

Читать
онлайнRead
online

Тадевосян Н.С., Погосян С.Б., Мурадян С.А., Хачатрян Б.Г., Киракосян Г.В.,
Тер-Закарян С.О., Гулоян А.А., Бабаян Т.Л.

Химическое загрязнение почвы, растительной сельскохозяйственной продукции и заболеваемость болезнями органов пищеварения в некоторых регионах Армении

Ереванский государственный медицинский университет имени Мхитара Гераци Министерства образования, науки, культуры и спорта Республики Армения, 0025, Ереван, Республика Армения

РЕЗЮМЕ

Введение. Повышение интенсивности загрязнения окружающей среды диктует необходимость мониторинга содержания приоритетных загрязнителей в сельхозпродукции и компонентах среды обитания, поскольку воздействие в концентрациях, не превышающих установленных гигиенических стандартов, может проявляться на популяционном уровне в виде повышенной заболеваемости.

Цель исследования — изучение возможной связи между уровнями некоторых загрязнителей (ХОП, СПАВ) в почве, сельхозпродукции растительного происхождения и здоровьем населения для оценки влияния на него сельского хозяйства.

Материалы и методы. Исследования проведены в марзе Вайоц Дзор Республики Армения, который характеризуется наименьшими величинами валовой продукции сельского хозяйства (2,3%). Проведён отбор проб почвы ($n = 47$), растительной сельхозпродукции ($n = 55$) для определения содержания некоторых хлорорганических пестицидов (ХОП) — γ -ГХЦГ, 4,4-ДДТ, 4,4-ДДЕ, 4,4-ДДД методом ГЖХ (Perkin-Elmer F-17, Великобритания), их суммарного содержания, концентраций анионоактивных синтетических поверхностно-активных веществ (АСПАВ) спектрофотометрическим методом (СФ-26) (2019–2021). Изучена фитотоксическая, генотоксическая активность почв, показатели заболеваемости населения болезнями органов пищеварения.

Результаты. В образцах почвы и сельхозпродукции ХОП обнаруживались с различной частотой, на разных уровнях без превышения гигиенических стандартов. Содержание ХОП в сельхозпродуктах было значимо ниже, чем в почве. Концентрации АСПАВ при их нормальных значениях в поверхностных водах были выше гигиенического стандарта во всех пробах почвы (в 2–3,5 раза), что может быть следствием особенностей миграции, трансформации в данной экосистеме. Изучение генотоксической активности образцов почвы не выявило каких-либо нарушений. Анализ динамической картины заболеваемости болезнями органов пищеварения и их отдельных нозологических форм показал отсутствие тенденций к росту.

Ограничения исследования. Представленные результаты ограничены изучением уровней загрязнённости почвы, сельхозпродукции некоторыми приоритетными соединениями, заболеваемости болезнями органов пищеварения и возможного вклада сельского хозяйства в формирование выявленной картины в одном из регионов Армении.

Заключение. Уровни изученных загрязнителей в почве и растительной сельхозпродукции не превышали гигиенических стандартов. Изменения в показателях генотоксической активности почвы, а также тенденции к росту заболеваемости населения не отмечены. Состояние мутагенного фона окружающей среды и здоровья населения марза Вайоц Дзор, известного как зона активного отдыха и туризма, устойчиво благополучное.

Ключевые слова: хлорорганические пестициды; поверхностно-активные вещества; почва; растительная сельхозпродукция; фитотоксичность; генотоксичность; заболеваемость болезнями органов пищеварения

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Тадевосян Н.С., Погосян С.Б., Мурадян С.А., Хачатрян Б.Г., Киракосян Г.В., Тер-Закарян С.О., Гулоян А.А., Бабаян Т.Л. Химическое загрязнение почвы, растительной сельскохозяйственной продукции и заболеваемость болезнями органов пищеварения в некоторых регионах Армении. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(3): 241–247. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-3-241-247> <https://elibrary.ru/tkqpsz>

Для корреспонденции: Тадевосян Наталья Степановна, e-mail: tadevosnat@yahoo.com

Вклад авторов: Тадевосян Н.С. — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание текста, итоговое структурирование и редактирование статьи, написание и утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Погосян С.Б. — концепция и дизайн исследования, поиск информации, лабораторные исследования, обработка материала, интерпретация результатов, написание текста; Мурадян С.А. — концепция и дизайн исследования, поиск информации, сбор и обработка материала, лабораторные исследования, интерпретация результатов, написание текста; Хачатрян Б.Г. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, поиск информации, лабораторные исследования, интерпретация результатов, написание текста; Киракосян Г.В. — сбор и обработка материала, поиск информации, написание текста; Тер-Закарян С.О. — лабораторные исследования, обработка материала; Гулоян А.А. — анализ проб и обработка данных; Бабаян Т.Л. — сбор материала.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. Работа выполнена в рамках средств, выделяемых ЕГМУ для выполнения исследовательских работ.

Поступила: 02.06.2025 / Принята к печати: 15.10.2025 / Опубликовано: 17.04.2026

Natalya S. Tadevosyan, Susanna B. Poghosyan, Susanna A. Muradyan, Bavakan G. Khachatryan, Gayane V. Kirakosyan, Siranush H. Ter-Zaqaryan, Hasmik A. Guloyan, Tamara L. Babayan

Chemical pollution of soil and agricultural crops and incidence of gastrointestinal diseases in some regions of Armenia

Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia

ABSTRACT

Introduction. The increasing intensity of environmental pollution dictates the need to monitor the content of priority pollutants in agricultural products and environmental components, since exposure to concentrations that do not exceed established hygienic standards can manifest itself at the population level in the form of increased morbidity.

Aim of the study — study of the possible relationship between the levels of certain pollutants (OCPs, surfactants) in soil, agricultural products of plant origin and the health of the population to assess the impact of agriculture on it.

Materials and methods. The studies were conducted in the Vayots Dzor region of the Republic of Armenia, which is characterized by the lowest values of gross agricultural output (2.3%). Soil ($n = 47$) and agricultural plant samples ($n = 55$) were collected to determine the content of certain organochlorine pesticides (OCPs) — γ -HCH, 4,4-DDT, 4,4-DDE, 4,4-DDD by the GLC method (Perkin-Elmer F-17, UK), their total content, and the concentrations of anionic synthetic surfactants (ASAS) by the spectrophotometric method (SF-26) (2019–2021). The phytotoxic and genotoxic activity of soils, as well as the incidence rates of diseases of the digestive system, were studied.

