

УДК 613.281

РОЛЬ ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ ХИМИЧЕСКИХ КОНТАМИНАНТОВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© 2013 г. С. А. Царева, В. П. Краснова, М. В. Грязнова

Ивановский филиал Российского государственного
торгово-экономического университета, г. Иваново

Оценена экспозиция химических контаминантов в образцах мяса птицы регионального производителя, реализуемого в одном из крупнейших гипермаркетов г. Иваново. Потребление продуктов питания изучено в поперечном исследовании методом 24-часового воспроизведения питания. Приоритетными загрязнителями исследуемых образцов мяса птицы, формирующими риск развития неканцерогенных и канцерогенных эффектов у населения, являются нитраты, соединения свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As) и ртути (Hg). Величина экспозиции, оцененная на основе медианных значений для соединений нитратов, Pb, Cd, As, Hg, составляет соответственно $8,64 \times 10^{-2}$; $1,12 \times 10^{-3}$; $1,12 \times 10^{-4}$; $2,80 \times 10^{-4}$; $7,98 \times 10^{-6}$ мг/кг массы тела. Рассчитаны коэффициенты опасности по этим преобладающим контаминантам. Получена зависимость убывающих рядов контаминации тяжелых металлов в мясе птицы, имеющая следующий характер распределения: Pb → As → Cd → Hg.

Ключевые слова: оценка экспозиции, химические контаминанты, пищевые продукты

Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей, а также одним из критериальных направлений подтверждения соответствия в условиях вхождения России во Всемирную торговую организацию.

В настоящее время безопасность пищевых продуктов оценивается, как правило, по гигиеническим нормативам, а именно — оценке химических, биологических ксенобиотиков, потенциально опасных химических соединений, радионуклидов. Присутствие контаминантов в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней содержания в заданной массе (объеме) исследуемой продукции. Однако отслеживание безопасности по отмеченным нормативным показателям не дает адекватной картины по уровню безопасности продовольственных товаров и пищевого сырья, так как не оценивается алиментарный вклад при определении токсикологического риска [3].

Вопросы анализа безопасности пищевых продуктов в свете Федерального закона «О техническом регулировании» [19] являются исключительно важными, так как закон предполагает, что минимально необходимые требования безопасности, включаемые в технические регламенты, должны формироваться на основе оценки степени риска причинения вреда. Кроме того, в свете требований Федерального закона № 29—ФЗ от 02.01.2000 г. «О качестве и безопасности пищевых продуктов» должны быть отрегулированы вопросы государственного нормирования, регистрации, лицензирования и сертификации пищевых продуктов.

В ряде статей зарубежных авторов [8, 9–11, 23] акцентируется внедрение системы продовольственной безопасности в условиях повышенной антропогенной нагрузки и глобализации и создание единых межотраслевых систем контроля безопасности пищевых продуктов, международных продовольственных стандартов.

Отдельный интерес представляют работы [10, 11], отражающие результаты исследований по оценке риска воздействия химических контаминантов, мигрировавших из упаковки, на здоровье населения.

В ряде публикаций [16, 21, 22] рассматриваются сведения, предназначенные для разработчиков технологий новых продуктов, проектировщиков предприятий и специалистов, занимающихся оценкой качества и безопасности производств.

Часть статей [1, 2, 24] выполнена в виде обзора работ по оценке риска загрязнения продуктов питания ксенобиотиками по критическим контрольным точкам в свете системы сертификации анализа рисков и критических контрольных точек (Hazard Analysis and Critical Control Points (НАССР)).

Таким образом, обзор публикаций, отражающий анализ риска, позволяет заключить, что исследования, направленные на изучение токсикологии контаминантов в пищевых продуктах, являются крайне актуальными. В частности, недостаточно изучены вопросы контаминации пищевых продуктов и их влияния на население в различных регионах России. Отмеченный аспект пищевой безопасности является очень важным, так как питание населения может в значительной степени различаться в разных областях. Выделение групп населения, у которых поступление контаминантов с рационом питания будет превышать установленные гигиенические нормативы, позволит провести их углубленное обследование на предмет выявления состояния негативного воздействия, возможно связанного с данными конкретными факторами. Кроме того, такой подход позволит перейти к принципиально новой системе регулирования пищевой безопасности.

