

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ, КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РИЗОСФЕРЫ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ**

**А.И. Черемисин, к.с.-х.н., Н.Н. Шулико, к.с.-х.н., З.А. Золотарева,
ФГБНУ «Омский АНЦ»**

644012, Россия, г. Омск, пр-т Королева, 26, shuliko-n@mail.ru

*Представлены результаты испытания препаратов биологического происхождения, созданных на основе штаммов бактерий *Arthrobacter mysores*, *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas fluorescens*. Наряду с биопрепаратами применяли обработку клубней жидким комплексным минеральным удобрением Агрис Форсаж. Инокуляцию клубней штаммами бактерий проводили непосредственно перед посадкой в питомнике суперэлиты среднеспелого сорта Хозяюшка. Установлено, что применение биопрепаратов комплексного действия положительно влияло на продуктивность и товарность урожая. Наибольшая эффективность отмечена при предпосадочной обработке клубней биопрепаратами Мизорин и штаммами ПГ-5, 17-1, МФ-1. Получена прибавка урожая от 3,6 т/га при обработке штаммом МФ-1 до максимальной в варианте с обработкой клубней штаммом ПГ-5 – 5,9 т/га, что составляет 15-25% дополнительной продукции к контролю. Установлено положительное влияние биопрепаратов на увеличение коэффициента размножения и выход клубней семенной фракции до 6,4-6,8 шт/куст в вариантах с обработкой препаратами Мизорин, штаммами МФ-1, ПГ-5. По всем изучаемым препаратам семенная фракция в урожае составляла от 51 до 63,4%. Использование биопрепаратов Флавобактерин, Мизорин, штамма 17-1 позволило снизить количество поражённых грибными заболеваниями клубней с 2,5% на контроле до 0,95% в варианте с обработкой клубней Флавобактерином. На численность микроорганизмов в ризосфере клубней картофеля в 2019-2021 г. применение бактериальных и комплекса минеральных удобрений оказало положительное влияние, отмечено увеличение агрономически ценных групп микрофлоры до 188% по отношению к контролю.*

Ключевые слова: картофель, биопрепараты, грибные болезни, качество семенного картофеля, урожайность, почвенные микроорганизмы.

Для цитирования: Черемисин А.И., Шулико Н.Н., Золотарева З.А. Формирование урожая, качество семенного картофеля и биологические свойства ризосферы при применении биопрепаратов// Плодородие. – 2023. – №3. – С. 67-70. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.17.

Современная концепция совершенствования защиты сельскохозяйственных культур направлена на максимальную экологизацию, снижение объемов применения дорогостоящих пестицидов, конструирование высокопродуктивных агроэкосистем, при одновременном повышении механизмов саморегуляции и обогащении полевых агроценозов полезными компонентами биоты, а также на максимальное использование агротехнических приемов, ограничивающих развитие вредных организмов [1, 2]. Наряду с минеральными удобрениями в сельскохозяйственном производстве применяют биопрепараты с различной направленностью действия, в том числе на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий, обитающих в ризосфере растений [3].

Исследованиями отдела картофеля ФГБНУ «Омский АНЦ» в полевых опытах в предыдущие годы установлено положительное влияние биопрепаратов комплексного действия на урожайность, товарность и снижение заболеваемости клубней картофеля в посадках с раннеспелым сортом Алена [4]. Аналогичные результаты по уменьшению пораженности клубней картофеля ризоктониозом, паршой обыкновенной получены в исследованиях российских и зарубежных ученых при обработке различными природными биопрепаратами [5, 6].

В современном земледелии наиболее экономически выгодно использовать бактериальные удобрения, позволяющие регулировать питание растений и получать

экологически безопасную продукцию. Биопрепараты обладают комплексным положительным воздействием на сельскохозяйственные растения – фунгицидными, инсектицидными и стимулирующими свойствами, не оказывают токсического влияния на почву и растения [7].

