

УДК 613.2: 613.9 (470.325)

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КОНТАМИНАЦИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ

В.В. Феттер

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Белгородской области, Россия, 308023, г. Белгород, ул. Железнякова, д. 2,
ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

Представлены результаты оценки риска для здоровья взрослого и детского населения Белгородской области, обусловленного потреблением пищевых продуктов, загрязненных химическими веществами. Определены приоритетные загрязнители и их концентрации в пищевых продуктах. Установлен долевого вклад изученных загрязнителей и групп пищевых продуктов в формирование уровней экспозиции населения. Дана характеристика развития неканцерогенных эффектов, детерминированных комбинированным действием загрязнителей пищевых продуктов, определены органы и системы организма, подверженные наибольшему токсическому воздействию. Проведены расчеты величины индивидуального и популяционного канцерогенного риска, обусловленного потреблением химически загрязненных пищевых продуктов.

Ключевые слова: химические загрязнители, экспозиция населения, долевого вклад, неканцерогенный риск, критические органы и системы организма, канцерогенный риск.

Создание и функционирование Таможенного союза, вступление Российской Федерации в ВТО¹ и ОЭСР² требует приведения всех применяемых отечественных санитарно-эпидемиологических требований по безопасности пищевой продукции в соответствие с международными стандартами, разработанными на основе методологии оценки и управления риском здоровью населения. Поэтому освоение и применение в практической деятельности территориальных органов и учреждений Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека методов оценки риска химических загрязнителей пищевых продуктов приобретают особую актуальность и будут способствовать подготовке специалистов к эффективной работе в условиях гармонизации отечественных и зарубежных принципов нормирования безопасности пищевой продукции.

Широкое распространение в природе химических загрязнителей, накопление их в растительных и животных организмах непосредственно из окружающей среды или посредством так называемых пищевых цепочек обуславливают химическую загрязненность пищевого сырья, пищевых продуктов и поступление наиболее опасных для здоровья человека ксенобиотиков в организм человека с пищей через желудочно-кишечный тракт [1, 4].

Представленные данные отражают результаты работы 2011–2012 гг., целью которой являлась гигиеническая оценка содержания в пищевых продуктах в Белгородской области чужеродных веществ химического происхождения¹ и оценка риска здоровью населения на основе полученных данных.

На первом этапе работы были изучены данные лабораторных исследований про-

© Феттер В.В., 2013

Феттер Владимир Вильмарович – кандидат медицинских наук, заместитель руководителя, доцент кафедры медико-профилактических дисциплин (e-mail: Orgotd@31.rosпотребнадзор.ru, тел.: 8 (4722) 34-30-27).

¹ ВТО – Всемирная торговая организация.

² ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития.

довольственного сырья и пищевых продуктов питания (пищевые продукты), выполненные в 2005–2009 гг. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области» и сформированные в виде базы данных Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ).

Превышение нормативных уровней содержания чужеродных веществ химического происхождения было установлено в 555 пробах (0,8 %) исследованных пищевых продуктов. Наиболее загрязненной оказалась плодоовощная продукция, на долю которой приходится 90,1 % (500 проб) от общего числа контаминированных продуктов. Приоритетным контаминантом плодоовощной продукции явились нитраты, долевой вклад в загрязнение которых составил 97,2 %, а средняя многолетняя кратность превышения предельно допустимых уровней (ПДУ) в 2005–2009 гг. достигла 3,5 [6].

Приведенные выше исследования выявили тенденции временного, территориального и видового распределения нитратного загрязнения плодоовощной продукции на территории Белгородской области. Вместе с тем полученные результаты не позволили дать количественную оценку роли нитратного загрязнения плодоовощной продукции в формировании заболеваемости населения.

Для решения этой проблемы было начато проведение второго этапа исследований, **целью** которой явилась оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на здоровье населения области.

Отличительная особенность методологии оценки риска здоровью населения, позволяющая анализировать воздействие любых установленных концентраций веществ, опасных для здоровья человека, в том числе и тех, которые не превышают отечественные ПДУ [2, 3, 5], способствовала значительному расширению ареала исследований, определило их **материалы и методы**.