Results. OCPs were detected in soil and agricultural product samples with varying frequencies and levels, without exceeding hygienic standards. OCP levels in agricultural products were significantly lower than in soil. Concentrations of antiseptic surfactants, at normal levels in surface water, were higher than the hygienic standard in all soil samples (by 2–3.5 times), which may be due to migration and transformation patterns in this ecosystem. A study of the genotoxic activity of soil samples revealed no abnormalities. An analysis of the dynamic pattern of gastrointestinal diseases and their individual nosological forms showed no upward trends.

Limitations. The presented results are limited to a study of soil and agricultural produce contamination levels with certain priority compounds, the incidence of gastrointestinal diseases, and the possible contribution of agriculture to the identified situation in one region of Armenia.

Conclusion. The levels of the studied contaminants in soil and agricultural produce did not exceed hygienic standards. Nor changes in indicators of the soil genotoxic activity neither upward trends in population prevalence were observed. The environmental mutagenic status and population health in Vayots Dzor Marz, a well-known area for active recreation and tourism, remain stable.

Keywords: organochlorine pesticides; surfactants; soil; plant products; phytotoxicity; genotoxicity; prevalence

Compliance with ethical standards. The study does not require submission of the opinion of the biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Tadevosyan N.S., Poghosyan S.B., Muradyan S.A., Khachatryan B.G., Kirakosyan G.V., Ter-Zaqaryan S.H., Guloyan H.A., Babayan T.L. Chemical pollution of soil and agricultural crops and incidence of gastrointestinal diseases in some regions of Armenia. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(3): 241–247. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-3-241-247> <https://elibrary.ru/tkqpsz> (In Russ.)

For correspondence: Natalya S. Tadevosyan, e-mail: tadevosnat@yahoo.com

Contribution: Tadevosyan N.S. — the concept and design of the study, statistical processing, analysis and interpretation of results, text writing, the final design and editing, writing and approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript; Poghosyan S.B. — the concept and design of the study, search for information, laboratory research, data processing, interpretation of results, text writing; Muradyan S.A. — the concept and design of the study, search for information, material collection and data processing, laboratory research, interpretation of results, text writing; Khachatryan B.G. — the concept and design of the study, search for information, material collection and data processing, laboratory research, interpretation of results, text writing; Kirakosyan G.V. — material collection and data processing, search for information, text writing; Ter-Zaqaryan S.H. — laboratory research, data processing; Guloyan H.A. — sample analysis and data processing; Babayan T.L. — material collection.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship. The work was carried out within the framework of funds allocated to Yerevan State Medical University named after M. Heratsi for the implementation of research work.

Received: June 2, 2025 / Accepted: October 15, 2025 / Published: April 17, 2026

Введение

Состояние окружающей среды — один из существенных факторов, влияющих на здоровье населения. Растущие экологические угрозы обусловлены несколькими группами факторов, среди которых весомую роль имеет химический прессинг. Загрязнение окружающей среды различными химическими веществами, способными оказывать неблагоприятное воздействие в концентрациях, не превышающих установленных гигиенических стандартов, может проявляться на популяционном уровне в виде повышенной заболеваемости [1–3].

Известно, что одним из важных объектов среды обитания человека является почва — мощнейший реципиент различных веществ. При этом в отличие от воды почва не обладает свойством быстрого самоочищения, и адсорбированные химические вещества сохраняются десятилетиями. Более того, почва может также стать источником вторичного загрязнения поверхностных, подземных вод, пищевых продуктов, оказывая влияние на эколого-гигиеническую обстановку в целом и опосредованно — на человека в результате поступления химических веществ по экологическим цепочкам [4–7].

К числу наиболее распространённых антропогенных загрязнителей почвы относятся пестициды, поверхностно-активные вещества, тяжёлые металлы и др. Использование пестицидов возрастает с каждым годом: мировое потребление в 2019–2021 гг. составило примерно 4,19 млн тонн. В Армении использование пестицидов за период с 2006 по 2017 г. возросло примерно в 2 раза [8]. Применение пестицидов и удобрений сопровождается огромными потерями за счёт их сноса, стока или вымывания в поверхностные, грунтовые воды: 30–50% пестицидов не достигают цели и становятся источником загрязнения окружающей среды. Пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые являются необходимой составной частью препаративных форм пестицидов (улучшение диспергирования, стойкость, высокая смачиваемость эмульсий), попадая в почву, влияют на её микрофлору, изменяя биологическую активность и способствуя активации транслокационных процессов. В почве СПАВ легко связываются с разными химическими компонентами и при попадании в организм могут стать причиной нарушения иммунитета, развития аллергии и др. [9–12].

Результаты исследований подтверждают, что потребление продуктов, выращенных в загрязнённой пестицидами почве, может привести к развитию хронических болезней. Воздействие химических факторов малой интенсивности, к числу которых относятся пестициды, может не быть первопричиной болезни, однако оно способно инициировать хронизацию и осложнение течения воспалительных процессов в различных системах, в том числе в органах пищеварения [15, 16].

Из общей группы пестицидов выделяются хлорорганические (ХОП) — приоритетные загрязняющие вещества, относящиеся к группе стойких органических загрязнителей (СОЗ). В последние десятилетия им уделяют особое внимание из-за способности к биоаккумуляции, биотрансформации, высокой химической стойкости и способности перемещаться в окружающей среде на большие расстояния. Большие объёмы производства ХОП в прошлом столетии, неконтролируемое их применение привели к повсеместному загрязнению окружающей среды даже в тех районах, где они никогда не использовались. По этой причине использование ХОП было прекращено во второй половине XX века во многих странах, в том числе и в Армении [14].

С воздействием ХОП как при высоких, так и при низких уровнях связывают целый ряд негативных последствий для здоровья. Некоторые из этих соединений обладают мутагенными свойствами и могут стать причиной серьёзных генетических изменений [13]. Значительная часть ХОП относится к группе эндокринных разрушителей (EDCs). Большинство исследований посвящено изучению влияния ХОП на репродуктивную систему, однако эта группа химических веществ способна отрицательно воздействовать и на другие системы организма (иммунную, пищеварительную, сердечно-сосудистую), влиять на обмен веществ, который также является их мишенью [17–19].

