

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 26.01.2024; одобрена после рецензирования 20.06.2024;
принята к публикации 06.09.2024.
The article was submitted 26.01.2024; approved after reviewing 20.06.2024; accepted for publication 06.09.2024.

Научная статья

УДК 635.21:631.87

DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_13-20

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ «АЗОТОВИТ» И «ФОСФАТОВИТ» НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТЫХ СРЕДНЕСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Иудин Владимир Андреевич, Бортник Татьяна Юрьевна ✉

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉ agrohim@udsau.ru

Аннотация. Рассматривается влияние биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» на урожайность картофеля при возделывании на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья. Цель исследований – изучить эффективность различных способов использования данных биологических удобрений при выращивании картофеля. В ходе полевых двухфакторных опытов, проведенных в 2019–2023 гг., изучались варианты применения «Азотовита» и «Фосфатовита»: обработка клубней перед посадкой и обработка клубней в сочетании с поливом в фазу бутонизации. Результаты исследований показали, что применение биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» оказывает положительное влияние на урожайность картофеля. Достоверное увеличение урожайности в среднем по годам исследований от применения «Азотовита» составило 5,8 т/га, от «Фосфатовита» – 4,8 т/га. Наиболее эффективным способом использования в ходе исследований оказалось применение «Азотовита» при обработке клубней и поливе в фазу бутонизации, что дало прибавку урожайности 13,6 т/га в условиях 2020 г. Выход товарных клубней также находился в зависимости от применения биологических удобрений; увеличение этого показателя в среднем от применения «Азотовита» для обработки клубней составило 6,5 %, а от «Фосфатовита» – только 1,8 %. В целом применение «Азотовита» и «Фосфатовита» обособленно друг от друга приводило к регулярному достоверному увеличению товарной урожайности на 3,2–17,1 т/га. Применение смеси препаратов исключительно для обработки клубней достоверно уменьшало товарную урожайность. Полив в фазу бутонизации демонстрировал в среднем достоверный прирост на 3,2–13,6 т/га в зависимости от препарата. Выявлена тенденция к повышению коэффициента размножения, выхода продовольственной и семенной фракции под влиянием применения биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит».

Ключевые слова: картофель, биологические удобрения, «Азотовит», «Фосфатовит», общая урожайность, товарная урожайность.

Для цитирования: Иудин В. А., Бортник Т. Ю. Влияние биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» на урожайность картофеля при возделывании на дерново-среднеподзолистых среднесуглинистых почвах Среднего Предуралья // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3(79). С. 13-20. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_13-20.

Актуальность исследований. Картофель является ключевой культурой в сельском хозяйстве многих стран. Благодаря своим питательным свойствам, уникальному вкусу и многообразию сортов картофель занимает почетное место в рационе питания людей по всему

миру. Эта культура также играет важную роль в экономике, обеспечивая рабочие места и внося значительный вклад в валовую продукцию сельского хозяйства.

Картофелеводство продолжает развиваться, стремясь улучшить урожайность, качество

и устойчивость культуры к болезням и вредителям. Современные методы и технологии, такие как селекция сортов, использование удобрений [8], управление водой и интегрированная защита растений, играют ключевую роль в оптимизации процесса выращивания картофеля и обеспечении стабильного урожая.

В условиях современной экологической и экономической обстановки важным аспектом развития технологий возделывания является экологизация, снижение пестицидной нагрузки, уменьшение себестоимости продукции, повышение эффективности использования посевных площадей.

Одним из способов достижения данных целей и задач является применение биологических удобрений. Сегодня существует множество работ, доказывающих эффективность такого подхода на различных культурах [2, 10, 16, 17].

Производитель биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» – ООО «Промышленные инновации», основано в 2004 г. За время выпуска удобрений их состав менялся, по этой причине результаты более старых исследований могут являться нерелевантными. В наших исследованиях на картофеле применялись удобрения, содержащие бактерии *Beijerinckia fluminensis* и *Paenibacillus mucilaginosus*. Эффективность данных бактерий при выращивании различных культур показана во многих отечественных и иностранных научных трудах. Так, например, применение *B. fluminensis* приводило к увеличению массы и длины корней риса, улучшению обеспеченности растений цинком, повышению засухоустойчивости мягкой пшеницы, повышению урожайности озимой пшеницы [13, 15, 16, 17].

