

Ф.Ф. Пуздря ✉
А.В. Боженков
С.А. Круглова
Т.М. Морозова
Г.В. Попова

Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха», с. Минское, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

✉ ksyu.matveeva2007@mail.ru

Поступила в редакцию:
11.07.2023

Одобрена после рецензирования:
12.01.2024

Принята к публикации:
26.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-102-106

Fedor F. Puzdria ✉
Aleksandr V. Bozhenkov
Svetlana A. Kruglova
Tatyana M. Morozova
Galina V. Popova

Kostroma Scientific Research Institute of Agriculture — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch», Minskoe, Kostroma region, Russia

✉ ksyu.matveeva2007@mail.ru

Received by the editorial office:
11.07.2023

Accepted in revised:
12.01.2024

Accepted for publication:
26.01.2024

Применение химических и биологических препаратов на картофеле для предпосадочной обработки клубней

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В отрасли картофелеводства для улучшения качества семенного материала клубней, снижения заболеваемости и поражения вредителями картофеля широкое распространение получило использование биологических приемов.

Методы. Исследования по эффективности применения биологических и химических приемов на картофеле были проведены на опытном поле Костромского НИИСХ — филиала ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха в 2021–2022 гг. Цель работы — выявить эффективность использования биологического препарата «БисолбиСан», приема озонирования и химического фунгицида «Максим» на урожайность, качество картофеля в условиях Костромской области.

Результаты. Проведена оценка применения препаратов в качестве предпосадочной обработки клубней на картофеле сорта Фаворит. При совместном применении биопрепарата «БисолбиСан» и озона получена наибольшая достоверная прибавка массы клубней с куста 177 г, что на 30,8% больше, чем в контрольном варианте. При обработке клубней химическим протравителем «Максим» увеличение массы составило 20,5% по сравнению с контролем. Во всех вариантах получена достоверная прибавка количества клубней (от 1,5 до 2,6 шт/куст) по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшее количество клубней с куста (9,1 шт.) получено при совместной обработке — «БисолбиСан» + озон. Наибольший выход семенной фракции в размере 13,8% достигнут при обработке клубней протравителем «Максим», что превысило на 3,7% данный показатель в контрольном варианте. Совместная предпосадочная обработка клубней препаратом «БисолбиСан» и озоном обеспечила наибольший выход крупной фракции (81,9%), при обработке клубней протравителем «Максим» получен наименьший показатель из всех изучаемых вариантов (76,8%).

Ключевые слова: картофель, ОМУ «Картофельное», биологизация, «БисолбиСан», озонирование, протравитель, урожайность, качество

Для цитирования: Пуздря Ф.Ф., Боженков А.В., Круглова С.А., Морозова Т.М., Попова Г.В. Применение химических и биологических препаратов на картофеле в качестве предпосадочной обработки клубней. *Аграрная наука*. 2024; 379(2): 102–106.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-102-106>

©Пуздря Ф.Ф., Боженков А.В., Круглова С.А., Морозова Т.М., Попова Г.В.

The use of chemical and biological preparations on potatoes for pre-planting treatment of tubers

ABSTRACT

Relevance. In the potato industry, the use of biological techniques has become widespread to improve the quality of the seed material of tubers, reduce the incidence and damage of potato pests.

Methods. Studies on the effectiveness of the use of biological and chemical techniques on potatoes were carried out at the experimental field of the Kostroma Research Institute of Agricultural Research — a branch of the A.G. Lorch Potato Research Center in 2021–2022.

The purpose of the work is to identify the effectiveness of the use of the biological drug “BisolbiSan”, the intake of ozonation and the chemical fungicide “Maxim” on the yield and quality of potatoes in the Kostroma region.

