

УДК 633.491 : 631.559

EDN OFAXCJ

DOI 10.71453/3034-4174-2025-3-29



ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «ФЛАВОБАКТЕРИН» НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Соболева Ольга Михайловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и вирусологии^{1,2}

Пузикова Алена Игоревна, научный сотрудник¹

¹Кузбасский государственный университет имени В.Н. Полецкова, Кемерово, Россия

²Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия

Аннотация. Картофель благодаря своим адаптивности, урожайности и питательным свойствам, а также как важный компонент диверсифицированных систем земледелия уже давно помогает снизить уровень продовольственной незащищенности и способствует повышению доходов домашних хозяйств во времена кризиса и современного роста численности населения. Также среди актуальных вопросов и вызовов в отрасли картофелеводства называют устойчивое и экологически чистое производство. Подобный уровень безопасности и качества может быть достигнут при использовании микробиологических удобрений и биологических препаратов, одним из которых и является препарат «Флавобактерин». Целью данной исследовательской работы является изучение влияния препарата «Флавобактерин» на урожайность и качество товарных клубней картофеля. В эксперимент включены 3 сорта отечественной селекции: *Любава*, *Бронницкий* и *Вдохновение*. Отмечено положительное влияние биологического препарата «Флавобактерин» на резистентность растений картофеля изучаемых сортов к фитофторозу. Картофель сорта *Бронницкий* на варианте обработки биологическим препаратом продемонстрировал наивысшую устойчивость ботвы и наименьшую степень поражения фитофторозом по всем срокам изучения инфекции – 9 баллов. Наиболее высокая урожайность зафиксирована для картофеля сорта

Бронницкий при обработке биопрепаратором – 38,6 ц/га с товарностью 92%. По содержанию крахмала выделился сорт Бронницкий, вариант с использованием изучаемого биопрепарата – 17,8%, приближающийся к техническим сортам. Самое низкое содержание крахмала в клубнях отмечено у сорта Любава на контролльном варианте и составило 14,2%.

Ключевые слова: картофель, микробиологические удобрения, Флавобактерин, урожайность картофеля, качество клубней.

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZER «FLAVOBACTERIN» ON YIELD AND QUALITY OF POTATOES

Soboleva Olga M., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Virology^{1,2}

Puzikova Alena I., Research Officer¹

¹Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

²Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Kemerovo, Russia

Abstract. Potatoes, due to their adaptability, yield and nutritional properties, and as an important component of diversified farming systems, have long helped reduce food insecurity and help improve household incomes in times of crisis and modern population growth. Among the important current issues and challenges in the potato industry, sustainable and environmentally friendly production is named among the main problems. A similar level of safety and quality can be achieved when using microbiological fertilizers and biological preparations, one of which is the drug «Flavobacterin». The purpose of the work is to study the nature of the effect of the drug «Flavobacterin» on the yield and quality of marketable potato tubers. The experiment included 3 varieties of domestic selection: Lyubava, Bronnitsky and Inspiration. A positive effect of the biological preparation «Flavobacterin» on the resistance of potato plants of the studied varieties to late blight was noted. Potato variety Bronnitsky, when treated with a biological preparation, demonstrated the highest resistance of tops and the lowest degree of late blight damage over all periods of studying the infection - 9 points. The highest yield was recorded for potatoes of the Bronnitsky variety when treated with a biological product – 38,6 c/ha with a marketability of 92%. In terms of starch content, the Bronnitsky variety stood out, the variant using the studied biological

product – 17,8%, approaching the technical varieties. The lowest starch content in tubers was observed in the Lyubava variety in the control variant and amounted to 14,2%.

Keywords: potatoes, microbiological fertilizers, Flavobacterin, yield potatoes, tuber quality.

Введение

В настоящее время объем мирового производства картофеля составляет 366 миллионов тонн [1]. Эта культура по значимости занимает четвёртое место в мире после кукурузы, риса и пшеницы [2]. В России традиционно высокими остаются как объемы выращивания картофеля, так и уровень потребления его на душу населения – эта культура по-прежнему остается вторым хлебом на столе россиян.

Кемеровская область находится в числе регионов-лидеров в отрасли картофелеводства России: занимает 7-е место по размеру площадей и 9-е – по объемам сборов [3], в Кузбассе посевные площади, занятые картофелем, растут [4].

