

**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ/AGROCHEMISTRY,
AGROSOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.7>

**УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ СОРТА
ГАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

Научная статья

Иванов Д.И.^{1,*}, Иванов А.Д.²

¹ ORCID : 0000-0003-1980-7026;

^{1,2} Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, Саранск,
Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ivanov_d-m[at]list.ru)

Аннотация

В статье приводятся результаты исследований урожайности, качества и экологической безопасности клубней картофеля сорта Гала на черноземе выщелоченном Республики Мордовия в зависимости от системы защиты растений. Различие в урожайности клубней при использовании биологической и химической системы защиты растений было несущественным. На варианте с традиционной химической системой защиты растений отмечалась тенденция к увеличению содержания сухого вещества и крахмала относительно варианта с органической системой защиты. Содержание остаточных количеств пестицидов дифеноконазола и хлорантранилипрола и нитратов не превышало максимально допустимого уровня, однако на варианте с органической системой защиты уровень нитратов в клубнях был выше на 20–27 мг/кг по сравнению с таковым на варианте с традиционной системой защиты. В более засушливый год возрастало содержание нитратов в клубнях на 50–57 мг/кг и снижалось — меди на 5,7–6,8 мг/кг по сравнению с влажным годом.

Ключевые слова: картофель, биологическая система защиты, химическая система защиты, качество, экологическая безопасность.

**YIELD, QUALITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF GALA VARIETY POTATO CROPS DEPENDING ON
THE PLANT PROTECTION SYSTEM**

Research article

Ivanov D.I.^{1,*}, Ivanov A.D.²

¹ ORCID : 0000-0003-1980-7026;

^{1,2} National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russian Federation

* Corresponding author (ivanov_d-m[at]list.ru)

Abstract

The article provides the results of studies on the yield, quality and environmental safety of Gala variety potato tubers grown on leached black soil in the Republic of Mordovia, depending on the plant protection system used. The difference in tuber yield between the biological and chemical plant protection systems was insignificant. The variant with a traditional chemical plant protection system showed a tendency towards an increase in dry matter and starch content compared to the variant with an organic protection system. The content of residual amounts of the pesticides difenoconazole and chlorantraniliprole and nitrates did not exceed the maximum permissible level, but in the variant with the organic protection system, the nitrate level in the tubers was 20–27 mg/kg higher than in the variant with the traditional protection system. In a drier year, the nitrate content in tubers increased by 50–57 mg/kg and the copper content decreased by 5.7–6.8 mg/kg compared to a wet year.

Keywords: potatoes, biological protection system, chemical protection system, quality, environmental safety.

Введение

В последние годы появился запрос населения на высокое качество и экологическую безопасность продуктов питания [1], в том числе картофеля. Картофель считается в России «вторым хлебом», поэтому производство картофеля является основой продовольственной безопасности [2] и весьма актуально изучение экологизации технологии его возделывания. В условиях Республики Мордовия биологизация защиты картофеля пока малоизучена. Однако недостаточно определить динамику урожайности в зависимости от системы защиты растений. Важно также проверить продукцию на содержание веществ, определяющих качество и безопасность для потребителей. Возникает потребность в определении остаточных количеств пестицидов, нитратов и тяжелых металлов, особенно, используемых в качестве средств защиты растений. Отмечается, что регулярные ежегодные обработки медьсодержащими пестицидами могут приводить к кумуляции ее в почве [3]. Бесконтрольное и избыточное применения средств химизации считается причиной возникновения тяжелых заболеваний населения, в том числе, онкологических [1].

Методы и принципы исследования

Цель работы — изучить продуктивность, качество и экологическую безопасность урожая картофеля сорта Гала в зависимости от применения биологической и химической систем защиты растений.

Исследования проводили в модельном полевом опыте на черноземе выщелоченном в Мордовском НИИСХ — филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2023–2024 гг. Полевой опыт — однофакторный в четырехкратной повторности. Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) органическая (биологическая) система защиты;
- 2) традиционная химическая система защиты (производственный контроль).

Система биологической защиты строилась на основе применения препаратов, разрешенных в органическом земледелии (хлорокись меди; споры *Bacillus subtilis*; *Bacillus thuringiensis*; аверсектин С), традиционная химическая — на основе действующих веществ: имидаклоприд, тиаметоксам, хлорантранилипрол, пенцикурон, манкоцеб, мефеноксам, дифеноконазол, азоксистробин, пропиконазол. Более подробно методика проведения опыта и характеристика почвенного участка была описана нами ранее [4]. Картофель возделывался в следующем севообороте:

- 1) чистый пар;
- 2) озимая пшеница;
- 3) ячмень яровой;
- 4) картофель;
- 5) картофель.