Также проводились исследования эффектов от применения «Азотовита» и «Фосфатовита» непосредственно на картофеле, например, в работе И. С. Питюриной наблюдается увеличение урожайности при использовании «Азотовита» на сорте Ред Скарлетт 1,4 т/га [7]. В работе Л. С. Федотовой с соавторами получена прибавка урожайности в пределах 0,6...4,9 т/га в зависимости от микробиологического удобрения, сезона и применения минеральных удобрений [12]. В условиях Удмуртской Республики применение данных биологических удобрений при выращивании картофеля ранее не изучалось.

Цель исследований – изучить эффективность различных способов использования биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» при выращивании картофеля на дерново-подзолистых почвах.

Задачи исследований:

- 1) выявить влияние биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» на общую и товарную урожайность картофеля;
- 2) дать оценку эффективности различных способов применения биологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит».

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели в 2019, 2020, 2022 и 2023 гг. были проведены мелкоделаяночные полевые двухфакторные опыты согласно методике проведения полевого опыта [5] и по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Фактор А – удобрение	Фактор В – способ применения
1. Вода (контроль)	1. Обработка клубней
	2. Обработка клубней + полив в фазу бутонизации
2. «Азотовит»	1. Обработка клубней
	2. Обработка клубней + полив в фазу бутонизации
3. «Фосфатовит»	1. Обработка клубней
	2. Обработка клубней + полив в фазу бутонизации
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	1. Обработка клубней
	2. Обработка клубней + полив в фазу бутонизации

Расход рабочего раствора для предпосадочной обработки клубней 10 л/т (рабочий раствор 50 мл удобрения/л). Контроль – обработка водой. Полив в фазу бутонизации при междурядной обработке с расходом рабочего раствора 0,33 м³/га (рабочий раствор 6 мл удобрения/л) осуществлялся вручную. Такой способ внесения удобрений изучался для условий фермерского хозяйства, где внедряется система капельного орошения при возделывании картофеля. Площадь делянки 6 м². Повторность четырехкратная. Была внесена азофоска в дозе N₆₀P₆₀K₆₀; доза определена по зональным рекомендациям с учетом обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия для получения уровня урожайности 25–30 т/га. Технология возделывания картофеля в опыте общепринятая для условий Удмуртской Республики. Сорт картофеля – Ред Скарлетт.

Анализ исходного почвенного образца до закладки полевых опытов проведен по следующим методикам: определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 54650-2011); определение гидrolитической кислот-

ности по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-2021); приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО (ГОСТ 27821-88); определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена (ГОСТ 28268-89).

Условия проведения исследований. Исследования проводились на территории Воткинского района Удмуртской Республики. Агрохимический анализ почв представлен в таблице 2. Во всех полевых опытах почвы дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые на покровных суглинках.

Таблица 2 – Агрохимические показатели почв опытных участков

Год проведения исследований	Гумус, %	pH _{KCl}	S	H _T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			ммоль/100 г почвы			по Кирсанову, мг/кг почвы	
2019	2,10	5,56	14,9	2,35	78,4	374	100
2020	2,15	5,69	18,9	1,98	90,5	312	141
2022	1,97	5,65	16,4	2,14	82,8	233	147
2023	-	5,96	-	-	-	258	207

В 2019–2020 и 2023 гг. почва характеризовалась очень высокой, а в 2022 г. – высокой обеспеченностью подвижным фосфором. В 2019 г. – средней, в 2020 и 2022 гг. – повышенной, а в 2023 г. – высокой обеспеченностью подвижным калием. Реакция среды во все годы наблюдений была близкой к нейтральной.

Результаты исследований. В условиях Удмуртской Республики количество осадков и температурный режим играют важную, если не ключевую роль в формировании урожайности. Метеоусловия всех лет наблюдений сильно отличались друг от друга, в таблице 3 приведены гидротермические коэффициенты и суммы активных температур за период наблюдений.

