Применение биологических препаратов в производстве картофеля на почвах Северной Осетии

Фатима Тамерлановна Гериева, Ирина Олеговна Газданова, Хетаг Тотрадович Дзедаев, Тимур Ахсарбекович Моргоев, Батраз Валерьевич Бекмурзов
Владикавказский научный центр Российской академии наук, Владикавказ, Россия
gazdanovaira2020@gmail.com

Аннотация. Применение биологических препаратов в защите сельскохозяйственных растений от болезней имеет большое значение. Особенно это актуально в производстве картофеля. Результаты исследований показали, что предпосадочная обработка семенных клубней биопрепаратами «Картофин» и «БисолбиСан» положительно влияла на всхожесть клубней картофеля, увеличив ее по сравнению с контролем на 6,3–8,7 %. В полевых условиях показали высокую биологическую эффективность против возбудителей грибковых болезней картофеля: фитофтороза, ризоктониоза (от 37,5 до 100 %). По данным учета общей урожайности, наиболее высокие показатели урожайности отмечены на варианте с применением биопрепарата «БисолбиСан» – 38,4 т/га (выше контрольного варианта на 20,5 %).

Ключевые слова: биофунгицид; «Картофин»; «БисолбиСан»; органическое земледелие; продуктивность.

Для цитирования: Гериева Ф. Т., Газданова И. О., Дзедаев Х. Т., Моргоев Т. А., Бекмурзов Б. В. Применение биологических препаратов в производстве картофеля на почвах Северной Осетии // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 4–8. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp4-8>.

AGRONOMY

Original article

The effectiveness of the use of biological preparations in the production of potatoes on the soils of North Ossetia

Fatima T. Gerieva, Irina O. Gazdanova, Khetag T. Dzedaev, Timur A. Morgoev, Batraz V. Bekmurzov
Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia
gazdanovaira2020@gmail.com

Abstract. The use of biological preparations in the protection of agricultural plants from diseases is of great importance. This issue is especially relevant in the production of potatoes. The research results showed that the pre-planting treatment of seed tubers with biological products Kartofin and BisolbiSan had a positive effect on the germination of potato tubers, increasing it in comparison with the control by 6.3-8.7%. In the field, they showed high biological effectiveness against pathogens of fungal diseases of potatoes: late blight, rhizoctonia (from 37.5 to 100%). The counts of the total yield showed that the highest yield indicators were observed in the variant with the use of the biological product BisolbiSan - 38.4 t / ha (20.5% higher than the control variant).

Keywords: biofungicide; «Kartofin»; «BisolbiSan»; organic farming; productivity.

For citation: Gerieva F. T., Gazdanova I. O., Dzedaev Kh. T., Morgoev T. A., Bekmurzov B. V. The effectiveness of the use of biological preparations in the production of potatoes on the soils of North Ossetia. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(12): 4–8(In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp4-8>.

Введение. Разработки новых научно обоснованных технологий защиты растений должны сочетать в себе эффективность защитных мероприятий и интересы безопасности здоровья человека, а также отсутствие ущерба для окружающей среды. В современном сельскохозяйственном производстве совместно с традиционными химическими средствами защиты растений широко используются перспективные препараты на основе различных подвидов спорообразующей бактерий. В частности, технологии выращивания картофеля включают в себя, помимо традиционных минеральных удобрений и пестицидов, использование органических препаратов нового поколения [6, 7]. Это оптимизирует питание, стимулирует рост и развитие растений, повышает устойчивость к вредным факторам окружающей среды и ряду возбудителей болезней, способствует повышению урожайности картофеля и экологической безопасности агроценозов [9, 12]. Использование микробов-антагонистов в защите картофеля от фитопатогенов известно давно [10]. Наиболее эффективные и широко применяемые средства борьбы с болезнями – препараты на основе грамположительных спорообразующих бактерий семейства Bacillaceae. Они обладают способностью выделять антибиотики, подавляющие конкурирующих фитопатогенов, усиливать фиксацию растениями атмосферного азота, растворять труднодоступные для растений минеральные соединения почвы [3, 13].

Применение биофунгицидов является важным элементом органического земледелия. Высокая физиологическая и бактерицидная активность многих биопрепаратов выражается в низких концентрациях (5–50 мг/га), без вредного воздействия на почву и окружающую среду [4, 5, 8, 11].

