

ГИГИЕНА/HYGIENE

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131>**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Научная статья

Кириченко Л.В.¹, Самарина А.А.^{2,*}¹ORCID : 0000-0001-6306-1757;²ORCID : 0009-0009-7005-7372;^{1,2}Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ari.gribowa[at]yandex.ru)

Аннотация

В современном мире сельское хозяйство занимает центральное место в обеспечении продовольственной безопасности и удовлетворении растущих потребностей населения в продуктах питания растительного происхождения [1]. Пестициды играют важную роль в этой системе, так как они помогают защищать растения от вредителей, болезней и сорняков, что, в свою очередь, способствует увеличению урожайности и поддержанию высокого качества сельскохозяйственной продукции [2].

Интенсивное использование пестицидов является одним из основных рисков является накопления остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах и, как следствие, негативного влияния на организм человека [3].

Каждый раз, когда мы употребляем пищу, в организм человека поступает множество химических соединений, которые накапливаются в растительных продуктах на различных этапах их производства — от выращивания до обработки [4].

Цель исследования — оценить уровень содержания химических веществ в продуктах питания растительного происхождения.

В ходе исследования были проанализированы 164 пробы отобранных продуктов растительного происхождения, наиболее часто употребляемых населением: груши (16), яблоки (25), морковь (31), капуста (27), помидоры (19), огурцы (13), а также рассыпной зеленый и черный чай (33).

По результатам мониторинга содержания химических веществ в пищевых продуктах растительного происхождения были выявлены остаточные количества пестицидов, запрещённых к применению на территории РФ. Концентрация пестицидов в пробах пищевых продуктов, наиболее часто используемых населением, ежегодно увеличивается.

Ключевые слова: пестициды, продукты питания растительного происхождения, гигиенический мониторинг.

HYGIENIC ASSESSMENT OF PESTICIDE CONTENT IN FOOD PRODUCTS OF PLANT ORIGIN

Research article

Kirichenko L.V.¹, Samarina A.A.^{2,*}¹ORCID : 0000-0001-6306-1757;²ORCID : 0009-0009-7005-7372;^{1,2}E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russian Federation

* Corresponding author (ari.gribowa[at]yandex.ru)

Abstract

In today's world, agriculture is central to ensuring food security and meeting the growing needs of the population for plant-based foods [1]. Pesticides play an important role in this system as they help to protect plants from pests, diseases and weeds, which in turn helps to increase crop yields and maintain high quality of agricultural products [2].

Intensive use of pesticides is one of the main risks is the accumulation of pesticide residues in food and the resulting negative effects on the human body [3].

Every time we consume food, the human body receives many chemical compounds that accumulate in plant products at various stages of their production — from cultivation to processing [4].

The aim of the study is to evaluate the level of chemical substances in plant-based foods.

The study analyzed 164 protocols of selected plant products most commonly consumed by the population: pears (16), apples (25), carrots (31), cabbage (27), tomatoes (19), cucumbers (13), and loose green and black tea (33).

Based on the results of monitoring the content of chemical substances in food products of plant origin, residual quantities of pesticides banned for use in the territory of the Russian Federation were detected. The concentration of pesticides in samples of food products most frequently used by the population increases annually.

Keywords: pesticides, plant-based food products, hygiene monitoring.

Введение

В процессе сельскохозяйственного производства продукты растительного происхождения, такие как овощи и фрукты, подвергаются воздействию различных химических веществ, в том числе пестицидов [5]. Эти вещества используются с целью контроля популяции насекомых-вредителей, уменьшения количества сорняков и защиты растений от болезней [6]. Однако применение пестицидов может иметь негативные последствия как для качества

пищевых продуктов, так и для здоровья населения. Пестициды начали активно использоваться с 1940-х годов, и с тех пор их применение стало неотъемлемой частью современного сельского хозяйства [7]. Агентство по охране окружающей среды (EPA) определяет пестициды как химические соединения, предназначенные для контроля и сдерживания популяций вредителей, что в свою очередь способствует увеличению урожайности и улучшению качества продукции [8].

Использование пестицидов имеет свои плюсы и минусы. С одной стороны, они помогают значительно увеличить урожайность и защищают растения от вредителей, что особенно важно в условиях увеличения численности населения и его потребности в продовольствии [9]. С другой стороны, чрезмерное или нецелоевое применение пестицидов может привести к загрязнению окружающей среды, потере биоразнообразия и даже к возникновению устойчивости у вредителей. Это создает замкнутый круг, который для борьбы с вредителями требует всё большего количества химических веществ [10].

На сегодняшний день существует около 700 видов пестицидов, разрешенных к использованию на территории России [11]. Однако в ходе нашего исследования в продуктах питания растительного происхождения были выявлены пестициды, которые не изучены и не разрешены к использованию на территории Российской Федерации.