Results. The evaluation of the use of drugs as a pre-planting treatment of tubers on potatoes of the Favorit variety was carried out. With the combined use of “BisolbiSan” biologics and ozone, the greatest reliable increase in tuber weight from the bush was obtained at 177 g, which is 30.8% more than in the control version. When processing tubers with the chemical mordant «Maxim», the weight increase was 20.5% compared to the control. In all variants, a significant increase in the number of tubers (from 1.5 to 2.6 pcs/bush) was obtained compared with the control variant. The largest number of tubers from the bush (9.1 pcs.) was obtained by joint processing — «BisolbiSan» + ozone. The highest yield of the seed fraction in the amount of 13.8% was achieved when processing tubers with the «Maxim» mordant, which exceeded this indicator by 3.7% in the control version. The joint pre-treatment of tubers with “BisolbiSan” and ozone provided the highest yield of a large fraction (81.9%), while the treatment of tubers with the “Maxim” mordant produced the lowest indicator of all studied options (76.8%).

Key words: potato, OMU «Kartofelnoe», biologization, “BisolbiSan”, ozonation disinfectant, yield, quality

For citation: Puzdria F.F., Bozhenkov A.V., Kruglova S.A., Morozova T.M., Popova G.V. The use of chemical and biological preparations on potatoes as a preplant treatment of tubers. *Agrarian science*. 2024; 379(2): 102–106 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-379-2-102-106>

© Puzdria F.F., Bozhenkov A.V., Kruglova S.A., Morozova T.M., Popova G.V.

Введение/Introduction

В последние десятилетия чрезмерное применение синтетических средств химизации является следствием загрязнения окружающей среды [1–3]. Одним из путей, направленных на улучшение плодородия почвы, улучшение качества и безопасности сельскохозяйственной продукции среды [4–6], является освоение альтернативных методов ведения сельского хозяйства.

Существуют экологически чистые приемы биологического земледелия, или биологизации, такие как правильно построенная система севооборотов, сидерация, применение биорегуляторов, озонирование, использование бактериальных биоудобрений. В частности, в отрасли картофелеводства для улучшения качества и количества клубней, снижения заболеваемости и поражения вредителями и, как следствие, повышения урожайности картофеля широкое распространение получило использование биологических средств [7–11].

Одним из наиболее важных приемов снижения отрицательного воздействия удобрений на экологическое состояние почвы является использование органоминеральных аналогов (далее — ОМУ) как альтернативы традиционным видам органических и минеральных удобрений. ОМУ «Картофельное»¹ Буйского химического завода (Костромская обл., Россия) содержит гуминовые соединения, азот, фосфор, калий, магний, микроэлементы, продукты бактериального метаболизма и споровые культуры, подселенные на ее гранулы. В ОМУ минеральные элементы образуют с гуминовыми соединениями органоминеральные комплексы, способные длительное время поставлять растениям легкоусвояемые формы питательных веществ.

Другим элементом биологизации является обработка клубней картофеля перед посадкой бактериальными фунгицидами. Например, «БисолбиСан» разработан лабораторией технологии микробных препаратов ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, (г. Санкт-Петербург, Россия) на основе ризосферной бактерии *Bacillus subtilis* штамма Ч13. В его состав входят бактериальные метаболиты, обеспечивающие быстрое начальное действие, и живая споровая культура, оказывающая долговременную защиту и регуляцию роста [12, 13].

Безопасным методом обеззараживания клубней является озонирование. Это доступный, технологичный и безопасный способ борьбы с возбудителями болезней растений, который улучшает посевные качества, ускоряет прорастание и не наносит вреда окружающей среде [14, 15]. Методика проведения озонирования и его параметры в настоящее время прорабатываются.

Ученые ВНИИХ им. А.Г. Лорха К.А. Пшеченков, Б.А. Чулков отмечают ускорение появления всходов и увеличение количества клубней в кусте после озонирования. В других исследованиях П.В. Шаравьева, Г.В. Зуева, О.П. Неверовой эти результаты не подтвердились либо оказались незначимыми и до сих пор являются предметом изучения данного вопроса [16–18].

Наряду с использованием биологических препаратов большое значение в производстве картофеля имеет применение химических протравителей [19], таких как

«Максим» (ООО «Сингента», Россия, д. в. флудиоксонил 25 г/л), «Табу» (АО «Август», Россия, д. в. имидаклоприд 500 г/л), «Престиж» (АО «Байер», Германия, д. в. имидаклоприд 140 г/л, пенцикурон 150 г/л) и т. д.

