

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ КОНТАМИНАНТАМИ (НА ПРИМЕРЕ СТЕРЛИТАМАКСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

POPULATION HEALTH RISK ASSESSMENT FROM CONTAMINATION OF VEGETABLE PLANTS BY CONTAMINANTS (FOR EXAMPLE THE STERLITAMAK DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

*E. Khanipova
V. Zubkova*

Summary. The article gives an assessment of population health risk of the Sterlitamak District of the Republic of Bashkortostan against contamination of vegetable crops grown in food under the conditions of anthropogenic load. Indicators of the health risk characterization for the intake of contaminants such as cadmium, lead and chromium into the human body with potatoes, carrots, radish, beets, cabbage and onions are calculated.

Keywords: risk assessment, population health, vegetable plants, heavy metals.

Ханипова Элина Ринатовна

Аспирант, Российский государственный социальный университет (Москва)
emolinka@mail.ru;

Зубкова Валентина Михайловна

Д-р биол. наук, профессор, Российский государственный социальный университет (Москва)
vmzubkova@yandex.ru

Аннотация. В статье дана оценка риска здоровью населения Стерлитамакского района Республики Башкортостан от загрязнения употребляемых в пищу овощных растений, выращенных в условиях антропогенной нагрузки. Рассчитаны показатели характеристики риска угрозы здоровью при поступлении таких загрязнителей как кадмий, свинец и хром в организм человека с картофелем, морковью, редисом, свеклой, капустой и луком.

Ключевые слова: оценка риска, здоровье населения, овощные растения, тяжелые металлы.

В настоящее время перечень видов загрязнений окружающей среды очень обширен. Практически любой объект, связанный с хозяйственной деятельностью человека, является источником загрязняющих выбросов, различных по степени своего воздействия на нее.

Любые виды загрязнения оказывают дестабилизирующее действие на компоненты среды. Однако наибольшую опасность представляют загрязнители, которые не включаются в естественные круговороты веществ (так называемые ксенобиотики) и в результате этого накапливаются в окружающей среде. Ярким примером таких загрязнителей могут выступать тяжелые металлы.

Уже в середине 70-х гг. XX века специалисты в области токсикологии осознавали опасность тяжелых металлов для экосистем, располагая их на втором месте после пестицидов в ряду опасных загрязнителей биосферы. В настоящее время актуальность проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами постоянно возрастает. Особую опасность представляет накопление

тяжелых металлов в сельскохозяйственных растениях, употребляемых человеком в пищу. В результате биоаккумуляции концентрация тяжелых металлов в той или иной сельскохозяйственной продукции может достигать величин, представляющих реальную опасность для организма человека.

В связи с этим целью настоящей работы является оценка потенциального риска, связанного с употреблением человеком овощей, загрязненных тяжелыми металлами.

Источниками поступления тяжелых металлов в овощи являются основные виды транспортных средств (автомобильный, железнодорожный, авиационный транспорт), а также предприятия машиностроительной, металлообрабатывающей, химической и энергетической промышленности. Так, свинец поступает в атмосферу и почву, в первую очередь, в составе выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, тогда как медь, кадмий, цинк — в результате истирания автопокрышек. Кроме того, кадмий, марганец, никель и свинец могут поступать в почву вместе с органиче-

скими и известковыми удобрениями (такими как каменноугольная или сланцевая зола). Фосфорные удобрения также содержат примеси тяжелых металлов, в том числе свинца, хрома, кобальта, никеля, ванадия, цинка, меди [1].

Поступление тяжелых металлов в растения и их аккумуляция также во многом зависит от физико-химических свойств почвы. Известно, что наибольшей подвижностью большинство тяжелых металлов обладают в кислых почвах, так как именно в кислой среде слаборастворимые окислы металлов переходят в ионную форму, которая легко усваивается растениями.

Необходимо отметить, что в ряде случаев о накоплении в растениях тяжелых металлов можно догадаться по изменению их внешнего вида. Так, избыток меди приводит к отмиранию листьев, свинец вызывает их пожелтение. Признаки угнетения роста и снижение урожайности под действием свинца наблюдаются у свеклы, моркови, репы, гороха, тогда как огурцы довольно устойчивы к избытку этого тяжелого металла. Высокой устойчивостью к кадмию отличаются овощные культуры семейства капустных: репа, редис, салат. В ряде случаев овощи, содержащие большие количества тяжелых металлов, могут ничем не отличаться по своему внешнему виду от безопасной овощной продукции.