Известно, что в основе механизма воздействия ХОП лежат прооксидантные свойства. Ведущие школы гастроэнтерологов рассматривают в качестве одного из важнейших механизмов возникновения воспалительных процессов в пищеварительной системе активацию свободнорадикального окисления липидов. Оно может привести к повреждению мембран клеток слизистой оболочки, изменению их проницаемости и структурно-функциональной целостности и стать системным звеном формирования многофакторных болезней органов пищеварения [20].

Проблема загрязнения ХОП объектов окружающей среды, пищевой продукции весьма актуальна и требует постоянного контроля. Современные темпы развития экономики, возрастающая антропогенная активность обуславливают множество гигиенических, экологических и иных проблем, увеличивают нагрузку на здравоохранение [5].

С учётом важности этих вопросов в различных регионах Армении продолжают комплексные гигиенические исследования, направленные на изучение динамики загрязнения объектов окружающей среды, сельхозпродукции некоторыми химическими веществами (ХОП, АСПАВ), изучение фито- и генотоксической активности поверхностных вод, почвы и связанных с этими процессами аспектов здоровья населения.

В данной работе представлены результаты исследований, проведённых в марзе Вайоц Дзор, который характеризуется наименьшими величинами валовой продукции сельского хозяйства (2,3%), что в 4–10 раз ниже развитых сельскохозяйственных регионов Армении, таких как марзы Арарат, Армавир, Арагацотн [21].

Цель исследования — изучение возможной связи между уровнями некоторых приоритетных загрязнителей (ХОП, СПАВ) в почве, сельхозпродукции растительного происхождения и здоровьем населения для оценки влияния на него сельского хозяйства.

Материалы и методы

Исследования проведены в районах региона Вайоц Дзор (Армения) — Егегнадзор, Вайк, Джермук, где преобладает сельское население (65,2%). Климат региона засушливый, с умеренно холодной зимой, тёплыми летом и осенью. Этим обусловлена структура сельскохозяйственного производства марза с долей валовой продукции 2,3%; основными отраслями являются зерноводство, садоводство, овощеводство. Регион известен также как активная курортная зона отдыха и туризма с множеством лечебно-оздоровительных комплексов, санаториев и пансионатов, среди которых самым известным является бальнеологический курорт Джермук с одноимённой природной минеральной водой.

В период 2019–2021 гг. изучено индивидуальное и суммарное содержание некоторых ХОП (γ -ГХЦГ, 4,4-ДДТ, 4,4-ДДЕ, 4,4-ДДД) в почве и растительной продукции (зерновые, овощи, фрукты), а также концентраций АСПАВ в почве. В предварительно намеченных мониторинговых точках (8–10) в соответствии с методическими рекомендациями^{1,2,3} были отобраны в динамике (весна, лето, осень) пробы почвы ($n = 47$) и растительной продукции ($n = 55$).

Определение ХОП в пробах почвы, сельхозпродуктов проводили методом газожидкостной хроматографии с детектором электронного захвата на газовом хроматографе Perkin-Elmer F-17 (Великобритания) в двух повторностях [22]. Предел обнаружения γ -ГХЦГ и 4,4-ДДЕ составил 0,002 мкг/кг; 4,4-ДДТ и 4,4-ДДД 0,004 мкг/кг. Суммарные концентрации ХОП рассчитывали суммированием концентраций γ -ГХЦГ + 4,4-ДДЕ + 4,4-ДДТ + 4,4-ДДД по сезонам и объектам исследований. Также рассчитывали среднегодовые значения ХОП для каждого района всего региона. Такой подход обоснован схожестью химической группы (хлорорганические соединения), токсическими свойствами соединений. Концентрации АСПАВ определяли спектрофотометрическим методом в предварительно отфильтрованных водных вытяжках образцов почвы⁴.

Фитотоксическую активность почв оценивали по всхожести семян *Taraxacum officinale* Wigg. (%) в опытных (пробы почвы) и контрольных (дистиллированная вода) образцах с использованием семян, собранных из экологически чистых зон (подножие горы Арагац). Оценку проводили путём сравнения показателей этих серий (%), после чего рассчитывали показатель понижения всхожести семян (ППВС). Изучена степень стерильности пыльцы дикорастущих растений, характерных для изучаемого региона (*Ranunculus arvensis*, *Primula veris* L.). Проведён анализ митотической активности меристематических клеток корешков *Allium cepa*, выращенных на пробах почв, отобранных в тех же мониторинговых точках. Сравнительный анализ проводили путём подсчёта количества выявленных аномальных анафаз в опытной и контрольной группах [23–26].

Для установления возможного неблагоприятного воздействия циркулирующих ХОП на здоровье людей анализировали показатели заболеваемости населения марза Вайоц Дзор болезнями органов пищеварения. Анализ проведён на основании интенсивных показателей заболеваемости за 2014–2018 и 2014–2023 гг. по классу «Болезни органов пищеварения» (K00–K93) и по отдельным нозологиям (язва

¹ ГОСТ Р ИСО 18400–107–2022. «Качество почвы. Отбор проб». М., Российский институт стандартизации, 2022. 16 с.

² ГОСТ 17.4.4.02–2017 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 апреля 2018 г. № 202-ст.

³ «Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов», под рук. действительного члена АМН СССР, проф. Л.И. Медведя. Киев. ВНИИГИНТОКС, 1988. 212 с.

⁴ ГОСТ 31857–2012. «Вода. Методы определения содержания поверхностно-активных веществ». М., Стандартинформ, 2014. 20 с.

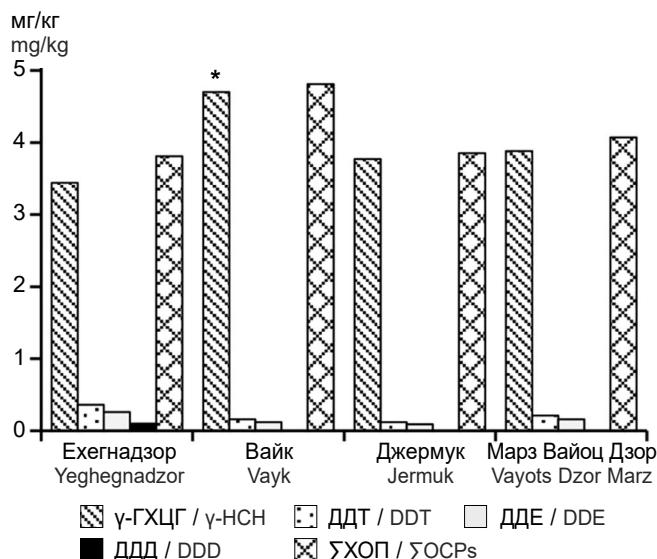


Рис. 1. Среднегодовые уровни ХОП в образцах почвы, отобранных в регионе Вайоц Дзор, мкг/кг. Различие значимо с Егегнадзорским районом, $p = 0.02$.