Установлено положительное влияние микробных препаратов на плодородие почв, увеличение продуктивности возделываемых культур при более низких дозах минеральных удобрений, что позволяет снизить агрохимическую нагрузку на растения, не вызывая загрязнений внешней среды и продукции [8, 9].

Цель исследований – изучить влияние биопрепаратов на основе штаммов бактерий на качество клубней картофеля, урожайность, их антифунгальные свойства по снижению заболеваемости культуры и биологические свойства ризосферы.

Научная новизна исследований – получены новые данные по эффективности приема биологизации (применение биопрепаратов ассоциативных диазотрофов комплексного действия) в условиях южной лесостепи Западной Сибири в посадках картофеля, определены их антифунгальные свойства, исследована микрофлора ризосферы.

Методика. Опыты заложены в лесостепи Омской области, исследования проводились в 2019-2021 г. Почва – лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосугли-

нистая, реакция среды – нейтральная, содержание гумуса 6,5% по Тюрину, обеспеченность подвижным фосфором – средняя (100-130 мг/кг), подвижным калием – высокая 300-350 мг/кг (по Чирикову).

Объектом исследований был среднеспелый сорт картофеля Хозяюшка. Инокуляцию клубней штаммами бактерий проводили непосредственно перед посадкой. Для бактеризации клубней картофеля использовали биопрепараты ассоциативных diaзотрофов производства Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИ-ИСХМ, Санкт-Петербург, г. Пушкин) – Флавобактерин, Мизорин, штаммы ПГ-5, МФ-1, 17-1. Мизорин создан на основе штамма *Arthrobacter mysores*, Флавобактерин – на основе *Flavobacterium sp.*, препараты ПГ-5 и 17-1 относятся к группе экстрасол на основе *Pseudomonas fluorescens*. Кроме того, для сравнения с биопрепаратами применяли обработку клубней жидким комплексным минеральным удобрением Агрис Форсаж с содержанием N – 3,8%, P₂O₅ – 3, K₂O – 3, S – 3% с микроэлементами Fe, Mn, B, Cu, Mo, Co.

Учет болезней проводили по методике Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства (ВНИИКХ) [10]. Поражаемость клубней паршой и ризоктонией оценивали по шкале: 0 – клубни здоровые; 1 – клубни слабо поражены (склерозии и язвы парши встречаются единично); 2 – клубни средне поражены (склерозий и язв парши не более 10); 3 – клубни сильно поражены (более 10-12 склерозий и язв парши). Число клубней в каждой группе умножается на произведение соответствующих баллов и сумма делится на количество проанализированных клубней. Полученное число выражает средний показатель поражения болезнями.

Численность микроорганизмов в ризосфере картофеля определяли на твердых питательных средах по общепринятой методике [11].

Погодные условия 2019 г. по общему количеству осадков за май-сентябрь и летним температурам в основном соответствовали среднесезонным значениям. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) за май-август составил 0,99 при норме 1,01. В июне количество осадков превысило норму на 40%, что помогло растениям пережить засуху во 2-3-й декадах июля. Средняя температура вегетационного периода составила 16,5°C при норме 16,7°C, а сумма осадков за май-август 93,7% от нормы.

Вегетационный период 2020 г. характеризовался дефицитом влаги в июле (65% от нормы) и превышением среднесезонных значений температуры в июне-июле на 1,6-2,4°C. ГТК за май-август составил 0,7, что характеризует засушливость вегетационного периода.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. отличались засушливостью в первой половине лета (ГТК=0,7). Наиболее благоприятным по температурным условиям и количеству выпавших осадков был август, что способствовало росту и созреванию картофеля.

Различия периодов вегетации растений 2019 и 2021 г. по тепло- и влагообеспеченности обусловили разницу в урожайности культуры и численности определяемых групп почвенных микроорганизмов.