С учетом данных о среднелюдском потреблении пищевых продуктов² за 2005–2010 гг. в перечень пищевых продуктов для оценки уровней поступления контаминантов с рационами питания, кроме плодоовощной продукции (фрукты, ягоды; овощи, бахчевые), были дополнительно включены все основные группы (хлебные, мясные; молочные, рыбные продукты; масло растительное и другие жиры; сахар и кондитерские изделия).

Всего проанализировано 60 096 результатов исследований пищевых продуктов (табл. 1), выполненных лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области» в 2005–2010 гг. и включенных в РИФ СГМ.

Показатели, необходимые для оценки риска здоровью населения, рассчитывались для двух субпопуляций – детей (0–6 лет) и взрослых (18 лет и старше). Обработка исходных данных³, определение содержания контаминантов, расчет экспозиции, интерпретация полученных результатов проводились в соответствии с рекомендациями Роспотребнадзора⁴.

В качестве критериев оценки риска для здоровья населения исследуемых химических

¹ Материалы исследований опубликованы: Оценка химической контаминации пищевых продуктов // Санитарный врач. 2011. № 9.

² Для исследования использовались данные о среднелюдском потреблении продуктов питания, предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (Белгородстат).

³ Работа с базой данных «Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами» РИФ СГМ, включая статистическую обработку материалов, проводилась специалистами отдела СГМ Управления Роспотребнадзора по Белгородской области под руководством автора.

⁴ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду; МУ 2.3.7.2519-09. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население.

Таблица 1

Сведения о количестве лабораторных исследований, использованных для оценки риска для здоровья населения области за 2005–2010 гг.

Исследованные группы продуктов	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Всего
Плодоовощная продукция	1825	2828	4029	2768	3883	1970	17303
Хлеб и хлебобродуки	1471	1148	1085	902	998	1012	6616
Молоко и молочная продукция	1998	1781	1655	1838	1867	1442	10581
Мясо и мясopодукты	978	887	1281	1412	1203	852	6613
Рыба и рыбopодукты	237	177	315	250	112	117	1208
Масло растительное и др. жиры	1249	942	1473	1900	1521	1267	8352
Сахар, кондитерские изделия	2134	1520	1989	1726	1207	847	9423
Итого	9892	9283	11827	10796	10791	7507	60096

ких веществ использовались официально рекомендованные данные о референтных (безопасных) концентрациях при хронических воздействиях, поражаемых критических органах и системах организма человека, среднесуточных предельно допустимых концентрациях, установленных по прямым токсическим эффектам на здоровье, и др. [2, 3, 5].

Результаты и их обсуждение. Начальной стадией исследования стали выявление и выбор приоритетных, индикаторных химических веществ, содержащихся в пищевых продуктах, изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья населения.

Основными критериями выявления и выбора химических контаминантов были приняты: наличие информации о концентрациях контаминантов в пищевых продуктах; возможность поступления в пищевые продукты из различных загрязненных объектов окружающей среды (атмосферный воздух, вода, почва); данные о влиянии на здоровье человека; использование в растениеводстве в качестве пестицидов, минеральных удобрений; стойкость химических веществ и их соединений в окружающей среде, токсичность, способность к биоаккумуляции и др.

Приведенные выше критерии позволили включить в перечень химических веществ, выбранных для исследования, кадмий (Cd), мышьяк (As), ртуть (Hg), свинец (Pb),

гексахлорциклогексан (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и нитраты.

В целях повышения достоверности полученных данных расчет содержания (концентрации) исследуемых загрязнителей и их экспозиции проводились как по центильной тенденции с учетом средней дозы распределения концентрации токсических веществ в исследуемых продуктах (C_{cp}), так и по верхней границе экспозиции с учетом 90-го процентиля (C_{90}) этого распределения (табл. 2, 3).

Проведенные исследования указанных выше групп пищевых продуктов позволили установить, что наибольший вклад в экспозицию (Exp) населения кадмия, мышьяка, ртути, свинца (табл. 4) вносят: молоко и молочные продукты (43,9; 26,1; 46,6 и 39,1 % соответственно); картофель¹ (19,7; 20,0; 15,0 и 17,5 % соответственно); а также мясо и мясopодукты (17,6; 21,6; 25,8 и 22,5 % соответственно).