При этом степень накопления металлов в органах растений, как правило, уменьшается в следующем порядке: корни — стебли — листья — плоды (семена).

Высокой аккумуляцией по отношению к тяжелым металлам обладают овощные растения: морковь и картофель накапливают свинец, капуста и свекла — медь и цинк, редис — кадмий. Менее подвержены загрязнению такие овощные культуры как томаты, огурцы, кабачки [8].

Хотя многие тяжелые металлы (например, медь, кобальт, цинк, железо) в низких концентрациях жизненно необходимы для нормального роста и развития, в высоких концентрациях они оказывают негативное действие на живые организмы. Основная опасность тяжелых металлов для человека связана с их способностью накапливаться в организме, то есть, их токсическое действие по мере употребления загрязненных продуктов постоянно возрастает, при этом тяжелые металлы подавляют рост, снижают эффективность синтеза белка, инактивируют некоторые ключевые ферменты, изменяют водный и гормональный статус организма. Они влияют практически на все системы организма, оказывая токсическое, аллергическое, канцерогенное, гонадотропное действие. Доказано эмбриотоксическое действие тяжелых металлов, а также их мутагенные эффекты [3].

Наиболее распространенными в компонентах окружающей среды Стерлитамакского района Республики Башкортостан элементами, оказывающими влияние на здоровье человека и животных, являются кадмий, свинец и хром.

Кадмий поступает в организм человека перорально, ингаляционным путем и через кожу. Всасывание кадмия в пищеварительном тракте составляет 4–5% и усиливается в случае дефицита кальция, железа и белка. При этом темпы всасывания кадмия снижаются в присутствии цинка, а также компонентов молока и солей желчных кислот. Кадмий обладает канцерогенным действием, повышая риск развития у человека рака простаты, легких, кожи, почек и мочевого пузыря. Антропогенными источниками кадмия являются сточные воды горно-металлургических комбинатов, производство красителей, кадмий-никелевых аккумуляторов, минеральных удобрений, сжигание твердого топлива, выбросы автотранспорта, табачный дым [3].

Свинец в настоящее время вследствие высокой эмиссии в биосферу в той или иной мере содержится во всех видах пищевых продуктов. Он поступает в организм человека, главным образом, пероральным путем (с водой и продуктами питания), ингаляционным путем, а также через кожу. Независимо от пути поступления в организм свинец, в первую очередь, аккумулируется в костях. Период полувыведения свинца из крови и мягких тканей составляет в среднем 25–40 дней. Основными органами-мишенями при отравлении свинцом являются кровеносная и нервная системы, почки. Источниками поступления свинца в окружающую среду и продукты питания являются металлургическая и химическая промышленность, машиностроение и автотранспорт [1].

Хром — один из биогенных элементов, постоянно входит в состав тканей растений и животных. При избыточном поступлении в организм, в том числе и с пищевыми продуктами, приводит к развитию аллергических симптомов, дерматитов и экзем, астено-невротическим расстройствам, увеличивает риск развития злокачественных опухолей. Поступает хром в окружающую среду при добыче и переработке, а также на производствах, где его применяют [3].

Большинство тяжелых металлов кумулируется в организме человека и является канцерогенами, поэтому в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920–04 проведена оценка риска для здоровья населения исследуемых территорий Стерлитамакского района Республики Башкортостан при употреблении загрязненных кадмием, свинцом и хромом овощей, отобранных на данных участках.

