

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 631.67:633.49

doi: 10.31774/2712-9357-2025-15-4-207-220

Влияние систем защиты растений и режима орошения на продуктивность картофеля при дождевании в условиях Нижнего Поволжья

Константин Анатольевич Родин¹, Алексей Андреевич Новиков²

^{1, 2}Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал
Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова,
Волгоград, Российская Федерация

¹rodin.ka@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3808-2729>

²alexeynovikov@inbox.ru

Аннотация. Цель: при различных водных режимах почвы научно обосновать применение биологических препаратов по фазам роста и развития картофеля в условиях орошения, обеспечивающих экономическую эффективность и минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. **Материалы и методы.** В рамках эксперимента 2021–2023 гг. на участке Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия изучалось воздействие различных факторов на урожайность картофеля сорта Гулливер. В качестве переменных были выбраны два уровня влажности почвы (70 и 80 % НВ в слое 0,4 м) и три стратегии защиты растений: химическая, комбинированная и биологическая. Методология исследования полностью соответствовала общепринятым стандартам. **Результаты.** Наибольшая масса клубней была образована при 80 % НВ и биологической системе и составила в период цветения 365 г/раст., а в период клубненакопления – 660 г/раст. При том же сочетании получена наибольшая урожайность товарных клубней 31,6 т/га. В 2021 г. эвапотранспирация картофеля изменялась от 2720 куб. м/га в первом варианте режима орошения до 3450 куб. м/га во втором, а в 2022–2023 гг. его значения в первом варианте увеличилось до 3060 куб. м/га, а во втором до 3910 и 3680 куб. м/га соответственно. Максимальный чистый доход и рентабельность отмечались при 80 % НВ в слое 0,4 м и биологической защите и составили за годы исследований 409 315,0 руб./га и 183,8 % соответственно. **Выводы.** При возделывании картофеля в условиях Нижнего Поволжья на фоне внесения N₁₉₀P₈₀K₁₇₀ при 80 % НВ в слое 0,4 м и биологической защите урожайность за годы исследований составила 31,6 т/га клубней, а семенная продуктивность 6,3 т/га. Чистый доход и уровень рентабельности с 1 га составляют 409 315,0 руб. и 183,8 %.

Ключевые слова: картофель, дождевание, водный режим, системы защиты растений, урожайность, экономическая эффективность

Источник финансирования: исследования выполнялись по теме FNFR-2023-0001 «Комплексная оценка биологического потенциала перспективных отечественных сортов картофеля и разработка агротехнологии устойчивого производства семенных клубней для условий орошаемого земледелия» за счет средств бюджета учреждения по месту работы авторов. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Для цитирования: Родин К. А., Новиков А. А. Влияние систем защиты растений и режима орошения на продуктивность картофеля при дождевании в условиях Нижнего Поволжья // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 4. С. 207–220. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-4-207-220>.



GENERAL AGRICULTURE, CROP SCIENCE

Original article

The impact of crop protection systems and irrigation regimes on potato productivity under sprinkler irrigation in the Lower Volga Region

Konstantin A. Rodin¹, Alexey A. Novikov²

^{1, 2}All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation

¹rodin.ka@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3808-2729>

²alexeynovikov@inbox.ru

Abstract. Purpose: to substantiate scientifically the biological preparations application for potato growth and development phases under different soil water regimes and under irrigated conditions, ensuring economic efficiency and minimizing the anthropogenic impact on the environment. **Materials and methods.** As part of the 2021–2023 experiment, the impact of various factors on the yield of the Gulliver potato variety was studied at the site of the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture. Two soil moisture levels (70 and 80 % of the minimum water capacity in the 0.4 m layer) and three plant protection strategies: chemical, combined, and biological were selected as variables. The research methodology was fully consistent with generally accepted standards. **Results.** The greatest tuber weight was formed at 80 % minimum water capacity and the biological system and amounted to 365 g/plant during the flowering period, and 660 g/plant during the tuber accumulation period. With the same combination, the highest yield of commercial tubers was obtained – 31.6 t/ha. In 2021, potato evapotranspiration varied from 2720 m³/ha in the first irrigation regime variant to 3450 m³/ha in the second, and in 2022–2023 its values in the first variant increased to 3060 m³/ha, and in the second to 3910 and 3680 m³/ha, respectively. The maximum net income and profitability were observed with 80 % of the minimum water capacity in the 0.4 m layer and biological protection and amounted to 409,315.0 rubles/ha and 183.8 %, respectively, over the research years. **Conclusions.** While growing potatoes in the Lower Volga region, with N₁₉₀P₈₀K₁₇₀ applied at 80 % of the minimum water capacity in the 0.4 m layer and biological protection, the yield over the study period was 31.6 t/ha of tubers, and seed productivity was 6.3 t/ha. Net income and profitability per hectare amounted to 409,315.0 rubles and 183.8 %, respectively.

