунова (Soprunova), 2015; Сопрунова (Soprunova), 2017; Баубекова (Baubekova), 2019; Баубекова (Baubekova), 2020; Баубекова (Baubekova), 2021] по определению биологической активности исследуемого штамма *V. atrophaeus* показали перспективность его использования для основы средства защиты растений. Полученные данные полевых экспериментов подтверждают результаты лабораторных исследований. Установлено, что использование штамма, обладающего фунгистатической, хитинолитической и миколитической активностями, приводит к уменьшению зараженности патогенными микромицетами растений и плодов, выращенных в обработанной почве, за счет наличия выраженных антагонистических свойств у рассматриваемого штамма. Снижение развития заболеваний у возделываемой культуры и ростостимулирующие свойства штамма, входящего в основу средства, обуславливают повышение урожайности культуры; положительное влияние на всхожесть, рост, развитие и биометрические показатели возделываемого растения; а также улучшению качественных и количественных показателей продукции.

Заключение

Разные основы (бобовая и кукурузно-меласная) средства защиты оказали положительное влияние на снижение заболеваемости пероноспорозом, урожайность, ростовые и формообразовательные процессы возделываемой в

эксперименте с дыней. Основные фазы развития растения наступали в одни и те же сроки. Установлено, что средство на бобовой основе эффективнее способствовало повышению всхожести единичных и массовых всходов бахчевой культуры, увеличению исследуемых показателей: высоты растений, количества листьев, побегов и плодов по сравнению с контрольным вариантом и средством на кукурузно-меласной основе. Средство на бобовой основе оказывало влияние на качественные и количественные характеристики: массу плодов, количество больных плодов, а также снижение заболеваемости пероноспороза и увеличения урожайности дыни в большей степени. В целом применение средства на основе *Bacillus atrophaeus* на полях в условиях аридного климата при возделывании дыни доказывает эффективность применения биологических способов защиты растений и перспективность их внедрения в земледелие региона.

Благодарности

Автор выражает благодарность профессору, д.б.н. Сопруновой О.Б., профессору, д.с.-х.н. Байрамбекову Ш.Б. и к.с.-х.н. Поляковой Е.В. за помощь в постановке, проведении и обработке результатов полевых экспериментов.

Литература

1. Байрамбеков Ш.Б., Валеева З.Б., Дубровин Н.К., Долженко О.А., Полякова Е.В., Шляхов В.А. Защита овощных культур и картофеля от болезней в Астраханской области. Астрахань: Новая линия, 2007. 136 с.
2. Байрамбеков Ш. Б., Полякова Е.В., Корнева О.Г. Действие регуляторов роста растений на дыне в дельте Волги // Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского

- региона : Материалы Международной научно-практической конференции. 2019. С. 149-153.
3. Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г., Дубровин Н.К., Киселева Г.Н. Снижение вредности однолетних сорняков в посадках томата рассадного // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5(170). С. 58-64.
 4. Баубекова Д.Г., Сопрунова О.Б. Спектр фунгистатической активности лабораторного образца биологического средства защиты растений на основе микроорганизма рода *Bacillus* // Естественные и технические науки. 2019. С. 351–355.
 5. Баубекова Д.Г., Сопрунова О.Б., Байрамбеков Ш.Б., Полякова Е.В. Влияние биологического средства защиты растений на микробиоценоз сельскохозяйственных почв в условиях аридного климата // Юг России: экология развитие. 2020. Т. 15. № 2. С. 78–90.
 6. Баубекова Д.Г., Сопрунова О.Б. Спектр фитостимулирующей активности лабораторного образца биологического средства защиты растений на основе *Bacillus atrophaeus* B11474 // Естественные и технические науки. – 2021 – С. 48–53.
 7. Дзержинская И.С. Методы выделения, исследования и определения антибиотической активности микроорганизмов / И.С. Дзержинская. Астрахань : Изд-во АГТУ, 2005. 76 с.
 8. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / СПб: ВИЗР, 2009. 378 с.
 9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 10. Дубровин Н.К., Байрамбеков Ш.Б. Основные вредители овоще-бахчевых культур и борьба с ними в орошаемых условиях Нижнего Поволжья // Защита и карантин растений. 2013. № 11. С. 41–43.
 11. Коряжкина М.Ф. *Bacillus atrophaeus* SKD – 1 как перспективный штамм для разработки биопрепарата // Юг России: экология, развитие. 2010. № 4. С. 80–83.
 12. Масленникова Е.С., Байбакова Н.Г., Варивода Е.А. Оценка селекционного материала дыни на устойчивость к мучнистой росе и антракнозу // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. № 141. С. 107-113.
 13. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии / М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
 14. Патент № 2570624, Российская Федерация, МПК C12N1/20, A01N63/02, C12R1/07. Штамм *Bacillus atrophaeus* ВКПМ–11474, обладающий фунгицидными свойствами и ростостимулирующей активностью / О.Б. Сопрунова, Д.Г. Баубекова ; заявл. 06.03.2014 ; опубл. 10.12.2015. 8 с.
 15. Патент № 2655848, Российская Федерация, МПК A01N63/02, A01P21/00. Средство для повышения урожайности и защиты растений семейства пасленовых от фитопатогенных грибов» / О.Б. Сопрунова, Д.Г. Баубекова, Ш.Б. Байрамбеков, Е.В. Полякова, В.Е. Сопрунова ; заявл. 21.12.2016 ; опубл. 29.05.2018. 11 с.
 16. Полякова Е. В., Байрамбеков Ш.Б., Гуляева Г.В. Влияние фунгицидов на устойчивость растений лука к пероноспорозу в Астраханской области // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : II международная научно-практическая интернет-конференция. 2017. С. 997-1000.
 17. Саранцева Н.А., Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Бобрешова И.Ю. Полифункциональные препараты на яровом ячмене // Защита и карантин растений. 2011. № 11. С. 25-26.
 18. Сопрунова О.Б., Байрамбеков Ш.Б., Баубекова Д.Г., Полякова Е.В., Тавтыкова А.А., Сопрунова В.Е. Перспективный штамм бацилл для разработки микробного биопрепарата для снижения пестицидной нагрузки при выращивании овощебахчевой продукции и картофеля в Астраханской области // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4(1). С. 147–149.
 19. Сопрунова О.Б., Баубекова Д.Г. Разработка основ микробного биопрепарата для снижения пестицидной нагрузки при выращивании овощебахчевой продукции и картофеля в Астраханской области // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3(1). С. 119–121.
 20. Штерншис М.В., Беляев А.А., Цветкова В.П., Шпатов Т.В., Лемяк А.А., Бахвалов С.А. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений. Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2016. 233 с.

References

1. Bayrambekov Sh.B., Valeeva Z.B., Dubrovin N.K., Dolzhenko O.A., Polyakova E.V., Shlyakhov V.A. Protection of vegetable crops and potatoes from diseases in the Astrakhan region. Astrakhan: New Line, 2007. 136 p. (In Russian)
2. Bairambekov ShB., Polyakova E.V., Korneva OG. The effect of plant growth regulators on melon in the Volga delta. *Socio-economic and environmental aspects of the development of the Caspian region: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. 2019. P. 149-153. (In Russian)
3. Bairambekov Sh.B., Korneva O.G., Dubrovin N.K., Kiseleva G.N. Reducing annual weeds injuriousness in planting tomato seedlings. *Vestnik KSAU*. 2021. № 5(170). P. 5864. (In Russian)
4. Baubekova D.G., Soprunova O.B. Spectrum of fungistatic activity of a laboratory sample of a biological plant protection product based on a microorganism of the