Цель работы — выявить эффективность использования бактериального фунгицида, приема озонирования и химического фунгицида на урожайность, качество картофеля в условиях Костромской области.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования по эффективности применения биологических и химических приемов на картофеле были проведены на опытном поле Костромского НИИСХ в 2021–2022 гг.

В опыте выращивали среднеспелый сорт картофеля Фаворит селекции Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха. Повторность опыта — четырехкратная, площадь учетной делянки — 42 м², размещение делянок — систематическое.

Полевые опыты располагались на легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса — 1,4%, подвижного фосфора — 247,9 мг/кг, обменного калия — 85,7 мг/кг почвы, рН_{сол} — 4,35. Фоном в качестве удобрений использовали ОМУ «Картофельное» (ОАО «Буйский химический завод», Россия) в дозе N₉₀P₁₂₀K₁₃₅ кг/га д. в. Предпосадочное озонирование семенных клубней было проведено озоно-воздушным потоком с использованием высокочастотного генератора озона барьерного типа РИОС-20-0,5 М² (Россия). Доза озона на выходе — 10,0 мг/м³, время экспозиции — 30 мин.

Показатели продуктивности и качество картофеля оценивали по ГОСТ 33996³, ГОСТ 7194⁴, ГОСТ 29267⁵. Математическая обработка урожая проведена методом дисперсионного анализа данных двухфакторного полевого опыта по методике Б.А. Доспехова (г. Москва, 1985)⁶ с использованием стандартного пакета Microsoft Excel (США).

Биометрический анализ — по методике агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле (г. Москва, 2019)⁷.

Схема полевого опыта

1. Контроль (без обработки).
2. Обработка клубней перед посадкой протравителем «Максим» («Сингента», Россия) (0,4 л/т).
3. Обработка клубней перед посадкой бактериальным фунгицидом «БисолбиСан» (ООО «Бисолби Плюс», Россия) (2 л/т).
4. Предпосадочная обработка клубней озоно-воздушным потоком (10 мг/м³) + обработка клубней перед посадкой бактериальным фунгицидом «БисолбиСан» (2 л/т).

Метеорологические условия 2021–2022 гг. характеризовались засухой и неравномерным распределением влаги и тепла в течение периода вегетации. Посадка картофеля была проведена в благоприятных погодных

¹ Органические удобрения / Буйский химический завод. — Режим доступа: <https://bhz.ru/catalog/organicheskie-udobreniya1/>

² <https://rios.su/rios-20>

³ ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ. 2017; 36.

⁴ ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества. М.: Стандартинформ. 2010; 13.

⁵ ГОСТ 29267-91. Картофель семенной. Оздоровленный исходный материал. Приемка и методы анализа. М.: Стандартинформ. 2010; 88.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

⁷ Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И. и др. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. Методическое пособие. М.: ФГБНУ ВНИИХ. 2019; 120.

условиях с достаточной влажностью почвы и оптимальной температурой воздуха. В фазе начала цветения растения находились длительное время. Из-за повышенной температуры воздуха и продолжительной засухи массового цветения не наблюдали — как 2021 г., так и в 2022-м.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

По вариантам опыта время прохождения всех фаз роста и развития картофеля существенно не отличалось друг от друга. Биометрический анализ выявил определенную тенденцию увеличения длины стеблей и их количества в кусте в зависимости от способа обработки клубней перед посадкой (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что достоверная прибавка количества и длины стеблей получена на всех вариантах опыта относительно контроля. Наибольший показатель длины стеблей зафиксирован в варианте с обработкой их протравителем «Максим» и составил 52,1 см, что на 15,5% выше, чем в контрольном варианте. Наибольший показатель количества стеблей с куста отмечен также при применении протравителя «Максим» (5,6 шт/куст), что на 1,9 шт/куст больше, чем в контроле.

