



DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-4-501-507

EDN: LDMWUJ

УДК 631.147:632.4:633.491


Научная статья / Research article

## Оценка эффективности биопрепаратов для контроля наиболее значимых микозов на посадках картофеля

Е.Н. Пакина<sup>1</sup>  , С.И. Шкуркин<sup>2</sup> , М.Т. Мухина<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,  
г. Москва, Российская Федерация

 e-pakina@yandex.ru

**Аннотация.** Опыты по сравнительной оценке эффективности биологических препаратов Метабактерин, СП на основе действующего вещества *Methylobacterium extorquens* NVD ВКМ В-2879D + Валидамицина *Streptomyces hygroscopicus* subsp. «*limoneus*» ВКПМ АС-1966 + *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2918 ИПМ 215 и Витаплан на основе *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D + *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2605D для контроля наиболее значимых грибных болезней проводились на посадках селекционной линии картофеля в Зерноградском районе Ростовской области. Установлено, что препарат Метабактерин, СП в норме расхода 80 г/га оказался наиболее эффективным для контроля альтернариоза, фитофтороза, фузариоза и ризоктониоза на картофеле, при этом период защитного действия препарата против этих грибных болезней составил от 19 до 27 дней. Отмечено, что данная норма расхода Метабактерина, СП обеспечила максимальную прибавку урожайности картофеля.

**Ключевые слова:** альтернариоз, фитофтороз, фузариоз, ризоктониоз, Метабактерин, Витаплан

**Заявление о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Препарат был представлен для научных исследований с целью проведения дальнейших регистрационных испытаний.

**Финансирование. Благодарности.** Публикация подготовлена при поддержке Минобрнауки России (проект FSSF-2023–0015).

**История статьи:** поступила в редакцию 20 октября 2023 г., принята к публикации 15 ноября 2023 г.

**Для цитирования:** Пакина Е.Н., Шкуркин С.И., Мухина М.Т. Оценка эффективности биопрепаратов для контроля наиболее значимых микозов на посадках картофеля // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 4. С. 501—507. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-501-507

© Пакина Е.Н., Шкуркин С.И., Мухина М.Т., 2023




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

## Effectiveness of biological products for control of the most significant mycoses on potato crops

Elena N. Pakina<sup>1</sup>  , Sergey I. Shkurkin<sup>1</sup> , Maria T. Mukhina<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Moscow, Russian Federation

 e-pakina@yandex.ru

**Abstract.** Experiments on comparative assessment of effectiveness of bioagents to control the most significant fungal diseases were carried out on crops of potato breeding line in the Zernograd district, Rostov region. Biofungicide Metabakterin, WP based on *Methylobacterium extorquens* NVD VKM B-2879D + Validamycin *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *limoneus* VKPM AC-1966 + *Bacillus subtilis* VKPM B-2918 IPM 215 and biofungicide Vitaplan based on *Bacillus subtilis*, strain VKM-B-2604D + *Bacillus subtilis*, strain VKM-B-2605D were studied in the research. The results showed that Metabakterin, WP at the rate of 80 g/ha was the most effective for control of early blight, late blight, fusarium dry rot and rhizoctonia canker on potatoes, while protection period of the biofungicide against these fungal diseases ranged from 19 to 27 days. It was noted that application rate of 80 g/ha of Metabakterin, WP provided the maximum increase in potato yield.

**Key words:** early blight, late blight, fusarium dry rot, rhizoctonia canker, Metabakterin, Vitaplan

**Conflicts of interest:** The authors declared no conflicts of interest. The biofungicide was submitted for scientific research to conduct further registration trials.

**Funding.** The publication was prepared with the support of the Russian Ministry of Education and Science (project no. FSSF-2023–0015).

**Article history:** Received: 20 October 2023. Accepted: 15 November 2023.

**For citation:** Pakina EN, Shkurkin SI, Mukhina MT. Effectiveness of biological products for control of the most significant mycoses on potato crops. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(4): 501–507. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-501-507

### Введение

Картофель занимает одно из первых мест среди сельскохозяйственных культур по сбору сухого вещества с единицы площади, при этом его клубни являются универсальным продуктом, основным источником витамина С. Значение картофеля как одной из основных продовольственных культур РФ трудно переоценить, среднегодовой объем потребления данной культуры только на продовольственные цели оценивается в 15 млн т. Однако большая доля рынка сегодня занята сортами иностранной селекции, особенно это касается семенного посадочного материала, что является серьезным вызовом продовольственной безопасности страны, в связи с чем согласно плану Минсельхоза РФ к 2025 г. половина семенного картофеля должна быть российского производства. Среди задач современной селекции кар-

тофеля, помимо создания высокопродуктивных сортов с высокими вкусовыми качествами, в программе семеноводства обозначена обязательная адаптивность сортов к биотическим и абиотическим факторам среды при возделывании в различных природно-климатических условиях [1, 2].