Fig. 1. Average annual OCPs levels in soil samples collected in the Vayots Dzor region, $\mu\text{g}/\text{kg}$. The difference is significant with the Yeghegnadzor district, $p = 0.02$.

желудка и двенадцатиперстной кишки, болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей), а также средней хронологической заболеваемости за 2019–2023 гг., рассчитанных для общего числа случаев в возрастных группах населения (0–14, 15–17, старше 18 лет) [27]. Аналитические кривые заболеваемости построены с использованием коэффициента аппроксимации (R^2). Индикаторы тренда рассчитывали с использованием линейной, полиномиальной и других видов аппроксимации. Выбор соответствующего уравнения основывался на максимальном значении коэффициента аппроксимации ($R^2 = 0.7–1$) [28].

Полученные данные обрабатывали с помощью стандартного программного обеспечения (Microsoft Excel). Результаты выражены как среднее $\pm$ стандартная ошибка. Сравнительный анализ выполнен с использованием двухвыборочного t -критерия Стьюдента для независимых выборок (t -test). Значимость полученных результатов оценивали на уровне $p < 0.05$ [29].

Результаты

Анализ содержания ХОП в пробах почвы, отобранных в районах Егегнадзор, Вайк и Джермук марза Вайоц Дзор, показал, что в исследованные периоды года (весна, лето, осень) с максимальной частотой (100%) обнаруживался γ -ГХЦГ (рис. 1). Среднегодовые концентрации γ -ГХЦГ в регионе составляли 3.88 ± 0.22 мкг/кг. В осенней серии исследований отмечалось некоторое возрастание концентраций γ -ГХЦГ со значимыми различиями в Вайкском районе — 5.92 ± 0.49 мкг/кг ($p = 0.002$), как и в среднегодовых величинах ($p = 0.02$).

Присутствие ДДТ, ДДЕ и ДДД в образцах почвы определялось в отдельные периоды без каких-либо сезонных колебаний в величинах и частоте обнаружения. По нисходящей частоте обнаружения соединений из группы ДДТ была следующей: ДДЕ (47–72%) → ДДТ (29–44%). Остатки ДДД определялись только в районе Егегнадзор в единичной пробе (17%). В этом же районе присутствовали все соединения из группы ДДТ.

Содержание ХОП в продуктах растениеводства (зерновые, овощи, фрукты) было аналогичным содержанию в почве: во всех образцах определялось присутствие γ -ГХЦГ (100%). Частота обнаружения ДДЕ колебалась в пределах 40–80%, ДДТ обнаружен в единичных образцах отдельных продуктов (1–2 пробы). Остатки ДДД в растительной продукции не выявлены. В Егегнадзорском районе по сравнению с другими районами региона изучаемые ХОП обнаруживались с большей частотой (80–100%) и со значимо высокими уровнями как γ -ГХЦГ, так и суммарного содержания ХОП, $p = 0.005–0.01$. Анализ содержания ХОП в отдельных видах растительных продуктов, проведенный для всего региона, показал, что значимых различий как отдельных ХОП, так и их суммарных концентраций не было. При этом концентрации ХОП в образцах почвы и растительной продукции марза Вайоц Дзор были значительно ниже соответствующих гигиенических стандартов.

Для изучения возможных процессов накопления ХОП в продуктах растениеводства проведен сравнительный анализ концентраций ХОП в образцах почвы и в отдельных видах растительной продукции (рис. 2). Установлено, что содержание отдельных ХОП и суммарных концентраций в сельхозпродуктах было значимо ниже концентраций, определяемых в образцах почвы, $p = 0.0000$. Более того, суммарные концентрации ХОП, определяемые в корнеплодных овощах (картофель, свёкла, морковь), были также значимо ниже обнаруженных в почве, $p = 0.0000$ (см. рис. 2). Таким образом, в продуктах растительного происхождения накопления ХОП

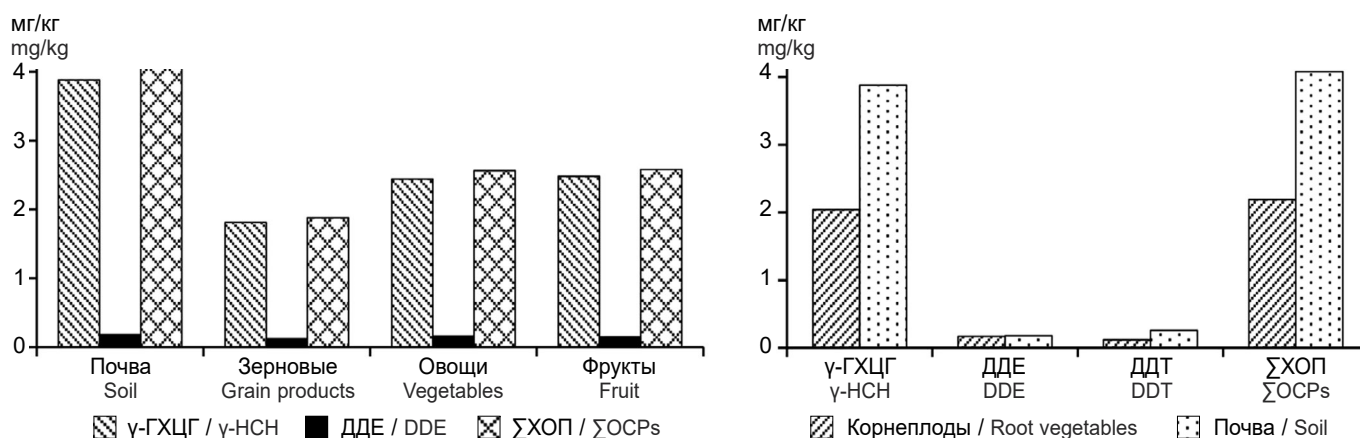


Рис. 2. Среднегодовое содержание отдельных хлорорганических пестицидов и их суммы в образцах почвы и некоторых видах растительных продуктов марза Вайоц Дзор, мкг/кг.