Экспозиция нитратами определяется овощами и бахчевыми (66,3 %), а также картофелем (33,7 %). Вклад в экспозицию ГХЦГ и ДДТ целиком обеспечивался также за счет овощей и бахчевых.

По месту локализации вредных изменений в организме человека (табл. 5) кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, ГХЦГ, ДДТ и нитраты являются системными токсикантами. При консервативной оценке комбинированного неканцерогенного действия указанных

¹ Картофель выделен в отдельную группу в связи с большим объемом потребления населением.

Таблица 2

Содержание кадмия, мышьяка, ртути, свинца в продуктах питания в 2005–2010 гг.

Химическое вещество		Распределение среднегодовых концентраций химических веществ (мг/кг) по группам продуктов				
		Фрукты, ягоды	Овощи, бахчевые	Картофель	Молоко и мол. продукты	Мясо и ясопродукты
Кадмий	C_{cp}	8,35E-04	6,01E-03	6,85E-03	3,41E-03	5,35E-03
	C_{90}	6,13E-03	1,49E-02	2,02E-02	1,21E-02	1,67E-02
Мышьяк	C_{cp}	5,26E-03	3,07E-02	8,21E-03	3,41E-03	3,75E-02
	C_{90}	6,50E-02	7,29E-02	8,00E-02	2,81E-02	8,00E-02
Ртуть	C_{cp}	–	1,85E-03	6,94E-04	4,03E-03	5,64E-03
	C_{90}	–	4,67E-03	6,00E-03	5,00E-03	9,50E-03
Свинец	C_{cp}	2,05E-02	4,28E-02	3,35E-02	2,62E-02	5,86E-02
	C_{90}	8,40E-02	1,06E-01	1,50E-01	9,03E-02	1,78E-01

Примечание: C_{cp} – концентрации загрязнителей, рассчитанные с учетом средней дозы центральной тенденции; C_{90} – концентрации загрязнителей, рассчитанные с учетом 90-го перцентиля.

Таблица 3

Содержание (C_{cp} , C_{90}) ГХЦГ, ДДТ, нитратов в продуктах питания в 2005–2010 гг.

Группа продуктов	Среднегодовые концентрации (мг/кг)					
	ГХЦГ		ДДТ		Нитраты	
	C_{cp}	C_{90}	C_{cp}	C_{90}	C_{cp}	C_{90}
Овощи, бахчевые	5,15E-03	1,38E-02	9,92E-04	5,95E-03	2,22E+02	4,28E+02
Картофель	–	–	–	–	1,23E+02	2,11E+02

Таблица 4

Показатели экспозиции, обусловленной поступлением с продуктами питания Cd, As, Hg и Pb в 2005–2010 гг. (мг/кг/сут.)

Группа продуктов		Кадмий		Мышьяк		Ртуть		Свинец	
		Взрослые	Дети	зрслые	Дети	Взрослые	Дети	Взрослые	Дети
Фрукты, ягоды	Exp_{cp}	1,0E-06	3,9E-06	6,9E-06	3,2E-05	–	–	2,4E-05	1,1E-04
	Exp_{90}	8,1E-06	3,8E-05	8,5E-05	2,6E-04	–	–	1,0E-04	4,7E-04
Овощи, бахчевые	Exp_{cp}	2,2E-06	1,2E-05	1,2E-05	5,5E-05	7,0E-07	3,3E-06	2,1E-05	8,9E-05
	Exp_{90}	5,2E-06	2,6E-05	3,2E-05	1,5E-04	2,0E-06	9,4E-06	4,9E-05	2,2E-04
Картофель	Exp_{cp}	1,9E-05	1,3E-04	2,3E-05	1,1E-04	1,9E-06	9,0E-06	9,4E-05	4,4E-04
	Exp_{90}	4,4E-05	2,6E-04	2,2E-04	1,0E-03	1,7E-05	7,8E-05	4,2E-04	2,0E-03
Молоко и мол. продукты	Exp_{cp}	1,8E-06	6,3E-06	1,4E-05	7,4E-06	8,2E-07	3,8E-06	1,0E-05	4,8E-05
	Exp_{90}	5,2E-06	2,4E-05	1,4E-05	6,7E-05	1,1E-06	5,3E-06	3,6E-05	1,4E-04
Мясо и мясопродукты	Exp_{cp}	1,6E-05	7,2E-05	1,1E-04	5,1E-04	1,7E-05	8,2E-05	1,8E-04	8,4E-04
	Exp_{90}	5,2E-05	2,3E-04	2,3E-04	1,1E-03	2,9E-05	1,3E-04	5,5E-04	2,6E-03