Таблица 3 – Агроклиматические показатели

Год	ГТК	Сумма активных температур
2019	1,18	2305
2020	0,72	2564
2022	0,69	2646
2023	0,4	2830

Как показывают данные таблицы 3, сумма активных температур всегда превышала необходимую для выращивания картофеля [6].

По гидротермическому коэффициенту условия 2019 г. характеризуются как слабо засушливые, 2020 г. – засушливые, 2022 г. – очень засушливые, 2023 г. – сухие [9].

В течение четырех лет исследований был накоплен достаточный объем данных. В таблице 4 и на рисунке 1 представлены обобщенные результаты влияния применения препаратов «Азотовит» и «Фосфатовит» на общую урожайность. Обработка клубней перед посадкой препаратом «Азотовит» способствовала получению достоверной прибавки в пределах 3,2–13,6 т/га в зависимости от года исследований. Применение «Азотовита» в 2019 г. с поливом по вегетации не проявило достоверного эффекта (+0,5 т/га при НСР₀₅ = 2,4). Средний же эффект от использования «Азотовита» составил +5,8 т/га. Данный положительный эффект согласуется с результатами других авторов [1, 7, 11, 12] и нашими ожиданиями, построенными на данных о биологии растений картофеля и микроорганизмов *B. fluminensis*.

При применении микробиологического удобрения «Фосфатовит» на протяжении всего периода наблюдений достоверный прирост урожайности составлял 3,0–7,1 т/га в различные годы при различных способах применения. В случае с применением «Фосфатовита» не наблюдалось достоверного изменения в 2022 г. при использовании удобрения для обработки клубней и полива в фазу бутонизации (+1,8 т/га). Средним же эффектом от применения «Фосфатовита» являлась достоверная прибавка урожайности на 4,9 т/га. Полученный результат в целом является ожидаемым и согласуется как с данными других авторов, так и с теоретическими механизмами действия биологического удобрения: солибилизация фосфатов, что показано в условиях *in vitro* [14].

Совместное же применение биологических удобрений лишь в трех случаях привело к достоверным изменениям: 2020 г. с поливом прибавка 5,5 т/га, в 2022 и 2023 гг. без полива снижение на 2,4 и 4,0 т/га соответственно. Средний же эффект от совместного применения удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» остался в пределах статистической погрешности (-0,1 т/га).

Полив в фазу бутонизации однозначно позитивно сказывался на урожайности, демонстрируя прибавки на 0,6–13,1 т/га в зависимости от года и удобрения.

Важным фактором в производстве картофеля является реализация, что связано с товарностью полученной продукции. Товарность картофеля определяется ГОСТами [3, 4].

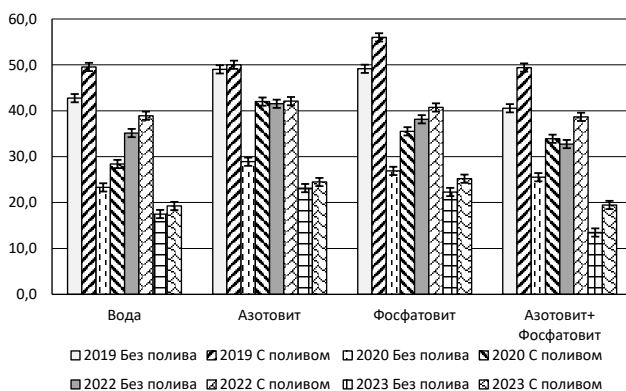


Рисунок 1 – Влияние способов применения биопрепаратов на урожайность картофеля, т/га (2019–2023 гг.)

Таблица 4 – Влияние биологических удобрений на общую урожайность картофеля, т/га

Удобрение	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	46,2	25,9	37,0	18,4	31,9
2. «Азотовит»	49,5	35,5	41,8	23,8	37,7
3. «Фосфатовит»	52,6	31,2	39,4	23,8	36,7
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	45,0	29,7	35,7	16,5	31,7
НСР ₀₅	3,8	1,9	1,1	1,4	0,9

