

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ГИДРОТЕХНИКИ

Научная статья

УДК 633.491:631.674.6

Изучение эффективности различных методов опрыскивания картофеля при капельном орошении на разных стадиях его роста в Нижнем Поволжье

Иван Борисович Борисенко¹, Любовь Александровна Минченко²,
Елена Викторовна Гагарина³, Дмитрий Владимирович Скрипкин⁴,
Марина Александровна Корнева⁵

^{1, 4}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград,
Российская Федерация

^{2, 3, 5}Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал
Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова,
Волгоград, Российская Федерация

¹borisenivan@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6486-9210>

²lyubov.minchenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4271-1057>

³gagarinae86@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7729-8312>

⁴umka525@mail.ru

⁵kornevamarina359@mail.ru

Аннотация. Цель: изучение эффективности различных методов опрыскивания картофеля при капельном орошении на разных стадиях его роста в Нижнем Поволжье. **Материалы и методы.** Опыт проводился в соответствии с методикой полевого опыта (Б. А. Доспехов). В рамках полевого двухфакторного эксперимента были проведены исследования на опытном участке НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий при Волгоградском государственном аграрном университете. **Результаты.** Предложен новый способ полосового опрыскивания. Он предполагает опрыскивание растений встречными потоками рабочего раствора для уменьшения расхода и снижения затрат. Ключевым элементом данной технологии является применение ленточного внесения средств защиты и питания растений с использованием специальных щелевых распылителей. Эти распылители, имеющие угол распыла от 65° до 80°, обеспечивают равномерное распределение рабочей жидкости по всей ширине обрабатываемой полосы. Полосное опрыскивание учитывает фазу развития растений, что обеспечивает более точное и эффективное воздействие на вредителей и болезни. Полевые исследования, проведенные с целью внедрения разработанного способа и оптимизации обработки картофеля, выявили значительное улучшение качества при использовании метода полосового опрыскивания с направленным боковым распылением. Этот подход обеспечивает полноценное вегетативное развитие растений, полностью соответствующее запланированному графику роста. **Выводы.** Применение способа полосового опрыскивания способствует перераспределению средств защиты и питания растений с междурядья на ряды культурных растений. Обработка по полосам позволяет снизить гектарную норму внесения рабочего раствора, не изменяя нормы внесения на объекте обработки.

Ключевые слова: полосовое опрыскивание, форсунка, технологический процесс, картофель, индикаторный метод, орошение

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов

«Актуальные научные исследования в области мелиорации и гидротехники» (г. Новочеркасск, 30 мая 2025 г.).

Для цитирования: Изучение эффективности различных методов опрыскивания картофеля при капельном орошении на разных стадиях его роста в Нижнем Поволжье / И. Б. Борисенко, Л. А. Минченко, Е. В. Гагарина, Д. В. Скрипкин, М. А. Корнева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 208–223.

CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION AND HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

The study of efficiency of various methods for spraying potato during drip irrigation at different stages of its growth in the Lower Volga region

**Ivan B. Borisenko¹, Lyubov A. Minchenko², Elena V. Gagarina³,
Dmitry V. Skripkin⁴, Marina A. Korneva⁵**

^{1,4}Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russian Federation

^{2,3,5}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

¹borisenivan@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6486-9210>

²lyubov.minchenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4271-1057>

³gagarinae86@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7729-8312>

⁴umka525@mail.ru

⁵kornevamarina359@mail.ru

Abstract. Purpose: to study the effectiveness of various methods of spraying potato during drip irrigation at different stages of its growth in the Lower Volga region. **Materials and methods.** The experiment was carried out in accordance with the methodology of field experience (B. A. Dospikhov). As part of the field two-factor experiment, research was conducted on the experimental plot of the Research Institute of Fundamental and Applied Agricultural Technologies at the Volgograd State Agrarian University. **Results.** A new method of strip spraying is proposed. It involves spraying plants with counter-flows of the working solution to reduce consumption and lower costs. The key element of this technology is the band application of plant protection and nutrition means using special slot sprayers. These sprayers, with a spray angle of 65° to 80°, ensure uniform distribution of the working fluid across the entire width of the cultivated strip. Strip spraying takes into account the phase of plant development, which ensures a more accurate and effective impact on pests and diseases. Field studies conducted to implement the developed method and optimize potato treatment revealed a significant improvement in quality when using the strip spraying method with directed lateral spraying. This approach ensures full vegetative plant growth, fully consistent with the planned growth schedule. **Conclusions.** The use of a strip spraying method contributes to the redistribution of plant protection and food agents from row-spacing to crop plants rows. Strip tillage allows reducing the application rate of the working solution, without changing the application norms at the processing object.