Примечание: Exp_{cp} и Exp_{90} – экспозиции, рассчитанные с учетом средней концентрации (C_{cp}) и 90-го перцентиля (C_{90}) содержания загрязнителей в пищевых продуктах.

Таблица 5

Сведения о параметрах опасности развития неканцерогенных эффектов химических контаминантов плодоовощной продукции

Вещество	CAS	RfC_o^1 , мг/кг	Поражаемые органы и системы						
Кадмий	7440-43-9	0,0005	Почки	Гормон.					
Мышьяк	7440-38-2	0,0003		Гормон.	ЦНС	НС	ССС.		
Ртуть	7439-97-6	0,0003	Почки	Гормон.	ЦНС				
Свинец	7439-92-1	0,0035		Гормон.	ЦНС	НС			Кровь
ГХЦГ	58-89-9	0,0003	Почки					Печень	
ДДТ	50-29-3	0,00175		Гормон.				Печень	
Нитраты	14797-55-8	1,6					ССС		Кровь

Примечание: CAS – международный идентификационный код вещества; гормон. – нейроэндокринная система; ЦНС – центральная нервная система; НС – периферическая нервная система, СССР – сердечно-сосудистая система [3, 5].

выше контаминантов, одновременно поступающих в организм с продуктами питания, наиболее вероятен аддитивный тип их воздействия на одни и те же органы и системы [3, 5].

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе сравнения значений экспозиции контаминантов (Exp), полученных в ходе исследований, с безопасными (референтными) уровнями (RfC_o) их воздействия и расчета коэффициентов опасности (HQ).

Детальный анализ среднегодовых показателей коэффициентов опасности (HQ) выявил целый ряд значений ($>1,0$), свидетельствующих о повышенном уровне неканцерогенного риска. Так, показатели HQ_{cp}^2 нитратов для детского населения, поступивших: с овощами и бахчевыми в 2005–2010 гг., составили 2,08–4,25; с картофелем в 2006 и 2007 г. – 2,21 и 1,48 соответственно; с фруктами и ягодами в 2005 г. – 3,74.

Максимальные показатели HQ_{90}^3 для детского населения, установленные по нитратам, свинцу и мышьяку, приведены в табл. 6. Для взрослого населения повышенные значения содержания контаминанта в пищевых продуктах на уровне 90-го процентиля установлены по нитра-

там, содержащимся в овощах и бахчевых, в 2006–2010 гг. (HQ_{90} в пределах 1,03–1,96).

В остальных случаях значения HQ контаминантов в исследуемых группах продуктов, потребляемых взрослым и детским населением в 2005–2010 гг., рассчитанные по средней центильной тенденции (HQ_{cp}) и по верхней границе 90-го доверительного интервала (HQ_{90}), не превышали 1,0.

В условиях одновременного поступления нескольких контаминантов одним и тем же путем (перорально с пищевыми продуктами) характеристика риска развития неканцерогенных эффектов производилась на основе расчета индекса опасности (HI) [3].

Максимальные значения HI за весь анализируемый период (2005–2010 гг.), рассчитанные для взрослого и детского населения по HQ_{cp} и HQ_{90} (табл. 7), приходятся на овощи и бахчевые, на втором ранговом месте – молоко и молочные продукты, на третьем – мясо и мясные продукты.

Основной вклад как в суммарный HI исследуемых групп пищевых продуктов (табл. 8), так и в риск развития неканцерогенных заболеваний вносят мышьяк, свинец и нитраты.

