



ПЕРСПЕКТИВНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ, РОСТОВЫХ И ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Баубекова Д.Г.

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

Резюме

Бахчеводство с давних времен было гордостью российского сельского хозяйства, особенно Астраханского края. Природные условия Нижнего Поволжья весьма благоприятны для выращивания бахчевых культур. Однако в условиях капельного орошения происходит развитие фитопатогенов, которые в значительной степени снижают урожайность возделываемых культур. Одним из опасных заболеваний бахчевых культур является антракноз (возбудитель *Colletotrichum lagenarium*), который стремительно распространяется при благоприятных условиях – повышенной влажности в сочетании с высокой температурой воздуха, высоким уровнем кислотности почвы, нехватки калия и фосфора, зачастую приводя к полной потере урожая. В данной работе изучено воздействие биологического средства защиты растений на основе *Bacillus atrophaeus*, культивируемого на бобовой и кукурузно-мелассной средах, на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и развитие заболеваний бахчевых культур в засушливых условиях Астраханской области на примере арбуза (*Citrullus lanatus*). При апробации лабораторных образцов препаратов доказано положительное влияние на увеличение длины центральной плети, количество листьев, побегов и плодов, массу плодов, а также снижение количества больных плодов. Помимо воздействия на ростовые и формообразовательные показатели, исследуемые образцы препаратов оказывали действие на снижение развития антракноза арбуза на протяжении всего вегетационного периода и повышение урожайности возделываемой бахчевой культуры. При этом препарат *B. atrophaeus*, культивируемый на бобовой питательной среде, эффективнее оказывал влияние на исследуемые показатели: снижал заболеваемость растений антракнозом, уменьшал количество больных плодов, повышая урожайность культуры и массу плодов. В целом, полученные данные свидетельствуют в пользу того, что использование биологических средств на основе *B. atrophaeus* на сельскохозяйственных полях Астраханской области при культивировании арбуза показывает эффективность разработки и внедрения микробиологических методов защиты растений в условиях засушливого климата региона.

Ключевые слова: антракноз, микроорганизмы рода *Bacillus*, бахчевые культуры, арбуз (*Citrullus lanatus*), капельное орошение, биологическое средство защиты растений, бобовая среда, кукурузно-мелассная среда, земледелие, сельское хозяйство

Цитирование: Баубекова Д.Г. Перспективный биологический метод повышения урожайности, ростовых и формообразовательных процессов бахчевых культур, возделываемых в Астраханской области // *Biomics*. 2022. Т.14(2). С.120-126. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-9

© Автор

A PROMISING BIOLOGICAL METHOD FOR INCREASING THE YIELD, GROWTH AND SHAPING PROCESSES OF MELON CROPS CULTIVATED IN THE ASTRAKHAN REGION

D.G. Baubekova

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

Resume

Melon crops growing has long been the pride of Russian agriculture, especially the Astrakhan region. The natural conditions of the Lower Volga region are very favorable for growing gourds. However, under conditions of drip irrigation, phytopathogens develop, which significantly reduce the yield of cultivated crops. One of the dangerous diseases of gourds is anthracnose (pathogen *Colletotrichum lagenarium*), which spreads rapidly under favorable conditions high humidity combined with high air temperature, high soil acidity, lack of potassium and phosphorus, often leading to a complete loss of crop. In this paper, we studied the effect of a biological plant protection agent based on *Bacillus atrophaeus*, cultivated on legume and cornmolasses bases, on growth and shaping processes, yield and disease development of gourds in arid conditions of the Astrakhan region using watermelon (*Citrullus lanatus*) as an example. When testing laboratory samples of the product, a positive effect on increasing the length of the central lash, the number of leaves, shoots and fruits, the mass of fruits, as well as reducing the number of diseased fruits was proved. In addition to the impact on growth and shaping indicators, the studied samples had an effect on reducing the development of watermelon anthracnose throughout the growing season and increasing the yield of cultivated gourds. At the same time, the *B. atrophaeus* preparation cultivated on a legume nutrient medium more effectively influenced the studied parameters: it reduced the incidence of anthracnose in plants, reduced the number of diseased fruits, increasing crop yield and fruit weight. In general, the data obtained testify in favor of the fact that the use of biological agents based on *B. atrophaeus* in the agricultural fields of the Astrakhan region when cultivating watermelon shows the effectiveness of the development and implementation of microbiological methods of plant protection in the arid climate of the region.