Keywords: strip spraying, nozzle, technological process, potatoes, indicator method, irrigation

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation and Hydraulic Engineering” (Novocherkassk, May 30, 2025).

For citation: Borisenko I. B., Minchenko L. A., Gagarina E. V., Skripkin D. V., Korneva M. A. The study of efficiency of various methods for spraying potato during drip irrigation at different stages of its growth in the Lower Volga region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;96(2):208–223. (In Russ.).

Введение. Картофель – один из главных сельскохозяйственных продуктов глобального масштаба. Его культивирование постоянно совершенствуется, и современное картофелеводство активно внедряет инновационные технологии [1, 2]. Именно в этой связи исследования, направленные на оптимизацию технологий возделывания картофеля, приобретают особую актуальность. В частности, большое внимание уделяется полосовому методу опрыскивания. Данный метод, в отличие от традиционных способов обработки, предполагает более точное и экономичное внесение рабочих растворов удобрений и пестицидов, учитывая специфические потребности растений на разных этапах их роста и развития [3, 4]. Это позволяет снизить расход химических препаратов, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность обработки. Преимущество полосового метода заключается в возможности адресного внесения веществ, сосредоточенного именно на тех участках поля, где это наиболее необходимо. Это особенно важно при опрыскивании по фазам развития культурных растений [4]. Существующие исследования в области химической обработки почвы и посевов картофеля весьма многочисленны. Ученые уделяют значительное внимание изучению различных методов и приемов распределения капель рабочего раствора, оптимизации их размера и обеспечению максимального удержания капель на поверхности растений. При этом исследование включает в себя анализ различных типов распылителей, изучение влияния метеорологических условий на эффективность обработки, а также поиск способов минимизации потерь рабочего раствора из-за стекания или испарения.

Цель наших исследований – изучение эффективности различных методов опрыскивания картофеля при капельном орошении на разных стадиях его роста в Нижнем Поволжье [5].

Материалы и методы. Экспериментальная часть работы выполняется на полигоне НИИ фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий Волгоградского государственного аграрного университета. Заложен полевой двухфакторный опыт: фактор А – способ опрыскивания овощной культуры; фактор В – норма внесения удобрений и средств защиты.

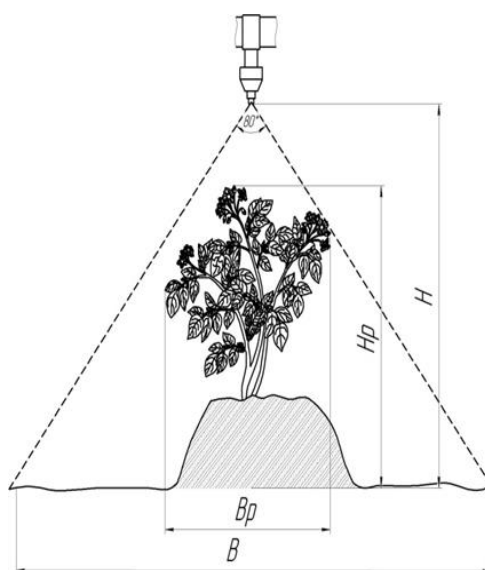
Рассматриваемый способ полосового опрыскивания по вегетационным фазам развития предусматривает соответствующую перенастройку расположения корпусов распылителей на соответствующую ширину обрабатываемой полосы. Для оперативного изменения ширины обрабатываемой полосы предложены зажимы для использования с корпусами насадок на гибких шлангах [6].

Результаты и обсуждение. Несмотря на значительные успехи, внедрение многих современных технологий, ориентированных на повышение качества опрыскивания и минимизацию негативных последствий, сдерживается сложностью технического переоснащения существующих сельскохозяйственных предприятий. Многие современные опрыскиватели, обеспечивающие полосовую обработку и точное дозирование, достаточно сложны в конструкции и обслуживании, что требует от персонала высокой квалификации и специальных знаний. Системный подход, включающий разработку новых технологий, обучение персонала и постоянный мониторинг эффективности, является ключевым фактором успешного внедрения инноваций в картофелеводстве и гарантией повышения конкурентоспособности отрасли.