Изучаемые химические контаминанты (Cd, As, Hg, Pb, ГХЦГ, ДДТ и нитра-

¹ RfC_o – референтная концентрация химического вещества, суточное воздействие в течение всей жизни при хроническом пероральном поступлении, не вызывающее неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения.

² HQ_{cp} – коэффициент опасности – показатель, характеризующий риск развития неканцерогенных эффектов, рассчитанный по Exp_{cp} .

³ HQ_{90} – коэффициент опасности – показатель, характеризующий риск развития неканцерогенных эффектов, рассчитанный по Exp_{90} .

Таблица 6

Коэффициенты опасности (HQ_{90}) для детского населения пищевых продуктов, контаминированных нитратами, свинцом и мышьяком

Контаминант	Группа продуктов	Расчетный период, год	Значение HQ_{90}
Нитраты	Картофель	2007–2010	1,82–5,94
	Овощи, бахчевые	2005–2010	1,27–9,17
Свинец	Картофель	2005	1,66
	Молоко и мол. продукты	2006–2010	1,26–2,65
	Мясо и мясопродукты	2008–2010	1,10–1,26
Мышьяк	Овощи, бахчевые	2008	1,77
	Молоко и мол. продукты	2008	1,26
	Мясо и мясопродукты	2006; 2009	3,2; 1,10

Таблица 7

Суммарные индексы опасности (HI) различных групп продуктов за 2005–2010 гг.

Год, субпопуляция		Фрукты, ягоды		Овощи и бахчевые культуры		Картофель		Молоко и молочные продукты		Мясо и мясопродукты	
		$HI_{ср}$	HI_{90}	$HI_{ср}$	HI_{90}	$HI_{ср}$	HI_{90}	$HI_{ср}$	HI_{90}	$HI_{ср}$	HI_{90}
2005	Взрослые	0,07	0,23	2,26	3,46	0,52	0,87	0,59	2,62	0,34	1,21
	Дети	0,29	1,23	10,74	16,17	2,43	4,07	2,77	13,91	6,49	5,64
2006	Взрослые	0,14	1,41	1,80	3,02	2,10	7,02	0,91	3,39	2,07	5,85
	Дети	0,58	6,58	2,56	14,12	9,80	32,78	4,11	15,83	9,66	27,28
2007	Взрослые	–	–	1,97	4,44	0,87	2,45	1,17	4,05	0,07	0,11
	Дети	–	–	9,18	20,89	4,04	12,10	5,44	19,25	0,34	0,77
2008	Взрослые	0,26	2,77	2,47	7,37	0,84	6,26	0,90	3,49	4,72	8,92
	Дети	1,24	12,91	11,54	34,38	1,96	29,22	4,19	16,31	22,03	41,60
2009	Взрослые	0,09	0,38	1,68	4,18	0,73	1,84	1,13	3,81	0,47	1,37
	Дети	0,41	1,76	7,83	19,52	3,36	8,61	5,28	17,79	2,21	6,40
2010	Взрослые	0,03	0,16	1,54	3,14	0,66	1,67	1,31	4,01	0,59	1,72
	Дети	0,16	0,76	5,77	14,68	2,97	7,81	2,92	18,71	2,75	8,04

Примечание: $HI_{ср}$ – индекс опасности, рассчитанный по $HQ_{ср}$; HI_{90} – индекс опасности, рассчитанный по HQ_{90} .

Таблица 8

Долевой вклад химических контаминантов пищевых продуктов в неканцерогенный риск населения

Контаминант	Продукт	Вклад контаминантов в HI (%)					
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Мышьяк	Фрукты, ягоды	–	83,10	–	91,98	–	–
	Картофель	–	55,71	–	59,41	–	–
	Мясо и мясопродукты	–	71,97	–	70,31	–	–
Свинец	Фрукты, ягоды	100,0	–	–	–	86,37	79,45
	Молоко и мол. продукты	90,80	–	95,72	–	97,76	93,48
	Мясо и мясопродукты	86,95	–	–	–	93,96	89,32
Нитраты	Овощи и бахчевые	–	69,51	90,30	–	76,19	80,54
	Картофель	–	–	54,24	–	50,14	55,87

ты), обнаруженные в анализируемых группах пищевых продуктов на протяжении 2005–2010 гг. (табл. 9), обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты [3].