В ходе многолетних исследований влияние биологических удобрений на выход товарной продукции картофеля зависело от года наблюдений. Так, достоверный эффект от применения «Азотовита» не наблюдался только в 2023 г. при любом способе обработки и в 2019 г. без полива (-1,0...+2,4 % при НСР₀₅ = 4,8), в остальных случаях прирост составлял от +6,7 до +13,4 %. В свою очередь средний эффект от применения «Азотовита» составил +6,5 %. При применении «Фосфатовита» достоверные изменения наблюдались только в 2022 г. при использовании удобрения для обработки клубней и полива в фазе бутонизации: прирост товарности составил +6,4 %. Среднее же влияние от применения «Фосфатовита» составило +1,8 %. Применение смеси микробиологических удобрений проявило достоверный эффект лишь в 2022 г. и в 2019 г., но только при поливе (+5,0...+9,8 %). Средний же эффект составил лишь +2,1 %.

Полив в фазу бутонизации не оказывал статистически значимого результата. Все изменения представлены в таблице 5 и на рисунке 2. Изменение товарности, по-видимому, могло быть связано с изменением скорости прохождения фаз вегетации, ускорением развития клубней, а также, возможно, с более равномерным процессом столонообразования.

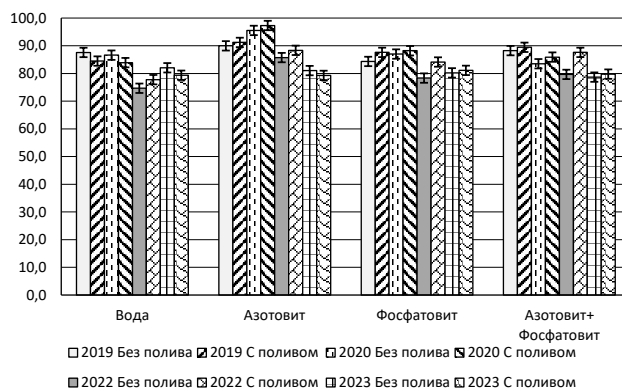


Рисунок 2 – Влияние способов применения биопрепаратов на выход товарной продукции картофеля, % (2019–2023 гг.)

Таблица 5 – Влияние биологических удобрений на выход товарной продукции картофеля, %

Удобрение	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	86,0	85,3	76,2	80,7	82,0
2. «Азотовит»	90,6	96,4	87,0	80,2	88,5
3. «Фосфатовит»	86,0	87,6	81,2	80,7	83,9
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	88,8	84,7	83,6	79,2	84,1
НСР ₀₅	3,7	2,1	2,4	F _Ф <F _Т	1,7

Экономические расчеты эффективности использования биологических удобрений возможно проводить, опираясь на интегральную величину – товарную урожайность. За годы исследований данный показатель изменялся в пределах -3,8...+17,1 т/га (рис. 3).

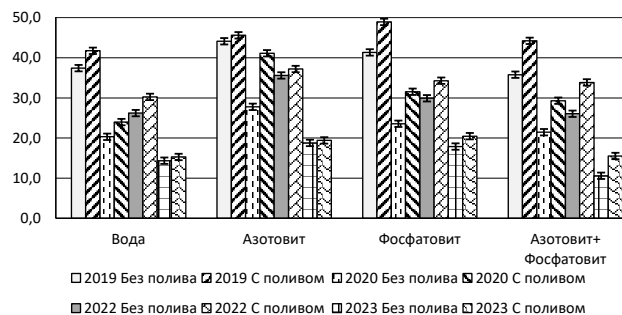


Рисунок 3 – Влияние способов применения биопрепаратов на товарную урожайность картофеля, т/га (2019–2023 гг.)

Применение удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» обособленно друг от друга приводило к регулярному достоверному увеличению товарной урожайности (+3,2...+17,1 т/га при НСР₀₅ = 2,2). Средний же эффект «Азотовита» составил +7,5 т/га, «Фосфатовита» +4,8 т/га. Применение смеси препаратов исключительно для обработки клубней достоверно уменьшало урожайность только в 2023 г. на 3,8 т/га. А в среднем применение смеси препаратов

изменяло товарную урожайность на +0,9 т/га. Полив в фазу бутонизации демонстрировал в среднем достоверный прирост на 3,2–7,3 т/га в зависимости от препарата (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние биологических удобрений на товарную урожайность картофеля, т/га