Эффективное земледелие, направленное на увеличение урожайности и минимизацию затрат, во многом зависит от выбора оптимального способа выращивания сельскохозяйственных культур. Именно этот выбор определяет не только экономическую и экологическую защиту, но и безопасность здоровья населения. В этой связи вопрос выбора методов обработки растений от вредителей и болезней приобретает особую остроту. Химические методы, несмотря на свою эффективность, являются наиболее дорогостоящими, что существенно влияет на экономическую составляющую

сельскохозяйственного производства. Глобальный характер этой проблемы обусловлен тем, что от качества и количества применяемых химических препаратов, от точности их использования напрямую зависит не только урожайность и качество картофеля, но и экологическое состояние окружающей среды, здоровье людей, потребляющих этот продукт. Переизбыток пестицидов в почве приводит к загрязнению водоемов, негативно влияет на биоразнообразие и, в конечном счете, может оказаться на нашем столе. Картофель, как одна из самых распространенных и важных сельскохозяйственных культур в России и во всем мире, традиционно выращивается с использованием различных методов обработки.

Значительная часть хозяйств (около 66–70 %) применяют традиционные методы (рисунок 1), которые, однако, становятся все менее эффективными и экономически невыгодными.



H – высота опрыскивания, см; H_p – высота растения (растения), см; B – ширина потока рабочей жидкости на уровне почвы, см; B_p – ширина растения (картофеля), см

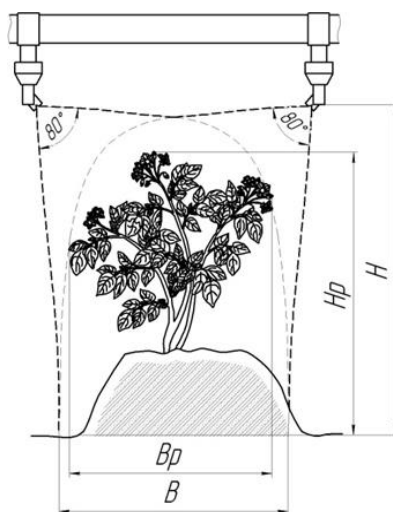
H – spraying height, cm; H_p – plant height, cm; B – working fluid flow width at the soil level, cm; B_p – plant width (potato), cm

Рисунок 1 – Распыл рабочего раствора при сплошном опрыскивании
Figure 1 – Spraying of the working solution during continuous spraying

Традиционное сплошное опрыскивание, долгое время, являвшееся стандартным методом, сегодня сталкивается с рядом проблем. Во-первых, это нерациональное расходование пестицидов, что приводит к лишним

расходам и загрязнению окружающей среды. Во-вторых, сплошное опрыскивание часто не обеспечивает равномерного покрытия растений, что снижает эффективность обработки. В-третьих, сложная техника и необходимость высокой квалификации персонала увеличивают затраты на обработку. Управление процессом сплошного опрыскивания также довольно сложно, особенно на больших площадях. Необходимо учитывать погодные условия, фазы развития растений, а также соблюдать все нормы безопасности при работе с химическими препаратами. В качестве альтернативы традиционному методу все чаще применяется инновационная технология полосовой обработки картофеля [7–9].

На рисунке 2 показан предложенный нами новый способ полосового опрыскивания согласно патенту РФ № 2769737. Этот метод предполагает опрыскивание растений встречными потоками рабочего раствора, что позволяет значительно повысить эффективность внесения препаратов, уменьшить расход химикатов и, как следствие, снизить затраты. Полосное опрыскивание учитывает фазу развития растений, что обеспечивает более точное и эффективное воздействие на вредителей и болезни.



H – высота опрыскивания, см; H_p – высота растения(растения), см; B – ширина потока рабочей жидкостина уровне почвы, см; B_p – ширина растения(картофеля), см

H – spraying height, cm; H_p – plant height, cm; B – working fluid flow width at the soil level, cm; B_p – plant width (potatoes), cm

Рисунок 2 – Распыл рабочего раствора при полосовом опрыскивании
Figure 2 – The spraying of the working material during strip spraying

Это позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и улучшить качество продукции. Более того, использование современных технологий, таких, как GPS-навигация и системы автоматического управления, позволяет оптимизировать процесс полосового опрыскивания, повышая его точность и производительность. Развитие современного картофелеводства является непрерывным процессом, направленным на постоянное совершенствование методов культивирования, поиску новых технологий. Опрыскивание как метод обработки картофеля остается одним из наиболее перспективных, однако переход от традиционных методов к более эффективным и экологически безопасным технологиям, таким, как полосовая обработка, является важнейшим шагом на пути к устойчивому развитию сельскохозяйственного производства в России. Рост площадей, отводимых под культивирование картофеля, подтверждает его важность для российской экономики, а постоянный поиск оптимальных методов обработки гарантирует увеличение урожайности и повышение рентабельности производства при минимальном негативном воздействии на окружающую среду и здоровье населения. В дальнейшем развитие прецизионного земледелия и интеграция современных технологий в процессы выращивания картофеля будут играть ключевую роль в достижении этих целей.