Количество стеблей в кусте в известной степени определяет величину урожая клубней (г. Москва, 1986)⁸. Установлена средняя степень взаимодействия между продуктивностью и количеством стеблей в кусте картофеля сорта Фаворит ($r = 0,66 \pm 0,14$). При совместном применении биопрепарата «БисолбиСан» и озона получена прибавка массы клубней с куста 177 г, что на 30,8% больше, чем в контрольном варианте. При обработке клубней химическим препаратом «Максим» увеличение массы составило 20,5% относительно контроля.

Отмечается положительное влияние обработки клубней перед посадкой на их количество в кусте. Во всех вариантах получена достоверная прибавка в сравнении с контролем. В варианте с протравителем «Максим» увеличение составило 1,5 шт/куст, или 23%, при обработке клубней биофунгицидом «БисолбиСан» — 1,9 шт/куст, или 29%, при совместной обработке биопрепаратом «БисолбиСан» и озоном — 2,6 шт/куст, или 40%.

Количество клубней с куста положительно коррелировало с урожайностью картофеля ($r = 0,91 \pm 0,13$) (табл. 2), однако достоверная прибавка урожайности получена лишь в варианте при совместной обработке клубней перед посадкой биофунгицидом «БисолбиСан» и озоном — 6,9 т/га. Установлена зависимость фракционного состава урожая от предпосадочной обработки клубней (табл. 2).

В среднем по изучаемым годам наибольший выход средней (семенной) фракции (13,8%) получен при предпосадочной обработке клубней протравителем «Максим», что превысило (на 3,7%) данный показатель контрольного варианта. Совместная предпосадочная обработка клубней «БисолбиСаном» и озоном обеспечила наибольший (81,9%) выход крупной фракции, что на 3,9% выше контроля, тогда как при обработке клубней «Максимом» получен наименьший показатель из всех изучаемых вариантов — 76,8%.

Необходимо добавить, что в изучаемые годы преобладала засушливая жаркая погода, заболеваний картофеля сорта Фаворит во время вегетации отмечено не было. Проведение клубневого анализа показало, что

Таблица 1. Влияние предпосадочных обработок на биометрические показатели картофеля сорта Фаворит (среднее), 2021–2022 гг.

Table 1. The effect of pre-planting treatments on biometric indicators of potatoes of the Favorite variety (average), 2021–2022

Вариант	Количество стеблей, шт.	Длина стеблей, см	Количество клубней, шт/куст	Вес клубней (1 куст), г
Контроль	3,7	45,1	6,5	542
«Максим»	5,6	52,1	8,0	653
БисолбиСан	5,2	50,0	8,4	618
Озон + «БисолбиСан»	4,9	50,6	9,1	719
НСР ₀₅ общ	0,9	2,5	1,5	120

Таблица 2. Влияние предпосадочной обработки картофеля сорта Фаворит на урожайность и фракционный состав клубней (среднее), 2021–2022 гг.

Table 2. The effect of pre-planting treatment of Favorit potatoes on yield and fractional composition of tubers (average), 2021–2022

Варианты	Урожайность, т/га	Доля фракции от размера клубней, %		
		мелкая (< 28 мм)	средняя (28–40 мм)	крупная (> 40 мм)
Контроль	20,0	4,8	10,1	78,0
«Максим»	24,1	3,9	13,8	76,2
«БисолбиСан»	22,5	6,4	9,0	79,4
Озон + «БисолбиСан»	26,9	3,9	8,0	81,9
НСР ₀₅ общ	5,9	1,7	3,8	5,3

поражения клубней при хранении в осенне-весенний период на всех вариантах опыта фитофторозом и мокрой гнилью не было.

На вариантах опыта было отмечено уменьшение пораженности клубней паршой обыкновенной по сравнению с контролем и составило с совместной обработкой озоном и «БисолбиСаном» 1%, препаратом «БисолбиСан» — 1,1%. При применении протравителя «Максим» заболевания паршой обыкновенной не зафиксировано.

Поражение клубней сухой гнилью было достаточно слабым (1,6%) на контрольном варианте, наименьшее значение зараженности отмечено на варианте с обработкой препаратом «Максим» — 0,3%. Симптомы поражения другими болезнями отсутствовали во всех вариантах опыта.

