

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО КОНТАМИНАЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

Д. О. Горбачев [✉], О. В. Сазонова, М. Ю. Гаврюшин, Л. М. Бородина

Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

Хозяйственная деятельность человека приводит к накоплению в пищевых продуктах антропогенных загрязнителей. Целью исследования был анализ риска для здоровья населения, обусловленный пероральным поступлением хлороорганических пестицидов (ГХЦГ, ДДТ), широко применявшихся в сельском хозяйстве. Оценка риска осуществлялась с учетом данных о фактическом питании 1798 человек (823 мужчин и 975 женщин) в возрасте от 18 до 65 лет с применением программного комплекса «Нутри-проф». Для оценки контаминации пищевых продуктов хлороорганическими пестицидами проанализировано 16510 проб различных групп пищевых продуктов. Наибольший неканцерогенный риск, обусловленный поступлением в организм с пищевыми продуктами ГХЦГ, обусловлен потреблением хлеба и хлебных продуктов, овощей и бахчевых, картофеля, молока и молочных продуктов, наибольший неканцерогенный риск при поступлении ДДТ с пищей обусловлен потреблением хлеба и хлебных продуктов, овощей и бахчевых, мяса и мясных продуктов, молока и молочных продуктов. Наивысший уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска для ДДТ и ГХЦГ с учетом медианной концентрации соответствует третьему диапазону и приемлем для профессиональных групп. Превышение фоновых значений риска для эндокринной системы при потреблении хлеба и хлебобулочных изделий наступает в 45 лет, переход с пренебрежимо малого уровня риска на уровень умеренного риска наступает в 65 лет. Полученные результаты указывают на эффективность системы санитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью пищи, рассматриваемый методический подход к оценке рисков позволяет своевременно принимать управленческие решения с учетом характера трудовой деятельности и особенностей питания.

Ключевые слова: риск здоровью, пищевые продукты, эволюционная модель риска, хлороорганические пестициды, ДДТ, ГХЦГ

Вклад авторов: Концепция и дизайн исследования — Горбачев Д.О., Сазонова О.В. Сбор и обработка данных — Горбачев Д.О., Гаврюшин М.Ю., Бородина Л.М. Написание текста — Горбачев Д.О., Сазонова О.В. Редактирование — Гаврюшин М.Ю., Бородина Л.М.

Соблюдение этических стандартов: Добровольное информированное согласие было получено для каждого участника. Исследование соответствовало требованиям биомедицинской этики и не подвергало опасности участников.

✉ **Для корреспонденции:** Горбачев Дмитрий Олегович
ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара, 443099; d.o.gorbachev@samsmu.ru

Статья получена: 16.03.2021 **Статья принята к печати:** 24.03.2021 **Опубликована онлайн:** 30.03.2021

DOI: 10.24075/rbh.2021.006

HYGIENIC ASSESSMENT OF PUBLIC HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH FOOD CONTAMINATION WITH ORGANOCHLORINE PESTICIDES

Gorbachev DO [✉], Sazonova OV, Gavryushin MYu, Borodina LM

Samara State Medical University, Samara, Russia

Accumulation of anthropogenic contaminants in food is one of the by-products of economic and other activities practiced by humankind. This study aimed to analyze the public health risks associated with ingestion of organochlorine pesticides (HCH, DDT) widely used in agriculture. The risk assessment was enabled by Nutri-prof software package; the data collected covered actual dietary patterns of 1798 people (823 men and 975 women) aged 18 to 65. Assessment of the level of contamination of food with organochlorine pesticides relied on the results of analysis of 16510 food product samples belonging to various groups. Bread and bread products, vegetables and melons, potatoes, milk and dairy products were shown to be the source of HCH in the amounts causing the greatest non-cancerogenic risk associated therewith. The list of products delivering the largest amounts of DDT into the body and thus posing the greatest non-cancerogenic risk associated therewith includes bread and bread products, vegetables and melons, meat and meat products, milk and dairy products. With the median DDT and HCH concentrations factored in, the highest joint cancerogenic risk level a person may be exposed to reaches the third range, which is acceptable for occupational groups. From the age of 45, consumption of bread and bread products leads to the related endocrine system risks growing beyond background levels, and from 65, these risks, considered negligible up to this age, become moderate. The results of this study support effectiveness of the sanitary and epidemiological food safety control system; the considered methodological approach to risk assessment allows making timely management decisions that account for the nature of work and dietary peculiarities.