Fig. 2. Average annual certain OCPs content and their total sums in soil samples and some types of plant products of Vayots Dzor marz, $\mu\text{g}/\text{kg}$.

не отмечается, а их содержание не превышает максимально допустимых для этих сельхозпродуктов уровней.

С целью комплексного изучения состояния почв марза проведено определение концентраций АСПАВ. Результаты показали, что частота обнаружения и уровни АСПАВ не имели сезонного характера (рис. 3).

Так, частота их обнаружения колебалась в пределах 50–100%, определяемые концентрации – от $0,45 \pm 0,05$ до $0,71 \pm 0,2$ мг/кг с более высокими уровнями в образцах почвы, отобранных в Джермукском районе. При этом необходимо отметить, что остаточные концентрации АСПАВ в образцах почвы всех изученных районов марза в 2–3,5 раза превышали установленный гигиенический стандарт (0,2 мг/кг) при нормальных уровнях их содержания в пробах поверхностных вод (0,5 мг/л).

Также проведена оценка фитотоксической и генотоксической активности почвы в динамике (весна, лето, осень). Результаты оценки фитотоксической активности образцов почвы марза Вайоц Дзор показали, что во всех районах средние показатели всхожести семян *Taraxacum officinale* Wigg. (%) в летних образцах были несколько ниже по сравнению с осенними: ППВС составил 2–2,2 (средняя фитотоксичность) (рис. 4). Изучение митотической активности меристематических клеток проростков лука *Allium cepa* проведено на образцах почв с фитотоксической активностью. Сравнение числа выявленных аномальных анафаз в опытных и контрольных образцах показало, что в опытной серии их число не достигало двукратного и более превышения по сравнению с контролем (1,4–1,7 и 1,5–2% соответственно), что свидетельствует об отсутствии генотоксической активности изучаемых проб почвы. Не выявлено также повышения стерильности пыльцы изученных дикорастущих тест-объектов: *Ranunculus arvensis*, *Primula veris* L., *Trifolium pratense* L., *Papáver rhoéas* L. (Крутских и соавт., 2014).

С целью изучения возможного неблагоприятного воздействия циркулирующих ХОП на здоровье населения региона Вайоц Дзор проанализированы интенсивные показатели общей заболеваемости болезнями органов пищеварения (2014–2023). Результаты свидетельствовали о тенденции снижения заболеваемости во всех возрастных группах (старше 18, 15–17, 0–14 лет) – $R^2 = 0,4132$, $R^2 = 0,6976$ и $R^2 = 0,7664$ соответственно (рис. 5). При анализе дина-

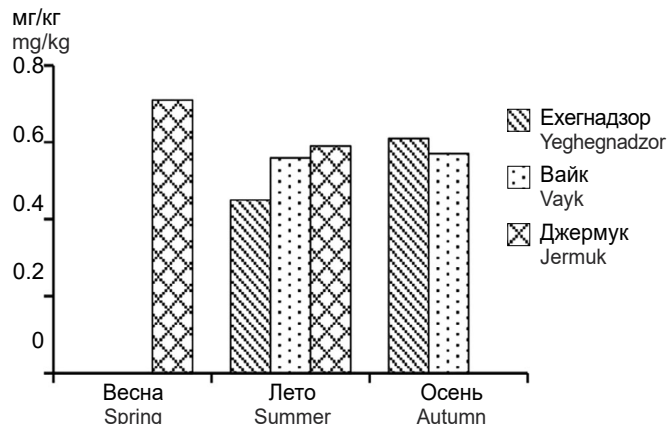


Рис. 3. Уровни АСПАВ в пробах почвы марза Вайоц Дзор, мг/кг (2019–2021).

Fig. 3. SS levels in soil samples from Vayots Dzor region, mg/kg (2019–2021).

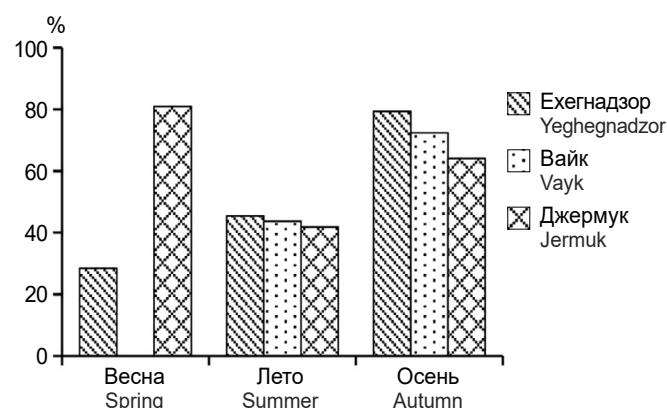


Рис. 4. Фитотоксическая активность образцов почвы марза Вайоц Дзор на основании всхожести семян *Taraxacum officinale* Wigg. (%).

Fig. 4. Phytotoxic activity of soil samples from Vayots Dzor marz based on the germination of *Taraxacum officinale* Wigg. seeds (%).