Результаты и их обсуждение. Структурный анализ урожая свидетельствует об эффективности применении микробных препаратов на основе штаммов бактерий

при проведении предпосевной обработки клубней картофеля среднеспелого сорта Хозяюшка.

Продуктивность урожая в вариантах с обработкой клубней препаратами на основе штаммов бактерий ПГ-5, 17-1 и Мизорин увеличивалась по отношению к контролю в диапазоне от 130 до 160 г. Получена прибавка урожая от 3,6 т/га при обработке штаммом МФ-1 до максимальной в варианте с обработкой клубней штаммом ПГ-5 – 5,9 т/га, что составляет 15-25% дополнительной продукции к контролю. На уровне биопрепарата штамма МФ-1 была прибавка урожайности картофеля при внесении комплексного минерального удобрения Форсаж. Учеными Кабардино-Балкарской Республики также были проведены полевые исследования по выявлению эффективности применения биопрепаратов, установлена аналогичная тенденция к повышению урожайности клубней картофеля от изучаемого агроприема на 22,6-26,3% в зависимости от сорта [12].

Выявлено положительное влияние применения бактериальных и комплекса минеральных удобрений на среднюю массу клубня и количество клубней картофеля. Показатели варьировали (табл. 1).

1. Влияние биопрепаратов на продуктивность и урожайность клубней картофеля сорта Хозяюшка (в среднем за 2019-2021 г.)

Вариант	Средняя масса 1 клубня, г	Число клубней на 1 куст	Продуктивность, г/куст	Урожайность	Прибавка
				т/га	
Контроль	56,7	10,2	580	23,6	-
Флавобактерин	55,8	10,4	580	23,6	-
Мизорин	61,7	11,5	710	28,0	4,4
Штамм ПГ-5	58,3	12,7	740	29,5	5,9
Штамм МФ-1	67,3	10,4	700	27,2	3,6
Штамм 17-1	63,6	11,6	715	28,1	4,5
Форсаж	62,7	11,0	690	27,2	3,6
НСР ₀₅	9,8	0,65	71	2,2	

Следует отметить, что в 2021 г. эффективность действия биопрепаратов оказалась более низкой (ввиду экстремально засушливых условий в первой половине лета), чем в предыдущие годы. Количество клубней с куста и урожайность были на уровне контрольного варианта.

Максимальное число семенных клубней сформировалось в вариантах с обработкой препаратами Мизорин, штаммами МФ-1, ПГ-5. По всем изучаемым препаратам семенная фракция в урожае составляла от 51 до 63,4%. Важным показателем, характеризующим сорт, так же является товарность урожая, к которой относятся клубни диаметром более 28 мм. По этому показателю в наибольшей степени выделились варианты с применением бактериальных и комплексного минерального удобрений, отмечено увеличение от 10 до 42% по отношению к контролю (табл. 2).

2. Фракционный состав клубней картофеля сорта Хозяюшка (в среднем за 2019-2021 г.)

Вариант	Число клубней на 1 куст				Семенных, %
	≤28 мм	28-55 мм	≥55 мм	всего	
Контроль	3,2	4,8	2,0	10,0	48,0
Флавобактерин	3,0	5,3	2,1	10,4	51,0
Мизорин	2,0	6,5	3,0	11,5	56,5
Штамм ПГ-5	2,2	6,4	3,8	12,4	51,6
Штамм МФ-1	1,8	6,8	1,8	10,4	63,4
Штамм 17-1	1,5	5,8	3,9	11,2	51,7
Форсаж	2,3	6,1	2,6	11,0	55,5
НСР ₀₅	0,15	0,52	0,20	0,65	

В связи с тем, что в опытах использовали семенной материал, оздоровленный методом верхушечной меристемы, бактериальных болезней не выявлено. Не отмечалось так же и визуального проявления вирусных болезней.

Обработка клубней биопрепаратами снизила поражаемость наиболее распространенными в регионе болезнями: ризоктониозом и паршой обыкновенной. Случаев проявления поражения растений фитофторозом в 2019-2021 г. не отмечалось по всем вариантам опыта (табл. 3).