Keywords: potatoes, sprinkling irrigation, water regime, crop protection systems, yield, economic efficiency

Funding source: the research was carried out on the project FNFR-2023-0001 “Comprehensive assessment of the biological potential of promising domestic potato varieties and development of an agricultural technology for sustainable seed tuber production under irrigated conditions” using funds from the authors' institution. No additional grants for carrying out or managing this specific study were received.

For citation: Rodin K. A., Novikov A. A. The impact of crop protection systems and irrigation regimes on potato productivity under sprinkler irrigation in the Lower Volga Region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2025;15(4):207–220. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-4-207-220>.

Введение. Картофель демонстрирует высокую чувствительность к колебаниям влажности грунта, что особенно актуально в засушливых ре-

гионах. Потребность картофеля в воде варьирует в зависимости от этапа развития с пиком в период формирования бутонов и цветения. Дефицит влаги в этот ключевой отрезок времени отрицательно сказывается на объеме урожая клубней [1]. Для оптимизации культивирования картофеля необходимо принимать во внимание его потребность в воде и уровень влажности почвы. Организация рационального полива позволяет эффективно расходовать воду для орошения. Учет специфики водопотребления картофеля на разных стадиях роста, особенно в критический период, способствует значительной экономии поливной воды [2–5].

В целях охраны здоровья населения и уменьшения использования пестицидов в окружающей среде активно развиваются биологические методы защиты растений [6, 7]. Использование современных, биологически ориентированных агротехнологий является перспективным направлением, особенно для небольших фермерских хозяйств, занимающихся органическим производством овощей и картофеля. Данные технологии должны основываться на интеграции последних достижений биологии и инженерии и быть адаптированы к конкретным условиям выращивания [8, 9].

Использование биологических препаратов позволяет объединить свойства биоудобрений, биостимуляторов и биопестицидов в одном средстве. Переход на эти продукты дает возможность исключить использование химических аналогов при защите растений, положительно влияя на экологическую ситуацию за счет уменьшения пестицидной нагрузки. Наряду с этим отмечается улучшение качественных характеристик и увеличение урожайности картофеля, а также оптимизация затрат на его выращивание [10–14].

Цель исследований – при различных водных режимах почвы научно обосновать применение биологических препаратов по фазам роста и развития картофеля в условиях орошения, обеспечивающих экономическую эффективность и минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования по решению поставленной проблемы проводились на опытном поле ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» (п. Водный Советского района г. Волгограда) в посадках картофеля сорта Гулливер в двухфакторном полевом опыте и включали следующие факторы.

Фактор А (водный режим почвы): в течение всего периода вегетации картофеля влажность почвы в слое 0,4 м поддерживали поливами не ниже 70 % НВ (A_1); в течение всего периода вегетации картофеля влажность почвы в слое 0,4 м поддерживали поливами не ниже 80 % НВ (A_2).

Фактор В (подходы к защите картофеля от вредителей и болезней): B_1 – использование биологического метода; B_2 – применение интегрированной системы; B_3 – применение химического метода (контрольная группа).

В состав биологического метода входило: обработка клубней препаратами Геостим Фит А (3 л/т) в смеси с Геостим Фит Ж (2 л/т), Гумэл Люкс (2 л/т) и Гелиос Супер (2 л/т); в период нарастания ботвы, смыкания ее в рядке, бутонизации и цветении обработка биопрепаратами Геостим Фит Ж (1,5 л/га) в смеси с БСка-3 (4 л/га), Импровер (50 мл), Бфтим (4 л/га), Гумэл Люкс (1,0 л/га), Гелиос Азот (3,0 л/га), Гелиос Трио (0,5 л/га) и Гелиос Супер (2 л/га); когда количество колорадского жука было больше или достигало экологических порогов вредоносности, добавляли Инсетим (4,0 л/га).

В комплексной стратегии защиты растений применялся химический фунгицид Максим (0,2 л/т) для обработки клубней непосредственно в день высадки. Последующие обработки выполнялись биопрепаратами, следуя принципам биологической системы.