Выводы/Conclusion

Таким образом, обработка клубней перед посадкой биофунгицидом «БисолбиСан» и прием совместного использования «БисолбиСана» и озона увеличили количество клубней на достоверную величину, равную 1,9–2,6 шт/куст, продуктивность — на 76–177 г, по сравнению с контролем, при этом выход крупной фракции увеличился до 79,4–81,9% соответственно, тогда как только химический прием «Максим» увеличил долю семенной фракции относительно остальных вариантов.

Следует отметить, что только в варианте совместного применения «БисолбиСана» и озона получена достоверная прибавка продуктивности (30,8%) по сравнению с контрольным вариантом.

⁸ Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. Растениеводство. Под ред. П.П. Вавилова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. 1986; 512: илл.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Вклад в работу: Ф.Ф. Пуздыря — 45%, А.В. Боженков — 15%, С.А. Круглова — 15%, Т.М. Морозова — 15%, Г.В. Попова — 10%. Участие в написании рукописи: Ф.Ф. Пуздыря — 45%, А.В. Боженков — 15%, С.А. Круглова — 15%, Т.М. Морозова — 15%, Г.В. Попова — 10%, несут соответственно ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. Contribution to the work: F.F. Puzdrya — 45%, A.V. Bozhenkov — 15%, S.A. Kruglova — 15%, T.M. Morozova — 15%, G.V. Popova — 10%. Participation in writing the manuscript: F.F. Puzdrya — 45%, A.V. Bozhenkov — 15%, S.A. Kruglova — 15%, T.M. Morozova — 15%, G.V. Popova — 10%, respectively participation are responsible for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания Костромского научно-исследовательского института сельского хозяйства — филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха» (№ 082-00295-23-01 на 2021–2023 гг.)

FUNDING

The research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the state assignment of the Kostroma Scientific Research Institute of Agriculture, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch» (No. 082-00295-23-01 for 2021–2023).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Садыкова Н.А., Велямов М.Т., Лукин А.Л., Мелькумова Е.А., Климин А.Ф. Эффективность применения малотоксичных для окружающей среды средств защиты сахарной свеклы от вредоносных болезней семян. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023; 2(77): 36–48. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_2_36-48
2. Лысов А.К. Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду. *АгроЭкоИнженерия*. 2023; 3(116): 34–51. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-3116-34-50>
3. Шулико Н.Н. и др. Биологическая активность лугово-черноземной почвы в зависимости от системы обработки почвы и применения средств химизации. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (7): 12–21. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-7-12-21>
4. Яшчук Н.А., Гаращук Ю.С., Ребезов М.Б. Влияние условий выращивания и хранения на содержание клейковины в зерне пшеницы. *Пища. Экология. Качество. Труды XVII Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург. 2020; 766–769. EDN: RTSSBL
5. Rebezov M. et al. Nutritional and technical aspect of tiger nut and its micro-constituents: an overview. *Food Reviews International*. 2021; 39(6): 3262–3282. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2011910>
6. Войцеховский В.И., Ребезов М.Б., Войцеховская Е.В. Формирование биологически ценных полифенолов в ягодах земляники садовой. *Экология и природопользование. Материалы Международной научно-практической конференции*. 2020; 117–121. EDN: AEOYGU
7. Молявко А.А., Марухленко А.В., Еренкова Л.А., Борисова Н.П. Биологизация производства картофеля. *Вестник Брянского государственного университета*. 2015; (2): 423–425. <https://elibrary.ru/uyyodt>
8. Мутиков В.М., Селиванов А.В., Васильев Н.И., Нурсов И.Н. Интенсивная биологизация земледелия и ее результаты (на примере ООО «Агрофирма «Слава картофелю» Чувашской Республики). *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2018; 91: 132–148. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-91-132-148>
9. Зейрук В.Н., Васильева С.В., Новикова И.И., Белякова Н.А., Деревягина М.К., Белов Г.Л. Перспективы развития экологических приемов защиты картофеля от болезней и вредителей. *Аграрная наука*. 2019; (S3): 54–59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-54-59>
10. Лысенко А.Ю. Формирование урожая картофеля при использовании защитных препаратов. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020; 15(1): 21–25. <https://www.elibrary.ru/ahrhek>
11. Боженков А.В., Пуздыря Ф.Ф., Круглова С.А., Морозова Т.М., Попова Г.В. Влияние агрофонов с разной степенью биологизации на урожай и качество картофеля в засушливые годы. *Агрохимический вестник*. 2023; (4): 11–15. <https://www.elibrary.ru/dothrn>
12. Гериева Ф.Т., Газданова И.О. Эффективность применения перспективных биопрепаратов нового поколения в условиях Северо-Кавказского региона. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (3): 2–9. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9>
13. Деревягина М.К., Васильева С.В., Белов Г.Л., Зейрук В.Н. Эффективность схем применения нового биопрепарата «Картофин» на основе *Bacillus subtilis* при выращивании картофеля. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2020; (4): 25–34. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-57-4-25-34>
14. Морозова Т.М. Воздействие озono-воздушного потока на посевные и фитосанитарные качества зерна яровой пшеницы. *Владимирский земледелец*. 2020; (4): 37–40. <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10143>
15. Баскаков И.В., Оробинский В.И., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Чернова О.В. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2016; (3): 120–126. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2016.3.120>
16. Пшеченков К.А., Чулков Б.А. Озонирование клубней снижает потери урожая при хранении, улучшает качество продукции и увеличивает урожай. *Картофель и овощи*. 2008; (3): 30–31. <https://elibrary.ru/jsdvux>
17. Кондратьев Р.Б., Пшеченков К.А., Чулков Б.А., Луговской И.В. Эффективность озонирования семенных клубней. *Картофель и овощи*. 2011; (1): 8. <https://elibrary.ru/pyngwj>