Целью настоящего исследования является оценка экспозиции химических контаминантов в пищевых продуктах на население в свете комплексной экспертизы на примере мяса птицы регионального производителя, реализуемого в одном из гипермаркетов г. Иваново.

Методы

В качестве объекта исследования выступают уровни контаминации пищевых продуктов токсичными соединениями.

Информация о потреблении продуктов питания получена в результате пилотного опроса покупателей крупнейшего в Ивановской области ритейла — гипермаркета «Главмаг» ЗАО «Экстра». Количество фактически потребляемых продуктов устанавливалось с помощью метода 24-часового (суточного) воспроизведения питания [12, 14]. В ходе анализа потребительских предпочтений выяснилось, что мясо птицы является одним из основных блюд рациона питания.

Для проведения устного анкетирования была разработана анкета с вопросами закрытого типа. В опросе приняли участие 1 000 респондентов среди взрослого населения. Данные анкетирования обработаны и проанализированы. Для изучения безопасности продуктов питания на кафедре коммерции, товароведения и экспертизы Ивановского филиала Российского государственного торгово-экономического университета в сотрудничестве с аккредитованным испытательным центром качества при Ивановском государственном химико-технологическом университете проводятся мониторинговые исследования различных пищевых продуктов. В частности, по стандартизированным методикам [4–6] оценивалось содержание таких приоритетных контаминантов, как нитраты, соединения свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As) и ртути (Hg) в исследуемых образцах мяса птицы.

Всего проанализировано 20 проб в свете нормативных требований [12]. Общетокическое действие

химических контаминантов, содержащихся в исследуемых образцах мяса птицы, на здоровье населения г. Иваново осуществлялось в соответствии с общими принципами методологии оценки риска [14]. Для расчета экспозиции и уровней риска использовались медиана и 90-й перцентиль содержания контаминантов в пищевых продуктах. Для изучения неканцерогенных эффектов использовался подход референтных концентраций и доз. Характеристика токсичности контаминантов проводилась на основе суточного поступления вещества и коэффициентов опасности. Для веществ, обладающих однонаправленным механизмом действия, рассчитаны индексы опасности, позволяющие оценить степень подверженности критических органов и систем органов [18].

Согласно [12] экспозиция контаминантов пищевых продуктов на население рассчитывается по формуле (1):

$$Exp = \frac{\sum_{i=1}^N (C_i * M_i)}{BW}, \quad (1)$$

где Exp — значение экспозиции контаминанта в пищевых продуктах, мг/кг массы тела/сутки (мг/кг массы тела/неделю, мг/кг массы тела/месяц); C_i — содержание контаминанта в i -м пищевом продукте, мг/кг; M_i — потребление i -го продукта, кг/сутки (кг/неделю, кг/год); BW — масса тела человека, кг (стандартное значение — 70 кг); N — общее количество продуктов, включенных в исследование.

Оцененная экспозиция химическими контаминантами в пищевых продуктах на население позволяет в дальнейшем оценить риск неканцерогенных эффектов.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется либо путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности), либо на основе параметров зависимости «концентрация — ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

Оценка влияния рассчитанной экспозиции химическими контаминантами пищевых продуктов на здоровье населения осуществляется в соответствии с общими принципами методологии оценки риска [14].

Расчет коэффициента опасности проводится по формуле (2):

$$HQ = \frac{Exp}{ДСД} \text{ или } \frac{Exp}{УПНП} \text{ или } \frac{Exp}{УПМП}, \quad (2)$$

где HQ — коэффициент опасности; Exp — значение экспозиции химического вещества; $ДСД$ — допустимая суточная доза, мг/кг массы тела/сутки; $УПНП$ — условно переносимое организмом недельное потребление химического вещества, мг/кг массы тела/неделю; $УПМП$ — условно переносимое организмом месячное потребление химического вещества, мг/кг массы тела/неделю.

Если рассчитанный HQ на уровнях медианы и 90-го перцентиля содержания контаминанта в пищевых продуктах не превышает 1,0, то такое воздействие характеризуется как допустимое [12].

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности (НИ) [14].

Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем рассчитывается по формуле (3):

$$NI = \sum HQ_i, \quad (3)$$

где HQ_i — коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Индексы опасности позволяют оценить степень подверженности критических органов и системы органов.