Таблица 1. Характеристика тяжелых металлов

Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДК в пищевых продуктах, мг/кг	Подверженные риску органы и возникновение заболеваний
Кадмий	1	0,03	Почки, гормоны
Свинец	1	0,05	ЦНС, кровь, репродуктивная система, гормоны, почки, рак
Хром	2	0,2	Печень, почки, желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, рак

Таблица 2. Показатели канцерогенной опасности тяжелых металлов

Загрязняющее вещество	Классификация канцерогенности		Референтная доза, RfD, мг/кг	Канцерогенный потенциал SF ₀
	МАИР	ЕРА		
Кадмий	1	B1	0,0005	0,38
Свинец	2A	B2	0,0035	0,047
Хром	3	A	0,05	0,42

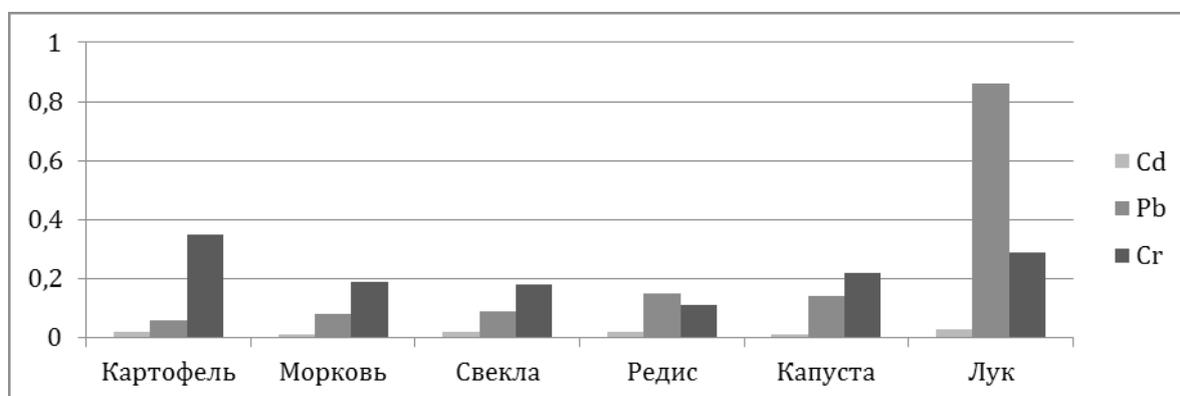


Рис 1. Концентрация тяжелых металлов в овощах, мг/кг

Оценку канцерогенных рисков проводили согласно полной (базовой) схеме, которая состоит из следующих этапов:

1. Идентификация опасности;
2. Оценка зависимости «доза-эффект»;
3. Оценка экспозиции;
4. Характеристика риска.

На этапе идентификации риска составлена характеристика тяжелых металлов как канцерогенных веществ, согласно СанПиН 1.2.2353–085, классификациям МАИР (Международное агентство исследования рака) и U.S. EPA (таблица 1) [2, 5, 6, 7].

Согласно требованиям Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, для расчета и оценки риска, обусловленного канцерогенным хроническим воздействием тяжелых металлов использованы их концентрации в основной продукции конкретных овощных растений, отобранных на терри-

тории Стерлитамакского района Республики Башкортостан (рисунок 1) [4].

На втором этапе были рассмотрены свойства изучаемых тяжелых металлов, влияющие на оценку зависимости «доза-эффект». Основным параметр для оценки канцерогенного риска воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия — фактор канцерогенного потенциала или фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу. При пероральном воздействии химических канцерогенов, поступающих с продуктами питания, значение SF устанавливается для перорального (SF₀) поступления (таблица 2).

Оценка экспозиции является этапом оценки риска, в процессе которого устанавливается количественное поступление загрязнителя в организм разными путями (ингаляционным, пероральным, накожным) в результате контакта с различными объектами окружающей среды

Таблица 3. Индивидуальный риск населению, связанный с загрязнением продуктов питания тяжелыми металлами

Металлы	Cd	Pb	Cr
Индивидуальный риск	4,18E-05	2,99E-05	7,67E-04
Диапазон	2	2	3

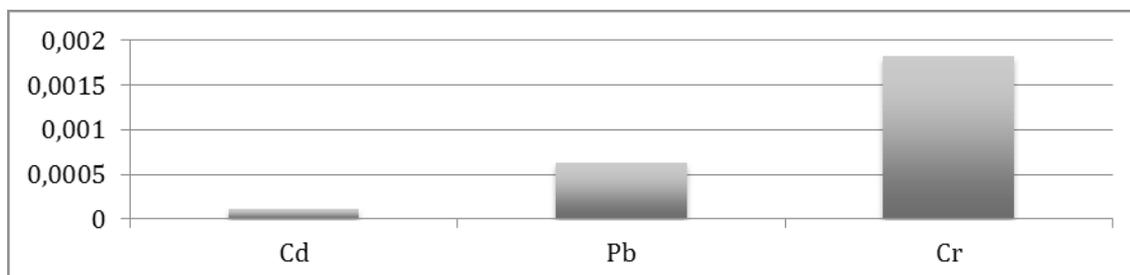


Рис. 2. Среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг*день)