В 2023 г предшественником являлся ячмень яровой, в 2024 г — картофель. Минеральные удобрения не вносились по причине высокого содержания фосфора (220 мг/кг) и калия (198 мг/кг). После уборки предшественника проводилась вспашка на глубину 25 см. Весной проводилось закрытие влаги, предпосадочная культивация, нарезка гребней картофелесажалкой «Крот» в агрегате с МТЗ-1221. Посадку картофеля осуществляли 17.05.23 и 02.06.24 посадочным материалом второй репродукции вручную, в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75×40 см. До всходов картофеля моделировалась прополка междурядий от сорняков в фазе ниточки и в процессе вегетации проводились 2 междурядные обработки мотыгой. Внекорневая обработка средствами защиты растений проводилась дважды — до бутонизации и в фазу цветения. Вегетационный период 2023 г. характеризовался избыточным увлажнением (ГТК=1,37). Вегетационный период 2024 г. характеризовался сильнозасушливыми в первой половине вегетации (ГТК=0,23...0,65) и влажными — во второй половине (ГТК=1,40).

Уборку урожая осуществляли 25.08.23 и 07.09.24 сплошным методом, с учетной части делянки. От общего урожая клубней по повторениям отбирали средние пробы массой по 5 кг не поврежденных вредителями и болезнями клубней [5]. В отобранных пробах здорового картофеля крахмал определяли по удельному весу по вытеснению воды в сосуде, сухое вещество — термogravиметрическим методом сушкой при температуре +105 °С. Содержание нитратов в клубнях картофеля определяли ионометрическим методом с помощью ионоселективного электрода на иономере ЭВ-74. Массовую долю меди определяли атомно-абсорбционным методом на МГА-1000 согласно методике М 04-77-2012 в межкафедральной научной лаборатории агрономии в аграрном институте ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва». Предварительно образцы клубней были высушены до воздушно-сухого состояния, размолоты. Результаты анализа пересчитаны на сырую массу. Определение остаточных количеств пестицидов (дифеноконазола и хлорантранилипрола) в клубнях осуществляли в Нижегородской испытательной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» методом газовой хроматографии и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно СТБ EN15662-2017.

Основные результаты

За 2 года исследований урожайность клубней картофеля существенно не различалась по вариантам защиты растений (18,6–19,4 т/га). Большая урожайность ботвы естественной влажности была установлена на варианте с традиционной системой защиты (+2,3 т/га относительно варианта с органической), что можно объяснить лучшей эффективностью химических средств защиты в подавлении листовой инфекции [4].

Для урожая картофеля главным показателем качества урожая является содержание крахмала и сухого вещества. Как видно из таблицы 1, прослеживается тенденция к повышению содержания как сухого вещества (на 1,2%), так и крахмала (на 0,7%) на варианте с традиционной системой химической защиты в сравнении с биологической. Видимо, это связано с лучшими условиями сохранения деятельности листового аппарата при системе химической защиты.

По годам наблюдалась тенденция к накоплению сухого вещества в более сухой 2024 год относительно 2023 года (на 3,2–3,7%). В публикациях встречается информация по возможному снижению удельного содержания крахмала с увеличением продуктивности [7].

Таблица 1 - Качество и экологическая безопасность клубней картофеля в зависимости от системы защиты растений

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.7.1>

Вариант системы защиты растений	Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сухого в-ва, %		Дифенок оназол, мг/кг	Хлорант ранилипрол, мкг/кг	Нитраты, мг/кг		Cu, мг/кг	
	2023	2024	2023	2024	2023	2023	2023	2024	2023	2024
1 Биологи ческая	13,2±0,2	13,6±3,2	18,3±1,5	21,5±2,1	Не опр.	Не опр.	100±33	150±18	6,1±1,7	0,4±0,1
2 Химичес	14,0±1,1	14,2±1,9	19,2±1,2	22,9±1,2	<0,001	<0,001	73±10	130±11	7,0±1,8	0,2±0,1

Вариант системы защиты растений	Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сухого в-ва, %		Дифенок оназол, мг/кг	Хлорант ранилипрол, мкг/кг	Нитраты, мг/кг		Cu, мг/кг	
	2023	2024	2023	2024	2023	2023	2023	2024	2023	2024
кая										
МДУ	–	–	–	–	0,02	0,1	250	250	5,0	5,0

Остаточные количества фунгицидов (дифенокназола) и инсектицидов (хлорантренилипрола, корраген), внесенных в последнюю обработку, содержатся в количествах, не превышающих норм (согласно СанПиН 1.2.3685-21).