Методы и принципы исследования

В рамках данного исследования были проанализированы 164 пробы пищевых продуктов растительного происхождения, которые наиболее часто употребляются населением в пищу. К числу этих продуктов относятся груши (16), яблоки (25), морковь (31), капуста (27), помидоры (19), огурцы (13), а также рассыпной зеленый и черный чай (33). Отбор проб осуществлялся в розничной торговой сети — в магазинах различных торговых сетей, расположенных на территории г. Перми. Вся исследуемая продукция была произведена на территории Пермского края.

Для анализа проб использовались количественный анализ и метод воспроизводимости, позволяющие выявить наличие следовых количеств пестицидов в продуктах питания. В частности, применялась газовая хромато-масс-спектрометрия. Для обработки полученных данных была использована международная Библиотека масс-спектров NIST (National Institute of Standards and Technology). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 6.0.

Основные результаты

Проведенные исследования продемонстрировали, что около 16,5% отобранных проб пищевых продуктов содержат следы пестицидов, таких как хлорпирифос, ленацил, лямбда-цигалотрин и просульфокارب.

Важно отметить, что в Российской Федерации на данный момент отсутствуют четкие нормы и стандарты, регулирующие содержание этих пестицидов в пищевых продуктах [12]. Это создает пробел в системе контроля качества продуктов питания и может приводить к потенциальным рискам для потребителей. Однако известны нормы содержания пестицидов согласно международной Библиотеке масс-спектров Nist mass spectral library (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Нормы содержания пестицидов согласно Nist mass spectral library

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131.1>

Химическое соединение	ПДК, мг/кг
лямбда-цигалотрин	0,1
хлорпирифос	0,05
просульфокارب	0,07
ленацил	1,0

Лямбда-цигалотрин — это синтетический пестицид, который широко используется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями [13]. Его обнаружение в различных продуктах питания вызывает серьезные опасения по поводу их безопасности и здоровья потребителей. В ходе наших исследований, проведенных с 2021 по 2023 годы, было выявлено наличие лямбда-цигалотрина в таких популярных продуктах, как груши сорта Вильямс, яблоки Гренни, а также в двух видах чая: «Зеленый с жасмином» и красном «Молочный улун».

Среднее содержание Лямбда-цигалотрина в пробах превышало установленные зарубежные нормы в 1,9 раза.

Особенно настораживает тот факт, что в яблоках Гренни и чае «Зеленый с жасмином» наблюдался достоверный рост концентрации этого вещества на протяжении исследуемого периода. Это может быть связано с увеличением применения пестицидов в сельском хозяйстве или недостаточным контролем за их содержанием в конечной продукции [14]. В то же время в пробах груш Вильямс в 2023 году была зафиксирована лишь тенденция к росту концентрации лямбда-цигалотрина, что может свидетельствовать о том, что производители начали уделять большее внимание контролю за остаточными количествами пестицидов. Что касается чая «Молочный улун», то в 2022 году также отмечалась незначительная тенденция к увеличению содержания лямбда-цигалотрина (Рис. 1).