Полевые исследования, проведенные с целью оптимизации обработки картофеля, выявили значительное улучшение качества при использовании метода полосового опрыскивания с направленным боковым распылением. Этот подход обеспечивает полноценное вегетативное развитие растений, полностью соответствующее запланированному графику роста (рисунки 3, 4). Ключевым элементом данной технологии является применение ленточного внесения средств защиты и питания растений с использованием специальных щелевых распылителей. Эти распылители, имеющие угол распыла от 65° до 80° , обеспечивают равномерное распределение рабочей жидкости по всей ширине обрабатываемой полосы. Однако изменение ширины полосы требует обязательного перерасчета нормы расхода рабочего раствора

для достижения заданных показателей эффективности обработки. Это критично для обеспечения равномерного покрытия растений и предотвращения как недостаточного, так и избыточного внесения препаратов.

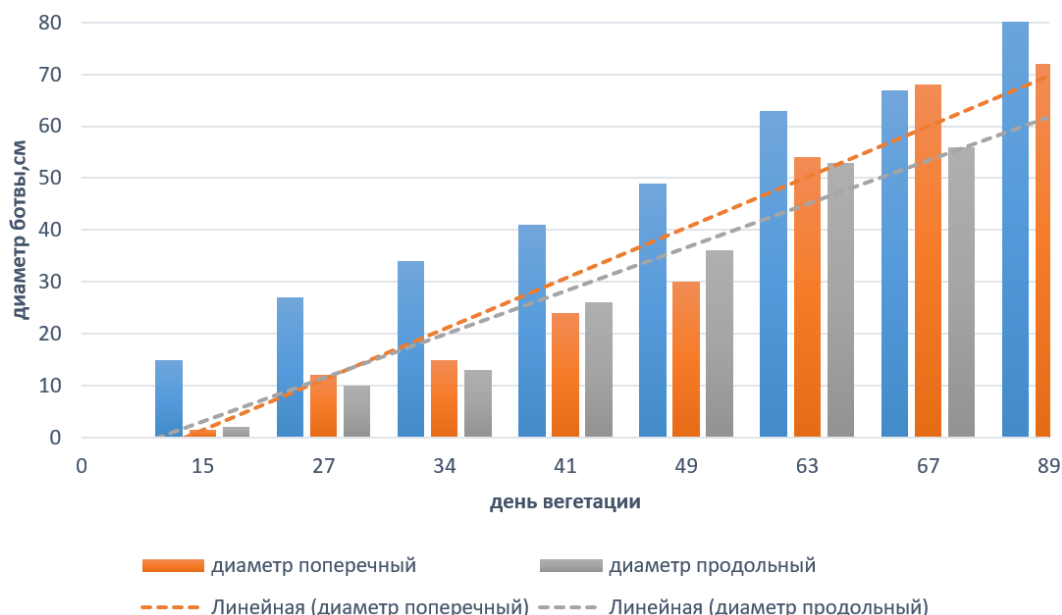


Рисунок 3 – Динамика развития наземной части картофеля при полосовой обработке, 2023 г.

Figure 3 – Dynamics of development of the top part of potato during strip tillage, 2023