В химической системе защиты картофеля (контрольная группа) использовали: обработку клубней инсектицидом Максим (0,2 л/т); при смыкании рядков проводили опрыскивание фунгицидом Ревус (0,6 л/га) в сочетании с инсектицидом Регент (0,025 л/га); в фазу бутонизации применяли фунгицид Дискор (0,4 л/га) с инсектицидом Эфория (0,3 л/га); после за-

вершения цветения использовали фунгицид Танос (0,6 л/га) в смеси с инсектицидом Регент (0,025 л/га).

Доза синтетических удобрений $N_{150}P_{60}K_{130}$ рассчитана на планируемую урожайность 30 т/га.

Эксперимент был организован с использованием метода расщепленных участков. Размер каждой делянки составлял 240 м^2 ($2,8 \times 15 \text{ м}$), при этом для учета использовалась площадь в 42 м^2 . Общая площадь опытного участка равнялась 0,6 га. Плотность посадки была установлена на уровне 60 тыс. раст./га. Орошение осуществлялось методом дождевания с применением шлангово-барабанной дождевальной установки «Rainstar».

Годы проведения исследований были засушливые, гидротермический коэффициент (ГТК) в 2021 г. составил 0,6; в 2022 и 2023 гг. – 0,4.

Почва опытного участка светло-каштановая тяжелосуглинистая с мощностью гумусового слоя до 0,25 м, с содержанием гумуса до 1,29 %. Почва участка содержала гидролизуюемого азота (по Шмелевой и Тютереву) 31,0 мг/кг (низкое содержание), подвижного фосфора (P_2O_5) (по Мачигину) – 44,0 мг/кг (среднее), калия (K_2O) (на пламенном фотометре) – 316,0 мг/кг (повышенное). Реакция почвенного раствора (рН) составляла 7,4, сумма обменных оснований – 42,1 мг-экв/100 г (по Каппену).

Исследования проведены в соответствии с требованиями общепризнанных методик (Б. А. Доспехов, 2011¹; В. Н. Плешаков, 1983² и др.).

Результаты и обсуждение. Анализ рисунка 1 показывает, что максимальная надземная масса была сформирована в фазу цветения при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ в сочетании с биологической системой защиты растений и составила 385 г/раст., что на 98 г/раст. больше, чем на контрольном варианте.

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по агр. специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. М.: Альянс, 2011. 351 с. EDN: QLCQEP.

²Плешаков В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения. Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. 148 с.