Keywords: anthracnose, microorganisms of the genus *Bacillus*, gourds, watermelon (*Citrullus lanatus*), drip irrigation, biological plant protection product, bean medium, corn molasses medium, farming, agriculture

Citation: Baubekova D.G. A promising biological method for increasing the yield, growth and shaping processes of melon crops cultivated in the Astrakhan region. *Biomcs*. 2022. V.14(2). P.120-126. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-9

© Author

Введение

Бахчеводство с давних времен было гордостью российского сельского хозяйства, особенно Астраханского края. Природные условия Нижнего Поволжья весьма благоприятны для выращивания бахчевых культур. Однако в условиях капельного орошения происходит развитие фитопатогенов, которые в значительной степени снижают урожайность возделываемых культур [Байрамбеков, (Baurambekov), 2012; Корнева (Korneva), 2020; Байрамбеков, (Baurambekov), 2021]. Поэтому особое значение приобретает разработка и внедрение биологических методов защиты растений за счет их перспективности и безопасности.

Одним из опасных заболеваний бахчевых культур является антракноз (возбудитель *Colletotrichum lagenarium*). Антракноз – это грибковое заболевание, которому подвержены в основном такие культуры, как томаты, огурцы, дыни, виноград, вишня, смородина, малина, клубника [Байрамбеков, (Baurambekov), 2021; Масленникова (Maslennikova), 2021 Казарцев (Kazartsev), 2022]. Болезнь стремительно распространяется, чему способствуют ветер, дождь, насекомые. В группе риска находятся

ослабленные растения, например, пострадавшие от механического воздействия. Благоприятные условия для развития антракноза – повышенная влажность в сочетании с высокой температурой воздуха, высокий уровень кислотности почвы, а также нехватка калия и фосфора. Источником заболевания служат семена и остатки больных растений. Также микромицет-возбудитель может распространяться на внутренних стенах теплицы, где находилось пораженное растение. Это заболевание атакует все надземные части растения. Первые признаки обычно появляются на листьях: коричневые пятна с темной бурой каймой постепенно разрастаются по остальным надземным органам растения. Со временем пятна сливаются и углубляются, образуя препятствия для движения питательных веществ. Позже у пятен появляется темно-фиолетовый или бурый ободок.

В жаркую погоду у растений на участках, пораженных антракнозом, могут появляться трещины, а повышенная влажность будет способствовать тому, что стебли растения начнут гнить. Если не применять меры по лечению от антракноза, большое растение погибнет [Дубровин, (Dubrovín), 2013;

Байрамбеков, (Bayrambekov), 2021; Масленникова (Maslennikova), 2021; Казарцев (Kazartsev), 2022].

Бактерии рода *Bacillus* относятся к одним из перспективных биоагентов защиты растений от фитопатогенов, обладающие широким спектром антагонистической и ростостимулирующей активностями. Представители рода синтезируют биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, гормоны, витамины, органические кислоты), которые подавляют рост и развитие целого ряда фитопатогенов, способствуют стимуляции роста растений и повышают их урожайность [Мелентьев (Melentiev), 2007; Кузьмина (Kuzmina), 2018; Чеботарь (Chebotar), 2020]. Поэтому штаммы, обладающие хозяйственно-значимыми свойствами, используются при создании микробных биопрепаратов и средств защиты растений.

Целью исследования являлось изучение воздействия биологического средства защиты растений на основе *Bacillus atrophaeus* на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и развитие заболеваний бахчевых культур в засушливых условиях Астраханской области на примере арбуза.

Материалы и методы

Полевой опыт проводили на полях стратегического партнера в Астраханской области 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]. Вегетационный опыт длился 5 месяцев. Исследуемое биологическое средство получали методом глубинного культивирования при 28°C суточной культуры штамма *B. atrophaeus* (титр клеток и спор $1 \cdot 10^8$ КОЕ/мл) в условиях непрерывного перемешивания и аэрации (120 об/мин). В качестве питательных сред подобраны две среды различного состава: на бобовой (БО) и на кукурузно-мелассной основе (КМО) [Держинская (Dzerzhinskaya), 2005]. При апробации лабораторного средства производили обработку опытной почвы и возделываемой в ней бахчевой культуры (арбуз сорта «Кримсон Свит») путем опрыскивания 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 $1 \cdot 10^8$ КОЕ/мл). Первый пролив под корень растений осуществили в фазу бутонизации, второй пролив – во время цветения. Культуры высаживали по схеме 140x20 см с площадью опытной делянки 50 м² и учетной делянки 25 м², рядами, количество повторений – 4, орошение капельное. В качестве контрольного варианта приняты почвы и культуры, обработанные водой.