Кроме того, по полученным данным можно сделать вывод, что неблагоприятному воздействию смеси исследуемых токсикантов пищевых продуктов наиболее подвержены: кроветворная (20,60–23,30 %); сердечно-сосудистая (17,25–17,77 %) и нейроэндокринная система (11,47–11,67 %). При этом максимальный риск воздействия на эти системы и органы формируют мышьяк, свинец и нитраты, содержащиеся в пищевых продуктах, потребляемых на территории области (табл. 9).

Вероятность потенциального возникновения поражения других критических органов и систем организма, обусловленного особенностями одностороннего воздействия контаминантов пищевых продуктов (иммунная, репродуктивная, периферическая нервная и центральная нервная системы, биохимические показатели, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, печень, почки), составила: для взрослых – от 1,04 до 8,63 %; для детей – от 1,19 до 9,19 %.

Большая часть (5 из 7) отобранных для дальнейших исследований контаминантов (Cd, As, Pb, ГХЦГ и ДДТ), представленных

в табл. 10, являются потенциальными химическими канцерогенами, относящимися к группам 1, 2А, 2В по классификации МАИР¹ или к группам А, В1, В2 по классификации US EPA² [4, 5].

Сведения о результатах расчетов индивидуального (*ICR*) и популяционного (*PCR*) канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов кадмием, мышьяком, свинцом, ГХЦГ и ДДТ, представлены в табл. 11 и 12.

Выводы:

1. Наибольший вклад в экспозицию населения кадмием, мышьяком, ртутью, свинцом при пероральном поступлении с пищевыми продуктами вносят молоко и молочные продукты, картофель, а также мясо и мясные продукты. Экспозиция населения нитратами, ГХЦГ и ДДТ определяется овощами, бахчевыми культурами и картофелем.

2. Оценка коэффициентов опасности (*HQ*) нитратов, свинца и мышьяка, содержащихся в плодоовощной продукции, выявила наличие настораживающего неканцерогенного риска для здоровья детского населения (*HQ*_{ср} 1,48–4,25; *HQ*₉₀ 1,10–9,17), а по содержанию нитратов в овощах и бахчевых культурах, рассчитанному по 90-му процентилю – допустимого уровня неканцерогенного риска для взрослого населения области (*HQ*₉₀ 1,03–1,96).

Таблица 9

Вклад нейроэндокринной, кроветворной и сердечно-сосудистой систем организма в риск развития общетоксических эффектов под воздействием контаминантов пищевых продуктов одностороннего действия

Критические органы и системы организма	Контаминанты, определяющие воздействие	Вклад в индекс токсичности (<i>HI</i>) пищевых продуктов (%)		Коэффициент Стьюдента (<i>t</i>)		Статистическая значимость (<i>p</i>)	
		Взрослые	Дети	Взрослые	Дети	Взрослые	Дети
Нейроэндокринная система	As, Pb, Cd, Hg, ДДТ	11,47±2,84	11,67±2,74	4,02	4,26	<0,002	<0,002
Кроветворная система и показатели периферической крови	Pb, нитраты	20,60±2,63	23,30±2,62	7,83	8,88	<0,0001	<0,0001
Сердечно-сосудистая система	As, нитраты	17,25±2,56	17,77±2,53	6,74	7,01	<0,0001	<0,0001

¹ МАИР – Международное агентство по изучению рака.

² US EPA – Агентство по охране окружающей среды США.

Таблица 10

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов химических контаминантов плодоовощной продукции

Вещество	CAS	Пероральное поступление		
		МАИР	ЕРА	SF_o
Кадмий	7440-43-9	1	B1	0,38
Мышьяк	7440-38-2	1	A	1,5
Свинец	7439-92-1	2A	B2	0,047
ГХЦГ	58-89-9	3	B2	1,3
ДДТ	50-29-3	2B	B2	0,34

Примечание: SF_o – фактор канцерогенного потенциала для перорального пути поступления, (мг/(кг·сут.))⁻¹

Таблица 11

Показатели канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов химическими веществами в 2005–2010 гг.