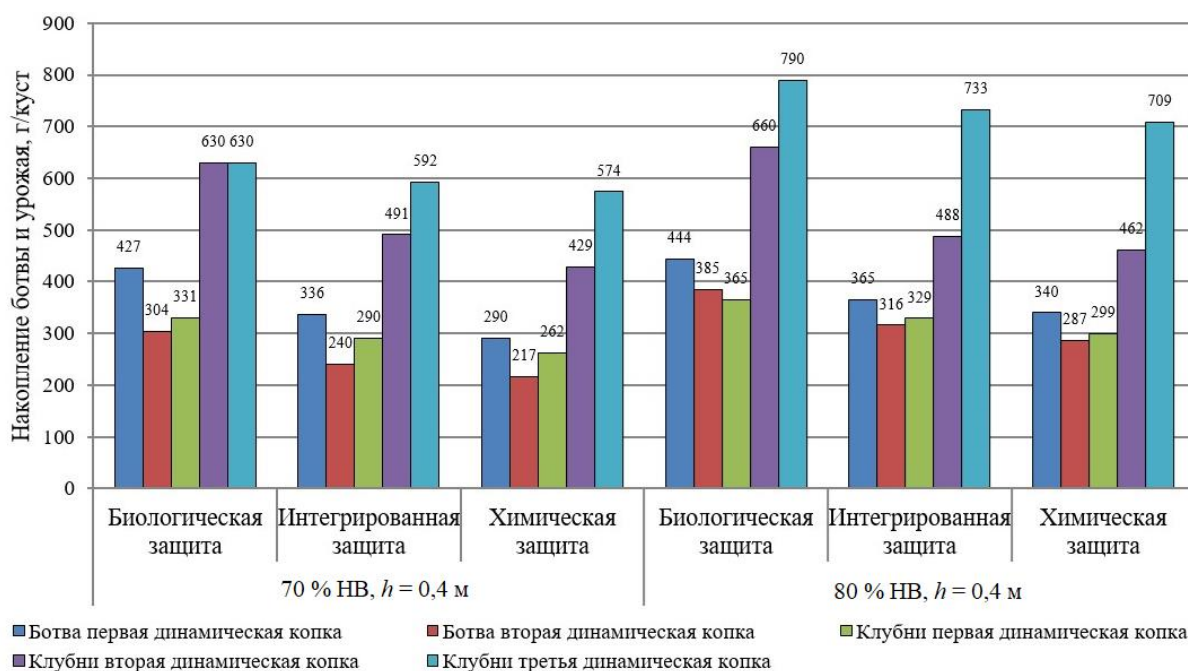
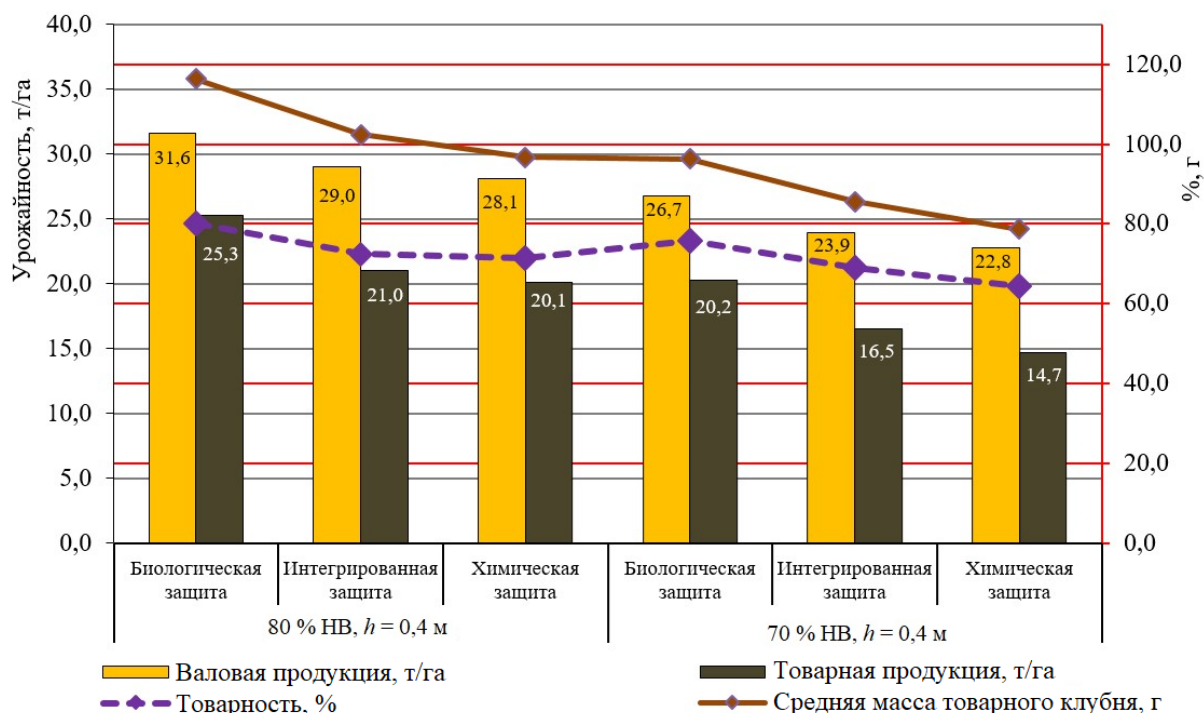


Рисунок 1 – Динамика роста ботвы и накопления урожая картофеля, г/куст (среднее за 2021–2023 гг.)
Figure 1 – Potato top growth and yield dynamics, g/plant (average for 2021–2023)

Наибольшая масса клубней была накоплена растениями с применением биологической и интегрированной системы защиты при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ и составила в фазу начала цветения 365 и 329 г/раст. соответственно, а в период интенсивного клубненакопления (пожелтение нижних листьев) – 660 и 488 г/раст., что выше варианта с химической защитой на 30,0 и 5,3 % соответственно. При поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 70 % НВ при биологической и интегрированной системах защиты растений отмечалась такая же динамика накопления, но с меньшими значениями показателей: 331 и 290 г/раст. и 630–491 г/раст. соответственно.

Анализ графического изображения, представленного на рисунке 2, показывает, что наиболее высокая урожайность клубней картофеля получена в варианте биологической системы защиты в сочетании с водным режимом почвы 80 % НВ в слое 0,4 м и в среднем за 3 года составила 31,6 т/га, прибавка по отношению к химической системе защиты составила 3,5 т/га, или 11,1 %.