Цель работы – определение эффективности применения биологических препаратов «Картофин» (на основе штамма *Bacillus subtilis* И5-12/23) и «БисолбиСан» (на основе штамма *Bacillus subtilis* ч-13) по таким показателям, как всхожесть клубней, рост и развитие растений, распространенность и развитие болезней на растениях, масса урожая и его товарность.

Методика исследований. Опыт по изучению биофунгицидов был заложен в условиях предгорной зоны Северного Кавказа, на экспериментальной базе Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства ВНЦ РАН (с. Михайловское) в 2018–2020 гг. Опыт осуществляли в соответствии со стандартными методиками [1, 14].

Площадь опытных делянок составляла 25 м² (100 растений), в четырехкратной повторности. Опрыскивание посадочных клубней изучаемыми препаратами проводили из расчета расхода рабочей жидкости (смесь воды и препарата) – 10 л на 1 т клубней. Опрыскивание в период вегетации картофеля из расчета расхода рабочей жидкости – 350–400 л на 1 га площади. В исследованиях использовали сорт картофеля Удача, раннего срока созревания. Сорт устойчив к раку картофеля (*Synchytrium endobioticum*), золотистой картофельной нематодой (*Globodera rostochiensis*), среднеустойчив к фитофторозу (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) ботвы и клубней.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный, подстилаемый галечником. Мощность гумусового горизонта составляет 40–50 см. Содержание гумуса в пахотном слое от 5,9 до 6,0 %. Содержание валовых форм питательных веществ: общего азота – 0,24–0,45, фосфора – 0,2–0,3, калия – 1,6–2,3 %. Содержание подвижных форм питательных веществ: легкогидролизуемого азота по Тюрину – Кононовой – 4–10 мг/100 г почвы, подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову соответственно – 5–14 и около 15 мг/100 г почвы. Черноземы выщелоченные находятся в зоне достаточного увлажнения, с годовым количеством осадков 650 мм, среднегодовая температура составляет 8,6 °С.

Предшественник – однолетние травы. Обработка почвы: дискование с последующей зяблевой вспашкой (ноябрь), культивация пахоты в два следа, предпосадочная нарезка гребней (март). Минеральные удобрения вносили осенью (сульфат калия 250–300 кг/га), весной в посадку (нитрофоску 400–450 кг/га). Уход за растениями: междурядные культивации, окучивание растений; химическое опрыскивание растений против вредителей инсектицидом Актара (д.в. тиаметоксам) – 60 г/га. Уборку картофеля проводили вручную.

Далее представлено описание биофунгицидов. Следует отметить, что изучаемые биофунгициды использовали в концентрациях, рекомендованных производителями.

«Картофин» (*Bacillus subtilis* И5-12/23) – биологический препарат, обладает высоким фунгистатическим действием, защищает растения картофеля от ризоктониоза, альтернариоза и фитофтороза в полевых условиях, а клубни нового урожая от сухой гнили в период хранения.

«БисолбиСан» (*Bacillus subtilis* ч-13) – биологический контактный фунгицид, защищает от широкого спектра возбудителей грибных и бактериальных заболеваний, оказывает защитное, регуляторное воздействие на растение. Повышает всхожесть и дружность прорастания семян. Индуцирует иммунитет растений к бактериальным и грибным болезням [2].

При применении препаратов учитывали метеорологические показатели. Предгорная зона Северного-Кавказа относительно увлажненная, умеренно жаркая, с гидротермическим коэффициентом 1,5. Количество осадков, выпадающих за год, в среднем составляет 630–670 мм.

В полевом опыте проводили испытания препаратов «Картофин» и «БисолбиСан» (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Препарат	Срок применения, норма расхода				
	обработка клубней перед посадкой	опрыскивание в фазу полные всходы	опрыскивание в фазу смыкание ботвы в рядах	опрыскивание в фазу бутонизации	1 опрыскивание в фазу конец цветения
Контроль	Без обработки				
«Картофин»	3 г/т (10 л/т)	5 г/га (400 л/га)	5 г/л (400 л/га)	5 г/л (400 л/га)	5 г/га (400 л/га) 2 л/га (400 л/га)
«БисолбиСан»	2 л/т (10 л/т)	2 л/га (400 л/га)	2 л/га (400 л/га)	2 л/га (400 л/га)	

Примечание: 3 г/т – расход препарата на 1 т клубней (10 л/т – расход рабочей жидкости на 1 т клубней).