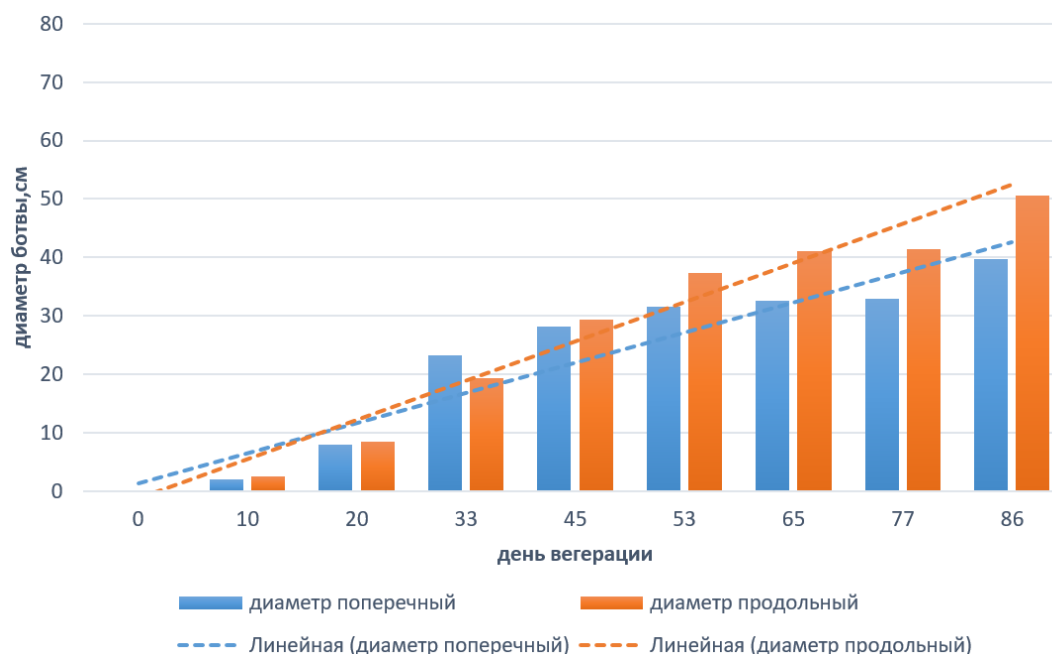


Рисунок 4 – Динамика развития наземной части картофеля при полосовой обработке, 2024 г.

Figure 4 – Dynamics of development of the top part of potato during strip tillage, 2024

Процесс настройки опрыскивающей техники на необходимую норму расхода рабочей жидкости (Q , л/га) является достаточно сложным и требует учета множества параметров. К числу наиболее важных относятся:

- количество обрабатываемых рядков (или лент);
- ширина междурядья (b_m);
- ширина обрабатываемой ленты (b_l);
- скорость движения агрегата (v).

Аналогично настройке штангового опрыскивателя, в соответствии с требованиями ГОСТ 34630-2019, основной задачей является определение производительности распылителей в пределах обрабатываемой ленты. Ширина этой ленты в свою очередь зависит от стадии вегетационного развития картофеля. На ранних этапах, когда растения еще небольшие, ширина ленты может быть меньше, чем на поздних стадиях, когда кусты картофеля разрастаются.

Для расчета производительности распылителей секции (q_c) используют формулу (1):

$$q_c = \frac{Q_l \cdot v \cdot b_l}{600}, \quad (1)$$

где Q_l – производительность распылителей с нормой расхода рабочей жидкости на единицу площади, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

v – скорость движения агрегата, км/ч ;

b_l – ширина обрабатываемой ленты, см ;

600 – константа, обеспечивает перевод единиц измерения в необходимые.

Важно отметить, что в случае полосового опрыскивания ширина обрабатываемой ленты (b_l) формируется двумя распылителями, расположенными таким образом, что их струи направлены навстречу друг другу, обеспечивая перекрытие и равномерное покрытие всей полосы.

Поэтому производительность одного распылителя (q) определяется делением производительности секции на количество распылителей:

$$q = \frac{q_c}{n}, \quad (2)$$

где q – производительность одного распылителя, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

q_c – производительность секции распылителей, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

n – количество распылителей, шт.

Это позволяет определить необходимую производительность каждого отдельного распылителя для обеспечения заданной нормы расхода. При этом необходимо учитывать, что при ленточном опрыскивании пропашных культур норма расхода рабочей жидкости на единицу обрабатываемой площади (Q_l , $\text{дм}^3/\text{мин}$) отличается от нормы при сплошном опрыскивании (Q). Соотношение между этими нормами определяется коэффициентом K_l , вычисляемым по формуле:

$$Q_l = \frac{Q}{K_l}, \quad (3)$$

где Q_l – норма расхода рабочей жидкости на единицу обрабатываемой площади при ленточном опрыскивании, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

Q – норма расхода рабочей жидкости на единицу обрабатываемой площади при сплошном опрыскивании, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

K_l – коэффициент расхода рабочей жидкости.

Коэффициент K_l в свою очередь представляет собой отношение ширины обрабатываемой ленты (b_l) к ширине междурядья (b_m). В рассматриваемом примере ширина междурядья (b_m) равна 75 см, следовательно:

$$K_l = \frac{b_l}{b_m}, \quad (4)$$

где b_l – ширина обрабатываемой ленты, см;

b_m – ширина междурядья, см.

Таким образом, оптимальная настройка опрыскивателя для полосового опрыскивания картофеля требует точного определения ширины обрабатываемой ленты в зависимости от стадии развития растений и последующего перерасчета нормы расхода рабочей жидкости с учетом скорости движения агрегата и производительности используемых распылителей.