Важнейшим резервом повышения урожайности картофеля сегодня является эффективная борьба с болезнями и вредителями. Мировые потери от них составляют около трети от валового сбора [5]. В последние годы регистрируется ухудшение фитосанитарной обстановки в местах традиционного возделывания картофеля [6]. Это происходит за счет того, что возрастают вредоносность большинства уже известных фитопатогенных организмов, к уже изученным добавляются новые, более агрессивные, штаммы и расы возбудителей болезней [7]. Не секрет, что усиливаются патогенные свойства возбудителя и такого вредоносного заболевания картофеля, как фитофтороз [8]. Признаки заболевания отмечаются теперь на месяц раньше обычного срока и не зависят от группы скороспелости. Начальные симптомы заболевания часто стали появляться на верхней части растения (стеблевая форма), что сделало болезнь ещё более вредоносной [9], так как гибель функционально активных тканей сильно снижает продуктивность [10] и негативно отражается на качестве товарных клубней.

На ухудшение фитосанитарной ситуации и в попытке сохранить урожай, сельхозтоваропроизводители реагируют увеличением кратности химических обработок. А это ведёт, помимо роста себестоимости картофеля, к

угрожающему обострению экологической обстановки вследствие загрязнения ядохимикатами готовой продукции и биосфера в целом. Для улучшения экологической обстановки одной из неотложных мер является разработка нехимических методов защиты растений и, естественно, картофеля от вредных биообъектов.

В связи с вышесказанным поставлена цель – изучить влияние микробиологического удобрения «Флавобактерин» на урожайность и качество товарных клубней картофеля.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2024 г. в условиях лесостепной зоны Кемеровской области на базе Кузбасского ГАУ. Почва опытного участка – чернозёмная среднемощная малогумусовая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса (по И. В. Тюрину), составило 6,56–7,18 %, валового азота (по Й. Кельдалю) – 0,15–0,31 %, фосфора – 0,18–0,23 % и калия – 1,24–1,32%, Рн солевой вытяжки – 5,76. Анализ почвенных образцов проводился согласно следующим стандартам: ГОСТ Р53381-2009 «Почвы и грунты»; ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества»; ГОСТ Р58596-2019 «Методы определения общего азота»; ГОСТ Р54650-2011 «Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО»; ГОСТ 26210-91 «Определение обменного калия по методу Масловой»; ГОСТ Р53380-2009 «Почвы и грунты. Технические условия. Плотность почвы». В основу исследований положена Методика проведения научных исследований, учетов и наблюдений по культуре картофеля, разработанная в Федеральном исследовательском центре картофеля им. А.Г. Лорха (2020).

В опыте применялась агротехника, общепринятая для региона. Посадка проводилась клубнями 50–80 г во второй декаде мая с глубиной заделки 6–8 см. Схема посадки на гребневой поверхности 75 x 30 см². Фунгициды и гербициды не применялись. В исследовании схема севооборота картофеля представлена в виде «чистый пар – картофель – зерновые культуры (пшеница, ячмень)». Удобрения под картофель не вносились. Ботву скашивали за неделю до уборки. Уборка проводилась вручную, с применением подкапывающей скобы. Картофель после уборки сортировали и закладывали на хранение.

Полевые опыты проводили в 4-кратной повторности на опытных делянках общей площадью 25 м² в соответствии со схемой опыта и рандомизированным размещением опытных вариантов. Способ предпосевной обработки клубней включал яровизацию.

В опыте исследовались перспективные по региону сорта отечественной селекции.

– Раннеспелый сорт *Любава* устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным ВНИИ фитопатологии, восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза.

– Среднеспелый сорт *Бронницкий* умеренно устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, устойчив к раку, патотип I; восприимчив к золотистой картофельной нематоде (R01).

– Среднепоздний сорт картофеля *Вдохновение* устойчив к возбудителю рака и золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным ВНИИ фитопатологии, умеренно восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза.

В нашей работе исследовалось воздействие микробиологического удобрения «Флавобактерин» (ООО «Биофабрика», г. Кузнецк Пензенской области) на основе штамма ассоциативных азотфиксаторов – антагонистов почвенных фитопатогенных микроорганизмов. Обработка проводилась перед посадкой клубней. Клубни обрабатывали с учетом нормы расхода, рекомендованной производителем, – 0,6 кг на гектарную норму посевного материала.