3. Распространенность грибных болезней на клубнях картофеля сорта Хозяюшка (в среднем за 2019-2021 г.)

Вариант	Количество пораженных клубней болезнями, %			Общие потери при хранении, %
	ризоктониоз	парша	фитофтороз	
Контроль	2,50	1,60	0,0	5,5
Флавобактерин	0,90	1,10	0,0	5,2
Мизорин	1,35	1,25	0,0	4,6
Штамм 17-1	1,28	0,85	0,0	4,5
Штамм ПГ-5	1,42	1,08	0,0	4,3
Штамм МФ	1,60	1,20	0,0	4,8
Форсаж	1,90	1,35	0,0	4,4

В 2021 г. отмечалось небольшое поражение клубней картофеля фитофторозом (до 0,3%), при полном отсутствии проявления признаков заболевания на вегетативной массе растений.

Клубневой анализ, проведенный после уборки опытного участка показал, что применение бактериальных препаратов не только оказывает стимулирующее воздействие на растения, но и используется в качестве средства биологической борьбы с грибными заболеваниями.

Установлено, что бактериализация клубней биопрепаратами на основе штаммов бактерий в 0,3 – 1,7 раза снижала пораженность наиболее вредоносным и распространенным в Сибири заболеванием – ризоктониозом.

При однократном применении биопрепаратов и фунгицидов при обработке клубней перед посадкой отмечалось снижение развития и распространенности грибных болезней перед уборкой. На клубнях, обработанных биопрепаратами, склерозии ризоктонии занимали до 1/10 поверхности клубня. Отмечена положительная тенденция к снижению степени поражения клубней по этому патогену с 2,5 до 0,90%. Сопоставимые результаты получены и по другому грибному заболеванию – парше обыкновенной. Исследования показали, что заболеваемость клубней картофеля паршой обыкновенной после предпосевной инокуляции биопрепаратами снижалась. Применение Штамма 17-1 позволило снизить количество пораженных клубней грибными болезнями практически в 2 раза. При использовании других удобрений наблюдалась аналогичная тенденция к снижению заболевания в несколько меньшей степени.

Результаты микробиологических исследований (2019-2021 г.), проведенные для установления изменений биологических свойств ризосферы клубней картофеля при применении бактериальных и комплекса минеральных удобрений, свидетельствуют об их положительном влиянии на количество агрономически важных групп микроорганизмов. В зависимости от штамма инокулянта

количество аммонифицирующих бактерий выросло на 48-93%, амиллолитических бактерий – на 78-146, олигонитрофилов – на 72,6-188, фосфатмобилизирующих – на 15-82% в сравнении с контрольным вариантом. Общая численность микроорганизмов ризосферы клубней картофеля в вариантах с бактериализацией превышала контрольный в 2 и более раз.

Заключение. Обработка семенных клубней микробиологическими препаратами на основе штаммов бактерий МФ-1, ПГ-5, 17-1 обеспечила получение прибавки урожая 3,6-5,9 т/га по отношению к контролю. Применение препаратов комплексного действия, в том числе микробных, для инокуляции клубней картофеля способствовало снижению поражения ризоктониозом с 2,5% на контроле до 0,90% в варианте с обработкой клубней Флавобактерином. Применение Штамма 17-1 позволило снизить количество пораженных клубней грибными болезнями практически в 2 раза, при использовании других удобрений наблюдалась аналогичная тенденция.

На численность микроорганизмов в ризосфере картофеля применение бактериальных и комплекса минеральных удобрений оказало положительное влияние, отмечено увеличение агрономически ценных групп микрофлоры до 188% по отношению к контролю.