Необходимо помнить, что точность расчетов напрямую влияет на эффективность обработки, обеспечивая как экономию ресурсов, так и достижение желаемого результата в виде здорового и обильного урожая картофеля. Неправильная настройка может привести к неравномерному распределению препаратов, снижению эффективности защиты растений от вредителей и болезней и, как следствие, к снижению урожайности. Поэтому тщательный подход к расчету и настройке оборудования является ключевым фактором успеха в применении полосового опрыскивания.

Полосовое опрыскивание – это передовая технология внесения средств защиты растений (СЗР), которая значительно превосходит традиционные методы по эффективности и экономичности. В отличие от широкозахватного опрыскивания, где раствор распыляется нецелевым образом по всей площади поля, включая междурядья, полосовой метод представляет собой высокоточный подход, направленный на обработку только тех участков, где непосредственно произрастают культурные растения [10]. Это достигается благодаря использованию специализированной техники – опрыскивателей с регулируемой шириной захвата, позволяющих точно задать параметры обработки. Система направленного распыления, встроенная в такие опрыскиватели, обеспечивает создание узконаправленного потока рабочего раствора, минимизируя потери препарата и предотвращая его нецелевое распределение. Главным преимуществом полосового опрыскивания является обеспечение стабильного и равномерного распределения рабочего раствора по всей ширине обрабатываемой полосы. Это особенно критично при работе с высокими растениями, где традиционные методы

могут привести к неравномерному покрытию из-за неравномерного попадания капель на листья [11].

Выводы. Полосовое опрыскивание гарантирует, что каждый лист получит необходимое количество препарата, независимо от высоты растения и густоты посадки. Технология позволяет с высокой точностью определять границы обработки, предотвращая как перерасход СЗР из-за повторной обработки одних и тех же участков, так и пропуски, которые могут привести к снижению эффективности борьбы с вредителями и болезнями. Применение бокового распыления дополнительно усиливает преимущества полосового метода. При боковом распылении поток раствора направлен под углом к движению опрыскивателя, что создает своеобразный эффект «перекатывания» капель. Это означает, что часть препарата, первоначально направленная на междурядное пространство, за счет бокового смещения попадает на целевые растения, обеспечивая более полное покрытие и уменьшая потери препарата. Этот эффект особенно важен при обработке культур с широкими междурядьями, где традиционное опрыскивание может быть неэффективно. Кроме того, боковое распыление особенно полезно при работе с препаратами, склонными к дрейфу – направленное распыление позволяет минимизировать их распространение за пределы обрабатываемой зоны, что важно для защиты окружающей среды и предотвращения попадания СЗР на соседние участки или в водоемы. Точность и эффективность полосового опрыскивания в сочетании с возможностью регулировки параметров обработки значительно оптимизируют использование СЗР, снижают затраты и обеспечивают экологическую безопасность сельскохозяйственного производства. Благодаря своему высокому потенциалу полосовое опрыскивание становится все более распространенным и востребованным методом обработки растений в современном земледелии, постоянно совершенствуясь и адаптируясь к различным условиям и культурам.