Проблема адаптации посадочного материала, полученного *in vitro*, к условиям открытого грунта заключается не только в успешной приживаемости растений, но и в их способности противостоять стрессу, вызываемому комплексом вторичных фитопатогенов, среди которых наиболее вредоносны для картофеля альтернариоз, фитофтороз, фузариоз и ризоктониоз<sup>1</sup> [3–6]. Химические фунгициды, традиционно используемые для контроля патогенной микробиоты, часто создают дополнительный стресс для молодых растений [7, 8], при этом для сохранения хозяйственно-ценных признаков культуры, особенно на селекционных посевах, предпочтительно использовать нехимические методы контроля фитопатогенов для снижения пестицидной нагрузки на растения и улучшения физиолого-биохимических показателей конечной продукции [2, 9, 10].

**Цель исследования** — оценка эффективности препаратов Метабактерин, СП и Витаплан для контроля альтернариоза, фитофтороза, фузариоза, ризоктониоза на посадках селекционной линии картофеля и их влияния на формирование урожайности культуры.

## Материалы и методы исследования

В практике контроля микозов на картофеле из числа нехимических препаратов наиболее часто применяется Витаплан на основе *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D + *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2605D в рекомендованной норме расхода 20 г/га. Витаплан наряду с Метабактерином, СП на основе действующего вещества *Methylobacterium extorquens* NVD ВКМ В-2879D + Валидамицина *Streptomyces hygrosopicus* subsp. «*limoneus*» ВКПМ АС-1966 + *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2918 ИПМ 215 использовался нами при отработке системы контроля наиболее значимых болезней на картофеле в условиях открытого грунта.

Исследования по оценке эффективности препаратов Метабактерин, СП и Витаплан проводили на посадках селекционной линии картофеля в Зерноградском районе Ростовской области на четырех опытных делянках размером 25 м<sup>2</sup> с последовательным расположением в четырехкратной повторности в соответствии с Методическими указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве<sup>2</sup>.

Предпосадочную обработку клубней препаратом Метабактерин, СП на основе действующего вещества *Methylobacterium extorquens* NVD ВКМ В-2879D + Валидамицина *Streptomyces hygrosopicus* subsp. «*limoneus*» ВКПМ АС-1966 + *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2918 ИПМ 215 с концентрацией

<sup>1</sup> Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: методическое пособие. СПб, 2011. 70 с.

<sup>2</sup> Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб.: ВИЗР. 2009. 378 с.

титра не менее  $10^{10}$  КОЕ/г + 0,5 г/кг + титр не менее  $10^{10}$  КОЕ/г проводили из расчета 15 г/т и 20 г/т. Последующие обработки по вегетирующим растениям проводили трехкратным опрыскиванием в период вегетации после появления 2–4 настоящих листьев и далее с интервалом между обработками в 12–14 дней из расчета 40+40+40 г/га и 80+80+80 г/га. Предпосадочная обработка клубней препаратом Витаплан титр  $10^{10}$  +  $10^{10}$  КОЕ/г *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D + *Bacillus subtilis*, штамм ВКМ-В-2605D проводилась из расчета 20 г/т с последующей трехкратной обработкой по вегетирующим растениям после появления 2–4 настоящих листьев и далее с интервалом между обработками в 12–14 дней из расчета 20+20+20 г/га. Обработку препаратами проводили с использованием ранцевого помпового опрыскивателя «Жук Оптима» с расходом рабочей жидкости 300 л/га (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта по оценке эффективности препарата Метабактерин, СП

№ варианта	Препарат	Норма расхода
1	Метабактерин, СП	15 г/т + (40 + 40 + 40 г/га)
2	Метабактерин, СП	20 г/т + (80 + 80 + 80 г/га)
3	Витаплан титр $10^{10}$ + $10^{10}$ КОЕ/г <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2604D + <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D	20 г/т + (20 + 20 г/га)
4	Контроль (без обработки)	–

Уборку урожая картофеля осуществляли вручную с 10 кустов с 3 рядков каждой учетной делянки. Статистическому анализу подвергали полученные результаты полевых опытов, а также данные урожая с применением программного средства MS Excel.