(воздух, вода, почва, продукты питания). В данном случае экспозиция выражается как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела мг/(кг*день). Для оценки канцерогенных рисков рассчитали средние суточные дозы (LADD), усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека, равной 70 годам (рисунок 2).

Рассчитали величину индивидуального канцерогенного риска при употреблении овощей, выращенных в условиях техногенной нагрузки (таблица 3).

Индивидуальный канцерогенный риск при пероральном маршруте поступления с продуктами питания таких тяжелых металлов как кадмий и свинец соответствует предельно допустимому риску, то есть верхней границе приемлемого риска (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$ но менее $1 \cdot 10^{-4}$). Данные уровни подлежат постоянному контролю, в некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться мероприятия по их снижению.

Оценка индивидуального канцерогенного риска населению в связи с поступлением хрома из овощей свидетельствует о неприемлемом уровне опасности для населения в целом (уровень риска более $1 \cdot 10^{-4}$ но менее $1 \cdot 10^{-3}$) и требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий, которые должны основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории.

Значения канцерогенных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению

онкологического фона, формирующуюся при условии соблюдения всех принятых исследователем исходных условий (например, определенная продолжительность и интенсивность воздействия, неизменность экспозиции во времени, конкретные значения факторов экспозиции и др.).

Накопление тяжелых металлов в овощах является в настоящее время актуальной проблемой сельскохозяйственного производства, особенно если земли сельскохозяйственного назначения находятся в условиях техногенной нагрузки. Зачастую аккумуляция тяжелых металлов в растениях не приводит к какому-либо изменению их товарного вида, что делает особо важным качественный санитарно-гигиенический контроль овощей, поступающих к потребителю.

Действуя на клеточном и субклеточном уровнях, тяжелые металлы оказывают широкий спектр негативных эффектов на организм человека. При одновременном поступлении в организм человека различных тяжелых металлов, их эффекты могут суммироваться. Системами, наиболее подверженными суммарному воздействию тяжелых металлов, являются центральная нервная система, сердечно-сосудистая и репродуктивная системы.

Меры, направленные на снижение риска употребления загрязненных тяжелыми металлами овощей, должны реализовываться как на этапе выращивания сельскохозяйственной продукции, так и на этапе ее использования потребителями. В частности, при кулинарной обработке овощей необходимо учитывать особенности накопления тяжелых металлов, удаляя части, представляющие наибольшую потенциальную опасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронова Г.А., Юрмазова Т.А. Химические элементы в биосфере. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 94 с.
2. ГОСТ 12.1.007–76 «Классификация и общие требования безопасности». — М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. — 7 с.
3. Зубкова В.М., Зубков Н.В. Химический состав растений при загрязнении почвы тяжелыми металлами: монография. — М.: Издательство РГСУ, 2013. — 196 с.
4. Зубкова В.М., Ханипова Э.Р., Сошенко М.В., Шмырев В.И. Биологические особенности овощных растений в накоплении тяжелых металлов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» —2017. -№ 5. -С. 3–8.
5. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 31 марта 1986 г. № 4089–86)
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 143 с.
7. СанПиН 1.2.2353–085 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности». — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77176/ Электронный ресурс (дата обращения 15.09.2017 г.)
8. Ханипова Э.Р. Состояние компонентов окружающей среды и качества сельскохозяйственной продукции в условиях повышения антропогенной нагрузки / В книге: XXIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ-2016», 2016, С. 139–140.

© Ханипова Элина Ринатовна (emolinka@mail.ru), Зубкова Валентина Михайловна (vmzubkova@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный социальный университет