Keywords: health risk, food, evolutionary risk model, organochlorine pesticides, DDT, HCH

Author contribution: Concept and design of the study — Gorbachev DO, Sazonova OV. Data collection and processing — Gorbachev DO, Gavryushin MYu, Borodina LM. Text writing — Gorbachev DO, Sazonova OV. Editing — Gavryushin MYu, Borodina LM.

Compliance with ethical standards: Each participant signed a voluntary informed consent form. The study conformed to the biomedical ethics requirements and did not endanger the participants.

✉ **Correspondence should be addressed:** Dmitry O. Gorbachev
Chapaevskaya st., 89, Samara, 443099; d.o.gorbachev@samsmu.ru

Received: 16.03.2021 **Accepted:** 24.03.2021 **Published online:** 30.03.2021

DOI: 10.24075/rbh.2021.006

Безопасность пищи является одним из ключевых элементов, обеспечивающих здоровье населения [1]. Контаминация продовольственного сырья антропогенными загрязнителями, обусловленная хозяйственной деятельностью человека, способна приводить к развитию патологических состояний со стороны здоровья [2,3,4]. Одними из антропогенных загрязнителей, поступающих в продовольственное сырье

в результате сельскохозяйственной деятельности являются хлороорганические пестициды [5].

Хлороорганические пестициды ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) и ГХЦГ (гексахлорциклогексан) относятся к числу химических средств защиты растений на посевах сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений для борьбы с различными вредными

насекомыми [6]. Поступая с пищевыми продуктами в организм человека, указанные контаминанты обладают потенциальными тератогенными, канцерогенными, гормональными, неврологическими и иммунологическими свойствами [7,8,9].

Контроль за содержанием контаминантов в пищевых продуктах, а также анализ риска здоровью, обусловленный пероральным поступлением чужеродных агентов является одним из главных инструментов обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации, неотъемлемым элементом реализации демографической политики [10].

Целью настоящего исследования явился анализ риска для здоровья населения, обусловленного пероральным поступлением хлорорганических пестицидов, который позволил оценить эффективность осуществления санитарно-эпидемиологического надзора на территории Самарской области и предложить новые подходы к оценке рисков с учетом построения эволюционных моделей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценка фактического питания различных профессиональных групп трудоспособного населения Самарской области проведена анкетно-опросным методом с использованием программного комплекса «Нутри-проф» [11]. В исследовании приняло участие 1798 человек в возрасте от 18 до 65 лет, из которых 823 человека составили лица мужского пола, 975 – женского, получена информация о структуре потребления основных групп пищевых продуктов. Контингент обследованных лиц разделен на 5 профессиональных групп с учетом характера трудовой деятельности и половой принадлежности (группа «образование», группа «здравоохранение», группа «промышленность», группа «офисные работники», группа «сельское хозяйство»). Контаминация пищевых продуктов хлорорганическими пестицидами определялась в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» с учетом концентрации таких соединений как ГХЦГ и ДДТ методом газожидкостной хроматографии, всего было проанализировано 16510 проб. Автоматизированная оценка канцерогенных и неканцерогенных рисков с учетом экспозиции хлорорганическими соединениями в различных профессиональных группах осуществлялась в базе данных «База данных по контаминации продуктов питания». Оценка рисков проводилась при комбинированном воздействии контаминантов с учетом концентрации по медиане и 90 перцентилю.

Таблица 1. Медиана и 90 перцентиль содержания хлорорганических пестицидов в пищевых продуктах (мг/кг)

Группы пищевых продуктов	ГХЦГ		ДДТ	
	Me	90	Me	90
Хлеб и хлебные продукты	0,0051	0,0543	0,0053	0,0065
Масло растительное и другие жиры	0,0147	0,0296	0,0095	0,0276
Молоко и молочные продукты	0,0061	0,0072	0,0049	0,0054
Мясо и мясные продукты	0,0047	0,0188	0,0143	0,0362
Яйцо	0,0162	0,0163	0,005	0,005
Рыба и рыбные продукты	0,0046	0,0073	0,0052	0,0114
Сахар и кондитерские изделия	0,0049	0,0072	0,0048	0,0078
Фрукты и ягоды	0,0042	0,0049	0,0051	0,006
Овощи и бахчевые	0,0035	0,1048	0,0047	0,0248
Картофель	0,0032	0,0735	0,0044	0,0334

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Хлорорганические пестициды (ГХЦГ, ДДТ) определялись в хлебе и хлебных продуктах, масле растительном и других жирах, молоке и молочных продуктах, мясе и мясных продуктах, яйцах, рыбе и рыбных продуктах, сахаре и кондитерских изделиях, фруктах и ягодах, овощах и бахчевых, картофеле с установлением концентрации по медиане и максимального значения по 90 перцентилю (табл. 1).