Учёт грибных болезней (фитофтороз) в поле проводился по методике апробации посевов картофеля в общепринятые сроки. В НИЛ «АгроЭкология» Кузбасского ГАУ определяли: содержание сухого вещества – согласно ГОСТу 28561-90, крахмал – по ГОСТу 7194-81. Качество картофеля оценивали на основе ГОСТа 7176-2017 «Картофель продовольственный. Технические условия» и ГОСТа 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества». Редуцирующие сахара определяли сразу после уборки по ГОСТу 8756.13-87.

Результаты

Исследование на зараженность растений картофеля мы проводили в период вегетации, а при уборке определяли заболеваемость клубней. В эксперименте зафиксированы заболевания растений ризоктониозом, фузариозным увяданием, ранней сухой пятнистостью. У картофеля наблюдалась разная степень проявления заболеваний, которые зависели от погодных условий и от сортовых особенностей. В период уборки клубни поражала мокрая гниль, ризоктониоз, парша обыкновенная.

В ходе исследования определено, что общая заболеваемость растений сорта *Любава* в фазу начала бутонизации равна 90%. Аналогичная тенденция по зараженности растений в период вегетации наблюдалась и для других сортов.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений картофеля. Всходы были отмечены в одинаковые сроки у всех изучаемых сортов. Самое раннее начало бутонизации было зафиксировано на образцах сорта *Любава*, самое позднее – на образцах сортов *Бронницкий* и *Вдохновение*. Продолжительность вегетационного периода составила для сорта *Любава* 73–74 дня, для сорта *Бронницкий* – 96–97 дней, для сорта *Вдохновение* – 100 дней. По данным научных исследований, эти сроки составляют 70–86, 90–100 и 95–110 дней соответственно. Разницы между изучаемыми вариантами эксперимента по длине вегетационного периода и фенологическим fazam не выявлено.

В таблице 1 отражены результаты определения степени поражения растений картофеля фитофторозом. В качестве общей тенденции можно отметить, что за 2 недели до уборки у растений степень распространения инфекции усиливается, по сравнению с периодом бутонизации и массового цветения. Как правило, резкого ухудшения не происходит. В нашем эксперименте по каждому варианту степень поражения увеличивалась на 1–2 балла. Исключением является только сорт *Бронницкий*, показавший на варианте обработки биологическим препаратом наивысшую устойчивость ботвы и наименьшую степень поражения по всем срокам изучения инфекции – 9 баллов.

Варианты картофеля с обработкой биопрепаратором демонстрируют схожую тенденцию – их состояние лучше, а устойчивость выше, по сравнению с контрольным вариантом. Это можно объяснить улучшенным азотным питанием опытных растений, по сравнению с контрольной группой. Как

известно, азотная подкормка положительно сказывается на иммунитете растений. Также, несомненно, выделяющиеся активным рабочим штаммом антибиотические компоненты вносят свой вклад в сопротивляемость растений фитопатогенному грибу. Пораженность клубней составила 2 балла на контроле для всех сортов, через месяц после хранения она, как правило, увеличивалась.

Таблица 1
Пораженность листьев и клубней картофеля фитофторозом, балл

Название сорта	Вариант обработки	Степень поражения листьев		Устойчивость ботвы	Пораженность клубней	
		Первый срок	Второй срок		В день уборки	Через месяц хранения
Любава	контроль	7	5	5	2	3
	Флавобактерин	8	7	7	1	2
Бронницкий	контроль	8	7	7	2	3
	Флавобактерин	9	9	9	0	1
Вдохновение	контроль	8	7	7	2	3
	Флавобактерин	9	8	8	1	1

По устойчивости ботвы необходимо отметить картофель сорта *Бронницкий* (опытный вариант с обработкой биопрепаратором). Для него зафиксирована очень высокая устойчивость. Высокая устойчивость ботвы к фитофторозу (8 баллов) также отмечается для опытного варианта картофеля сорта *Вдохновение*. Среднеустойчивой была ботва картофеля сорта *Любава* на контролльном варианте – 5 баллов. Остальные образцы растений отнесены к категории «относительно устойчивые».