Список источников

1. Оценка качественных показателей опрыскивания посевов хлопчатника в полосовой системе земледелия Волгоградского региона / И. Б. Борисенко, М. В. Мезникова, Д. В. Скрипкин, А. А. Габуншина // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16, № 1(61). С. 4–16. DOI: 10.55618/20756704_2023_16_1_4-16. EDN: KXLMYL.
2. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Технологические особенности полосовой химической обработки пропашных культур // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 30 янв. – 1 февр. 2019 г. В 2 т. Т. 2. Волгоград: ВолГАУ, 2019. С. 121–128. EDN: TMWHKA.
3. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Улыбина Е. И. Теоретическое обоснование равномерности нанесения рабочего раствора на объект воздействия при обработке пропашных культур способом полосового опрыскивания // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4(64). С. 296–305. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-31. EDN: SCTXTD.
4. Исследование качественных показателей опрыскивания с применением полосовой обработки на посадках картофеля / И. Б. Борисенко, О. Г. Чамурлиев, М. В. Мезникова, Д. В. Скрипкин, А. А. Габуншина, Д. А. Соколов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3(71). С. 403–413. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-41. EDN: EXOXDC.
5. Лисс А. С. Способы подкормки картофеля // Актуальные вопросы современной науки и образования: сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Пенза, 5 февр. 2022 г. В 2 ч., Ч. 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 174–176. EDN: BHWMDSC.
6. Поддубный О. А., Поддубная О. В. Эффективность листовых подкормок картофеля хелатированными формами микроэлементов // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., г. Горки, 30 нояб. 2021 г. Горки: Белорусская ГСХА, 2022. С. 185–189. EDN: OPFMYN.
7. Технологическое обоснование зоны покрытия рабочим раствором при полосовом опрыскивании пропашных овощных культур / М. В. Мезникова, И. Б. Борисенко, Д. В. Скрипкин, Д. А. Соколов // Вестник аграрной науки Дона. 2024. Т. 17, № 1(65). С. 56–64. DOI: 10.55618/20756704_2024_17_1_56-64. EDN: OSJKVC.
8. Технологии и техника орошения картофеля в Российской Федерации / Г. В. Ольгаренко, В. И. Булгаков, Т. А. Капустина, Е. В. Медведева // Картофель и овощи. 2022. № 6. С. 26–29. DOI: 10.25630/PAV.2022.34.93.004. EDN: ZPQCLE.
9. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Белоусов С. В. Технологический процесс полосового опрыскивания как компонент регенеративного земледелия при возделывании пропашных культур // Научный журнал КубГАУ. 2021. № 174. С. 36–51. DOI: 10.21515/1990-4665-174-005. EDN: MANPCE.
10. Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля в биологическом земледелии / И. М. Ханиева, А. Л. Бозиев, Г. Х. Абидова, А. Х. Абидов, И. Р. Бейтуганов // International agricultural journal. 2022. Т. 65. № 6. С. 897–915. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_16. EDN: UUBLDE.
11. Новиков, А. Е., Цепляев А. Н., Семененко С. Я. Ресурсосберегающие технологии возделывания картофеля при дождевании с применением гидрогеля // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2(70). С. 416–423. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-49. EDN: GTMJKL.

References

1. Borisenko I.B., Meznikova M.V., Skripkin D.V., Gabunshin A.A., 2023. *Otsenka kachestvennykh pokazateley opryskivaniya posevov khlopchatnika v polosovoy sisteme zemledeliya Volgogradskogo regiona* [Assessment of the qualitative indicators of cotton crops spraying in the strip-till soil cultivation in Volgograd region]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona* [Don Agrarian Science Bullet.], vol. 16, no. 1(61), pp. 4-16, DOI: 10.55618/20756704_2023_16_1_4-16, EDN: KXLMYL. (In Russian).
2. Borisenko I.B., Meznikova M.V., Ulybina E.I., 2019. *Tekhnologicheskie osobennosti polosovoy khimicheskoy obrabotki propashnykh kul'tur* [Technological features of chemical processing in strip-tilled row crops]. *Razvitie APK na osnove printsipov ratsional'nogo prirodopol'zovaniya i primeneniya konvergentnykh tekhnologiy: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2 t. T.2* [Development of the Agricultural Sector Based on the Principles of Rational Nature Management and the Convergent Technologies Application: Proceed. of the International Scientific Practical Conference. In 2 vols. Vol. 2]. Volgograd, Volgograd Publ., pp. 121-128, EDN: TMWHKA. (In Russian).
3. Borisenko I.B., Meznikova M.V., Ulybina E., 2021. *Teoreticheskoe obosnovanie ravnomernosti naneseniya rabocheho rastvora na ob'ekt vozdeystviya pri obrabotke propashnykh kul'tur sposobom polosovogo opryskivaniya* [Theoretical justification of the uniform application of a working solution on the impacted object during the treatment of around crops by the method of strip spraying]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of Lower Volga Agro University Complex: Science and Higher Education], no. 4(64), pp. 296-305, DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-31, EDN: SCTXTD. (In Russian).
4. Borisenko I.B., Chamurliov O.G., Meznikova M.V., Skripkin D.V., Gabunshin A.A., Sokolov D.A., 2023. *Issledovanie kachestvennykh pokazateley opryskivaniya s primeneniem polosovoy obrabotki na posadkakh kartofelya* [Study of qualitative indicators of spraying with strip-till application on potato crops]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of Lower Volga Agro University Complex: Science and Higher Education], no. 3(71), pp. 403-413, DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-41, EDN: EXOXDC. (In Russian).
5. Liss A.S., 2022. *Sposoby podkormki kartofelya* [Methods for feeding potatoes]. *Aktual'nye voprosy sovremennoy nauki i obrazovaniya: sb. st. XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 2 t. T.1* [Actual Issues of Modern Science and Education: coll. of art. of the XVI International Scientific and Practical Conference. In 2 vols. Vol. 1]. Penza, Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.) Publ., pp. 174-176, EDN: BHWMD. (In Russian).
6. Poddubny O.A., Poddubnaya O.V., 2022. *Effektivnost' listovykh podkormok kartofelya khelatirovannymi formami mikroelementov* [The effectiveness of sheet feeding potatoes with chelated forms of trace elements]. *Puti povysheniya effektivnosti udobreniy, kachestva rasteniyevodcheskoy produktsii i plodorodiya pochvy: sb. st. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Ways of Increasing Fertilizer Efficiency, the Quality of Crop Production and Soil Fertility: Proceed. of the International Scientific and Practical Conference]. Gorki, the Belarusian State Agricultural Academy, pp. 185-189, EDN: OPFMYN. (In Russian).
7. Meznikov M.V., Borisenko I.B., Skripkin D.V., Sokolov D.A., 2024. *Tekhnologicheskoe obosnovanie zony pokrytiya rabochim rastvorom pri polosovom opryskivanii propashnykh ovoshchnykh kul'tur* [Technological substantiation of working solution coverage zone at band spraying of row vegetable crops]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona* [Don Agrarian Science Bullet.], vol. 17, no. 1(65), pp. 56-64, DOI: 10.55618/20756704_2024_17_1_56-64, EDN: OSJKVC. (In Russian).
8. Olgarenko G.V., Bulgakov V.I., Kapustin T.A., Medvedev E.V., 2022. *Tekhnologii i tekhnika orosheniya kartofelya v Rossiyskoy Federatsii* [Technologies and techniques for ir-