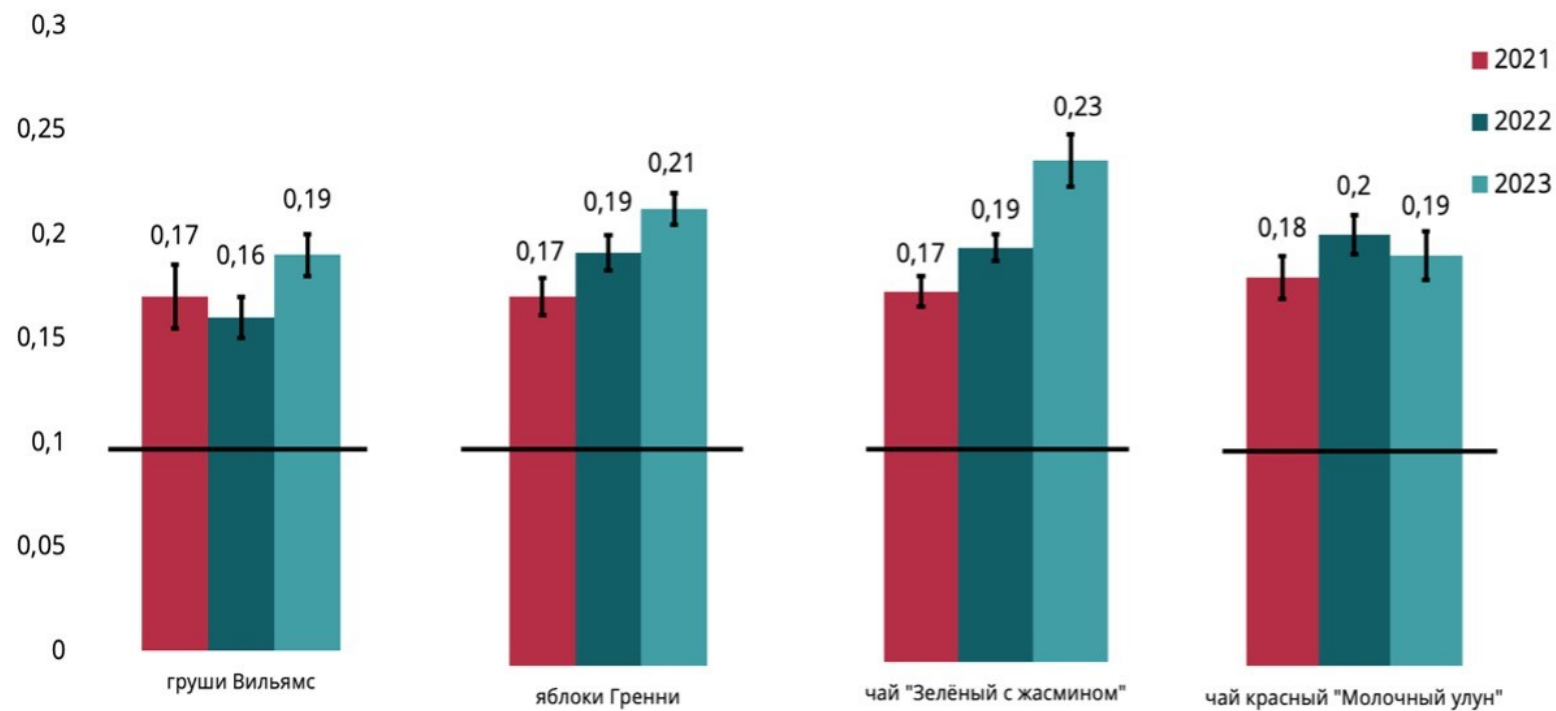


Рисунок 1 - Содержание лямбда-цигалотрина в продуктах растительного происхождения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131.2>

Нами было установлено, что в яблоках сорта «Айдарет» и в яблоках «Гренни», которые широко распространены на рынке, обнаруживается пестицид — хлорпирифос, в концентрациях, которые превышают международные стандарты в среднем в три раза. Особенно стоит отметить, что в период с 2022 по 2023 годы в образцах яблок сорта «Айдарет» наблюдался значительный рост концентрации хлорпирифоса. Это может свидетельствовать о том, что методы обработки этих яблок не соответствовали современным требованиям безопасности. В яблоках сорта «Гренни» также отмечен достоверный рост содержания этого вещества к 2022 году. В настоящее время многие страны стали вводить ограничения на использование этого пестицида в сельском хозяйстве [15]. В остальных исследованных образцах продуктов питания хлорпирифос не был обнаружен (Рис. 2).

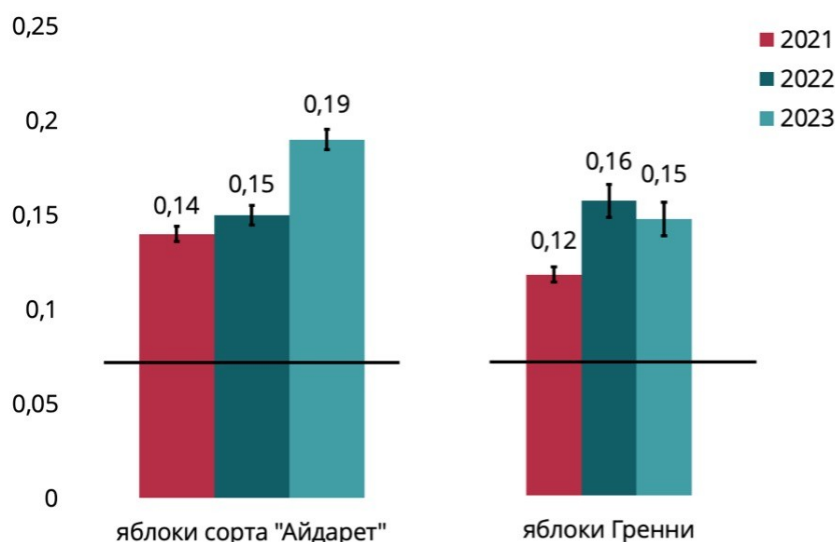


Рисунок 2 - Содержание хлорпирифоса в продуктах растительного происхождения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131.3>

Системный гербицид просульфокарб был разрешен для использования в российском сельском хозяйстве до 2015 года [16]. Он активно применялся для защиты сельскохозяйственных культур от сорняков [17].