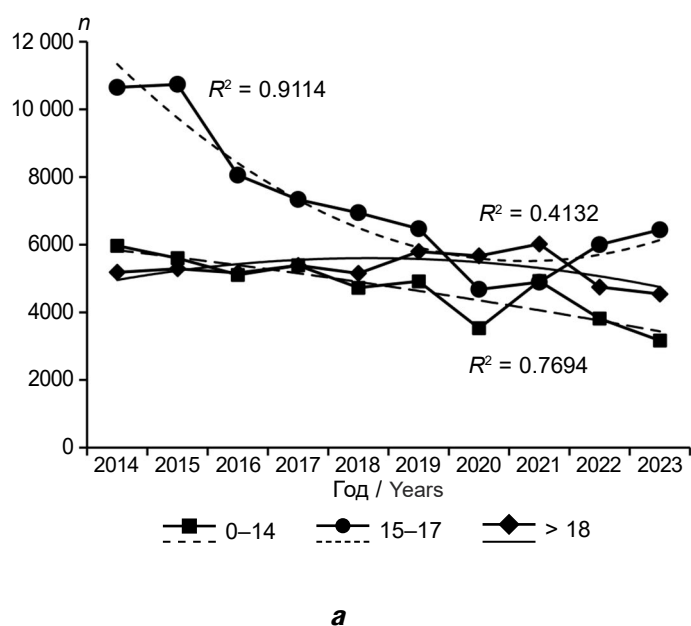
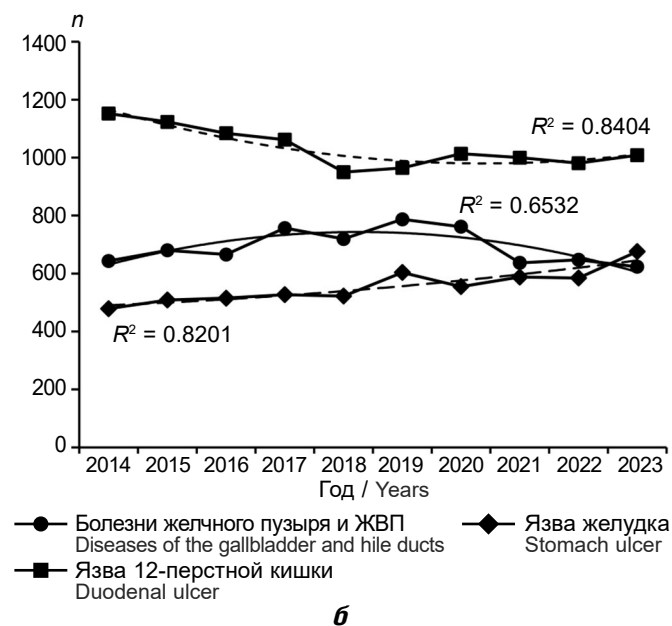


Рис. 5. Показатели общей заболеваемости (n) болезнями органов пищеварения (а) и некоторыми нозологическими формами (б) (лица старше 18 лет) в регионе Вайоц Дзор РА (2014–2023), на 100 000 населения.

Fig. 5. Indicators of general prevalence (n) of digestive diseases (a) and some nosologies (b, >18 years) in the Vayots Dzor region of the Republic of Armenia (2014–2023), per 100,000 population.



мической картины заболеваемости на основании средних хронологических показателей для тех же возрастных групп (2014–2018, 2019–2023) выявлена идентичная картина.

Анализ интенсивных показателей заболеваемости по некоторым нозологиям органов пищеварения (язвенная болезнь желудка, язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки, болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей) в группе лиц 18 лет и старше показал, что построенные аналитические кривые заболеваемости не характеризовались тенденцией к росту (2014–2023) (см. рис. 5).

Обсуждение

Развитию сельского хозяйства в Республике Армения уделяется большое внимание. Тем не менее эта отрасль экономики является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. До конца 80-х годов прошлого столетия Армения входила в число регионов интенсивного применения пестицидов, в том числе наиболее стойких в окружающей среде (ХОП). Уровни территориальной, популяционной нагрузки ХОП были достаточно высокими: 8,4 кг/га и 1,72 кг на душу населения соответственно [30]. В период 2015–2017 гг. территориальная нагрузка пестицидов и минеральных удобрений составляет 1,24–1,8 и 234,1–531,3 кг/га соответственно [8].

Использование ХОП запрещено в Армении с 1970-х годов, однако результаты исследований доказывают, что эти вещества продолжают циркулировать в окружающей среде на разных уровнях и могут быть дополнительным фактором риска для здоровья населения. Почва, один из важнейших объектов окружающей среды, способна удерживать различные загрязнители, в том числе ХОП, в течение долгого времени. Загрязнение почвы может привести к изменению санитарно-эпидемиологической обстановки, негативным последствиям для здоровья населения. С хлорорганическими соединениями как при высокой, так и при низкой степени их воздействия связывают целый ряд неблагоприятных последствий для организма. Поэтому настоящее исследование было нацелено на изучение возможной связи между уровнями содержания ХОП в почве, сельхозпродукции растительного происхождения и некоторыми показателями заболеваемости населения. Исследования проведены в регионе Вайоц Дзор (Армения), который из всех регионов характеризуется наименьшими величинами валовой продукции сельского хозяйства (2,3%), что почти в 4–10 раз ниже более развитых сельскохозяйственных регионов (Арагат, Арагацотн) [21].

Результаты показали, что изучаемые ХОП (γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ, ДДД) как в образцах почвы, так и сельхозпродукции обнаруживались с различной частотой и на разных уровнях. Примечательно, что во всех пробах почвы и продуктов растениеводства с максимальной частотой обнаруживались γ -ГХЦГ (100%). В продуктах растениеводства содержание ДДД не выявлено, а в пробах почвы этот пестицид

обнаружен лишь в единичной пробе (2%). В почве частота обнаружения ДДЕ и ДДТ была выше: с большей частотой определялось присутствие ДДЕ и несколько ниже ДДТ – 57 и 36% соответственно. В продуктах растениеводства частота обнаружения этих веществ имела ту же самую закономерность: выше частота обнаружения ДДЕ (55%), практически в три раза меньше – ДДТ (18%). Необходимо отметить, что концентрации, определяемые в пробах почвы и растениеводства, были значительно ниже соответствующих гигиенических стандартов.

Уровни АСПАВ в пробах почвы всех изученных районов марза превышали установленный гигиенический стандарт в 2–3,5 раза. Однако их концентрации в используемых для орошения поверхностных водах, отобранных в тех же мониторинговых точках, не превышали гигиенических нормативов (0,5 мг/л). Как известно, почва является своего рода депо – хранилищем многих химических веществ, в том числе АСПАВ, с их длительной задержкой и накоплением, в отличие от водной среды, в которой происходят физические, химические и биотические процессы (разбавление, биологическое очищение и др.). Повышение концентраций АСПАВ в почве при их нормальных значениях в воде может быть следствием особенностей миграции, трансформации в данной экосистеме, что типично в условиях локальной антропогенной нагрузки, особенно вблизи зон отдыха, земледелия. Именно эти особенности характерны для региона Вайоц Дзор. Результаты оценки фитотоксической, генотоксической активности образцов почвы не выявили каких-либо выраженных нарушений. Мутагенный фон окружающей среды марза не имел значимых отклонений за период исследований (2019–2021). Анализ динамической картины заболеваемости населения марза болезнями органов пищеварения и их отдельными нозологическими формами, проведенный на основании аналитических кривых, показал отсутствие тенденций к росту (2014–2023).