Удобрение	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	39,6	22,1	28,2	14,8	26,2
2. «Азотовит»	44,9	34,4	36,4	19,1	33,7
3. «Фосфатовит»	45,1	27,5	32,1	19,2	31,0
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	40,0	25,4	30,0	13,1	27,1
НСР ₀₅	2,8	1,8	1,1	1,1	0,8

При производстве картофеля в семеноводческих целях не менее важным в сравнении с урожайностью является коэффициент размножения картофеля и выход семенной фракции. Данные показатели изучались в опытах 2019–2020 и 2022–2023 гг. По результатам многолетних наблюдений выявлен достоверный положительный эффект на второй показатель от применения препаратов «Азотовит» и «Фосфатовит» отдельно друг от друга со средними прибавками в 2,2 и 1,5 т/га соответственно. Наибольшее частное различие в урожайности семенной фракции наблюдалось в 2022 г. при применении препарата «Азотовит» без полива (+5,8 т/га к контролю при НСР₀₅ = 2,3).

Коэффициент размножения (табл. 7, рис. 4), в свою очередь, продемонстрировал некоторую тенденцию к увеличению при применении «Азотовита» и «Фосфатовита» раздельно: +14 и +18 % соответственно.

Таблица 7 – Влияние биологических удобрений на коэффициент размножения картофеля

Препарат	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	14,1	5,9	7,4	4,4	8,0
2. «Азотовит»	14,1	7,5	9,2	5,7	9,1
3. «Фосфатовит»	16,7	6,9	8,1	5,7	9,4
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	13,1	5,6	7,3	3,9	7,4
НСР ₀₅	0,1	0,3	0,4	0,4	0,7

Поскольку большинство сельхозтоваропроизводителей ориентировано на потребительский рынок, а не на производство семенной продукции, был изучен эффект применения препаратов на урожайность продовольствен-

ной фракции картофеля. В период исследований эффект от применения конкретного удобрения и способа его применения был довольно различен. Несмотря на это, удалось выявить определенные закономерности, а также оценить усредненное влияние препаратов. Таким образом, за четыре вегетационных периода средний эффект применения препарата «Азотовит» составил +5,7 т/га, применение «Фосфатовита» увеличило урожайность продовольственной фракции на 3,6 т/га, а смеси препаратов – на 1,7 т/га (рис. 5, табл. 8).

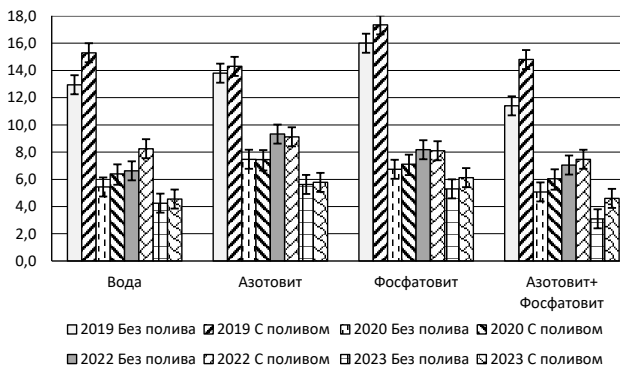


Рисунок 4 – Влияние способов применения биологических удобрений на коэффициент размножения (2019–2023 гг.)

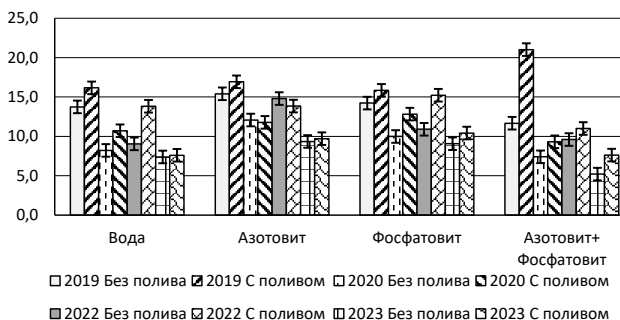


Рисунок 5 – Влияние способов применения биопрепаратов на урожайность семенной фракции картофеля, т/га (2019–2023 гг.)