- genus *Bacillus*. *Natural and technical sciences*. 2019. P. 351–355. (In Russian)
5. Baubekova D.G., Soprunova O.B., Bairambekov Sh.B., Polyakova E.V. Influence of a biological plant protection product on the microbiocenosis of agricultural soils in an arid climate. *South of Russia: ecology development*. 2020. V. 15. № 2. P. 78–90. (In Russian)
 6. Baubekova D.G., Soprunova O.B. Spectrum of phytostimulating activity of a laboratory sample of a biological plant protection product based on *Bacillus atropheus* B11474. *Natural and technical sciences*. 2021 P. 48–53. (In Russian)
 7. Dzerzhinskaya I.S. Methods for isolating, investigating and determining the antibiotic activity of microorganisms / Astrakhan : ASTU, 2005. 76 p. (In Russian)
 8. Dolzhenko V.I. Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture / St. Petersburg: VIZR, 2009. 378 p. (In Russian)
 9. Dospechov B.A. Methodology of field experience / M. : Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian)
 10. Dubrovin N.K., Bairambekov Sh.B. The main pests of vegetable and gourd crops and their control in irrigated conditions of the Lower Volga. *Protection and quarantine of plants*. 2013. No. 11. P. 41–43. (In Russian)
 11. Koryazhkina M.F. *Bacillus atropheus* SKD - 1 as a promising strain for the development of a biological product. *South of Russia: ecology, development*. 2010. № 4. P. 80–83. (In Russian)
 12. Maslennikova E.S., Baibakova N.G., Varivoda E.A. Evaluation of melon breeding material for resistance to powdery mildew and anthracnose. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021. № 141. P. 107-113. (In Russian)
 13. Mineev V.G. Workshop on agrochemistry / M.: Publishing House of Moscow State University, 2001. 689 p. (In Russian)
 14. Patent № 2570624, Russian Federation, C12N1/20, A01N63/02, C12R1/07. *Bacillus atropheus* VKPM11474 with fungicidal properties and growthstimulating activity / O.B. Soprunova, D.G. Baubekova; declared 06.03.2014; published 10.12.2015. 8 p. (In Russian)
 15. Patent № 2655848, Russian Federation, A01N63/02, A01P21/00. Means for increasing productivity and protecting plants of the nightshade family from phytopathogenic fungi / O.B. Soprunova, D.G. Baubekova, Sh.B. Bayrambekov, E.V. Polyakova, V.E. Soprunova; declared 21.12.2016; published 29.05.2018. 11 p. (In Russian)
 16. Polyakova E.V., Bayrambekov Sh.B., Gulyaeva G.V. Influence of fungicides on the resistance of onion plants to peronosporosis in the Astrakhan region. *Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management: international scientific and practical Internet conference*. 2017. P. 997-1000. (In Russian)
 17. Sarantseva N.A., Ryabchinskaya T.A., Kharchenko G.L., Bobreshova I.Yu. Polyfunctional preparations on spring barley. *Plant Protection and Quarantine*. 2011. № 11. P. 25-26. (In Russian)
 18. Soprunova O.B., Bairambekov Sh.B., Baubekova D.G., Polyakova E.V., Tavtykova A.A., Soprunova V.E. A promising strain of bacilli for the development of a microbial biological product to reduce the pesticide load in the cultivation of vegetables, gourds and potatoes in the Astrakhan region. *Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015. № 4(1). P. 147–149. (In Russian)
 19. Soprunova O.B., Baubekova D.G. Development of the basics of a microbial biological product to reduce the pesticide load when growing vegetables, melons and potatoes in the Astrakhan region. *Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2017. № 3(1). P. 119–121. (In Russian)
 20. Shternshis M.V., Belyaev A.A., Tsvetkova V.P., Shpatova T.V., Lelyak A.A., Bakhvalov S.A. Biological preparations based on bacteria of the genus *Bacillus* for plant health management. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2016. 233 p. (In Russian)