Литература

1. Микробные препараты на основе эндофитных и ризобактерий, которые перспективны для повышения продуктивности и эффективности использования минеральных удобрений у ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и овощных культур / В. К. Чеботарь, А. Н. Заплаткин, А. В. Щербаков [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 3. – С. 335-342.
2. Оптимизация полевых севооборотов и структуры использования пашни при возделывании яровой пшеницы в Омской области / Л. В. Юшкевич, В. В. Чибис, А. Г. Щитов [и др.]. – Омск : ИП Макшеева Е.А., 2020. – 43 с.
3. Влияние биопрепаратов комплексного действия на биологическую активность ризосферы и урожайность картофеля / А. И. Черемисин, О. Ф. Хамова, Н. Н. Шулико, Е. В. Тукмачева // Плодородие. – 2021. – № 6. – С. 66-68.
4. Хамова, О.Ф. Эффективность применения биопрепаратов комплексного действия при возделывании сортов картофеля в условиях Южной лесостепи Западной Сибири / О. Ф. Хамова, А. И. Черемисин, Н. В. Дергачева // Агрохимия. – 2016. – № 9. – С. 33-38.
5. Ряховская, Н. И. Эффективность биофунгицидов против ризоктониоза на картофеле в условиях Камчатского края / Н. И. Ряховская, В. В. Гайнатулина, М. А. Макарова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 25-27.
6. Mazur S., Kurzawińska H., Nawrocki J. and NADZIĄKIEWICZ M. / Природные агенты, ограничивающие болезни на коже картофеля // Bulg. J. Agric. Sci. – 2016. – С. №22. – 458-464.
7. Okon, Y., Kapulnik, Y. Development and function of Azospirillum-inoculated roots. Plant Soil 90, 3 – 16 (1986).
8. Эффективность применения эндофитных биопрепаратов и азотного удобрения / А. А. Алферов, Л. С. Чернова, А. А. Завалин, В. К. Чеботарь // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 5. – С. 21-24.
9. Оценка эффективности действия азотного удобрения при использовании ризогрифа на яровой пшенице / А. А. Алферов, Л. С. Чернова, Н. Я. Шмырева, А. А. Завалин // Плодородие. – 2016. – № 6. – С. 4-6.
10. Tenner E.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
11. Симаков Е.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е.А. Симаков, Н.П. Складорова, И.М. Яшина. – М.: ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 70 с.
12. Ханиева И.М., Магомедов К.Г., Бозиев А.Л., Бугров Р.Р., Абидова Г.Х. Влияние применения биопрепаратов на продуктивность и качество картофеля в условиях горной зоны КБР// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 112-116.

CROP FORMATION, QUALITY OF SEED POTATOES AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE RHIZOSPHERE WHEN USING BIOLOGICAL PRODUCTS

Cheremisin A.I., PhD of agricultural sc., Shuliko N.N., PhD of agricultural sc., Solotareva Z.A.

FSBT Omsk agricultural research center, 644012, Russia,

Omsk, Pr. Korolev's 26, e-mail: shuliko-n@mail.ru

The results of testing of preparations of biological origin based on strains of bacteria *Arthrobacter mysores*, *Flavobacterium* sp., *Pseudomonas fluorescens* are presented. Along with biological preparations, tubers were treated with the liquid complex mineral fertilizer Agris Forsage. Bacterization of tubers with bacterial strains was carried out immediately before planting in the nursery of the super elite of the medium-ripened variety Hostess. It was found that the use of complex biological products had a positive effect on the productivity and marketability of the crop. The greatest efficiency was observed during pre-planting treatment of tubers with Mizorin biologics and PG-5, 17-1 strains. An increase in yield was obtained: from 3,6 t/ha when treated with the MF-1 strain to the maximum in the variant with the treatment of tubers with the PG-5 strain – 5,9 t/ha, which is 15-25% of additional products to control. The positive effect of biologics on the increase in the multiplication coefficient and the yield of tubers of the seed fraction up to 6,4 – 6,8 pcs/bush in variants with treatment with Mizorin preparations, MF-1, PG-5 strains has been established. For all the studied preparations, the seed fraction in the crop ranged from 51 to 63,4%. The use of biological preparations *Flavobacterin*, *Mizorin*, strain 17-1 allowed to reduce the number of tubers affected by fungal diseases from 2,5% in the control to 0,95 in the variant with the treatment of tubers with *Flavobacterin*. The number of microorganisms in the potato rhizosphere in 2019-2021 was positively influenced by the use of bacterial and complex mineral fertilizers, an increase in agronomically valuable groups of microflora was noted to 188% relative to the control.