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 результате проведенной обработки двумя образцами биологического средства на бобовой и кукурузно-мелассной основах существенного воздействия на полевую всхожесть единичных и массовых всходов арбуза не происходило (табл. 1). Все фазы развития культуры наступали в одни и те же сроки.

Таблица 1.

Влияние образцов биологического средства на всхожесть арбуза

Table 1. - Influence of samples of a biological preparation on the germination of watermelon

Вариант опыта Variant	Всхожесть, % Germination, %
Контроль Control	<u>48,1</u> 88,4
Средство на КМО Preparation based on CMB	<u>48,5</u> 89,1
Средство на БО Preparation based on BB	<u>49,2</u> 89,5
HCP _{0,05}	F _ф < F _т

Примечание: числитель – единичные всходы, знаменатель – массовые всходы; КМО – кукурузно-мелассная основа, БО – бобовая основа
Note: numerator – single shoots, denominator – mass shoots; CMB – Corn molasses base, BB – Bean base

Данные ростовых и формообразовательных измерений, проведенных в фазу бутонизации и плодообразования культуры, показали, что образцы средства не оказали отрицательного влияния на рост и развитие арбуза. При этом средство на кукурузно-мелассной основе не оказывало значительного влияния на исследуемые показатели культуры. В то время как образец на бобовой основе повлиял на увеличение длины центральной плети (на 12,9%), количество листьев (на 1,8%), побегов (на 3,3%) и плодов (на 5,1%) по сравнению с контрольными значениями (табл. 2).

Таблица 2.

Ростовые и формообразовательные показатели арбуза
Table 2. - Growth and shaping indicators of watermelon

Вариант опыта Variant	Масса растения, г Plant weight, g	Длина центральной плети, см Length of the central whip, cm	Количество листьев, штук Number of leaves, pieces	Количество побегов, штук Number of shoots, pieces	Количество плодов, штук Number of fruits, pieces
Контроль Control	2118,9	352,4	127,4	5,9	3,9
Средство на КМО Preparation based on CMB	2115,8	384,6	126,0	5,8	3,5
Средство на БО Preparation based on BB	2120,6	398,0	129,7	6,1	4,1
НСР _{0,05} $F_{\phi} < F_T$					

Примечание: КМО – кукурузно-мелассная основа, БО – бобовая основа
Note: CMB – Corn molasses base, BB – Bean base

В результате действия образцов средства происходило снижение развития антракноза на протяжении всего вегетационного периода. Высокие значения биологической эффективности снижения развития антракноза зарегистрированы в период цветения растения: 38,6% для средства на бобовой основе и 34,3% для средства на кукурузно-мелассной

основе (табл. 3). Во время плодообразования показатели эффективности уменьшаются до 25,8% и 16,9%, соответственно. А при созревании плодов до 24,4% и 15,5%. Средство на бобовой основе оказало более эффективное влияние на снижение развития заболевания на всех этапах вегетации арбуза.

Таблица 3.

Действие образцов биологического средства на снижение развития антракноза на растении и плодах
Table 3 - The effect of samples of a biological preparation on reducing the development of anthracnose on the plant and fruits

Вариант опыта Variant	1 учет – цветение 1 accounting – flowering	2 учет – плодообразование 2 accounting – fruit formation	3 учет – созревание плодов 3 accounting – fruit ripening
Средство на КМО Preparation based on CMB	34,3	16,9	15,5
Средство на БО Preparation based on BB	38,6	25,8	24,4
НСР _{0,05} $F_{\phi} < F_T$			

Примечание: КМО – кукурузно-мелассная основа, БО – бобовая основа
Note: CMB – Corn molasses base, BB – Bean base

На основе данных, полученных в ходе проведенных испытаний, установлено, что средство на кукурузно-мелассной основе снижает заболеваемость антракнозом на 34,3% и количество больных плодов на 47,3%, увеличивает урожайность на 6,1%, и массу плодов на 1,4% (табл. 4).

Выявлено, что по сравнению с контрольными величинами средство на бобовой основе уменьшает

заболеваемость растений антракнозом на 38,6% и количество больных плодов на 63,1%; при этом повышает урожайность на 12,9% и массу плодов на 4,7%. В целом средство на бобовой основе оказывает более эффективное воздействие на качественные и количественные характеристики арбуза по сравнению с контролем и образцом на кукурузно-мелассной основе.