REFERENCES

1. Sadykova N.A., Velyamov M.T., Lukin A.L., Melkumova E.A., Klimkin A.F. Efficiency of low-toxic sugar beet protection agents against harmful seed diseases. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023; 2(77): 36–48 (in Russian). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_2_36-48
2. Lysov A.K. Application problems of plant protection agents and ways to reduce their anthropogenic impact on the environment. *AgroEcoEngineering*. 2023; 3(116): 34–51 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-3116-34-50>
3. Shuliko N.N. et al. Meadow-chernozem soil biological activity depending on the tillage system and the chemicals use. *Bulliten KrasSAU*. 2023; (7): 12–21 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-7-12-21>
4. Yashchuk N.A., Garashchuk Yu.S., Rebezov M.B. The influence of growing conditions and storage on the gluten content in wheat grain. *Food. Ecology. Quality. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. Yekaterinburg. 2020; 766–769 (in Russian). EDN: RTSSBL
5. Rebezov M. et al. Nutritional and technical aspect of tiger nut and its micro-constituents: an overview. *Food Reviews International*. 2021; 39(6): 3262–3282. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2011910>
6. Voitsekhevsky V.I., Rebezov M.B., Voitsekhevskaya E.V. Formation of biologically valuable polyphenols in strawberries. *Ecology and environmental management. Materials of the International Scientific and Practical Conference*. 2020; 117–121 (in Russian). EDN: AEOYGU
7. Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Erenkova L.A., Borisova N.P. Biologization of potato production. *The Bryansk State University Herald*. 2015; (2): 423–425 (in Russian). <https://elibrary.ru/uyyodt>
8. Mutikov V.M., Selivanov A.V., Vasiliev N.I., Nursov I.N. Intensive biologization of agriculture and its results (on the example LLC «Agrofirma «Slava Kartofelju» Chuvash Republic). *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2018; 91: 132–148 (in Russian). <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2018-91-132-148>
9. Zeyruk V.N., Vasilyeva S.V., Novikova I.I., Belyakova N.A., Derevyagina M.K., Belov G.L. Prospects of development of ecological methods of potato protection from diseases and pests. *Agrarian science*. 2019; (S3): 54–59 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-54-59>
10. Lysenko A.Yu. Potatoes yield formation when using protective drugs. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2020; 15(1): 21–25 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ahrhek>
11. Bozhenkov A.V., Puzdrya F.F., Kruglova S.A., Morozova T.M., Popova G.V. Influence of agro-backgrounds with different degrees of biologization on yield and quality of potato in arid years. *Agrochemical Herald*. 2023; (4): 11–15 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dothrn>
12. Gerieva F.T., Gazdanova I.O. The effectiveness of the use of promising new generation biological products in the conditions of the North Caucasus region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (3): 2–9 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9>
13. Derevyagina M.K., Vasilyeva S.V., Belov G.L., Zeyruk V.N. The effectiveness of the scheme for the use of a new biological product «Kartofin» based on *Bacillus subtilis* in growing potatoes. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2020; (4): 25–34 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-57-4-25-34>
14. Morozova T.M. Impact of ozone air-flow on seed and phytosanitary characteristics of spring wheat grain. *Vladimir agricolist*. 2020; (4): 37–40 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2225-2584-2020-10143>
15. Baskakov I.V., Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Chernova O.V. Ozonation process and its implementation in agriculture. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2016; (3): 120–126 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2016.3.120>
16. Pshechenkov K.A., Chulkov B.A. Tuber ozonation reduces yield losses during storage, improves product quality and increases yield. *Potato and Vegetables*. 2008; (3): 30–31 (in Russian). <https://elibrary.ru/jsdvux>
17. Kondratiev R.B., Pshechenkov K.A., Chulkov B.A., Lugovskoy L.V. Efficiency of seed potatoes ozonization. *Potato and Vegetables*. 2011; (1): 8. <https://elibrary.ru/pyngwj>