Вещество	Фактор наклона (SF_o)	Средняя центильная тенденция			90-й процентиль		
		$Exp_{сумм}$	ICR	PCR	$Exp_{сумм}$	ICR	PCR
Кадмий	0,380	4,00E-05	1,52E-05	19	1,15E-04	4,38E-05	55
Свинец	0,047	3,30E-04	1,55E-05	19	1,16E-03	5,45E-05	68
ГХЦГ	1,300	3,38E-06	4,39E-06	6	7,94E-06	1,03E-05	13
ДДТ	0,340	3,54E-07	1,20E-07	0,2	1,77E-06	6,01E-07	1

Примечание: $Exp_{сумм}$ – суммарная экспозиция; ICR – индивидуальный риск здоровью населения; PCR – популяционный канцерогенный риск здоровью населения.

Таблица 12

Показатели канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов мышьяком в 2005–2010 гг.

Локализация рака	Фактор наклона (SF_o)	Средняя центильная тенденция		90-й процентиль	
		ICR_{As}	PCR_{As}	ICR_{As}	PCR_{As}
Печень	1,00	1,66E-04	208	5,81E-04	729
Легкие	2,50	4,14E-04	520	1,45E-03	1823
Мочевой пузырь	2,50	4,14E-04	520	1,45E-03	1823
Почки	0,86	1,43E-04	179	5,00E-04	627
Кожа	1,50	2,49E-04	312	8,71E-04	1094
Рак всех типов локализаций		1,39E-03	1740	4,86E-03	6097

Примечание: ICR_{As} PCR_{As} – индивидуальный и популяционный риски здоровью населения, обусловленные контаминацией пищевых продуктов мышьяком.

3. Оценка индексов опасности (HI) показала, что основной вклад в развитие неканцерогенного риска среди населения, экспонированного химически контаминированными пищевыми продуктами, вносят свинец (79,45–100,0 %), мышьяк (55,71–91,98 %) нитраты (50,14–90,30 %).

4. При одновременном поступлении в организм с пищевыми продуктами

свинца, мышьяка и нитратов критически, подверженными наибольшему токсическому воздействию, являются кроветворная (20,60–23,30 %), сердечно-сосудистая (17,25–17,77 %) и нейроэндокринная системы организма.

5. Индивидуальный канцерогенный риск (ICR), обусловленный содержанием в пищевых продуктах ДДТ, оценивается как пре-

небрежительно малый, не требует дополнительных мероприятий по его снижению и подлежит выборочному периодическому контролю.

6. Величина индивидуального канцерогенного риска (*ICR*), детерминированного содержанием в пищевых продуктах кадмия, свинца и ГХЦГ, находится в пределах от $4,39 \times 10^{-6}$ до $5,45 \times 10^{-5}$, что соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Данные уровни индивидуального канцерогенного риска населения подлежат постоянному контролю.

7. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (*ICR*), обусловленный содержанием в пищевых продуктах мышьяка, составляет $4,86 \times 10^{-3}$, а по отдельным типам локализаций находится в пределах от $8,71 \times 10^{-4}$ до $1,45 \times 10^{-3}$, что соответствует третьему диапазону классификации уровней риска и является приемлемым для профессиональных групп, но неприемлемым уровнем для населения области в целом.

Риск такого уровня требует разработки и проведения плановых оздоровительных

мероприятий. Планирование мероприятий по снижению рисков в данном случае должно основываться на результатах углубленной оценки всех этапов производства, технологической обработки, хранения, распределения и потребления пищевых продуктов.

8. Величина популяционного канцерогенного риска (*PCR*), обусловленного содержанием в пищевых продуктах кадмия, свинца и ГХЦГ, свидетельствует о возможности появления среди населения области от 13 до 68 дополнительных (к фоновому уровню онкологической заболеваемости) случаев злокачественных новообразований.

9. Наиболее высокие уровни популяционного риска установлены в связи с экспозицией мышьяка, содержащегося в продуктах питания, потребляемых населением области.