Таблица 8 – Влияние биопрепаратов на урожайность семенной фракции, т/га

Препарат	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	15,0	9,5	11,4	7,5	10,8
2. «Азотовит»	16,2	11,9	14,3	9,5	13,0
3. «Фосфатовит»	15,0	11,4	13,1	9,7	12,3
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	16,3	8,4	10,3	6,4	10,4
НСР ₀₅	0,4	0,7	1,0	0,8	0,8

Важным моментом является то, что полив оказал влияние, превышающее НСР, только в 2020 г. (+6,5 т/га в среднем), в засушливых условиях, не показывая серьезной прибавки при больших и меньших показателях ГТК. Мы считаем, что данный эффект может быть

связан с достаточно малым объемом поступившей с поливом воды, по-видимому, не способным компенсировать дефицит влаги в 2022 и 2023 гг. В свою очередь отсутствие эффекта в 2019 г. может быть связано со случайными факторами (рис. 6, табл. 9).



Рисунок 6 – Влияние способов применения биопрепаратов на урожайность продовольственной фракции картофеля, т/га (2019–2023 гг.)

Таблица 9 – Влияние биопрепаратов на урожайность продовольственной фракции картофеля, т/га

Препарат	Год исследований				Среднее
	2019	2020	2022	2023	
1. Контроль (вода)	23,4	12,7	16,8	7,3	15,0
2. «Азотовит»	28,7	22,5	22,1	9,6	20,7
3. «Фосфатовит»	30,1	16,1	19,1	9,4	18,7
4. «Азотовит» + «Фосфатовит»	23,7	17,0	19,7	6,6	16,7
НСР ₀₅	2,0	0,6	1,0	0,4	1,7

Заключение. В ходе многолетних исследований выявлен положительный эффект применения удобрения «Азотовит» на такие показатели, как урожайность биологическая, товарность, урожайность товарная, коэффициент размножения, выход семенной и продовольственной фракции. По данным результатам можно выдвинуть предположение, что эффект связан с процессом фиксации атмосферного азота бактериями *B. fluminensis*, которые, по заявлению производителя препарата «Азотовит», входят в состав препарата и, исходя из их физиологии, должны оказывать данный эффект.

Микробиологическое удобрение «Фосфатовит» оказывало абсолютно сходный эффект, несколько отличающийся численно от применения «Азотовита» в меньшую сторону. Данный наблюдаемый эффект, по-видимому, связан с обеспеченностью почв подвижным фосфором и вносимым фосфором в составе комплексных удобрений. Несмотря на вышеуказанные особенности условий, применение биологического удобрения «Фосфатовит» проявляло положительный эффект, что может

быть доказательством работы бактерий *P. tu-cilaginosus* и эффективности бактериальной культуры в условиях *in vivo*.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение биологического удобрения «Азотовит» для предпосадочной обработки клубней совместно с поливом растений раствором данного удобрения в фазу бутонизации способствовало в среднем получению достоверной прибавки общей урожайности 5,8 т/га, товарной – 6,5 т/га. Использование аналогичными способами удобрения «Фосфатовит» привело к существенному увеличению общей урожайности клубней в среднем на 4,8 т/га и товарной – 1,9 т/га. Совместное использование данных биологических удобрений способствовало тенденции снижения общей урожайности относительно контроля без удобрений.

2. Обработка клубней перед посадкой препаратом «Азотовит» способствовала получению достоверной прибавки общей урожайности в пределах 3,2–13,6 т/га в зависимости от года исследований. Полив растений в фазу бутонизации растворами биологических удобрений стабильно положительно сказывался на формировании клубней, прибавки общей урожайности составили 0,6–13,1 т/га в зависимости от года и удобрения.

Список источников

- Бондаренко А. Н., Тютюма А. В. Усовершенствование способов возделывания раннего картофеля в зоне светло-каштановых солонцеватых почв Астраханской области // Новые технологии. 2023. Т. 19. №. 3. С. 107–118.
- Бортник Т. Ю., Игнатъев А. В. Эффективность биологических удобрений Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя в условиях Вятско-Камской провинции // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 80–83. DOI 10.25680/S19948603.2021.122.20. EDN VPKCAV.
- ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. Москва: Стандартинформ, 2020. 32 с.
- ГОСТ 7176-2017. Картофель продовольственный. Москва: Стандартинформ, 2018. 12 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, 1985.
- Лапшинов Н. А. Влияние температурного режима в период вегетации на урожайность картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 4. С. 33–34.
- Питюрина И. С. Оценка качества сортов продовольственного картофеля в зависимости от применяемых удобрений // Вестник КрасГАУ. 2023. №. 12. С. 3–10.