Валовая продукция / Gross output: НСР_{0,5} (2021 г.) – 0,36;
НСР_{0,5} (2022 г.) – 0,42; НСР_{0,5} АВ (2023 г.) – 0,47 т/га

Товарная продукция / Commercial product: НСР_{0,5} (2021 г.) – 0,39;
НСР_{0,5} (2022 г.) – 0,45; НСР_{0,5} АВ (2023 г.) – 0,49 т/га

Рисунок 2 – Продуктивность картофеля в зависимости от изучаемых вариантов опыта (среднее за 2021–2023 гг.)

Figure 2 – Potato productivity depending on the studied experience options (average for 2021–2023)

В варианте с назначением поливов при снижении предполивного порога влажности почвы до 70 % НВ в сочетании с биологической защитой урожайность клубней снизилась по сравнению со вторым режимом орошения на 4,9 т/га, но была выше, чем с применением интегрированной и химической СЗР на 2,8 и 3,9 т/га соответственно.

Таким образом, выращивание картофеля с применением биозащиты обеспечивает возможность получения урожая, представленного более равномерным размером клубней по наибольшему поперечному диаметру от 40 до 60 мм, что обеспечить одновременное прорастание и равномерное развитие растений картофеля на следующий год посадки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Клубни картофеля в зависимости от системы защиты растений: 1 – химическая защита; 2 – интегрированная защита; 3 – биологическая защита (автор фото К. А. Родин)

Figure 3 – Potato tubers depending on the plant protection system: 1 – chemical protection; 2 – integrated protection; 3 – biological protection (photo by K. A. Rodin)

В зависимости от года проведения исследований общее количество воды, потребляемое картофелем при различных режимах орошения, варьировалось от 2720 до 3910 м³/га. Итоговое водопотребление картофельных посадок в опытных вариантах с различными схемами полива изменялось в пределах указанного диапазона на протяжении всего периода наблюдений (таблица 1).

Таблица 1 – Суммарное водопотребление посадок картофеля

Table 1 – Total water consumption of potato plantings

Водный режим почвы	Год исследований	Приходные статьи водного баланса						Суммарное водопотребление
		Оросительная норма		Атмосферные осадки		Запасы почвенной влаги		
		м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	м³/га
70 % НВ, h = 0,4 м	2021	2720	69,4	987	25,2	211	5,4	3918
	2022	3060	81,3	432	11,5	274	7,3	3766
	2023	3060	77,2	653	16,5	249	6,3	3962
	среднее	2947	76,0	691	18,0	245	6,0	3882
80 % НВ, h = 0,4 м	2021	3450	75,1	1037	22,6	109	2,4	4596
	2022	3910	85,8	432	9,5	215	4,7	4557
	2023	3680	82,8	653	14,7	110	2,5	4443
	среднее	3680	81,0	707	16,0	145	3,0	4532

В 2021 г. объем оросительной воды, потребленной картофелем, колебался от 2720 м³/га при первом способе орошения до 3450 м³/га при втором. В последующие два года (2022 и 2023 гг.), характеризующиеся иными показателями по тепловлагообеспеченности, значения для первого варианта полива возросли до 3060 м³/га, а для варианта с поддержанием влажности на уровне 80 % от наименьшей влагоемкости почвы и глубиной увлажнения 0,4 м потребление воды увеличилось до 3910 и 3680 м³/га соответственно.

Основным источником поступления воды в водном балансе картофельных посадок в засушливом климате Нижнего Поволжья является оросительная вода (таблица 1).

При поддержании влажности почвы на уровне 70 % НВ в слое 0,4 м вклад орошения в общее водопотребление картофеля варьировался в пределах 69,4–81,3 % за годы наблюдений со средним значением 76,0 % (таблица 1). Доля осадков составляла от 11,5 до 25,2 % в разные годы, в среднем 18,0 %. Использование почвенной влаги семенным картофелем в годовом водопотреблении колебалось от 5,4 до 7,3 %, в среднем составляя 6,0 %.

При увеличении предполивного порога влажности до 80 % НВ в том же слое почвы доля оросительной воды в общем объеме потребления возросла до 75,1–85,8 % по годам, со средним значением 81,0 %. Как следствие, вклад атмосферных осадков и запасов влаги в почве снизился до 9,5–22,6 и 2,4–4,7 % соответственно.