Анализ содержания ГХЦГ в пищевых продуктах показал, что максимальные медианные концентрации имеют яйцо, масло растительное и другие жиры, наименьшие значения в продуктах растительного происхождения — овощах, фруктах, картофеле в диапазоне 0,0163-0,0032 мг/кг, при этом наибольшие значения концентрации ДДТ имели мясо и мясные продукты, масло растительное и другие жиры в диапазоне концентраций 0,0143-0,0044 мг/кг.

Последующая оценка экспозиции и коэффициентов опасности при пероральном поступлении хлорорганических контаминантов была установлена с учетом их потребления в различных профессиональных группах населения по данным оценки фактического питания.

Максимальный неканцерогенный риск при пероральном поступлении ГХЦГ с пищевыми продуктами по медиане составил 0,01, с учетом 90-перцентиля — 0,096, указанные риски были характерны для женщин группы «промышленность», обусловлены потреблением хлеба и хлебных продуктов, овощей и бахчевых, картофеля, молока и молочных продуктов.

Максимальный неканцерогенный риск при пероральном поступлении ДДТ с пищевыми продуктами по медиане определялся в профессиональной группе мужчин «сельское хозяйство», указанный риск составил 0,24, женщин группы «промышленность» — 0,24, по 90 перцентилю максимальный риск отмечен в группе женщин «промышленность» — 0,66. Риски обусловлены потреблением хлеба и хлебных продуктов, овощей и бахчевых, мяса и мясных продуктов, молока и молочных продуктов, контаминированных ДДТ.

Анализ суммарного индекса опасности (ΣNI) при условии одновременного поступления и длительного воздействия ГХЦГ и ДДТ показал, что наивысший суммарный уровень риска выявлен в профессиональной группе женщин «промышленность» (табл. 2).

Печень и эндокринная система на основании "Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих

Таблица 2. Суммарные индексы опасности в профессиональных группах с учетом контаминации ГХЦГ и ДДТ в медианной концентрации и 90 процентилю

Профессиональная группа	Σ HI		Σ HI	
	Me		90	
	женщины	мужчины	женщины	мужчины
«образование»	0,23	0,198	0,68	0,5
«здравоохранение»	0,182	0,176	0,51	0,48
«промышленность»	0,25	0,239	0,756	0,693
«офис»	0,167	0,156	0,456	0,428
«сельское хозяйство»	0,2209	0,241	0,6	0,71

окружающую среду" (Р 2.1.10.1920-04) определены как критические органы и системы при воздействии ДДТ, таким образом, именно в профессиональной группе «промышленность» женщины подвержены наибольшему риску с точки зрения развития негативных последствий перорального контакта с хлорорганическими контаминантами.

С учетом экспозиции и факторов наклона (SFo) изучаемых контаминантов проведена оценка риска развития канцерогенных эффектов в различных профессиональных группах населения. Наивысший уровень индивидуального и популяционного рисков развития канцерогенных эффектов с учетом медианной концентрации для ДДТ установлен в профессиональной группе мужчин «сельское хозяйство» — ($4,1 \times 10^{-5}$ и 0,41 случай на 10 000 населения соответственно), для ГХЦГ наивысший уровень канцерогенного риска также установлен в группе мужчин «сельское хозяйство» (0,000184 и 1,84 на 10 000 населения). Среди женщин группы «промышленность» установлен наивысший индивидуальный и популяционный уровень канцерогенного риска при воздействии ДДТ, который составил 0,00011 и 1,11 случаев соответственно. Воздействие ГХЦГ в указанной профессиональной группе формирует индивидуальный уровень риска на уровне 0,00147, популяционный — на уровне 17,4 случаев на 10 000 населения.