Наиболее высокую урожайность при обработке биопрепаратором демонстрирует сорт картофеля *Бронницкий* – 38,6 т/га с товарностью 92% (табл. 2). При этом разница с контролем составила 23,72%. Наименьшую разницу с контрольной группой обнаружили у сорта *Любава*, она составила 6,82%. Наиболее сильно использование биопрепарата сказалось на урожайности картофеля сорта *Вдохновение* – прибавка к первоначальному уровню составила 27,14%. Ни один из изучаемых сортов не достиг максимально заявленных значений урожайности, которая составляет: для

сорта *Любава* – 28,8–40,0 т/га, для сорта *Бронницкий* – 30,0–54,0 т/га, для сорта *Вдохновение* – 17,7–27,8 т/га. Мы предполагаем, данный факт можно объяснить тем, что для картофеля складывались не самые благоприятные условия развития. Наши данные подтверждают ранее полученные результаты, свидетельствующие о положительном влиянии препарата «Флавобактерин» на урожайность картофеля [11], в том числе и в засушливых условиях [12].

Что касается товарности, то полученные данные согласуются с характеристиками сорта и находятся на нижней границе описываемых показателей. Применение биопрепарата «Флавобактерин» позволило увеличить выход товарных клубней с единицы посевых площадей.

Таблица 2
Урожайность и товарность картофеля

Название сорта	Вариант обработки	Урожайность, т/га	Товарность, %
<i>Любава</i>	контроль	26,4	81
	Флавобактерин	28,2	92
<i>Бронницкий</i>	контроль	31,2	86
	Флавобактерин	38,6	92
<i>Вдохновение</i>	контроль	19,9	81
	Флавобактерин	25,3	93
<i>HCP₀₅</i>		2,18	3,13

Наиболее высокое содержание сухого вещества (табл. 3) отмечено у среднеспелого и среднепозднего сортов – от 23,1% до 27,9%, в то время как у раннеспелого этот показатель составляет от 21,5 до 22,9%. Применение биопрепарата «Флавобактерин» привело к усиленному синтезу веществ клубня и увеличению сухого вещества в нем.

Редуцирующие сахара определяют цвет готового продукта в процессе обжаривания картофеля, что имеет важное технологическое значение для переработки картофеля [13]. Некоторые сорта способны накапливать к уборке больше редуцирующих сахаров, некоторые – меньше [14]. А.В. Коршунов отмечает, что сорта, относящиеся к раннеспелому типу, ко времени уборки способны накопить большое количество редуцирующих сахаров. В отличие от

них, позднеспелые в момент уборки содержат меньшее их количество [15]. Наши данные подтверждают эти выводы (табл. 3).

Таблица 3
Биохимические показатели товарности клубней картофеля, %

Название сорта	Вариант обработки	Сухое вещество	Содержание редуцирующих сахаров	Содержание крахмала
Любава	контроль	21,5	0,52	14,2
	Флавобактерин	22,9	0,55	14,5
Бронницкий	контроль	23,6	0,44	16,1
	Флавобактерин	27,9	0,47	17,8
Вдохновение	контроль	23,1	0,28	13,9
	Флавобактерин	27,6	0,29	15,9
HCP ₀₅		0,21	0,17	0,16

По содержанию крахмала выделился сорт *Бронницкий*, вариант с использованием изучаемого биопрепарата, – 17,8%, приближающийся к техническим сортам. Самое низкое содержание крахмала в клубнях отмечено у сорта *Любава* на контрольном варианте и составило 14,2%.

Использование биопрепарата «Флавобактерин» привело к увеличению содержания крахмала относительно контрольной группы на 2,1% у сорта *Любава*, на 10,6% – у сорта *Бронницкий* и на 14,4% – у сорта *Вдохновение*, что согласуется с данными других ученых [16]. Зарегистрированные нами в эксперименте показатели соответствуют сортовым характеристикам: по сортам эти значения составляют 11,2–16,9; 16,0–18,0 и 13,3–16,1 % соответственно. Это свидетельствует, что условия произрастания отвечают требованиям сорта.