Таблица 4.

Воздействие образцов биологического средства на агрономические показатели арбуза
Table 4 - The impact of samples of a biological preparation on the agronomic indicators of watermelon

Вариант опыта Variant	Биологическая эффективность, % Biological efficiency, %	Урожайность культуры, т/га Crop yield, t/ha	Масса плодов, г Fruit weight, g	Количество больных плодов, т/га Number of diseased fruits, t/ha
Средство на КМО Preparation based on CMB	$\frac{00,0}{34,3}$	$\frac{37,2}{39,5}$	$\frac{2985,0}{3028,0}$	$\frac{1,9}{1,0}$
Средство на БО Preparation based on BB	$\frac{00,0}{38,6}$	$\frac{37,2}{42,0}$	$\frac{2985,0}{3127,0}$	$\frac{1,9}{0,7}$
HCP _{0,05}	$F_{\phi} < F_{\tau}$			

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

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

Ранее проведенные работы [Патент № 2570624; Патент № 2655848; Сопрунова (Soprunova), 2015; Сопрунова (Soprunova), 2017; Баубекова (Baubekova), 2019; Баубекова (Baubekova), 2020; Баубекова (Baubekova), 2021] подтверждаются полученными результатами полевых испытаний. Штамм *V. atrophaeus*, используемый в качестве биоагента апробируемого средства защиты растений, обладая антагонистическими свойствами (фунгистатическими, хитинолитическими и миколитическими) по отношению к микромицетам, в том числе и фитопатогенным, приводит к увеличению устойчивости культур к заболеваниям, вызываемые фитопатогенными микромицетами, а также значительному улучшению фитосанитарного состояния и оздоровлению опытных почв сельскохозяйственного назначения за счет снижения развития заболеваний сельскохозяйственных культур и распространению данных микромицетов в возделываемой почве. Снижение зараженности микромицетами растений и плодов, выращенных в опытной почве, сдерживание развития фитопатогенных микромицетов при использовании средства свидетельствуют о биологической активности рассматриваемого штамма. Проявление ростостимулирующей активности данным штаммом способствует положительному влиянию на всхожесть, рост, развитие и биометрические показатели возделываемых культур, повышению урожайности, улучшению качественных и количественных показателей вследствие наличия у штамма не только ростостимулирующих свойств, но и за счет снижения развития фитопатогенных микромицетов и как следствие уменьшения токсического прессинга со стороны последних. В целом, полученные результаты лабораторных и полевых исследований свидетельствуют о перспективности разработки

биологических методов защиты растений в Астраханской области.

Закключение

Биологическое средство на бобовой и кукурузно-мелассной основах положительно влияет на снижение антракноза арбуза, повышение урожайности, улучшению ростовых и формообразовательных процессов возделываемой культуры. Отрицательного воздействия на фазы развития растения не обнаружено. При этом средство на бобовой основе более эффективнее оказывало влияние на исследуемые показатели возделываемой бахчевой культуры. Использование биологического средства на основе *V. atrophaeus* на сельскохозяйственных полях Астраханской области при культивировании таких бахчевых культур, как арбуз показывает эффективность разработки и внедрения биологических методов защиты растений в условиях засушливого климата 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., Полякова Е.В., Корнева О.Г. Научно обоснованные аргументы для фитосанитарной оптимизации орошаемых агроценозов овощебахчевых культур // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2012. № 4(13). С. 16–18.
2. Байрамбеков Ш.Б., Киселева Г.Н. Корнева О.Г., Перова Л.Г. Особенности биологии возбудителя