Содержание нитратов в клубнях картофеля было ниже установленного норматива в 250 мг/кг. Однако, наблюдалась дифференциация накопления нитратов в клубнях картофеля как по годам, так в зависимости от системы защиты растений. При использовании органической (биологической) системы защиты растений содержание нитратов в клубнях было больше на 20–27 мг/кг, чем на варианте с химической. Это, вероятно, обусловлено большим накоплением возбудителей болезней, из-за чего в растениях могут нарушаться процессы включения азота в биологический цикл и большим накоплением его в минеральной форме. Во влажный 2023 год содержание нитратов в клубнях картофеля по вариантам опыта было ниже на 50–57 мг/кг сырого веса, чем в 2024 год. Видимо, это может быть связано с большей вымываемостью нитратов из корнеобитаемого горизонта во влажный год и эффектом «биологического разбавления» при большей урожайности. Данные по большему накоплению нитратов в более сухой год согласуются данными Иванова Д. И. (2016) по корнеплодам.

Содержание меди незначительно варьировало по вариантам, в 2023 году происходило превышение МДУ на 1,1–2,0 мг/кг. В более сухой вегетационный период 2024 года меди накапливалось в клубнях существенно меньше. Вероятно, сказалась и большая подвижность почвенных соединений меди при более влажной погоде 2023 г. Согласно данным различных исследователей [9], [10], содержание меди в клубнях картофеля может колебаться в диапазоне от 0,04 до 1,56 мг/кг в зависимости от региона и степени загрязнения почвы. Однако, по данным Федоровой Н. Е. с соавторами (2020), в варьирование содержания меди в растениях картофеля вносят вклад и погодные условия. С учетом того, что меди в кожуре картофеля накапливается в 3–4 раза больше чем в сердцевине [10], опасность избыточного поступления меди с урожаем картофеля 2023 г. устраняется после очистки картофеля.

Заключение

Различие в урожайности клубней при использовании биологической и химической системы защиты растений было незначительным.

На варианте с традиционной химической системой защиты растений отмечалась тенденция к увеличению содержания сухого вещества и крахмала относительно варианта с органической системой защиты. Содержание остаточных количеств пестицидов дифенокназола и хлорантренилипрола, а также нитратов не превышало максимально допустимого уровня, однако на варианте с органической системой защиты уровень нитратов в клубнях был выше на 20–27 мг/кг по сравнению с таковым на варианте с традиционной системой защиты. В более засушливый год возрастало содержание нитратов в клубнях на 50–57 мг/кг и снижалось — меди на 5,7–6,8 мг/кг по сравнению с влажным годом. В целом, можно сделать вывод, что продукция картофеля, полученная на различных вариантах системы защиты растений, является экологически безопасной.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Meadows A.D. Packaged Foods Labeled as Organic Have a More Healthful Profile Than Their Conventional Counterparts, According to Analysis of Products Sold in the U. S. in 2019–2020. / A.D. Meadows, S.A. Swanson, T.M. Galligan et al. // *Nutrients*. — 2021. — № 13 (9). — P. 3020. — DOI: 10.3390/nu13093020.
2. Попов Д.Ю. Развитие картофелеводства в системе повышения продовольственной безопасности страны / Д.Ю. Попов // *Современные организационно-экономические проблемы развития АПК : Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня создания кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК, Воронеж, 19 ноября 2015 года* / Научная редакция К.С. Терновых. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. — С. 142–145.
3. Федорова Н.Е. Контроль остаточных количеств медьсодержащих пестицидов в растительной продукции / Н.Е. Федорова, М.В. Егорова, А.С. Родионов [и др.] // *Овощи России*. — 2020. — № 3. — С. 57–62. — DOI: 10.18619/2072-9146-2020-3-57-62.