На основе разработанных технологических карт были вычислены издержки производства при культивировании картофеля с применением дождевальная установки. Использовалась средняя урожайность, зафиксированная за три года наблюдений. В качестве ценовой базы для расчетов применялись рыночные цены, актуальные для второй половины 2023 г. Отпускная цена одной тонны картофельных клубней для экономических расчетов была зафиксирована на уровне 20 000 руб.

Экономический анализ полученных данных (таблица 2) демонстри-

рует, что при режиме орошения, поддерживающем влажность на уровне 70 % от наименьшей влагоемкости в почвенном слое 0,4 м, в сочетании с химической защитой растений были получены наименьшие значения чистого дохода с гектара – 229 711,0 руб. Рентабельность производства в данном варианте составила 101,5 %.

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания картофеля (среднее за 2021–2023 гг.)

Table 2 – Economic efficiency of potato cultivation (average for 2021–2023)

Система защиты	Урожай- ность клубней, т/га	Затраты производ- ства на 1 га, руб.	Стоимость продукции, руб./га	Себесто- имость 1 т, руб.	Чистый доход на 1 га, руб.	Рента- бель- ность, %
70 % НВ, $h = 0,4$ м						
Биологическая	26,7	219 020	534 000	8 203,0	314 980,0	143,8
Интегрированная	23,9	226 434	478 000	9 474,2	251 566,0	111,1
Химическая	22,8	226 289	456 000	9 925,0	229 711,0	101,5
80 % НВ, $h = 0,4$ м						
Биологическая	31,6	222 685	632 000	7 047,0	409 315,0	183,8
Интегрированная	29,0	230 099	580 000	7 934,4	349 901,0	152,1
Химическая	28,1	229 954	562 000	8 183,4	332 046,0	144,4

В варианте интегрированной защиты эти показатели увеличились до 251 566,0 руб. и 111,1 % соответственно, но были ниже, чем в варианте биологической защиты на 63 414,0 руб. и 32,7 % соответственно.

Наивысшие финансовые результаты, а именно: чистая прибыль и рентабельность, были зафиксированы при поливе, поддерживающем влажность почвы на уровне 80 % от наименьшей влагоемкости в слое почвы 0,4 м, в сочетании с биологической защитой посевов. В среднем за период проведения исследований эти показатели достигли 409 315,0 руб./га и 183,8 % соответственно.

Выводы. При возделывании картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья на фоне применения минеральных удобрений $N_{190}P_{80}K_{170}$ при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м с использованием биологизированных систем защиты растений обеспечивается получение урожайности в среднем за три

года исследований 31,6 т/га товарных клубней картофеля, а семенной продуктивности 6,3 т/га с равномерным размером семенных клубней по наибольшему поперечному диаметру от 40 до 60 мм, что обеспечивает одновременное прорастание и равномерное развитие растений картофеля на следующий год посадки. Чистый доход и уровень рентабельности с 1 га составляют 409 315,0 руб. и 183,8 %.

Список источников

1. Дифференциация поливных режимов в разработке ресурсосберегающих технологий выращивания картофеля в зоне неустойчивого увлажнения / Л. В. Трубачева, О. И. Власова, И. А. Вольтерс, О. Г. Шабалдас, В. М. Передериева // Вестник АПК Верхневолжья. 2022. № 4(60). С. 5–11. DOI: 10.35694/YARCX.2022.60.4.001. EDN: XBTHFM.
2. Новиков А. А. Рациональное использование водных ресурсов картофеля при его выращивании в орошаемых звеньях севооборотов на черноземах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 5. С. 37–41. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10507. EDN: AEJFOI.
3. Сидаренко Д. П. Особенности питания картофеля весенней посадки на орошаемых землях // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. № 1(89). С. 107–114. EDN: TIPLEA.
4. Новиков А. А., Родин К. А. Оценка эффективности биологической и химической систем защиты растений картофеля на фоне различных водных режимов при поливе дождеванием в Нижнем Поволжье // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 4. С. 297–309. DOI: 10.31774/2712-9357-2024-14-4-297-309. EDN: CJNQOK.
5. Новиков А. А., Родин К. А. Агроэкологическая оценка сортов картофеля при орошении в Нижнем Поволжье // Орошаемое земледелие. 2024. № 4(47). С. 40–44. DOI: 10.35809/2618-8279-2024-4-6. EDN: NXVPFV.
6. Бутов А. В., Мандрова А. А. Экологическое качество картофеля при биологизации высокоинтенсивной технологии его возделывания и поливе // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48, № 2. С. 170–177. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-170-177. EDN: YWOFXN.
7. Гериева Ф. Т., Газданова И. О. Эффективность применения перспективных биопрепаратов нового поколения в условиях Северо-Кавказского региона // Аграрный вестник Урала. 2021. № 03(206). С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9. EDN: VMTTIL.
8. Эффективность различных систем защиты картофеля в технологии возделывания сортов с пигментированной мякотью / О. Г. Гиченкова, Ю. А. Лаптина, П. С. Маликова, У. А. Лаптина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 4(76). С. 103–115. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-04-11. EDN: PYUWVN.
9. Предварительная оценка биологизированной технологии возделывания картофеля на Северо-Западе России / В. Б. Минин, С. П. Мельников, Г. А. Логинов, Э. Мбайхолойель // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 2(99). С. 204–214. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10164. EDN: ZYRNHF.
10. Удалова Е. Ю. Фитометрический показатель и урожайность картофеля в за-