rigating potatoes in the Russian Federation]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and Vegetables], no. 6, pp. 26-29, DOI: 10.25630/PAV.2022.34.93.004, EDN: ZPQCLE. (In Russian).

9. Borisenko I.B., Meznikova M.V., Belousov S.V., 2021. *Tekhnologicheskiiy protsess polosovogo opryskivaniya kak komponent regenerativnogo zemledeliya pri vozdeleyvaniy propashnykh kul'tur* [The technological process of strip spraying as a component of regenerative farming in row crops]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], no. 174, pp. 36-51, DOI: 10.21515/1990-4665-174-005, EDN: MANPCE. (In Russian).

10. Khanieva I.M., Boziev A.L., Abidova G.H., Abidov A.H., Bateuganov I.R., 2022. *Sovershenstvovanie elementov tekhnologii vozdeleyvaniya kartofelya v biologicheskoy zemledelii* [Improvement of technology elements of potato growing in biological farming]. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no. 6, pp. 897-915, DOI: 10.55186/25876740_2022_6_6_16, EDN: UUBLDE. (In Russian).

11. Novikov A.E., Tsep'yayev A.N., Semenenko S.Ya., 2023. *Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya kartofelya pri dozhddevanii s primeneniem gidrogelya* [Resource-saving technologies of potato cultivation during sprinkling using hydrogel]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceed. of Lower Volga Agro University Complex: Science and Higher Education], no. 2(70), pp. 416-423, DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-49, EDN: GTMJKL. (In Russian).

Информация об авторах

И. Б. Борисенко – главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор кафедры «Земледелие и агрохимия», Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Российская Федерация, borisenivan@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6486-9210;

Л. А. Минченко – старший научный сотрудник отдела оросительных мелиораций, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, lyubov.minchenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4271-1057;

Е. В. Гагарина – младший научный сотрудник отдела оросительных мелиораций, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, gagarinae86@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-7729-8312;

Д. В. Скрипкин – научный сотрудник НИИ перспективных исследований и инноваций в АПК, кандидат технических наук, Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Российская Федерация, umka525@mail.ru;

М. А. Корнева – лаборант, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал Федерального научного центра гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, kornevamarina359@mail.ru.

Information about the authors

I. B. Borisenko – Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of “Agriculture and Agrochemistry”, Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russian Federation, borisenivan@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6486-9210;

L. A. Minchenko – Senior Researcher at the Irrigation Reclamation Department, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, 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, lyubov.minchenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4271-1057;

E. V. Gagarina – Junior Researcher at the Irrigation Reclamation Department, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal Scientific Center of Hy-

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 208–223.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2025. Vol. 96, no. 2. P. 208–223.

draulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov, Volgograd, Russian Federation, gagarinae86@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-7729-8312;

D. V. Skripkin – Researcher at the Research Institute of Advanced Research and Innovation in Agriculture, Candidate of Technical Sciences, Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russian Federation, umka525@mail.ru;

M. A. Korneva – Laboratory Assistant, 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, kornevamarina359@mail.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 19.05.2025; одобрена после рецензирования 24.06.2025;
принята к публикации 18.07.2025.*

The article was submitted 19.05.2025; approved after reviewing 24.06.2025; accepted for publication 18.07.2025.