Keywords: potatoes, biological products, soil microorganisms, fungal diseases, quality of seed potatoes, yield.

ВАРИАНТЫ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОМЕТА И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Г.Ю. Рабинович, д.б.н., Н.В. Фомичева, к.б.н.,

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,

119017, г. Москва, Пыжевский переулок, д. 7, строение 2,

E-mail: nvfomi@mail.ru

Представлены три варианта получения биоудобрения БиГуЭм ферментацией торфопометной смеси с использованием различных стимуляторов: калий-натрий виннокислый (БиГуЭм-1), марганец уксуснокислый (БиГуЭм-2) и магний уксуснокислый (БиГуЭм-3). По ряду показателей (окислительно-восстановительный коэффициент, коэффициент минерализации, содержание макроэлементов) установлено, что магний уксуснокислый способствовал более активному преобразованию ферментируемой смеси. Апробацию биоудобрений проводили в течение 2017-2019 г. на агрополигоне ВНИИМЗ (Тверская обл.) при выращивании картофеля сорта Скарб. Биоудобрения вносили локально при посадке картофеля из расчета 4 т/га. Все виды БиГуЭм способствовали получению прибавки урожая до 42 %. БиГуЭм-3 обеспечивал формирование максимального урожая – 23,3 т/га (в среднем за 3 года). Применение БиГуЭм-3 в отдельные годы способствовало статистически значимому снижению нитратов в клубнях картофеля (на 14-16 %) и увеличению содержания крахмала (на 1,6 % (абс.)) по сравнению с контрольным вариантом без удобрений.

Ключевые слова: ферментация, стимуляторы, биоудобрение, БиГуЭм, коэффициент минерализации, окислительно-восстановительный коэффициент, картофель, урожай, нитраты, крахмал.

Для цитирования: Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В. Варианты нового биоудобрения на основе помета и их эффективность при возделывании картофеля// Плодородие. – 2023. – №3. – С. 70-74. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.18.

Производство картофеля относится к ведущим отраслям растениеводства в Российской Федерации, продукционная способность которого определяется и регулируется как созданием благоприятных режимов возделывания (пищевым, водным-воздушным, световым, тепловым), так и путем научно обоснованного применения минеральных и органических удобрений, биоудобрений, мелиорантов, препаратов, стимуляторов роста. Все сорта картофеля богаты крахмалом, белковыми компонентами, клетчаткой, сахарами, жирами, минеральными солями, витаминами, определяющими в целом его питательную либо кормовую ценность.

По данным [5], основные площади посадок картофеля в РФ расположены в центральных и северо-западных областях европейской части страны – в Нечерноземной и

лесостепной зонах, наиболее благоприятных для его возделывания. Для картофеля характерны высокие требования к почвенным условиям, что определяется физиологическими особенностями его онтогенеза, прежде всего, слабо развитой корневой системой, и ее повышенными потребностями в элементах питания, а также в кислороде в период интенсивного клубнеобразования.

Возросший спрос на экологичную сельскохозяйственную продукцию, в том числе на картофель, диктует новые правила сельхозтоваропроизводителям, которые все больше отдают предпочтение полифункциональным биоудобрениям и препаратам, являющимся фактически безопасной альтернативой минеральных удобрений и средств защиты растений. Одним из перспективных и признанных направлений в данной отрасли является ис-