В 2015 году было принято решение о запрете на применение просульфокарба в сельском хозяйстве [18]. В результате на протяжении нескольких лет просульфокарб не обнаруживался в растительных продуктах питания. Это создало иллюзию его полного исчезновения из агрономической практики.

В ходе гигиенического мониторинга в 2021 году просульфокарб был выявлен в моркови и белокочанной капусте в концентрациях, превышающих старые российские нормы и действующие международные стандарты в 2,5 раза (Рис. 3).

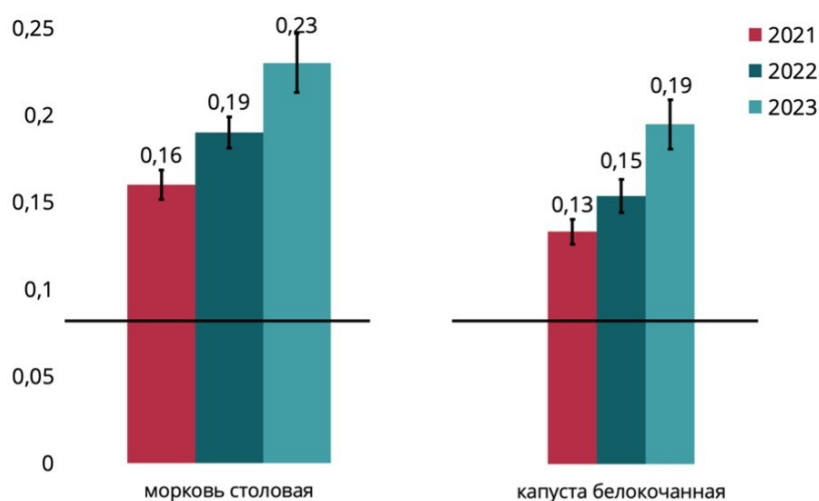


Рисунок 3 - Содержание просульфокарба в продуктах растительного происхождения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131.4>

В ходе анализа проб белокочанной капусты и гладких огурцов было выявлено наличие в них пестицида ленацил.

Концентрация этого пестицида в огурцах значительно возросла к 2022 году. В белокочанной капусте содержание ленацила достигло критических значений к 2023 году.

При этом концентрация ленацила в обеих культурах превышала установленные международные нормы в 1,7 раза (Рис. 4).

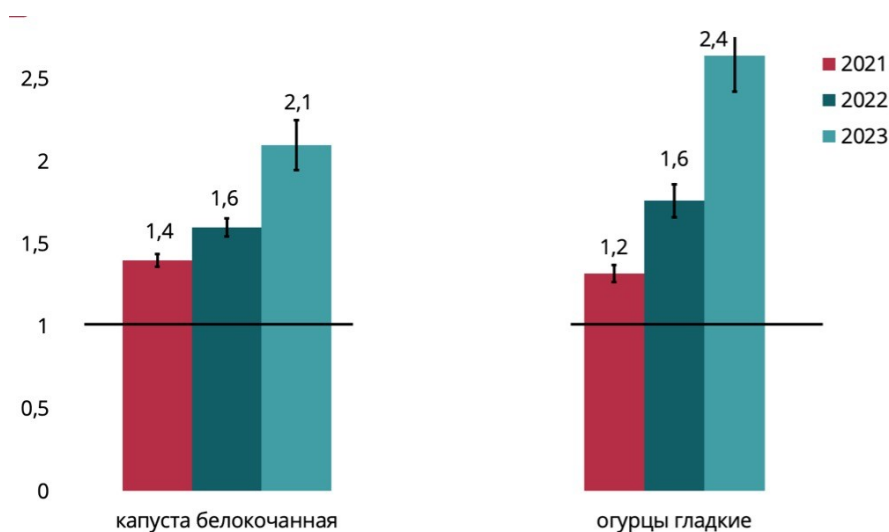


Рисунок 4 - Содержание ленацила в продуктах растительного происхождения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.131.5>

Обсуждение

Проведенные исследования на пробах продуктов питания растительного происхождения выявили наличие химических веществ, запрещенных к использованию на территории Российской Федерации. Среди них следует отметить лямбда-цигалотрин, хлорпирифос, ленацил и просульфокарб, концентрации которых превышают международные стандарты. Это может быть связано с недостаточной эффективностью методов контроля за применением пестицидов в сельском хозяйстве, с возможным злоупотреблением ими со стороны фермеров.

Одной из актуальных проблем, связанных с производством чая, является короткий промежуток времени между внесением пестицидов и сбором урожая [19]. Этот аспект имеет важное значение, так как чайные листья, в отличие от многих других продуктов растительного происхождения, не проходят тщательный процесс промывки перед переработкой и упаковкой.

Чайные плантации часто подвергаются обработке химическими веществами для защиты растений от вредителей и болезней, однако, если сбор урожая происходит слишком скоро после применения пестицидов, это может привести к их накоплению на листьях [20].