Суммарный индивидуальный и популяционный канцерогенный риск, обусловленный комбинированным воздействием ДДТ и ГХЦГ, во всех изучаемых профессиональных группах с учетом медианной концентрации соответствует третьему диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни в диапазоне от 1×10^{-4} до 1×10^{-3}) и приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Суммарный

индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный комбинированным воздействием ДДТ и ГХЦГ, во всех изучаемых профессиональных группах с учетом концентрации по 90 перцентилю соответствует четвертому диапазону и характеризуется как неприемлемый (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более 0,001). Данный вид риска неприемлем ни для профессиональных групп, ни для населения в целом, и требует принятия срочных организационных мероприятий по снижению риска.

По итогам оценки вклада отдельных групп пищевых продуктов в формирование общей рискованной нагрузки показано, что наибольший вклад в суммарный риск от воздействия хлорорганических пестицидов вносит потребление хлеба и хлебных продуктов. На основании парных зависимостей, отражающих влияние алиментарных факторов, обусловленных контаминацией данной группы пищевых продуктов хлорорганическими пестицидами, были сформированы эволюционные модели накопления риска для здоровья с учетом повреждения наиболее уязвимых органов и систем. Приведенный уровень риска в данном случае характеризуется вероятностью развития нарушений здоровья с учетом увеличения времени экспозиции контаминантами на протяжении всей жизни, это позволяет моделировать вероятность развития заболеваний при заданных величинах экспозиции контаминантами и принимать управленческие профилактические решения. По данным литературы, ГХЦГ и ДДТ оказывают негативное влияние на эндокринную систему. Сформированная эволюционная модель неканцерогенного риска для эндокринной системы при потреблении хлеба и хлебобулочных изделий с учетом медианных концентраций пестицидов показала, что, начиная с 45 лет, эволюционный риск превышает фоновые значения



Рис. Эволюционная модель неканцерогенного риска со стороны эндокринной системы с учетом перорального поступления контаминантов с хлебом и хлебобулочными изделиями в медианных концентрациях

риска, при этом проведенные расчеты указывают на переход с пренебрежимо малого уровня риска на уровень умеренного риска после 65 лет (рис.).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Большинство хлорорганических пестицидов, включая ГХЦГ и ДДТ, являются стойкими органическими загрязнителями объектов окружающей среды, в том числе пищевых продуктов, которые формируют риск развития неканцерогенных и канцерогенных эффектов [12,13].

В основе реализации концепции продовольственной безопасности РФ лежит многоступенчатая система оценки рисков, обусловленных контаминацией пищевых продуктов. Предложенные в настоящее время в нашей стране методические подходы к моделированию эволюции риска легли в основу методологии оценки риска здоровью населения при воздействии химических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров), рекомендованной Евразийской экономической комиссией [14]. В нашей стране и Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) функционирует многоуровневая система законодательных аспектов, основанных на регламентации процедуры оценки риска здоровью, в том числе обусловленных загрязнением пищевой продукции [15,16].

Данная работа показала, что на территории Самарской области система государственного санитарно-эпидемиологического надзора обеспечивает продовольственную безопасность за счет реализации пищевой продукции, содержащей допустимые уровни хлорорганических контаминантов. Тем не менее, анализ риска, обусловленного контаминацией продовольственного сырья указанной группой соединений, выявил наиболее уязвимые профессиональные группы трудоспособного населения с точки зрения наибольшей рискованной нагрузки, в том числе при сценарии потребления контаминированной пищи с высокими значениями содержания пестицидов (90 процентиль). С учетом проведенной подробной оценки фактического питания различных групп населения (хотя в методическом отношении для оценки риска обычно используется информация о среднегодовом потреблении продуктов по данным Росстата) получены данные по экспозиции хлорорганическими пестицидами в конкретных профессиональных группах. Наивысший канцерогенный риск при воздействии ДДТ и ГХЦГ установлен в профессиональной группе мужчин «сельское хозяйство»,