Ограничения исследования. Ограничения данного исследования связаны с изучением существующих уровней загрязненности окружающей среды одного из регионов Армении некоторыми приоритетными веществами, заболеваемости болезнями органов пищеварения и определением возможного вклада сельского хозяйства в здоровье населения.

Заключение

Таким образом, результаты исследований, проведенных в регионе Армении Вайоц Дзор, показали, что уровни изучаемых загрязнителей не превышают установленных гигиенических стандартов, не влияют на генотоксическую активность почвы, картина заболеваемости населения не вызывает каких-либо опасений. Иными словами, состояние окружающей среды и здоровья населения региона с умеренно развитым сельским хозяйством (2,3%) и промышленностью (1,2%) устойчиво благополучное.

Литература (п.п. 1, 6–19, 21, 28–30 см. References)

- Илюшина Н.А., Егорова О.В., Масальцев Г.В., Аверьянова Н.С., Ревазова Ю.А. Мутагенность и канцерогенность пестицидов, опасность для здоровья человека. Систематический обзор. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2017; 61(2): 96–102. <https://elibrary.ru/yinyysr>
- Яблоков А.В. О концепции популяционного груза (обзор). *Гигиена и санитария*. 2015; 94(6): 11–5. <https://elibrary.ru/uxzqrd>
- Петров И.В., Тафеева Е.А. Эколого-гигиеническая оценка влияния загрязнения почвы на здоровье населения. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; (4): 75. <https://elibrary.ru/wiqcal>
- Комарова О.П., Земляничина С.В. Снижение пестицидной нагрузки как основа экологической безопасности сельских территорий. *Фундаментальные исследования*. 2020; (3): 54–9. <https://doi.org/10.17513/fr.42699> <https://elibrary.ru/hiuszo>
- Текуцкая Е.Е., Лулаш Н.Г., Софьина Л.И., Майорова А.В. Медико-социальные аспекты экологической гастроэнтерологии. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2013; (1): 015–9. <https://elibrary.ru/rvcfxb>
- Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф., Хохолькова Г.А. *Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. Том 2.* М.: Агропромиздат; 1992. <https://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293742/4293742801.pdf>
- ВОЗ. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ; 1989. <https://iris.who.int/handle/10665/144096>
- Сбитнев А.В., Волянова М.А., Сычева Л.П., Журков В.С., Крятов И.А., Ахальцева Л.В. Цитогенетическая и фитотоксическая оценка прототипологического материала на модельной тест-системе ЛУК (Allium cepa). *Гигиена и санитария*. 2018; 97(2): 144–8. <https://elibrary.ru/yxiczce>
- Сычева Л.П., Рахманин Ю.А., Ревазова Ю.А., Журков В.С. Роль генетических исследований при оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье человека. *Гигиена и санитария*. 2005; 84(6): 59–62. <https://elibrary.ru/ojnrj>
- Беляева Н.Н., Сычева Л.П., Коваленко М.А., Шереметьева С.М., Алтаева А.А., Олесинов А.А. и др. Применение морфофункциональных и цитогенетических исследований при анализе воздействия факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(5): 63–5. <https://elibrary.ru/gljqj>
- Мерков А.М., Поляков Л.Е. *Санитарная статистика*. Л.: Медицина; 1974.