Агроклиматические условия и способы обработки почв также могут способствовать более активному высвобождению пестицидов из окружающей среды.

Применение пестицидов в сельском хозяйстве, включая гербициды, инсектициды, фунгициды и удобрения, является неотъемлемой частью современных агротехнологий. Однако этот процесс имеет серьезные последствия для здоровья человека и окружающей среды. Пестициды, предназначенные для борьбы с вредителями и болезнями растений, могут вызывать различные негативные эффекты на организм, включая тератогенные, мутагенные и эмбриотоксические воздействия [21]. Это означает, что они могут приводить к аномалиям в развитии плода, генетическим мутациям и нарушению нормального роста и развития клеток. Кроме того, многие пестициды обладают канцерогенными свойствами, что увеличивает риск развития раковых заболеваний у людей, которые подвергаются воздействию этих химикатов. У людей могут возникать аллергические реакции ввиду кожных высыпаний, респираторных заболеваний на определенные химические вещества, содержащиеся в пестицидах [22].

Поэтому необходимо разрабатывать и внедрять безопасные альтернативные методы борьбы с вредителями, которые минимизируют использование химических веществ и обеспечивают защиту здоровья людей и экосистемы. Общественное осознание и образовательные программы также играют ключевую роль в снижении негативного воздействия пестицидов на здоровье человека и окружающую среду.

В последние годы в научном сообществе наблюдается активное развитие новых подходов к анализу пестицидов, основанных на таких передовых технологиях, как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и масс-спектрометрия (МС) [23]. Эти методы позволяют не только выявлять наличие пестицидов, но и определять их концентрацию с высокой точностью, что особенно важно для мониторинга окружающей среды и обеспечения безопасности продуктов питания. Однако в нашей стране потенциал этих современных аналитических методов пока еще недостаточно раскрыт. Это приводит к ограниченной точности и своевременности контроля за содержанием пестицидов. Установление допустимых уровней пестицидов имеет критическое значение для защиты здоровья человека и окружающей среды. В разных странах существуют свои собственные нормативные документы,

регулирующие содержание пестицидов в продуктах питания и других объектах. Эти нормативы могут значительно различаться, что создает дополнительные сложности в международной торговле и контроле качества [24].

В Российской Федерации на данный момент отсутствуют действующие нормативы для нестандартных пестицидов в продуктах питания растительного происхождения. Отсутствие четких стандартов затрудняет контроль за качеством и безопасностью пищевых продуктов. Пересмотр и актуализация существующих нормативов с учетом рекомендаций Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и других международных организаций являются крайне необходимыми. Это позволит не только улучшить контроль за содержанием пестицидов, но и повысить уровень доверия к российским продуктам на международной арене.

Кроме того, в России не проводилось комплексных исследований, посвященных оценке влияния пестицидов на здоровье населения. Это представляет собой значительный пробел в системе обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Без таких исследований невозможно точно оценить риски, связанные с употреблением продуктов, содержащих пестициды, и разработать эффективные меры по снижению их концентрации.

Заключение

В результате мониторинга содержания химических веществ в продуктах растительного происхождения нами было установлено, что в них присутствуют остаточные количества пестицидов, которые запрещены к использованию на территории Российской Федерации. Это вызывает серьезные опасения, так как их концентрация в пробах пищевых продуктов, которые наиболее часто употребляются населением, ежегодно увеличивается.

В связи с этим необходимо уделять особое внимание контролю за качеством и безопасностью продуктов питания. Совместная работа государственных органов, производителей и потребителей в плане минимизации использования запрещенных химических веществ в продуктах питания, что позволит снизить риски негативного влияния на здоровье населения.