## Результаты исследования и обсуждение

На посадках картофеля среди грибных заболеваний были отмечены альтернариоз (*Alternaria sp.*), фитофтороз (*Phytophthora sp.*), фузариоз (*Fusarium sp.*) и ризоктониоз (*Rhizoctonia sp.*), типичные для культуры микозы<sup>1</sup> [2, 4, 5, 8, 11–14]. Биологическая эффективность препарата Метабактерин, СП в норме расхода 40 г/га против альтернариоза была на уровне 78,1 %. При этом с повышением нормы расхода до 80 г/га его эффективность повысилась до 81,2 %. Препарат Витаплан в норме расхода 20 г/га контролировал развитие альтернариоза на 77,5 %. В состав Метабактерина, СП помимо бактерии *Bacillus subtilis*, являющейся основным активным компонентом препарата Витаплан, входят также *Methylobacterium extorquens* и *Streptomyces hygrosopicus* subsp., что обеспечивает более высокую эффективность препарата. Комплекс из двух родов бактерий и актиномицета способны в большей степени подавлять фитопатогенную микробиоту, чем монокомпонентные биопрепараты.

Для контроля фитофтороза испытанный препарат Метабактерин, СП в норме расхода 40 г/га показал эффективность 73,2 %, увеличение нормы расхода до 80 г/га

способствовало повышению эффективности до 80,3 %. При этом эффективность Витаплана в норме расхода 20 г/га оказалась на уровне 71,8 %.

При эффективности в 69,3 % против фузариоза при норме расхода 40 г/га препарат Метабактерин, СП оказался близок к Витаплану в норме расхода 20 г/га с эффективностью в 68,2 %. Повышение нормы расхода до 80 г/га не привело к существенному увеличению эффективности, составив 70,2 %.

При контроле ризоктониоза препарат Метабактерин, СП в норме расхода 40 г/га показал эффективность 67,3...68,2 %, что оказалось ниже, чем у препарата Витаплан в норме расхода 20 г/га при эффективности 68,4...69,38 %. При повышении нормы расхода до 80 г/га эффективность Метабактерина, СП увеличилась до 71,4...73,2 %. (табл. 2 и 3).

Прибавка урожая, полученная в варианте с препаратом Метабактерин, СП, в норме расхода 40 г/га составила 10,9 %, повышение нормы расхода до 80 г/га обеспечило прибавку урожая в 13,9 %, при использовании препарата Витаплан урожайность увеличилась на 11,7 % по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 2

### Эффективность препарата Метабактерин, СП против альтернариоза, фитофтороза, фузариоза на селекционной линии картофеля, Ростовская область, 2023 г.

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Кратность обработок	Даты обработок: 5 и 27 мая; 10 и 24 июня													
			Альтернариоз						Фитофтороз				Фузариоз			
			05.06		15.06.		25.06.		15.06.		25.06.		25.06.		05.07	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
Метабактерин, СП (15 г/т + (40+40+40 г/га))	40 г/га	4	6,8	63,8	9,4	62,8	7,6	78,1	4,2	66,9	5,6	73,2	6,2	70,9	9,3	69,3
Метабактерин, СП (20 г/т + (80+80+80 г/га))	80 г/га	4	5,6	70,2	8,0	68,4	6,5	81,2	2,4	81,1	4,1	80,3	5,5	74,2	9,0	70,2
Витаплан титр 10 <sup>10</sup> + 10 <sup>10</sup> КОЕ/г <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2604D + <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D	20 г/га	4	5,8	69,1	8,3	67,2	7,8	77,5	3,6	71,6	5,9	71,8	6,1	71,4	9,6	68,2
Контроль (без обработки)	–	–	18,8	–	25,3	–	34,6	–	12,7	–	20,9	–	21,3	–	30,2	–

Таблица 3

**Эффективность препарата Метабактерин, СП против ризоктониоза на селекционной линии картофеля, Ростовская область, 2023 г.**

Вариант опыта	Норма расхода препарата, л/га	Кратность обработок	Даты обработок: 5 и 27 мая; 10 и 24 июня			
			Ризоктониоз			
			25.06		05.07	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
Метабактерин, СП (15г/т + (40+40+40 г/га))	40 г/га	4	6,4	67,3	10,7	68,2
Метабактерин, СП (20 г/т + (80+80+80 г/га))	80 г/га	4	5,6	71,4	9,0	73,2
Витаплан титр 10 <sup>10</sup> + 10 <sup>10</sup> КОЕ/г <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2604D+ <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D	20 г/га	4	6,2	68,4	10,3	69,3
Контроль (без обработки)	–	–	19,6	–	33,6	–