8. Продуктивность картофеля при длительном применении систем удобрения в Среднем Предуралье / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров, А. Ю. Карпова, А. С. Башков // Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями, Москва, 01–02 декабря 2021 года / Под редакцией С. И. Шкуркина. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, 2022. С. 52–61. EDN GLDHTX.

9. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. 1937. С. 5–29.

10. Уромова И. П., Султанова Л. Р., Дедюра И. С. Биопрепараты как фактор повышения урожайности и качества картофеля // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-1. С. 117–121.

11. Федотова Л. С., Кравченко А. В., Гаврилов А. Н. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 28–30.

12. Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Продуктивность картофеля в зависимости от применения микробиологических удобрений // Картофельводство. 2022. Т. 24, № 1. С. 312–321.

13. Al-Shwaiman H. A. et al. Beijerinckia fluminensis BFC-33, a novel multi-stress-tolerant soil bacterium: Deciphering the stress amelioration, phytopathogenic inhibition and growth promotion in Triticum aestivum (L.). Chemosphere. 2022; 295: 133843.

14. Goswami D. et al. Describing Paenibacillus mucilaginosus strain N3 as an efficient plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Cogent Food & Agriculture. 2015; 1 (1): 1000714.

15. Kandoriya P. J. et al. Zinc Solubilizing and Sulphur Oxidizing Bacteria as Plant Probiotic for Summer Groundnut. Biological Forum—An International Journal. 2023; 15 (8): 537-545.

16. Koryagin Y. et al. The influence of microbiological fertilisers on the productivity and quality of winter wheat. Plant, Soil & Environment. 2020; 66 (11).

17. Sukweenadhi J. et al. The Effect of Beijerinckia fluminensis G3 and Rhizobium pusense G4c on Germination of rice Var. Ciherang and red rice Var. Barak Cenana. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022; 1083 (1): 012025.

References

1. Bondarenko A. N., Tyutyuma A. V. Uovershenstvovanie sposobov vzdelyvaniya rannego kartofelya v zone svetlo-kashtanovyh soloncevatykh pochv Astrahanskoj oblasti // Novye tekhnologii. 2023. Т. 19. №. 3. С. 107–118.

2. Bortnik T. Yu., Ignat'ev A. V. Effektivnost' biologicheskikh udobrenij Azotovit i Fosfatovit pri vzdelyvanii yachmenya v usloviyah Vyatsko-Kamskoj provincii // Plodorodie. 2021. № 5 (122). С. 80–83. DOI 10.25680/S19948603.2021.122.20. EDN VPKCAV.

3. GOST 33996-2016. Kartofel' semennoj. Tekhnicheskie usloviya i metody opredeleniya kachestva. Moskva: Standartinform, 2020. 32 s.

4. GOST 7176-2017. Kartofel' prodovol'stvennyj. Moskva: Standartinform, 2018. 12 s.

5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. Moskva, 1985.

6. Lapshinov N. A. Vliyanie temperaturnogo rezhima v period vegetacii na urozhajnost' kartofelya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2009. № 4. С. 33–34.

7. Pityurina I. S. Ocenka kachestva sortov prodovol'stvennogo kartofelya v zavisimosti ot primenyaemykh udobrenij // Vestnik KrasGAU. 2023. № 12. С. 3–10.

8. Produktivnost' kartofelya pri dlitel'nom primenении систем удобрения в Среднем Предуралье / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров, А. Ю. Карпова, А. С. Башков // Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями: Москва, 01–02 декабря 2021 года / Под редакцией С. И. Шкуркина. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, 2022. С. 52–61. EDN GLDHTX.

9. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. 1937. С. 5–29.

10. Уромова И. П., Султанова Л. Р., Дедюра И. С. Биопрепараты как фактор повышения урожайности и качества картофеля // Успехи современного естествознания. 2016. № 12-1. С. 117–121.