References

- Sharma T., Sirpu Natesh N., Pothuraju R., Batra S.K., Rachagani S. Gut microbiota: a non-target victim of pesticide-induced toxicity. *Gut Microbes*. 2023; 15(1): 2187578. <https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2187578>
- Ilyushina N.A., Egorova O.V., Masal'tsev G.V., Averyanova N.S., Revazova Yu.A. The mutagenicity and carcinogenicity of pesticides and hazards for human health: a systematic review. *Zdravookhraneniye Rossiiskoi Federatsii*. 2017; 61(2): 96–102. <https://elibrary.ru/yinysr> (in Russian)
- Yablokov A.V. On the concept of “population load” (review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2015; 94(6): 11–5. <https://elibrary.ru/uxzqrd> (in Russian)
- Tafeeva E.A., Petrov I.V. Ecological and hygienic assessment of soil pollution effects on human health. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; (4): 75. <https://elibrary.ru/wiqcal> (in Russian)
- Komarova O.P., Zemlyanitsina S.V. Reducing the pesticide load as a basis for environmental safety in rural areas. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2020; (3): 54–9. <https://doi.org/10.17513/fr.42699> <https://elibrary.ru/hiuszo> (in Russian)
- Doran J.W., Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Appl. Soil Ecol.* 2000; 15(1): 3–11. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6)
- Rodrigues S.M., Römkens P.F.A.M. Human health risks and soil pollution. In: *Soil Pollution*. Academic Press; 2018: 217–50. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849873-6.00009-1>
- Statistical Committee of the Republic of Armenia; 2023. Available at: <https://statbank.armstat.am/pxweb/en/ArmStatBank/?rxid=9ba7b0d1-2f18-40fa-a309-fae01ea885bb>
- Pathak V.M., Verma V.K., Rawat B.S., Kaur B., Babu N., Sharma A., et al. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Front. Microbiol.* 2022; 13: 962619. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>
- Kalyabina V.P., Esimbekova E.N., Kopylova K.V., Kratasyuk V.A. Pesticides: formulations, distribution pathways and effects on human health – a review. *Toxicol. Rep.* 2021; 8: 1179–92. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2021.06.004>
- Elsayed E.M., Prasher S.O., Patel R.M. Effect of nonionic surfactant Brij 35 on the fate and transport of oxytetracycline antibiotic in soil. *J. Environ. Manage.* 2013; 116: 125–34. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.034>
- Haigh S.D. A review of the interaction of surfactants with organic contaminants in soil. *Sci. Total Environ.* 1996; 185(1-3): 161–70. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)05049-3](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)05049-3)
- Bergman A., Heindel J.J., Jobling S., Kidd K.A., Zoeller R.T., eds. State of the Science of endocrine disrupting chemicals-2012. Summary for Decision Makers; 2013. Available at: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/3e8639bd-24aa-4828-ab21-4898731698bc/content>
- Decision of the Government of the Republic of Armenia N293-H «On approval of the list of chemical substances and pesticides banned in the Republic of Armenia» regulated by the «Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade»; 2005.
- Liu Q., Shao W., Zhang C., Xu C., Wang Q., Liu H., et al. Organochloride pesticides modulated gut microbiota and influenced bile acid metabolism in mice. *Environ. Pollut.* 2017; 226: 268–76. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.068>
- Srinivasan K., Ramesh H.P., Radhakrishnamurthy R. Changes induced by hexachlorocyclohexane isomers in rat liver and testis. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1988; 41(4-6): 531–9. <https://doi.org/10.1007/bf02020997>
- Hotchkiss A.K., Rider C.V., Blystone C.R., Wilson V.S., Hartig P.C., Ankley G.T., et al. Fifteen years after «Wingspread» – environmental endocrine disruptors and human and wildlife health: where we are today and where we need to go. *Toxicol. Sci.* 2008; 105(2): 235–59. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn030>
- Foulds Ch.E., Treviño L.S., York B., Walker Ch.L. Endocrine-disrupting chemicals and fatty liver disease. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2017; 13(8): 445–57. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.42>
- Petrakis D., Vassilopoulou L., Mamoulakis C., Psycharakis C., Anifantaki A., Sifakis S., et al. Endocrine disruptors leading to obesity and related diseases. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017; 14(10): 1282. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101282>
- Tekutskaia E.E., Lupash N.P., Sofina L.I., Majorova A.V. Medical-social aspects of ecological gastroenterology. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*. 2013; (1): 15–9. <https://elibrary.ru/rvcfbx> (in Russian)
- Marzes and Yerevan city of the Republic of Armenia in figures; 2024. Available at: <https://armstat.am/en/?nid=82&id=2696>
- Klisenko M.A., Kalinina A.A., Novikova K.F., Khokhol'kova G.A. *Methods for Determining Microquantities of Pesticides in Food, Feed, and the Environment: Handbook. Volume 2 [Metody opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov v produktakh pitaniya, kormakh i vnesnei srede: Spravochnik. Tom 2]*. Moscow: Agropromizdat; 1992. <https://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293742/4293742801.pdf> (in Russian)
- WHO. Environmental Health Criteria. Guide to short-term tests for the detecting mutagenic and carcinogenic chemicals; 1989. Available at: <https://iris.who.int/items/fdae7083-5ed4-4253-952b-b9d040ed5a7e>
- Sbitnev A.V., Vodyanova M.A., Sycheva L.P., Zhurkov V.S., Kryatov I.A., Akhaltseva L.V. The cytogenetic and phytotoxic assessment of the anti-icing material on onion assay (allium cepa). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2018; 97(2): 144–8. <https://elibrary.ru/yxicez> (in Russian)
- Sycheva L.P., Rakhmanin Yu.A., Revazova Yu.A., Zhurkov V.S. Role of genetic studies in the evaluation of the human influence of environmental factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2005; 84(6): 59–62. <https://elibrary.ru/ojnrri> (in Russian)
- Belyaeva N.N., Sycheva L.P., Kovalenko M.A., Sheremet'yeva S.M., Altayeva A.A., Olesinov A.A., et al. Use of morphofunctional and cytogenetic studies to analyze the influence of environmental factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2007; 86(5): 63–5. <https://elibrary.ru/gljnjj> (in Russian)
- Merkov A.M., Polyakov L.E. *Sanitary Statistics [Sanitarnaya statistika]*. Leningrad: Meditsina; 1974. (in Russian)
- Health and Health Care – 2024. Statistical Yearbook*. Yerevan: National Institute of Health named after Academician S. Avdalbekyan; 2024. Available at: <https://nih.am/assets/pdf/atvk/ff14e3c27082c00737f3f4f9fc3b5493.pdf>
- Janusz M., Gurtner G.C. Statistics in medicine. *Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 127(1): 437–44. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181f95dd2>
- Republic of Armenia: National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Republic of Armenia. Yerevan; 2005. Available at: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NIP-Armenia-1.English.pdf>

Сведения об авторах

Тадевосян Наталья Степановна, доктор мед. наук, науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: tadevosnat@yahoo.com

Погосян Сусанна Бабкеновна, канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: spoghossyan9@gmail.com

Мурадян Сусанна Аршавировна, мл. науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: susannamuradyan5555@gmail.com

Хачатрян Бавакан Гургеновна, мл. науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: bavakan.khachatryan@mail.ru

Киракосян Гаяне Владимировна, канд. мед. наук, науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: gayane.kirakosyanvladimir@gmail.com

Тер-Закарян Сирануш Оганесовна, мл. науч. сотр. лаб. гигиены окружающей среды и токсикологии Научно-исследовательского центра ЕГМУ, 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: siran.terzaqaryan@mail.ru

Гуляян Асмик Азатовна, мл. науч. сотр. проекта «Обеспечение и развитие «COBRAIN» Научно-образовательного центра фундаментальных исследований мозга ЕГМУ», 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: hasmikguloyan0@gmail.com

Бабаян Тамара Леонидовна, мл. науч. сотр. проекта «Обеспечение и развитие «COBRAIN» Научно-образовательного центра фундаментальных исследований мозга ЕГМУ», 0025, Ереван, Республика Армения. E-mail: tamarababayan@mail.ru

About the authors

Natalya S. Tadevosyan, DSc (Medicine), researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0002-4753-489X> E-mail: tadevosnat@yahoo.com

Susanna B. Poghosyan, PhD (Biology), researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0002-5834-1102> E-mail: spoghossyan9@gmail.com

Susanna A. Muradyan, junior researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0001-5075-9152> E-mail: susannamuradyan5555@gmail.com

Bavakan G. Khachatryan, junior researcher at Researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0002-1825-3300> E-mail: bavakan.khachatryan@mail.ru

Gayane V. Kirakosyan, PhD (Medicine), researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0002-2612-4605> E-mail: gayane.kirakosyanvladimir@gmail.com

Siranush H. Ter-Zaqaryan, junior researcher, Laboratory of environmental hygiene and toxicology, Research Center, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0003-2748-8010> E-mail: siran.terzaqaryan@mail.ru

Hasmik A. Guloyan, junior researcher, project «Ensuring and development of «COBRAIN». Scientific and educational centre for fundamental brain research, Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0000-0001-9491-2729> E-mail: hasmikguloyan0@gmail.com

Tamara L. Babayan, junior researcher, project «Ensuring and development of «COBRAIN». Scientific and educational centre for fundamental brain research, Yerevan State Medical University named after M. Heratsi, Yerevan, 0025, Republic of Armenia, <https://orcid.org/0009-0002-1090-9704> E-mail: tamarababayan@mail.ru