Результаты исследований. Учеты появления всходов картофеля показали, что предпосадочная обработка семенных клубней биопрепаратами оказала положительное влияние на всхожесть, увеличив ее на 6,3 и 8,7 % по сравнению с контролем. Так, обработка клубней картофеля сорта Удача биопрепаратом «Картофин» повысила всхожесть, и на 16, 23 и 30-й дни она составила 53,8; 82,1 и 95,3 % растений, а в контроле 28,8; 59,8 и 72,1% (табл. 2). Результаты 2-го и 3-го учетов динамики всхожести подтвердили результаты первого учета.

**Влияние обработок картофеля биопрепаратами на динамику всходов, %
(в среднем за 2019–2020 гг.)**

Вариант	Удача					
	16-й день	отношение к контролю, %	23-й день	отношение к контролю, %	30-й день	отношение к контролю, %
Контроль	28,8	–	59,8	–	72,1	–
«БисолбиСан»	37,9	131,9	71,0	134,2	98,0	135,9
«Картофин»	47,1	163,5	80,3	118,7	95,0	131,7

Примечание: посадка картофеля 25–30 апреля, при прогреве почвы 18–22 °С.

Период цветения для картофеля является очень важным этапом в индивидуальном развитии (завершается формирование количества клубней, стеблей, отмечаются наибольшая масса ботвы и индекс листовой поверхности), поэтому в это время проводили измерения биометрических показателей. По ним можно прогнозировать величину урожайности, которая является интегральным фактором всех процессов (ростовых, физиолого-биохимических), протекающих в растениях картофеля.

Из данных, приведенных в табл. 3, следует, что использование «Бисолби Сан» не оказывало существенного влияния на количество основных стеблей, на количество клубней в гнезде по сравнению с контролем. Однако способствовало увеличению высоты картофельного куста на 6,9 см. Биопрепарат «Картофин» оказывал влияние на высоту растений, количество основных стеблей, стимулирующее действие на урожайность картофеля.

Таблица 3

**Влияние биопрепаратов на биометрические показатели картофеля
(в среднем за 2019–2020 гг.)**

Вариант	Число основных стеблей		Высота куста		Количество клубней(1 куст)		Масса клубней ботвы (1 куст)		Масса ботвы (1 куст)	
	шт.	отношение к контролю, %	см	отношение к контролю, %	шт.	отношение к контролю, %	г	отношение к контролю, %	г	отношение к контролю, %
Контроль	6,6	100,0	54,0	100,0	15,2	100	365,0	100,0	401,0	100,0
«БисолбиСан»	6,6	100,0	60,9	112,7	15,7	103,2	372,2	108,1	420,0	104,7
«Картофин»	7,0	106,0	73,1	135,3	17,5	115,1	428,3	117,3	384,5	95,8

Погодные условия 2020 г. способствовали значительному развитию фитофтороза на растениях картофеля (табл. 4). По результатам проведенного анализа отмечено ингибирующее влияние биопрепаратов «Картофин» и «БисолбиСан» на возбудителя этого заболевания. Снижение распространенности наблюдалось при применении обоих препаратов. Однако более высокий эффект получен при использовании «Картофина». Снижение распространенности болезни достигало 15,2 %, а при «БисолбиСан» 10,9 %. Наиболее высокая биологическая эффективность действия обоих биопрепаратов отмечена в отношении начальной стадии развития гриба *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. Его споры образуются при высокой влажности на мицелии, находящемся на стебле вблизи поверхности земли, что имело широкое распространение в агрометеорологических условиях 2020 г. Таким образом, эффективность биопрепаратов существенно снизила запас инфекции возбудителя в почве. К середине июля распространенность болезни в вариантах с биопрепаратами достигла 20,2–21,4 %, на контроле – 42,5 %.

Таблица 4

Влияние биофунгицидов на распространение и развитие фитофтороза на растениях картофеля, % (2020 г.)

Вариант	29.06		15.07		30.07	
	P	R	P	R	P	R
Контроль	17,3	4,1	42,5	18,1	58,0	19,3
«БисолбиСан»	13,2	0,2	21,4	9,7	47,1	13,3
«Картофин»	0,8	0,0	20,2	1,5	42,8	11,0

Примечание: P – степень распространенности, %; R – степень развития болезни, %.

Учеты общей урожайности в полевом опыте показали, что на сорте Удача все изучаемые биопрепараты положительно влияли на показатели урожайности по сравнению с контролем. Наиболее высокие значения отмечены на варианте с применением биопрепарата «БисолбиСан» – 38,4 т/га, в то время как в контроле – 33,4 т/га (прибавка к контролю 5 т/га), табл. 5.