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. Kaur R. Pesticides: An alarming detrimental to health and environment / R. Kaur, D. Choudhary, S. Bali [et al.] // *Sci Total Environ.* — 2024. — Vol. 915. — Art. 170113. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.170113.
2. Kim K.H. Exposure to pesticides and the associated human health effects / K.H. Kim, E. Kabir, S.A. Jahan // *Sci Total Environ.* — 2017. — Vol. 575. — P. 525–535. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.009.
3. Fernandes I.A.A. The bitter side of teas: Pesticide residues and their impact on human health / I.A.A. Fernandes, G.M. Maciel, D.G. Bortolini [et al.] // *Food Chem Toxicol.* — 2023. — Vol. 179. — Art. 113955. — DOI: 10.1016/j.fct.2023.113955.
4. Лаврухина О.И. Определение остаточных количеств пестицидов в объектах окружающей среды и пищевых продуктах. Обзор / О.И. Лаврухина, В.Г. Амелин, Л.К. Киш [и др.] // *Химическая безопасность.* — 2022. — № 6. — С. 81–116. — DOI: 10.25514/CHS.2022.2.23006.
5. Грачев Н.Н. Проблемы детоксикации остаточных пестицидов и тяжелых металлов в почвах / Н.Н. Грачев // *Техническое обеспечение сельского хозяйства.* — 2019. — № 1. — С. 167–174.
6. Ракитский В.Н. Безопасность импортируемой сельскохозяйственной продукции: остаточные количества пестицидов / В.Н. Ракитский, Н.Х. Зоан, Н.Е. Федорова [и др.] // *Здравоохранение Российской Федерации.* — 2020. — Т. 64. — № 3. — С. 150–157. — DOI: 10.46563/0044-197X-2020-64-3-150-157.
7. Алексеев С.П. Опыт работы по выявлению незаявленных пестицидов и антибиотиков в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах Российской Федерации / С.П. Алексеев, Г.В. Карпущенко, Н.В. Войтова [и др.] // *Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* — 2022. — № 1. — С. 245–250.
8. Терешкова Л.П. Курс — на безопасное применение пестицидов / Л.П. Терешкова // *Защита и карантин растений.* — 2020. — № 4. — С. 3–6.
9. Ковалевич З.С. Экологические аспекты утилизации непригодных к употреблению пестицидов / З.С. Ковалевич // *Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.* — Горки, 2023. — С. 91–96.
10. Мусабиров Д.Э. Накопление хлорорганических пестицидов в корнеплодах / Д.Э. Мусабиров, С.С. Байгильдин, Д.Д. Каримов [и др.] // *Эпоха науки.* — 2023. — № 36. — С. 12–16.
11. Richardson J.R. Neurotoxicity of pesticides / J.R. Richardson, V. Fitsanakis, R.H.S. Westerink [et al.] // *Acta Neuropathol.* — 2019. — Vol. 138. — № 3. — P. 343–362. — DOI: 10.1007/s00401-019-02033-9.
12. Liao W.R. Analysis of highly polar pesticides in foods by LC-MS/MS / W.R. Liao, K.L. Wu, K.H. Chiang [et al.] // *J Food Drug Anal.* — 2022. — Vol. 30. — № 4. — P. 538–548. — DOI: 10.38212/2224-6614.3420.