4. Иванов Д.И. Урожайность и структура урожая картофеля сорта Гала в зависимости от системы защиты растений / Д.И. Иванов, И.В. Мосевнин // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — № 12 (52). — DOI: 10.60797/JAE.2024.52.3.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [В 5 вып.], Утв. 23/II 1960 г. Картофель, овощные и бахчевые культуры. — Москва: Колос, 1964. — 247 с.
6. Моисеиченко В.Ф. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисеиченко, М.Ф. Трифонова, А.Х. Заверюха [и др.]. — Москва: Колос, 1996. — 336 с.
7. Чижигов В.А. Технология возделывания картофеля в условиях северной лесостепи / В.А. Чижигов // Вестник сельскохозяйственной науки Мордовии : Сб. науч. тр. (К 70-летию Мордовской овощной зональной опытной станции (Мордовский НИИСХ)). — Саранск: Ковылк. тип., 2000. — С. 185–187.
8. Иванов Д.И. Минеральный состав корневого сельдерея как продукта функционального питания в зависимости от погодных условий / Д.И. Иванов, Н.Н. Иванова, Е.П. Артюшкина. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2016. — № 1 (135). — С. 23–27.
9. Брайкова А.М. Контроль показателей безопасности картофеля / А.М. Брайкова, Т.А. Гапонова, В.В. Садовский // Потребительская кооперация. — 2022. — № 1 (76). — С. 40–43.
10. Самойленко Г.Ю. Содержание тяжелых металлов в почвах и овощах территорий г. Читы и Читинского района / Г.Ю. Самойленко, Е.А. Бондаревич, Н.Н. Коцюржинская [и др.] // Вестник ИрГСХА. — 2024. — № 121. — С. 54–62. — DOI: 10.51215/1999-3765-2024-121-54-62.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Meadows A.D. Packaged Foods Labeled as Organic Have a More Healthful Profile Than Their Conventional Counterparts, According to Analysis of Products Sold in the U. S. in 2019–2020. / A.D. Meadows, S.A. Swanson, T.M. Galligan et al. // Nutrients. — 2021. — № 13 (9). — P. 3020. — DOI: 10.3390/nu13093020.
2. Popov D.Yu. Razvitie kartofelevodstva v sisteme povysheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [Development of potato growing in the system of increasing the country's food security] / D.Yu. Popov // Sovremennye organizacionno-ekonomicheskie problemy razvitiya APK : Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya sozdaniya kafedry organizacii proizvodstva i predprinimatel'skoj deyatel'nosti v APK, Voronezh, 19 noyabrya 2015 goda [Modern organizational and economic problems of the agro-industrial complex development : Materials of the Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the establishment of the Center for the organization of production and entrepreneurial activity in the agroindustrial complex, Voronezh, November 19, 2015] / Scientific editorial office of K.S. Ternovs. — Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Peter the Great's Empire, 2015. — P. 142–145. [in Russian]
3. Fedorova N.E. Kontrol' ostatochnyh kolichestv med'soderzhashchih pesticidov v rastitel'noj produkcii [Control of residual amounts of copper-containing pesticides in plant products] / N.E. Fedorova, M.V. Egorova, A.S. Rodionov [et al.] // Ovoshchi Rossii [Vegetables of Russia]. — 2020. — № 3. — P. 57–62. — DOI: 10.18619/2072-9146-2020-3-57-62. [in Russian]
4. Ivanov D.I. Urozhajnost' i struktura urozhaya kartofelya sorta Gala v zavisimosti ot sistemy zashchity rastenij [Yield and crop structure of Gala variety potatoes depending on the plant protection system] / D.I. Ivanov, I.V. Mosevnin // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — № 12 (52). — DOI: 10.60797/JAE.2024.52.3. [in Russian]
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the state variety testing of agricultural crops] [In 5th issue], Approved by 23/II 1960. Potatoes, vegetable and melon crops. — Moscow: Kolos, 1964. — 247 p. [in Russian]
6. Moiseichenko V.F. Osnovy nauchnykh issledovanij v agronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy] / V.F. Moiseichenko, M.F. Trifonova, A.H. Zaveriukha [et al.]. — Moscow : Kolos Publ., 1996. — 336 p. [in Russian]
7. Chizhikov V.A. Tekhnologiya vozdeleyvaniya kartofelya v usloviyah severnoj lesostepi [Technology of potato cultivation in the conditions of the northern foreststeppe] / V.A. Chizhikov // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki Mordovii : Sb. nauch. tr. (K 70-letiyu Mordovskoj ovoshchnoj zonal'noj opyt'noj stancii (Mordovskij NIISH)) [Bulletin of Agricultural Science of Mordovia : Collection of scientific papers (Dedicated to the 70th anniversary of the Mordovian Vegetable Zonal Experimental Station (Mordovian Research Institute))]. — Saransk: Kovylk. type., 2000. — P. 185–187. [in Russian]
8. Ivanov D.I. Mineral'nyj sostav kornevogo sel'dereya kak produkta funkcional'nogo pitaniya v zavisimosti ot pogodnykh uslovij [Mineral composition of celery root as a functional nutrition product depending on weather conditions] / D.I. Ivanov, N.N. Ivanova, E.P. Artyushkina // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Altai State Agrarian University]. — 2016. — № 1 (135). — P. 23–27. [in Russian]
9. Braikova A.M. Kontrol' pokazatelej bezopasnosti kartofelya [Control of potato safety indicators] / A.M. Braikova, T. A. Gaponova, V. V. Sadovsky // Potrebiteľ'skaya kooperaciya [Consumer cooperation]. — 2022. — № 1(76). — P. 40–43. [in Russian]
10. Samoylenko G.Y. Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvah i ovoshchah territorij g. Chity i Chitinskogo rajona [The content of heavy metals in the soils and vegetables of the territories of Chita and the Chita region] / G.Y. Samoylenko, E.A. Bondarevich, N.N. Kotsurzhinskaya [et al.] // Vestnik IrGSHA [Bulletin of the IrGSHA]. — 2024. — № 121. — P. 54–62. — DOI: 10.51215/1999-3765-2024-121-54-62. [in Russian]