Величина указанного риска составляет от 729 до 1823 дополнительных случаев рака различной локализации, а суммарно по всем типам локализаций достигает 6097 случаев дополнительных к фоновым показателям онкологической заболеваемости.

Список литературы

1. Доценко В.А. Эколого-гигиеническая концепция питания человека // Гигиена и санитария. – 1990. – № 7. – С. 13–18.
2. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических загрязнителей пищевых продуктов на население: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 26 с.
3. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
4. Принципы и методические подходы к оценке химической экспозиции населения с продуктами питания / С.В. Кузьмин, Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, В.Б. Гурвич и соавт. // Оценка и управление риском для здоровья населения: сб. информ-метод. документов. – Екатеринбург, 2009. – С. 201–323.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
6. Феттер В.В., Бердинских Н.Н., Завьялова Н.А. Оценка состояния химической контаминации пищевых продуктов // Санитарный врач. – 2011. – № 9. – М.: Медиздат. – С. 20–23.

References

1. Docenko V.A. Jekologo-gigienicheskaja koncepcija pitanijac heloveka [Ecological and environmental health concept of human diet]. *Gigiena i sanitarija*, 1990, no. 7, pp. 13–18.
2. Opredelenie jekspozicii i ocenka riska vozdejstvija himicheskikh kontaminantov pishhevyh produktov na naselenie: metodicheskie ukazaniya [The determination of exposure and health risk assessment of human exposure to chemical contaminants in food products: methodical guidelines]. Moscow: Federal'nyj Centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. 26 p.

3. Onishhenko G.G., Novikov S.M., Rahmanin Ju.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy ocenki riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagrjaznjajushhih okruzhajushhuju sredu [Basics of health risk assessment of exposure to chemical substances polluting the environment]. Ed. Ju.A. Rahmanina, G.G. Onishhenko. Moscow: NII JeCh i GOS, 2002.408 p.

4. Kuz'min S.V., Kacnel'son B.A., Privalova L.I., Gurvich V.B., s soavt. Principy i metodicheskie podhody k ocenke himicheskoy jekspozicii naselenija s produktami pitanija [Principles and methodical approaches to the assessment of chemical exposure of the population via food products]. *Ocenka i upravlenieriskom dlja zdorov'ja naselenija: sb. inform-metoddokumentov*, Ekaterinburg, 2009, pp. 201–323.

5. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagrjaznjajushhihokruzhajushhujusredu [Guidelines for health risk assessment of exposure to chemical substances polluting the environment]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. 143 p.

6. Fetter V.V., Berdinskih N.N., Zav'jalova N.A. Ocenka sostojanija himicheskoy kontaminacii pishhevyh produktov [An assessment of the condition of chemical contamination of food products]. *Sanitarnyjvrach*, Moscow: Medizdat, 2011, no. 9. pp. 20–23.

HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT OF THE CHEMICAL CONTAMINATION OF FOOD PRODUCTS AND RAW FOODS

V.V. Fetter

Belgorod Region Department of the Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance,
Russian Federation, Belgorod, 2 Zheleznyakova St., 308023,
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "Belgorod State National Research University",
Russian Federation, Belgorod, 85 Pobedy St., 308015

The article presents the findings of an assessment of a health risk, associated with the consumption of food products contaminated with chemical substances, in children and adults in the Belgorod region. The major contaminants and their concentrations in food products were determined. The contributions of the studied contaminants and groups of food products to the levels of exposure were identified. The development of non-carcinogenic effects determined by a combined impact of food contaminants was characterized and the body's organs and systems, which are susceptible to the most significant toxic effects, were determined. The levels of an individual and population risk associated with chemically contaminated food products were calculated.

Key words: chemical contaminants, human exposure, contribution, non-carcinogenic risk, body's critical organs and systems, carcinogenic risk.

© Fetter V.V., 2013

Fetter, Vladimir Vilmarovich – PhD, Deputy Head, Docent of the Department of Medical and Preventive Disciplines, the Institute of Medicine (e-mail: Orgotd@31.rosпотреbnadzor.ru, tel.: 8 (4722) 34-30-27).