18. Шаравьев П.В., Зуева Г.В., Неверова О.П. Инновационные технологии озонирования патогенов картофеля. *Аграрный вестник Урала*. 2014; (3): 63–66.
<https://elibrary.ru/sgwxvt>

19. Зейрук В.Н., Белов Г.Л., Мальцев С.В., Абашкин О.В., Абросимов Д.В. Защита картофеля при хранении. *Картофель и овощи*. 2019; (4): 33–34.
<https://doi.org/10.25630/PAV.2019.53.46.006>

ОБ АВТОРАХ

Федор Федорович Пуздря

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
ksyu.matveeva2007@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5064-8321>

Александр Владимирович Боженков

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
kniish.dir@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0474-1319>

Светлана Александровна Круглова

старший научный сотрудник
svetiksvetiky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6070-9060>

Татьяна Михайловна Морозова

научный сотрудник
tanya-moroz0406@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5924-0143>

Галина Владимировна Попова

старший научный сотрудник
galina_popova2019@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5002-8840>

Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства — филиал Федерального исследовательского центра картофеля им. А.Г. Лорха, ул. Куколевского, 18, с. Минское, Костромской р-н, Костромская обл., 156543, Россия

18. Sharaviev P.V., Zueva G.V., Neverova O.P. Innovative ozonization technologies of potato pathogen. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014; (3): 63–66 (in Russian).
<https://elibrary.ru/sgwxvt>

19. Zeyruk V.N., Belov G.L., Maltsev S.V., Abashkin O.V., Abrosimov D.V. Protection of potatoes during storage. *Potato and Vegetables*. 2019; (4): 33–34 (in Russian).
<https://doi.org/10.25630/PAV.2019.53.46.006>

ABOUT THE AUTHORS

Fedor Fedorovich Puzdrya

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher
ksyu.matveeva2007@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5064-8321>

Alexander Vladimirovich Bozhenkov

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher
kniish.dir@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0474-1319>

Svetlana Alexandrovna Kruglova

Senior Researcher
svetiksvetiky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6070-9060>

Tatyana Mikhailovna Morozova

Research Associate
tanya-moroz0406@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5924-0143>

Galina Vladimirovna Popova

Senior Researcher
galina_popova2019@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5002-8840>

Kostroma Scientific Research Institute of Agriculture — branch of the Federal Potato Research Center named after A.G. Lorkh, 18 Kukolevsky Str., Minskoye village, Kostroma district, Kostroma region, 156543, Russia