женщин группы «промышленность». Наивысший уровень канцерогенного риска при воздействии ДДТ и ГХЦГ установлен среди женщин группы «промышленность». При этом во всех профессиональных группах уровень канцерогенного риска с учетом медианной концентрации контаминантов соответствует третьему диапазону. При построении эволюционной модели неканцерогенного риска развития неблагоприятных эффектов со стороны эндокринной системы показано, что ведущую роль в формировании заболеваний данной системы играет потребление хлеба и хлебобулочных изделий, в медианных концентрациях пестицидов превышение эволюционного риска над фоновыми значениями происходит, начиная с 45 лет, переход с пренебрежимо малого уровня риска на уровень умеренного риска происходит после 65 лет. Предложенный в настоящем исследовании методический подход к изучению рисков учитывает особенности характера и структуры потребления пищи с учетом особенностей пищевого поведения, экспозиции контаминантов в зависимости от сценария поступления пестицидов (с учетом медианных значений концентрации, либо с учетом максимальных концентраций — «пессимистический» сценарий потребления). При таком подходе анализ риска, последующее принятие управленческих решений осуществляется более дифференцированно, что в конечном итоге влияет на эффективность и целесообразность проводимых профилактических мероприятий.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенная гигиеническая оценка рисков здоровью населения с учетом контаминации пищевых продуктов хлорорганическими пестицидами показала, что в настоящее время в Самарской области эффективно осуществляется санитарно-эпидемиологический надзор за безопасностью пищевой продукции, указанные мероприятия направлены на сохранение и укрепление здоровья населения. Методический подход к построению эволюционных моделей рисков на основе программных комплексов с учетом характера фактического питания в различных профессиональных группах позволяет в полной мере оценивать алиментарные риски, выявлять наиболее уязвимые профессиональные группы, и своевременно принимать управленческие решения по воздействию на факторы, определяющие негативное влияние на здоровье в конкретных группах населения.

Литература

1. Фролова О. А., Тафеева Е. А., Фролов Д. Н., Бочаров Е. П. Алиментарно-зависимые заболевания населения и гигиеническая характеристика факторов риска их развития на территории Республики Татарстан. Гигиена и санитария. 2018; 97(5): 470–473.
2. Sadeghi F, Nasser S, Yunesian M, Nabizadeh R, Mosafieri M, Mesdaghinia A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. 2018; 53 (5): 421–429. DOI: 10.1080/10934529.2017.1410421
3. Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., Хотимченко С. А. Нормативная база оценки качества и безопасности пищи. Российский журнал восстановительной медицины. 2017; (2): 74–120.
4. Клепиков О. В., Хатуаев Р. О., Истомин А. В., Румянцев Л. А. Региональные особенности питания населения и риск для здоровья, связанный с химической контаминацией пищевых продуктов. Гигиена и санитария. 2016; 95 (11): 1086–1091.
5. Мамонтов А. А., Тарасова Е. Н., Мамонтова Е. А. Стойкие органические загрязнители в почвах южного Байкала. Экологическая химия. 2018; 27(2): 65–75.
6. Галиулин Р. В., Галиулина Р. А., Хоробрых Р. Р. Загрязнение водных объектов остатками хлорорганических инсектицидов ДДТ и ГХЦГ. Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2014; 1 (73): 68–70.
7. Чащин В. П., Ковшов А. А., Гудков А. Б., Моргунов Б. А. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего

- Севера. Экология человека. 2016; (6): 3–8.
8. Tanabe S, Subramanian A. Bioindicators of POPs: monitoring in developing countries. Kyoto, Japan: Kyoto University Press; Melbourne: Trans Pacific Press, 2006; 190 p.
 9. Цыганков В. Ю., Ярыгина М. В., Лукьянова О. Н., Боярова М. Д., Ерофеева Н. И., Гамова С. В., Гумовский А. Н., Кику П. Ф. Следовые концентрации хлорорганических соединений в биологических жидкостях жителей юга Дальнего Востока России. Экология человека. 2019; (1): 15–19.
 10. Попова А. Ю. Анализ риска — стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов. Анализ риска здоровью. 2018; (4): 4–12.
 11. Батурин А. К., Мартинчик А. Н., Горбачев Д. О., Сазонова О. В., Михайлов Н. А. "Программный комплекс по оценке фактического питания "Нутри-проф" Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018616124, 23.05.2018. Заявка № 2018613172 от 03.04.2018.
 12. Fiedler H, Kallenborn R, Boer JD & Sydnnes LK. (2019). The Stockholm Convention: A Tool for the Global Regulation of Persistent Organic Pollutants. Chemistry International. 2019 41(2), 4-11. DOI: 10.1515/ci-2019-0202.
 13. Upadhayay J, Rana M, Juyal V, Bisht SS, Joshi R. Impact of pesticide exposure and associated health effects. In: Pesticides in crop production: physiological and biochemical action. Ed. Srivastava PK. 2020; Chapter 5: 69 - 88
 14. Зайцева Н. В. Анализ рисков для здоровья населения Российской Федерации, обусловленных загрязнением пищевых продуктов. Анализ риска здоровью. 2018; (4): 13–23.
 15. Горбачев Д. О., Сазонова О. В., Бородин Л. М., Гаврюшин М. Ю. Анализ риска здоровью трудоспособного населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов (опыт Самарской области). Анализ риска здоровью. 2019; (3): 42-49.
 16. Нурғалиева М. Т., Смағулов А. К., Искакова Ж. А. Вопросы регулирования качества и безопасности пищевой продукции в рамках Европейского и Евразийского экономического союза. Наука и Мир. 2016; 3(31): 86–91.