Результаты

Нормирование риска является сложной проблемой, затрагивающей экономические, психологические, социальные, технические и медико-биологические аспекты. Для оценивания и нормирования рисков влияния химических контаминантов используются: информация о результатах анализа и испытаний химических контаминантов в различных объектах; результаты экспертизы пищевых продуктов и обобщение исследований потребительских предпочтений. Ключевой из перечисленных факторов для установления риска потребления пищевых продуктов является экспертиза пищевых продуктов. Экспертиза пищевых продуктов — это исследование специалистами точно сформулированного вопроса о происхождении, качестве, составе и безопасности пищевых продуктов, о соответствии их нормам и стандартам.

Таким образом, методология оценки риска негативных последствий от контаминантов (токсичных соединений) в пищевой продукции становится центральным аспектом нормирования (задания требований) показателей безопасности пищевых продуктов. Кроме того, методология оценки риска позволяет разработать схемы регулирования пищевой безопасности.

Результаты адаптации методики оценки риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов [15, 22, 24] имеют перспективный характер, так как могут быть направлены на прогноз возможных изменений в будущем, создавая тем самым основу для профилактики неблагоприятных влияний на здоровье населения.

На этапе оценки экспозиции определили содержание контаминантов в исследуемых образцах мяса птицы. Результаты исследований не выявляют превышения контаминантами предельно допустимых концентраций — ПДК (табл. 1). Варьирование содержания контаминантов в исследуемых образцах мяса птицы находится на уровне медианных значений в пределах от 0,03 ПДК для соединений ртути, до 0,38 ПДК для нитратов. Несколько настораживающим является тот

факт, что содержание соединений мышьяка в исследуемых образцах мяса птицы на уровне медианных значений составило 0,36 ПДК и находилось на том же уровне, что и нитраты. Содержание нитратов в мясе птицы является ярким доказательством того, что эти вещества, полученные птицей с кормом, полностью не выводятся из организма, а накапливаются в органах и тканях. Выполненные исследования показали, что концентрации соединений тяжелых металлов в образцах мяса птицы в целом находятся на одном уровне, за исключением соединений ртути.

Таблица 1

Содержание химических контаминантов в исследуемых образцах мяса птицы

Контаминант	Содержание контаминантов, мг/кг		ПДК [17], мг/кг	Доля ПДК	
	Медиана	90-й процентиль		Медиана	90-й процентиль
Свинец	0,140	0,520	0,500	0,280	1,040
Мышьяк	0,036	0,074	0,100	0,360	0,735
Кадмий	0,014	0,071	0,050	0,280	1,410
Ртуть	<0,001	<0,008	0,030	<0,030	< 0,266
Нитраты	75,640	604,630	200,000	0,380	3,023

Большинство полученных научных данных отображает один из этапов интегрального исследования — ретроспекцию, то есть на этом этапе оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов и продовольственного сырья в результате загрязнения окружающей среды прослеживается вклад загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья преобладающими контаминантами в проявление канцерогенных и неканцерогенных эффектов во времени. Отметим, что конечной целью исследований данного рода является прогнозирование здоровья населения различных регионов Российской Федерации.

Например, в мониторинговых исследованиях [20] представлены результаты расчетов индексов опасности неканцерогенных эффектов, связанных с потреблением продуктов питания в Республике Татарстан. Расчет канцерогенного риска осуществлялся с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона). Кроме того, по данным анализа распределения потребительских предпочтений по группам пищевых продуктов и протоколов исследования качественного и количественного состава химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, основными «поставщиками» контаминантов в организм человека являются хлебобулочные изделия, овощи и бахчевые, мясные продукты.