Заключение

Использование биологического препарата «Флавобактерин» на основе антагонистических штаммов бактерий привело к увеличению сопротивляемости растений изучаемых сортов картофеля к фитофторозу за счет уменьшения поражений листьев и клубней, а также увеличения устойчивости ботвы. Итогом стало также повышение продуктивности кустов,

увеличение товарности полученных клубней, а также повышение их биологической и пищевой ценности.

Список источников

1. Sustainable management of sweet potatoes: A review on practices, strategies, and opportunities in nutrition-sensitive agriculture, energy security, and quality of life / D. Tedesco [et al.] // Agricultural Systems. 2023. Vol. 210. P. 103693. DOI: 10.1016/j.agrsy.2023.103693
2. Climate change impacts on global potato yields: a review / Adekanmbi T. [et al.] // Environmental Research: Climate. 2024. Vol. 3, № 1. P. 012001. DOI:10.1088/2752-5295/ad0e13
3. Characteristics of organically grown compared to conventionally grown potato and the processed products: A review / K. Djaman [et al.] // Sustainability. 2021. Vol. 13, № 11. P. 6289. DOI:10.3390/su13116289
4. Оценка состояния производства картофеля в Кемеровской области – Кузбассе / Е. П. Кондратенко [и др.] // Инновационные решения в АПК. 2024. № 3(3). С. 37–53. URL: <https://agricultur.ru/journal/4>.
5. Wang, W., Long, Y. A review of biocontrol agents in controlling late blight of potatoes and tomatoes caused by *Phytophthora infestans* and the underlying mechanisms // Pest Management Science. 2023. Vol. 79, № 12. Pp. 4715–4725. DOI 10.1002/ps.7706
6. Etherton, B. A. et al. Disaster plant pathology: Smart solutions for threats to global plant health from natural and human-driven disasters // Phytopathology. 2024. Vol. 114, № 5. Pp. 855–868. DOI:10.1094/PHYTO-03-24-0079-FI
7. Impact of Emerging Pathogens in Crop Production / S. Oraon [et al.] // Microbiology Research Journal International. 2024. Vol. 34, № 7. Pp. 80–92. DOI:10.1094/PHYTO-03-24-0079-FI
8. Дзедаев, Х.Т., Газданова, И.О., Бекмурзов, Б.В. Биологическая борьба с фитофторозом картофеля, вызываемым *Phytophthora infestans* // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 9. С. 2–10. DOI 10.32417/1997-4868-2023-23-09-2-10. EDN: HRYFZP.
9. Huang, C.C., Liew, E.C.Y., Wan, J.S.H. Modelling the displacement and coexistence of clonal lineages of *Phytophthora infestans* through revisiting past outbreaks // Plant Pathology. 2024. Vol. 73, № 4. Pp. 924–936. DOI:10.1111/ppa.13862
10. Химическая защита картофеля от грибных болезней с учетом устойчивости сорта / В.А. Барков [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-

Востока. 2023. Vol. 24, № 3. Pp. 389–398. EDN PLOOSN. DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.3.389-398

11. Особенности воздействия микробиологического препарата «Флавобактерин» на урожайность и качество клубней картофеля сорта Удача / Кожемяков А.П. [и др.] // Аграрная наука. 2024. № 4. С. 94–100. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-381-4-94-100>.
12. Курсакова, В.С., Чернецова, Н.В. Оценка влияния препаратов diazotrophic bacteria на формирование урожайности картофеля в степной зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (232). С. 5–10.
13. Impact of the Temperature Reconditioning of Cold-Stored Potatoes on the Color of Potato Chips and French Fries / Gikundi E. N. [et al.] // Foods. 2024. Vol. 13, № 5. Р. 652. DOI: 10.3390/foods13050652
14. Оценка клубней сортов картофеля на содержание редуцирующих сахаров и лежкость / Д.И. Волков [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1(57). С. 5–13. DOI 10.24412/1999-6837-2021-1-5-13. EDN YZYJHN.
15. Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А.В. Коршунова. Москва: ВНИИКХ, 2001. С. 27–37.
16. Влияние погодных условий, компоста и биопрепаратов на урожайность и качество картофеля / В. Б. Минин [и др.] // АгроЭкоИнженерия. 2024. № 3 (120). С. 45–64. DOI 10.24412/2713-2641-2024-3120-45-64. EDN TZARZV.