висимости от применяемых фунгицидов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5, № 2(18). С. 204–209. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-204-209. EDN: LICYLG.

11. Современные удобрения и получение высоких урожаев экологически чистого картофеля на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, М. С. Сигида, А. М. Новоселов, Л. С. Горбатко, В. И. Радченко, Ю. И. Гречишкина, А. Ю. Фурсова, Е. А. Устименко, Т. С. Айсанов // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 4(12). С. 26–30. EDN: RUJVIT.

12. Butov A. V., Zubkova T. V. System of protection for potato from pests and diseases to get ecologically clean products // Periodico Tche Quimica. 2020. Vol. 17, no. 35. P. 1186–1195. DOI: 10.52571/ptq.v17.n35.2020.97_butov_pgs_1186_1195.pdf. EDN: VIXUAB.

13. Identification of plant beneficial *Bacillus* spp. for Resilient agricultural ecosystem / R. Salwan, V. Sharma, R. Saini, M. Pandey // Current Research in Microbial Sciences. 2021. Vol. 2. Special publication: 100046. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100046.

14. De los Santos-Villalobos S., Parra-Cota F. I. Current trends in plant growth-promoting microorganisms research for sustainable food security // Current Research in Microbial Sciences. 2022. Vol. 2. Special publication: 100046. C. 16–24. DOI: 10.1016/j.crmicr.2020.100016.

References

1. Trubacheva L.V., Vlasova O.I., Volters I.A., Shabaldas O.G., Perederieva V.M., 2022. *Differentsiatsiya polivnykh rezhimov v razrabotke resursosberegayushchikh tekhnologiy vyrashchivaniya kartofelya v zone neustoychivogo uvlazhneniya* [Differentiation of irrigation regimes in the development of resource-saving technologies for growing potatoes in the unstable humidification zone]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of the Upper Volga APK], no. 4(60), pp. 5-11, DOI: 10.35694/YARCX.2022.60.4.001, EDN: XBTHFM. (In Russian).

2. Novikov A.A., 2020. *Ratsional'noe ispol'zovanie vodnykh resursov kartofelya pri yego vyrashchivanii v oroshaemykh zven'yakh sevooborotov na chernozemakh* [Rational use of water resources of potato at cultivation in irrigated crop rotation links on chernozems]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the APK], vol. 34, no. 5, pp. 37-41, DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10507, EDN: AEJFOI. (In Russian).

3. Sidarenko D.P., 2023. *Osobennosti pitaniya kartofelya vesenney posadki na oroshaemykh zemlyakh* [Features of spring-planting potatoes nutrition on irrigated lands]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(89), pp. 107-114, EDN: TIPLEA. (In Russian).

4. Novikov A.A., Rodin K.A., 2024. *Otsenka effektivnosti biologicheskoy i khimicheskoy sistem zashchity rasteniy kartofelya na fone razlichnykh vodnykh rezhimov pri polive dozhdevaniem v Nizhnem Povolzh'ye* [Evaluation of the effectiveness of the biological and chemical potato plant protection system against the background of various water regimes during sprinkling irrigation in the Lower Volga region]. *Melioratsiya i gidrotekhnika* [Land Reclamation and Hydraulic Engineering], vol. 14, no. 4, pp. 297-309, DOI: 10.31774/2712-9357-2024-14-4-297-309, EDN: CJHQOK. (In Russian).

5. Novikov A.A., Rodin K.A., 2024. *Agroekologicheskaya otsenka sortov kartofelya pri oroshenii v Nizhnem Povolzh'ye* [Agroecological assessment of potato varieties under irrigation in the Lower Volga region]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 4(47), pp. 40-44, DOI: 10.35809/2618-8279-2024-4-6, EDN: NXVPFV. (In Russian).