Оценка экспозиции химических контаминантов, содержащихся в мясе птицы регионального производителя, на население г. Иваново осуществлялась исходя из того, что в среднем опрашиваемые респонденты потребляют $(80,0 \pm 15,3)$ г/сутки мяса

птицы. Результаты расчетов экспозиции химических контаминантов на население и коэффициентов опасности по результатам пилотного исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценки экспозиции химических контаминантов и коэффициентов опасности

Контаминант	Экспозиция		УПНП [12], мг/кг массы тела/неделю	ДСД [12], мг/кг массы тела/сутки	Коэффициент опасности, единицы	
	Медиана	90-й процентиль			Медиана	90-й процентиль
Свинец ¹	$1,12 \times 10^{-3}$	$4,16 \times 10^{-3}$	$2,50 \times 10^{-2}$	—	$4,48 \times 10^{-2}$	$1,66 \times 10^{-1}$
Мышьяк ¹	$2,80 \times 10^{-4}$	$5,88 \times 10^{-4}$	$1,50 \times 10^{-2}$	—	$1,87 \times 10^{-2}$	$3,92 \times 10^{-2}$
Кадмий ¹	$1,12 \times 10^{-4}$	$5,66 \times 10^{-4}$	$7,00 \times 10^{-3}$	—	$1,60 \times 10^{-2}$	$8,10 \times 10^{-2}$
Ртуть ¹	$7,98 \times 10^{-6}$	$6,39 \times 10^{-5}$	$5,00 \times 10^{-3}$	—	$1,59 \times 10^{-3}$	$1,28 \times 10^{-2}$
Нитраты ²	$8,64 \times 10^{-2}$	$6,91 \times 10^{-1}$	—	0–3,70	$2,30 \times 10^{-2}$	$1,87 \times 10^{-1}$

Примечание. Единицы измерения для экспозиции: ¹ – мг/кг массы тела в неделю (по результатам 24-часового воспроизведения питания); ² – мг/кг массы тела в сутки.

Обсуждение результатов

На основании данных табл. 2 можно заключить, что значение экспозиции свинца, кадмия, мышьяка и ртути не превышает условно переносимого недельного их потребления. Значительно больше поступление в организм человека нитратов, однако значение не выше установленных величин.

Приоритетными загрязнителями исследуемых образцов мяса птицы регионального поставщика по Ивановской области, формирующими риск развития неканцерогенных эффектов у населения, являются нитраты, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. Величины экспозиции, оцененные на уровне медианных значений, составляют соответственно $8,64 \times 10^{-2}$ мг/кг массы тела в сутки; $1,12 \times 10^{-3}$; $1,12 \times 10^{-4}$; $2,80 \times 10^{-4}$ и $7,98 \times 10^{-6}$ мг/кг массы тела в неделю и на уровне 90-го перцентиля соответственно $6,91 \times 10^{-1}$ мг/кг массы тела в сутки; $4,16 \times 10^{-3}$; $5,66 \times 10^{-4}$; $5,88 \times 10^{-4}$ и $6,39 \times 10^{-5}$ мг/кг массы тела в неделю. Представленный ряд значений экспозиции превалирующих контаминантов показывает, что наблюдается значительный градиент экспозиции. А именно величина экспозиции, оцененная на основе медианных значений для соединений ртути, на 3 порядка меньше, чем для соединений свинца в исследуемых образцах мяса птицы, а величина экспозиции, оцененная на основе 90-го перцентиля для соединений ртути, на 2 порядка меньше, чем для соединений свинца.

Необходимо отметить, что полученные результаты свидетельствуют о корреляции между содержанием в пищевых продуктах химических контаминантов и типом зоны техногенного загрязнения исследуемых региональных территорий, что согласуется с материалами большинства исследований [7, 13, 20].

На следующем этапе провели расчет уровня опасности (НQ) химических контаминантов в мясе птицы. Результаты расчета НQ по критериальным контаминантам в исследуемых образцах мяса птицы отражены в табл. 2. Величины НQ варьируют в пределах от $1,59 \times 10^{-3}$ от воздействия соединений ртути до $4,48 \times 10^{-2}$ от воздействия соединений свинца, оцененного на основе медианных значений. При оценке НQ на основе 90-го перцентиля величины коэффициентов варьируют от $1,28 \times 10^{-2}$ для соединений ртути до $1,87 \times 10^{-1}$ для нитратов.