13. Schleiffer M. Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain. A review / M. Schleiffer, B. Speiser // *Environ Pollut.* — 2022. — P. 116–120. — DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120116.
14. Vera-Herrera L. Non-Occupational Exposure to Pesticides: Experimental Approaches and Analytical Techniques (from 2019) / L. Vera-Herrera, D. Sadutto, Y. Picó // *Molecules.* — 2021. — Vol. 26. — № 12. — P. 36–88. — DOI: 10.3390/molecules26123688.
15. Zaller J.G. Pesticides in ambient air, influenced by surrounding land use and weather, pose a potential threat to biodiversity and humans / J.G. Zaller, M. Kruse-Plab, U. Schlechtriemen [et al.] // *Sci Total Environ.* — 2022. — № 2. — P. 15–60. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156012.
16. Wołejko E. Chlorpyrifos Occurrence and Toxicological Risk Assessment: A Review / E. Wołejko, B. Łozowicka, A. Jabłońska-Trypuć [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* — 2022. — Vol. 19. — № 19. — P. 12–20. — DOI: 10.3390/ijerph191912209.
17. Han C. Environmental toxin chlorpyrifos induces liver injury by activating P53-mediated ferroptosis via GSDMD-mtROS / C. Han, J. Sheng, H. Pei [et al.] // *Ecotoxicol Environ Saf.* — 2023. — Vol. 257. — P. 11–49. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.114938.
18. Abdel-Naim A.B. Lycopene attenuates chlorpyrifos-induced hepatotoxicity in rats via activation of Nrf2/HO-1 axis / A.B. Abdel-Naim, E.H.M. Hassanein, L.S. Binmahfouz [et al.] // *Ecotoxicol Environ Saf.* — 2023. — Vol. 26. — P. 11–51. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115122.
19. Lin P.Y. Protective effect of edaravone on chlorpyrifos-induced brain injury in rats and its mechanism / P.Y. Lin, Y. Song, D.X. Qin [et al.] // *Chinese journal of applied physiology.* — 2022. — Vol. 38. — № 2. — P. 163–168. — DOI: 10.12047/j.cjap.6223.2022.024.
20. Yang Q. Developmental Neurotoxicity of Difenconazole in Zebrafish Embryos / Q. Yang, P. Deng, D. Xing [et al.] // *Toxics.* — 2023. — Vol. 11. — № 4. — P. 353. — DOI: 10.3390/toxics11040353.
21. Bao Z. Sub-Chronic Difenconazole Exposure Induced Gut Microbiota Dysbiosis in Mice / Z. Bao, W. Wang, X. Wang [et al.] // *Toxics.* — 2022. — Vol. 10. — № 1. — P. 34. — DOI: 10.3390/toxics10010034.
22. Zheng X. Difenconazole Exposure Induces Retinoic Acid Signaling Dysregulation and Testicular Injury in Mice Testes / X. Zheng, Y. Wei, J. Chen [et al.] // *Toxics.* — 2023. — Vol. 11. — № 4. — P. 328. — DOI: 10.3390/toxics11040328.
23. Utami T.N. Analyzing the use of pesticides on health complaints of farmers in Waihatu Village, Indonesia / T.N. Utami, S. Sillescu, A.D. Pelu [et al.] // *Gac Sanit.* — 2021. — Vol. 35. — № 1. — P. 23–S26. — DOI: 10.1016/j.gaceta.2020.12.007.
24. Abou Diwan M. Impact of Pesticide Residues on the Gut-Microbiota-Blood-Brain Barrier Axis: A Narrative Review / M. Abou Diwan, M. Lahimer, V. Bach [et al.] // *Int J Mol Sci.* — 2023. — Vol. 24. — № 7. — P. 6147. — DOI: 10.3390/ijms24076147.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kaur R. Pesticides: An alarming detrimental to health and environment / R. Kaur, D. Choudhary, S. Bali [et al.] // *Sci Total Environ.* — 2024. — Vol. 915. — Art. 170113. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.170113.
2. Kim K.H. Exposure to pesticides and the associated human health effects / K.H. Kim, E. Kabir, S.A. Jahan // *Sci Total Environ.* — 2017. — Vol. 575. — P. 525–535. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.009.
3. Fernandes I.A.A. The bitter side of teas: Pesticide residues and their impact on human health / I.A.A. Fernandes, G.M. Maciel, D.G. Bortolini [et al.] // *Food Chem Toxicol.* — 2023. — Vol. 179. — Art. 113955. — DOI: 10.1016/j.fct.2023.113955.
4. Lavrukina O.I. Opređenje ostatočnikh količestv pestitsidov v obektakh okružhayushchei sredi i pishchevikh produktakh. Obzor [Determination of residual amounts of pesticides in environmental objects and food products. Review] / O.I. Lavrukina, V.G. Amelin, L.K. Kish [et al.] // *Khimicheskaya bezopasnost [Chemical Safety]*. — 2022. — № 6. — P. 81–116. — DOI: 10.25514/CHS.2022.2.23006. [in Russian]
5. Grachev N.N. Problemi detoksikatsii ostatočnikh pestitsidov i tyazhelikh metallov v pochvakh [Problems of detoxification of residual pesticides and heavy metals in soils] / N.N. Grachev // *Tekhnicheskoe obespechenie selskogo khozyaystva [Technical support for agriculture]*. — 2019. — № 1. — P. 167–174. [in Russian]
6. Rakitskii V.N. Bezopasnost importiruemoi selskokhozyaystvennoi produktsii: ostatochnie količestva pestitsidov [Safety of imported agricultural products: pesticide residues] / V.N. Rakitskii, N.Kh. Zoan, N.E. Fedorova [et al.] // *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii [Healthcare in the Russian Federation]*. — 2020. — Vol. 64. — № 3. — P. 150–157. — DOI: 10.46563/0044-197X-2020-64-3-150-157. [in Russian]
7. Alekseenko S.P. Opit raboti po viyavleniyu nezayavlennikh pestitsidov i antibiotikov v Yuzhnom i Severo-Kavkazskom federalnykh okrugakh Rossiiskoi Federatsii [Experience in detecting undeclared pesticides and antibiotics in the Southern and North Caucasus Federal Districts of the Russian Federation] / S.P. Alekseenko, G.V. Karpushchenko, N.V. Voitova [et al.] // *Materiali XII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnim uchastiem [Proceedings of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation]*. — 2022. — № 1. — P. 245–250. [in Russian]
8. Tereshkova L.P. Kurs — na bezopasnoe primeneniye pestitsidov [Course on the safe use of pesticides] / L.P. Tereshkova // *Zashchita i karantin rastenii [Plant Protection and Quarantine]*. — 2020. — № 4. — P. 3–6. [in Russian]
9. Kovalevich Z.S. Ekologicheskie aspekty utilizatsii neprigodnykh k upotrebleniyu pestitsidov [Environmental aspects of the disposal of unusable pesticides] / Z.S. Kovalevich // *Innovatsionnye resheniya v tekhnologiyakh i mekhanizatsii selskokhozyaystvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh trudov [Innovative solutions in agricultural production technologies and mechanisation: collection of scientific papers]* / Belarusian State Agricultural Academy. — Gorki, 2023. — P. 91–96. [in Russian]