Таблица 5

Влияние применения биопрепаратов на урожайность картофеля (2018–2020 гг.)

Вариант	2018 г.		2019 г.		2020 г.		Среднее	
	т/га	отношение к контролю, %	т/га	отношение к контролю, %	т/га	отношение к контролю, %	т/га	отношение к контролю, %
Контроль	28,2	100	18,9	100	23,5	100	23,4	100
«БисолбиСан»	29,2	104	24,7	131	27,3	116	28,2	116,0
«Картофин»	29,9	106	22,0	116	26,6	113	27,9	114,8
НСР _{0,5}	2,3		4,1		2,9			

Сельскохозяйственная практика показывает, что применение удобрений и биопрепаратов, кроме положительного влияния на урожай и качество продукции, может иметь и негативные последствия. К таковым относятся остатки пестицидов и нитратов. Нитриты в организме человека могут подвергаться метаболическим процессам, приводящим к образованию токсических веществ: например, метгемоглобина, блокирующего перенос кислорода крови, канцерогенных азотных нитросоединений – нитрозаминов [15]. Поэтому содержание нитратов в клубнях картофеля не должно превышать предельно допустимых концентраций. В настоящее время ПДК составляет для продовольственного картофеля 250 мг/кг, для кормового – 300 мг/кг. В наших исследованиях, в условиях Северной Осетии, использование биопрепаратов «Картофин» и «БисолбиСан» в рекомендованных дозах обеспечивало содержание нитратов ниже ПДК: по годам – 186–191 мг/кг.

Заключение. Применение биопрепаратов «Картофин» (*B. subtilis* И5-12/23) и «БисолбиСан» (*Bacillus subtilis* ч-13) в условиях предгорной зоны Северного Кавказа оказывало положительное влияние на всхожесть клубней картофеля, увеличив ее по сравнению с контролем на 6,3 и 8,7 %.

Доказана биологическая эффективность биопрепаратов против возбудителей грибковых болезней картофеля, в частности против *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. Снижение распространенности фитофтороза при использовании препарата «Картофин» достигало 15,2 %, а «БисолбиСан» – 10,9 %.

Учеты общей урожайности в полевом опыте показали, что на сорте Удача все изучаемые биопрепараты положительно влияли на показатели продуктивности по сравнению с контролем. Наиболее высокие показатели отмечены на варианте с применением биопрепарата «БисолбиСан» – 38,4 т/га, выше контрольного варианта на 20,5 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адиньяев Э. Д., Абасов А. А., Адаев Н. Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Владикавказ. 2013. 651 с.
- Азизбеян Р. Р. Эффективность применения спорообразующих бактерий при защите картофеля от болезней // Инновационные биотехнологии в странах Евразии: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. 2012. С. 54–55.
- Спорообразующие бактерии – продуценты биологических фунгицидов / Р. Р. Азизбеян [и др.] // Современные мировые тенденции в производстве и применении биологических и экологических малоопасных средств защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, 2012. С. 160–162.
- Phenotypic changes in potato plants under stress factors / S. S. Basiev et al. // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 2017. No.11. С. 2315–2318.
- Ван Мансвелт Я. Д., Темирбекова С. К. Особенности адаптивного развития экологического сельского хозяйства Западной Европы и России // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕЭС: материалы Междунар. науч.-практ. конф. М., 2015. № 1. – С. 250–263.
- Газданова И. О., Гериева Ф. Т., Моргоев Т. А. Эффективность применения Биостимуляторов «Эпин-Экстра» и «Циркон» на посадках картофеля в агроэкологических условиях РСО-Алания // Аграрный Вестник Урала 2020. № 8(199). С. 2–8.
- Особенности действия применения бактериальных удобрений и росторегулирующих веществ на продуктивность и биохимические показатели качества клубней картофеля в условиях Северного Кавказа / Ф. Т. Гериева [и др.] // Научная жизнь. 2019. № 7(95). С. 1107–1114.
- Подбор и оценка исходного материала в селекции картофеля на пригодность к переработке / А. С. Гайзатулин [и др.] // Картофель и овощи. 2020. № 7. С. 36–40.
- Гериева Ф. Т., Газданова И. О., Догузова Н. Н. Продуктивность и качественные показатели сортов картофеля в зависимости от применения биопрепаратов в условиях РСО-Алания // Горное сельское хозяйство. 2020. № 1. С. 76–81.