- антракноза арбуза в условиях Нижнего Поволжья // Инновационная деятельность как фактор развития агропромышленного комплекса в современных условиях : материалы II Международной научной конференции. – Грозный: Чеченский государственный университет, 2020. С. 183-187.
3. Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г., Дубровин Н.К., Киселева Г.Н. Снижение вредоносности 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. Держинская И.С. Методы выделения, исследования и определения антибиотической активности микроорганизмов / И.С. Держинская. Астрахань : Изд-во АГТУ, 2005. 76 с.
 8. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / В.И. Долженко. СПб: ВИЗР, 2009. 378 с.
 9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – 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. Казарцев И.А., Гомжина М.М., Гасич Е.Л. Разнообразие грибов рода *Colletotrichum* на некоторых дикорастущих и культурных растениях // Микология и фитопатология. 2022. Т. 56. № 2. С. 127-139.
 12. Корнева О.Г., Байрамбеков Ш.Б., Полякова Е.В., Батыров В.А. Комплексное применение биологических и химических препаратов против альтернариоза картофеля в орошаемых условиях ВолгоАхтубинской поймы // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 20-24.
 13. Кузьмина Л.Ю., Архипова Т.Н., Актуганов Г.Э. Бактерии родов *Advenella*, *Bacillus* и *Pseudomonas* перспективная основа биопрепаратов для растениеводства // Биомика. 2018. Т.10(1). С. 16-19.
 14. 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.
 15. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus Cohn* в агроэкосистемах. М.: Наука, 2007. 147 с.
 16. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
 17. 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.
 18. 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.
 19. 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.
 20. 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.
 21. Чеботарь В.К., Заплаткин А.Н., Комарова О.В. Микробные препараты на основе эндофитных бактерий для питания и защиты картофеля от болезней // Plants and Microbes: the Future of Biotechnology. Саратов: Ассоциация «Аграрное образование и наука», 2020. С. 51-52.

References

1. Bairambekov Sh.B., Valeeva Z.B., Dubrovin N.K., Polyakova E.V., Korneva O.G. Scientifically substantiated arguments for phytosanitary

- optimization of irrigated agrocenoses of vegetable and gourd crops. *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2012. №. 4(13). P. 16–18. (In Russian)
2. Bairambekov Sh.B., Kiseleva G.N., Korneva O.G., Perova L.G. Features of the biology of the causative agent of watermelon anthracnose in the conditions of the Lower Volga. *Innovative activity as a factor in the development of the agroindustrial complex in modern conditions: materials of the II International Scientific Conference*. Grozny: Chechen State University. 2020. P. 183-187. (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. 58-64. (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. T. 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 atrophaeus* B11474. *Natural and technical sciences*. 2021 P. 48–53. (In Russian)
 7. Chebotar V.K., Zaplatkin A.N., Komarova O.V. Microbial preparations based on endophytic bacteria for nutrition and protection of potatoes from diseases. *Plants and Microbes: the Future of Biotechnology*. Saratov: Association «Agrarian Education and Science». 2020. P. 51-52. (In Russian)
 8. Dzerzhinskaya I.S. Methods for isolating, investigating and determining the antibiotic activity of microorganisms / Dzerzhinskaya I.S. Astrakhan : ASTU, 2005. 76 p. (In Russian)
 9. Dolzhenko V.I. Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture / V.I. Dolzhenko. St. Petersburg: VIZR, 2009. 378 p. (In Russian)
 10. Dospechov B.A. Methodology of field experience / Dospechov B.A. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian)
 11. 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. №. 11. P. 41–43. (In Russian)
 12. Kazartsev I.A., Gomzhina M.M., Gasich E.L. Diversity of fungi of the genus *Colletotrichum* on some wild and cultivated plants. *Mycology and Phytopathology*. 2022. V. 56. № 2. P. 127-139. (In Russian)
 13. Korneva O.G., Bairambekov Sh.B., Polyakova E.V., Batyrov V.A. Complex application of biological and chemical preparations against potato early blight in irrigated conditions of the VolgaAkhtuba floodplain. *Agrarian scientific journal*. 2020. № 11. P. 20-24. (In Russian)
 14. Kuzmina L.Yu., Arkhipova T.N., Aktuganov G.E. Bacteria of the genera *Advenella*, *Bacillus* and *Pseudomonas* a promising basis for biological preparations for crop production. *Biomics*. 2018. V. 10(1). – P. 16-19. (In Russian)
 15. 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)
 16. Melentiev A.I. Aerobic sporeforming bacteria *Bacillus Cohn* in agroecosystems. M.: Nauka, 2007. 147 p. (In Russian)
 17. Mineev V.G. Workshop on agrochemistry / V.G. Mineev. M.: Publishing House of Moscow State University, 2001. 689 p. (In Russian)
 18. Patent № 2570624, Russian Federation, C12N1/20, A01N63/02, C12R1/07. *Bacillus atrophaeus* 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)
 19. 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. Bairambekov, E.V. Polyakova, V.E. Soprunova; declared 21.12.2016; published 29.05.2018. 11 p. (In Russian)
 20. 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)
 21. 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)