10. Musabirov D.E. Nakoplenie khlororganicheskikh pestitsidov v korneplodakh [Accumulation of organochlorine pesticides in root crops] / D.E. Musabirov, S.S. Baigildin, D.D. Karimov [et al.] // *Epokha nauki* [The Age of Science]. — 2023. — № 36. — P. 12–16. [in Russian]
11. Richardson J.R. Neurotoxicity of pesticides / J.R. Richardson, V. Fitsanakis, R.H.S. Westerink [et al.] // *Acta Neuropathol.* — 2019. — Vol. 138. — № 3. — P. 343–362. — DOI: 10.1007/s00401-019-02033-9.
12. Liao W.R. Analysis of highly polar pesticides in foods by LC-MS/MS / W.R. Liao, K.L. Wu, K.H. Chiang [et al.] // *J Food Drug Anal.* — 2022. — Vol. 30. — № 4. — P. 538–548. — DOI: 10.38212/2224-6614.3420.
13. Schleiffer M. Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain. A review / M. Schleiffer, B. Speiser // *Environ Pollut.* — 2022. — P. 116–120. — DOI: 10.1016/j.envpol.2022.120116.
14. Vera-Herrera L. Non-Occupational Exposure to Pesticides: Experimental Approaches and Analytical Techniques (from 2019) / L. Vera-Herrera, D. Sadutto, Y. Picó // *Molecules.* — 2021. — Vol. 26. — № 12. — P. 36–88. — DOI: 10.3390/molecules26123688.
15. Zaller J.G. Pesticides in ambient air, influenced by surrounding land use and weather, pose a potential threat to biodiversity and humans / J.G. Zaller, M. Kruse-Plab, U. Schlechtriemen [et al.] // *Sci Total Environ.* — 2022. — № 2. — P. 15–60. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.156012.
16. Wolejko E. Chlorpyrifos Occurrence and Toxicological Risk Assessment: A Review / E. Wolejko, B. Łozowicka, A. Jabłońska-Trypuć [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* — 2022. — Vol. 19. — № 19. — P. 12–20. — DOI: 10.3390/ijerph191912209.
17. Han C. Environmental toxin chlorpyrifos induces liver injury by activating P53-mediated ferroptosis via GSDMD-mtROS / C. Han, J. Sheng, H. Pei [et al.] // *Ecotoxicol Environ Saf.* — 2023. — Vol. 257. — P. 11–49. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.114938.
18. Abdel-Naim A.B. Lycopene attenuates chlorpyrifos-induced hepatotoxicity in rats via activation of Nrf2/HO-1 axis / A.B. Abdel-Naim, E.H.M. Hassanein, L.S. Binmahfouz [et al.] // *Ecotoxicol Environ Saf.* — 2023. — Vol. 26. — P. 11–51. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115122.
19. Lin P.Y. Protective effect of edaravone on chlorpyrifos-induced brain injury in rats and its mechanism / P.Y. Lin, Y. Song, D.X. Qin [et al.] // *Chinese journal of applied physiology.* — 2022. — Vol. 38. — № 2. — P. 163–168. — DOI: 10.12047/j.cjap.6223.2022.024.
20. Yang Q. Developmental Neurotoxicity of Difenoconazole in Zebrafish Embryos / Q. Yang, P. Deng, D. Xing [et al.] // *Toxics.* — 2023. — Vol. 11. — № 4. — P. 353. — DOI: 10.3390/toxics11040353.
21. Bao Z. Sub-Chronic Difenoconazole Exposure Induced Gut Microbiota Dysbiosis in Mice / Z. Bao, W. Wang, X. Wang [et al.] // *Toxics.* — 2022. — Vol. 10. — № 1. — P. 34. — DOI: 10.3390/toxics10010034.
22. Zheng X. Difenoconazole Exposure Induces Retinoic Acid Signaling Dysregulation and Testicular Injury in Mice Testes / X. Zheng, Y. Wei, J. Chen [et al.] // *Toxics.* — 2023. — Vol. 11. — № 4. — P. 328. — DOI: 10.3390/toxics11040328.
23. Utami T.N. Analyzing the use of pesticides on health complaints of farmers in Waihatu Village, Indonesia / T.N. Utami, S. Sillehu, A.D. Pelu [et al.] // *Gac Sanit.* — 2021. — Vol. 35. — № 1. — P. 23–S26. — DOI: 10.1016/j.gaceta.2020.12.007.
24. Abou Diwan M. Impact of Pesticide Residues on the Gut-Microbiota-Blood-Brain Barrier Axis: A Narrative Review / M. Abou Diwan, M. Lahimer, V. Bach [et al.] // *Int J Mol Sci.* — 2023. — Vol. 24. — № 7. — P. 6147. — DOI: 10.3390/ijms24076147.