Таблица 4

**Урожайность селекционной линии картофеля при использовании препарата Метабактерин, СП (Ростовская область, 2023 г.)**

Варианты опыта	Урожайность по повторностям, т/га				Средняя урожайность	
	1	2	3	4	т/га	% к контролю
Метабактерин, СП (15г/т + (40+40+40 г/га))	25,0	25,8	25,8	25,9	25,6	110,9
Метабактерин, СП (20 г/т + (80+80+80 г/га))	23,9	27,2	28,4	25,8	26,3	113,9
Витаплан титр 10 <sup>10</sup> + 10 <sup>10</sup> КОЕ/г <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2604D+ <i>Bacillus subtilis</i> , штамм ВКМ-В-2605D	23,8	25,5	27,8	26,1	25,8	111,7
Контроль (без обработки)	20,0	23,1	24,5	24,8	23,1	100
НСР(05)% = 2,59						

### Заключение

Результаты опытного сравнения эффективности препаратов Метабактерин, СП и Витаплан для контроля альтернариоза, фитофтороза, фузариоза, ризоктониоза на посадках селекционной линии картофеля и их влияния на формирование урожайности культуры привели к выводам:

- 1) использование биофунгицида Метабактерин, СП в норме расхода 80 г/га обеспечивает максимальную прибавку урожая картофеля;
- 2) период защитного действия биофунгицида Метабактерин, СП составляет: против альтернариоза — 19, фитофтороза — 22, фузариоза — 21, ризоктониоза — 27 дней;

3) благодаря поликомпонентному составу препарат Метабактерин, СП в норме расхода 80 г/га наиболее эффективен для контроля альтернариоза, фитофтороза, фузариоза и ризоктониоза на картофеле.

### Список литературы

1. Зейрук В.Н., Глѣз В.М. Подготовка семенного материала и посадка картофеля // Защита и карантин растений. 2010. № 2. С. 61–63.
2. Osipov V, Zhevorra S., Yanushkina N. Efficiency of potato production: analysis of variation and differentiation of regions of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science electronic resource. 2019. P. 012060. doi: 10.1088/1755-1315/274/1/012060
3. Ганнибал Ф.Б. Виды рода *Alternaria*, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. № 6. С. 374–385.
4. Bradshaw N.J. Report of the fungicide sub-group: Discussion of potato early and late blight fungicides, their properties & characteristics and harmonised protocols for evaluating these // PPO-Special Report. 2007. № 12. P. 107.111.
5. Elansky S.N., Pobedinskaya M.A., Kokaeva L. Yu., Statsyuk N.V., Alexandrova A.V. Molecular identification of the species composition of Russian isolates of pathogens, causing early blight of potato and tomato // PPO-Special Report. 2012. № 15. P. 151–156.
6. Анисимов Б.В., Зебрин С.Н., Зейрук В.Н. Сухие и мокрые гнили клубней и их контроль в семеноводстве картофеля // Защита и карантин растений. 2017. № 5. С. 30–35.
7. Власенко Н.Г., Бокина И.Г. Экологизация защиты растений в условиях интенсификации // Главный агроном. 2018. № 9. С. 7–10.
8. Abbas M.F., Naz F., Irshad G. Important fungal diseases of potato and their management — A brief review // Mycopath. 2013. № 11. P. 45–50.
9. Надькита В.Д. Основные результаты исследований ВНИИБЗР в области биологической защиты растений // Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Современные мировые тенденции в производстве и применении биологических и экологически малоопасных средств защиты растений». Краснодар, 2012. С. 20–22.
10. Павлюшин В.А. Биологизация защиты растений — необходимое условие для развития растениеводства // Главный агроном. 2018. № 7. С. 6–9.
11. Черемисин А.И. Эффективность применения средств защиты при выращивании семенного картофеля // Картофелеводство: сб. Минск, 2007. С. 379–384.
12. Халаева В.И., Волчкевич И.Г., Середа Г.М., Конопацкая М.В. Эффективность фунгицидов для защиты картофеля от фитофтороза // Защита растений: сборник научных трудов. Минск, 2020. Вып. 44. С. 115–124.
13. Özer G., Bayraktar H. Characterization and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia* spp. recovered from potato plants in Bolu, Turkey // Journal of Phytopathology. 2015. № 163(1). P. 11–18.
14. Widmark A.K., Andersson B., Cassel-Lundhagen A., Sandström M., Yuen J.E. *Phytophthora infestans* in a single field in southwest Sweden early in spring: symptoms, spatial distribution and genotypic variation // Plant Pathology. 2007. Vol. 56. № 4. P. 473–579. doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.01618.x

#### Об авторах:

Пакина Елена Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор агробиотехнологического департамента аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2; e-mail: e-pakina@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-7653-2386

Шкуркин Сергей Иванович — кандидат юридических наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 а; e-mail: elgen@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-0734-1234

Мухина Мария Тимофеевна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 а; e-mail: mtmasm@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7155-4247