6. Butov A.V., Mandrova A.A., 2018. *Ekologicheskoe kachestvo kartofelya pri biologizatsii vysokointensivnoy tekhnologii yego vozdeleyvaniya i polive* [Potato ecological quality in the biologization of high-intensity technologies of its cultivation and irrigation]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], vol. 48, no. 2, pp. 170-177, DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-170-177, EDN: YWOFXN. (In Russian).

7. Gerieva F.T., Gazdanova I.O., 2021. *Effektivnost' primeneniya perspektivnykh biopreparatov novogo pokoleniya v usloviyakh Severo-Kavkazskogo regiona* [The effectiveness of the use of promising new generation biological products in the conditions of the North Caucasus region]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], no. 03(206), pp. 2-9, DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9, EDN: VMTTIL. (In Russian).

8. Gichenkova O.G., Laptina Yu.A., Malikova P.S., Laptina U.A., 2024. *Effektivnost' razlichnykh sistem zashchity kartofelya v tekhnologii vozdel'yvaniya sortov s pigmentirovannoy myakot'yu* [The efficiency of various potato protection systems in the technology of cultivating varieties with pigmented pulp]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Professional Education], no. 4(76), pp. 103-115, DOI: 10.32786/2071-9485-2024-04-11, EDN: PYUWVN. (In Russian).

9. Minin V.B., Melnikov S.P., Loginov G.A., Mbaykholoyel E., 2019. *Predvaritel'nye otsenka biologizirovannoy tekhnologii vozdel'yvaniya kartofelya na Severo-Zapade Rossii* [Preliminary assessment of biology-based potato cultivation technology in the North-West Russia]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Crop and Livestock Products], no. 2(99), pp. 204-214, DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10164, EDN: ZYRNHF. (In Russian).

10. Udalova E.Yu., 2019. *Fitometricheskii pokazatel' i urozhaynost' kartofelya v zavisimosti ot primenyaemykh fungitsidov* [Fitometric index and yield of potatoes depending on fungicides used]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* [Bullet. of Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic Sciences], vol. 5, no. 2(18), pp. 204-209, DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-204-209, EDN: LICYLG. (In Russian).

11. Esaulko A.N., Sigida M.S., Novoselov A.M., Gorbatko L.S., Radchenko V.I., Grechishkina Yu.I., Fursova A.Yu., Ustimenko E.A., Aisanov T.S., 2013. *Sovremennyye udobreniya i poluchenie vysokikh urozhayev ekologicheskii chistogo kartofelya na chernozeme vyshchelochennom* [Modern fertilizers and obtaining high yields of environmentally friendly potatoes on leached chernozem]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], no. 4(12), pp. 26-30, EDN: RUJVIT. (In Russian).

12. Butov A.V., Zubkova T.V., 2020. System of protection for potato from pests and diseases to get ecologically clean products. *Periodico Tche Quimica*, vol. 17, no. 35, pp. 1186-1195, DOI: 10.52571/ptq.v17.n35.2020.97_butov_pgs_1186_1195.pdf, EDN: VIXUAB.

13. Salwan R., Sharma V., Saini R., Pandey M., 2021. Identification of plant beneficial *Bacillus* spp. for Resilient agricultural ecosystem. *Current Research in Microbial Sciences*, vol. 2, special publication: 100046, pp. 1-8, DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100046.

14. De los Santos-Villalobos S., Parra-Cota F.I., 2022. Current trends in plant growth-promoting microorganisms research for sustainable food security. *Current Research in Microbial Sciences*, vol. 2, special publication: 100046, pp. 16-24, DOI: 10.1016/j.crmicr.2020.100016.

Информация об авторах

К. А. Родин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова (400002, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9), rodin.ka@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3808-2729;

А. А. Новиков – заместитель директора по научной работе, доктор сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова (400002, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9), alexeynovikov@inbox.ru.

Information about the authors

K. A. Rodin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov (400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9), rodin.ka@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3808-2729;

A. A. Novikov – Deputy Director for Scientific Work, Doctor of Agricultural Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov (400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9), alexeynovikov@inbox.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.08.2025; одобрена после рецензирования 19.11.2025; принята к публикации 26.11.2025.

The article was submitted 12.08.2025; approved after reviewing 19.11.2025; accepted for publication 26.11.2025.