11. Федотова Л. С., Кравченко А. В., Гаврилов А. Н. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 3. С. 28–30.

12. Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Продуктивность картофеля в зависимости от применения микробиологических удобрений // Картофельводство. 2022. Т. 24, № 1. С. 312–321.

13. Al-Shwaiman H. A. et al. Beijerinckia fluminensis BFC-33, a novel multi-stress-tolerant soil bacterium: Deciphering the stress amelioration, phytopathogenic inhibition and growth promotion in Triticum aestivum (L.). Chemosphere. 2022; 295: 133843.

14. Goswami D. et al. Describing Paenibacillus mucilaginosus strain N3 as an efficient plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Cogent Food & Agriculture. 2015; 1 (1): 1000714.

15. Kandoriya P. J. et al. Zinc Solubilizing and Sulphur Oxidizing Bacteria as Plant Probiotic for Summer Groundnut. Biological Forum—An International Journal. 2023; 15 (8): 537-545.

16. Koryagin Y. et al. The influence of microbiological fertilisers on the productivity and quality of winter wheat. Plant, Soil & Environment. 2020; 66 (11).

17. Sukweenadhi J. et al. The Effect of Beijerinckia fluminensis G3 and Rhizobium pusense G4c on Germination of rice Var. Ciherang and red rice Var. Barak Cenana. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022; 1083 (1): 012025.

Сведения об авторах:**В. А. Иудин**, аспирант;**Т. Ю. Бортник**✉, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0003-1899-5176>

Удмуртский ГАУ, ул. Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

✉ agrohim@udsau.ru

Original article

EFFECT OF BIOLOGICAL FERTILIZERS AZOTOVITE AND PHOSPHATOVITE ON YIELDS OF POTATOES GROWN ON SODDY MEDIUM-PODZOLIC MEDIUM LOAMY SOILS IN THE MIDDLE PRE-URALS**Vladimir A. Iudin, Tatyana Yu. Bortnik**✉

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

✉ agrohim@udsau.ru

Abstract. *The paper examines the effect of biological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on yields of potatoes cultivated on sod-podzolic soils in the Middle pre-Ural region. The study aims to investigate the efficacy of different methods of applying these biological fertilizers in potato cultivation. During the field two-factor experiments conducted in 2019–2023 we explored various methods of using Azotovite and Phosphatovite: treating tubers before planting and treating tubers in combination with irrigation at the budding stage. Our findings indicated that the application of these biological fertilizers had a positive effect on potato productivity. On average, during the study period there was a significant increase in output with 5.8 t/ha resulting from the use of Azotovite and 4.8 t/ha due to Phosphatovite. The most effective method of application of Azotovite was found to be during tuber processing and watering at the budding stage. This method provided an increase in yield of 13.6 t/ha in 2020. The tuber yield for commercial purposes also depended on the utilization of biological fertilizers; the application of Azotovite for tuber treatment increased this indicator on average by 6.5 %, while the use of Phosphatovite provided the increase only by 1.8 %. Overall, the use of both Azotovite and Phosphatovite separately resulted in a substantial increase in commercial output by 3.2–17.1 t/ha. However, using a combination of these products exclusively for tuber treatment decreased the commercial yield. The method of irrigation during the budding stage showed a significant increase by 3.2–13.6 t/ha on average, depending on the specific fertilizer preparation used. A tendency was observed that the application of the biological fertilizers Azotovite and Phosphatovite provided an increase of a reproduction coefficient and in the yield of food and seed fractions.*

Key words: potatoes, biological fertilizers, Azotovite, Phosphatovite, total yield, commercial yield.

For citation: Iudin V. A., Bortnik T. Yu. Effect of biological fertilizers Azotovite and Phosphatovite on yields of potatoes grown on soddy medium-podzolic medium loamy soils in the Middle pre-Urals. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 3(79): 13-20. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_13-20.

Authors:**V. A. Iudin**, Postgraduate student;**T. Yu. Bortnik**✉, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,<https://orcid.org/0000-0003-1899-5176>

Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

✉ agrohim@udsau.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 10.06.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024;

принята к публикации 06.09.2024.

The article was submitted 10.06.2024; approved after reviewing 17.06.2024; accepted for publication 06.09.2024.