References

1. Frolova JA, Tafееva EA, Frolov DN, Vocharov EP. Alimentary-dependent diseases of the population and the hygienic characteristic of the factors of the risk of their development in the territory of the republic of Tatarstan. Hygiene and sanitation. 2018; 97(5): 470–473. Russian.
2. Sadeghi F, Nasserі S, Yunesian M, Nabizadeh R, Mosaferi M, Mesdaghinia A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. 2018; 53 (5): 421–429. DOI: 10.1080/10934529.2017.1410421.
3. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Khotimchenko SA. Normative base for food quality and safety assessment. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2017; (2): 74–120. Russian.
4. Klepikov OV, Khatuaev RO, Istomin AV, Rumyantseva LA. Regional features of food standards and health risks associated with chemical contamination of food. Hygiene and sanitation. 2016; 95 (11): 1086–1091. Russian.
5. Mamontov AA, Tarasova EN, Mamontova EA. Persistent organic pollutants in soils of the southern Baikal. Environmental chemistry. 2018; 27(2): 65-75. Russian.
6. Galiulin RV, Galiulina RA, Horobryh RR. Contamination of water bodies with residues of organochlorine insecticides DDT and HCH. Water treatment. Water purification. Water supply. 2014; 1 (73): 68-70. Russian.
7. Chashchin VP, Kovshov AA, Gudkov AB, Morgunov BA. Socioeconomic and behavioral risk factors of disabilities among the indigenous population in the far north. Human ecology. 2016; (6): 3–8. Russian.
8. Tanabe S, Subramanian A. Bioindicators of POPs: monitoring in developing countries. Kyoto, Japan: Kyoto University Press; Melbourne: Trans Pacific Press, 2006; 190 p.
9. Tsygankov VYu, Yarygina MV, Lukyanova ON, Boyarova MD, Erofeeva NI, Gamova SV, Gumovskiy AN, Kiku PF. Trace concentrations of organochlorine compounds in biological liquids of the Russian Far East residents. Human ecology. 2019; (1) 15–19. Russian.
10. Popova AYU. Risk analysis as a strategic sphere in providing food products safety Health Risk Analysis. 2018; (4): 4–12. Russian.
11. Baturin AK, Martinchik AN, Gorbachev DO, Sazonova OV, Mihajlov NA. "A software package for the assessment of dietary intake "Nutri-prof " Certificate of registration of the computer program RU 2018616124, 23.05.2018. Application № 2018613172 от 03.04.2018. Russian.
12. Fiedler H, Kallenborn R, Boer JD & Sydnnes LK. (2019). The Stockholm Convention: A Tool for the Global Regulation of Persistent Organic Pollutants. Chemistry International. 2019 41(2), 4-11. DOI: 10.1515/ci-2019-0202.
13. Upadhayay J, Rana M, Juyal V, Bisht SS, Joshi R. Impact of pesticide exposure and associated health effects. In: Pesticides in crop production: physiological and biochemical action. Ed. Srivastava P.K. 2020; Chapter 5: 69 - 88 p.
14. Zaitseva NV. Analysis of population health risks in the Russian Federation caused by food products contamination. Health Risk Analysis. 2018; (4): 13–23. Russian.
15. Gorbachev DO, Sazonova OV, Borodina LM, Gavryushin MY. Analyzing health risks for employable population caused by food products contamination (experience gained in Samara region). Health Risk Analysis. 2019; (3): 42-49. Russian.
16. Nurgalievа MT, Smagulov AK, Iskakova ZhA. The issues of quality and safety control of food products in the framework of EU and EEU. Science and world. 2016; 3(31): 86–91. Russian.