10. Зайцева Т. В. Использование биопрепаратов для контроля серебристой парши на картофеле // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 33–34.
11. Захаренко В. А., Новикова И. И., Бойкова И. В., Павлюшин В. А. Биологическая эффективность препаративных форм на основе микробов-антагонистов для защиты картофеля от болезней при вегетации и хранении // Вестник защиты растений. 2015. № 4(86). С. 12–19.
12. Likhnenko S. V., Zangieva F. T., Morgoev T. A., Bekmurzov B. V. Ways to increase the adaptability of potato varieties in the north Caucasus // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Ser. «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science» Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 22038.
13. Новикова И.И. Биологическое разнообразие микроорганизмов – основа для создания новых полифункциональных биопрепаратов для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Материалы 3-го Всерос. съезда по защите растений. 2013. С. 372–378.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 416.
15. Коршунов А. В. Агротехнические и кулинарные способы снижения содержания нитратов в клубнях картофеля // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. М., 2015. С. 74–79.

REFERENCES

1. Adinyaev E. D., Abaev A. A., Adaev N. L. Study guide for research in agronomy. Vladikavkaz; 2013. 651 p. (In Russ.).
2. Azizbekyan R. R. The effectiveness of the use of spore-forming bacteria in the protection of potatoes from diseases // Innovative biotechnologies in the EurAsEC countries: tez. reports of the international scientific-practical conference. 2012. P. 54–55. (In Russ.).
3. Spore-forming bacteria – producers of biological fungicides / R. R. Azizbekyan et al. // Modern world trends in the production and use of biological and ecological low-hazard plant protection products. Krasnodar; 2012. P. 160–162. (In Russ.).
4. Phenotypic changes in potato plants under stress factors / S. S. Basiev et al. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;9(11): 2315–2318. (In Russ.).
5. Van Mansvelt Y. D., Temirbekova S. K. Features of the adaptive development of ecological agriculture in Western Europe and Russia // Fundamental and applied research in bioorganic agriculture in Russia, the CIS and the EEC. International scientific and practical conference. Moscow. 2015;(1):250–263. (In Russ.).
6. Gazdanova I. O., Gerieva F. T., Morgoev T. A. Efficiency of Application of Biostimulants “Epin-Extra” And “Zircon” On Planting Potatoes In Agroecological Conditions of North Ossetia-Alania. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;8(199):2–8. (In Russ.).
7. Features of the effect of the use of bacterial fertilizers and growth-regulating substances on the productivity and biochemical quality indicators of potato tubers in the North Caucasus / F. T. Gerieva et al. *Scientific life*. 2019;7(95):1107–1114. (In Russ.).
8. Selection and evaluation of starting material in potato breeding for suitability for processing / A. S. Gayzatulin et al. *Potatoes and vegetables*. 2020;(7):36–40. (In Russ.).
9. Gerieva F. T., Gazdanova I. O., Doguzova N. N. Productivity and quality indicators of potato varieties depending on the use of biological products in the RNO-Alania. *Mountain agriculture*. 2020;(1):76–81. (In Russ.).
10. Zaitseva T. V. The use of biological products for the control of silver scab on potatoes. *Plant protection and quarantine*. 2014;(8):33–34. (In Russ.).
11. Zakharenko V. A., Novikova I. I., Boykova I. V., Pavlyushin V. A. Biological effectiveness of preparative forms based on microBovantagonists for protecting potatoes from diseases during vegetation and storage. *Bulletin of plant protection*. 2015;4(86): 12–19. (In Russ.).
12. Likhnenko S.V., Zangieva F.T., Morgoev T.A., Bekmurzov B. V. Ways to increase the adaptability of potato varieties in the north Caucasus // In the collection: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Ser. “IOP Conference Series: Earth and Environmental Science” Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 22038. (In Russ.).
13. Novikova I. I. Biological diversity of microorganisms – the basis for the creation of new multifunctional biological products for phytosanitary optimization of agroecosystems // Materials of the 3rd All-Russian Congress on Plant Protection. 2013. P. 372–378. (In Russ.).
14. Dospikhov B. A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat; 1985. 416 p. (In Russ.).
15. Korshunov A. V. Agrotechnical and culinary methods of reducing the content of nitrates in potato tubers // Potato growing: history of development and results of scientific research on potato culture: collection of scientific papers. M. 2015. P. 74–79. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 21.04.2021; одобрена после рецензирования 17.05.2021; принята к публикации 21.05.2021.
The article was submitted 21.04.2021; approved after reviewing 17.05.2021; accepted for publication 21.05.2021.