Из расчетов видно, что уровень опасности (НQ) химических веществ, содержащихся в образцах мяса птицы регионального производителя, на уровнях медианы и 90-го перцентиля не превышает 1,0, что характеризует воздействие как допустимое [12]. Рассчитанные НQ позволяют предварительно судить о вкладе различных загрязняющих пищевые продукты веществ в риск развития у населения неканцерогенных эффектов. А именно максимальный вклад в формирование неканцерогенного риска на уровне медианы имеет свинец – 43 %, хотя превышения ПДК для этого контаминанта не отмечалось. Соответственно вклад других контаминантов на уровне медианы в формирование неканцерогенных эффектов, расположенный по убыванию, может быть представлен следующим образом: нитраты (22,0 %), мышьяк (18,0 %), кадмий (15,5 %), ртуть (1,5 %). Для сравнения в Татарстане [20] в целом по продуктам питания вклад нитратов в неканцерогенный риск составил 34 %, а вклад соединений кадмия, свинца, мышьяка и ртути – соответственно 22, 2, 30 и 10 %.

Неканцерогенный риск от нитратов является настораживающим, так как поступление нитратов в организм человека связывается с их опасностью к биотрансформации. Явление биотрансформации может проходить, например, по следующему направлению: нитраты, восстановившись в организме человека до нитритов, вступают в крови во взаимодействие с гемоглобином крови, и происходит образование метгемоглобина, что приводит к метгемоглобинемии.

Таким образом, интегральные исследования характеризуют наличие корреляции между содержанием в пищевых продуктах контаминантов, которые превалируют в пищевых цепях, и типом зоны техногенного загрязнения исследуемых региональных территорий.

По результатам комплексных исследований получена зависимость убывающих рядов контаминации тяжелых металлов в мясе птицы, имеющая следующий характер распределения: Pb → As → Cd → Hg. Показанный ряд контаминации позволяет предположить, что существует сродство между содержанием контаминантов в пищевом сырье и их химическим составом, а также наблюдать корреляцию между концентрацией в продуктах питания контаминантов, которые превалируют в пищевых цепях животных, и видом экологических зон поставок продовольственного сырья [13].

Отмеченный ряд контаминации тяжелых металлов в мясе птицы отражает тот факт, что в исследуемых об-

разцах, хоть и в следовых количествах, присутствуют крайне токсичные соединения Pb, Cd, Hg, As. Последнее, очевидно, связано с тем, что на большинстве предприятий пищевой промышленности отсутствует система прослеживаемости контаминации. Отсутствие такой системы на различных этапах жизненного цикла пищевой продукции вызывает необходимость поиска в условиях реального производства путей разработки и внедрения системы менеджмента безопасности пищевых производств (СМБПП). В то же время внедрение СМБПП позволит осуществлять постоянный контроль за критическими контаминантами. Стоит отметить, что разработку профилактических мероприятий по снижению риска развития наиболее вероятных вредных эффектов и осуществление постоянного контроля за контаминантами необходимо осуществлять в свете расчета коэффициентов опасности с учетом критических органов (систем), так как существует непосредственная корреляция между коэффициентом опасности контаминанта и выявлением критического органа (системы), на который воздействует исследуемый контаминант [20].

Как отмечается в [14], расчет индексов опасности целесообразно проводить с учетом критических органов/систем, поражаемых исследуемыми веществами, так как при воздействии компонентов смеси на одни и те же органы или системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация (аддитивность).

Индексы опасности (НИ), рассчитанные на уровне медианных значений и значений 90-го перцентиля, варьируют соответственно от $1,76 \times 10^{-2}$ до $6,78 \times 10^{-2}$ и от $3,92 \times 10^{-2}$ до $3,53 \times 10^{-1}$ для взрослого населения, что говорит о допустимом риске [12, 18] (табл. 3). На основании оцененных индексов опасности на уровне медианных значений и на уровне 90-го перцентиля можно прийти к заключению, что наиболее подвержены общетоксическому действию у взрослого населения система крови (НИ = $6,78 \times 10^{-2}$ и $3,53 \times 10^{-1}$ соответственно) и центральная нервная система (НИ = $6,51 \times 10^{-2}$ и $2,18 \times 10^{-1}$ соответственно).

Таблица 3

Риск развития общетоксических эффектов для критических органов и систем

Критические органы и системы	Значение индекса опасности	
	Медиана	90-й перцентиль
Центральная нервная система	$6,51 \times 10^{-2}$	$2,18 \times 10^{-1}$
Система крови	$6,78 \times 10^{-2}$	$3,53 \times 10^{-1}$
Репродуктивная система	$4,64 \times 10^{-2}$	$1,79 \times 10^{-1}$
Сердечно-сосудистая система	$4,17 \times 10^{-2}$	$2,26 \times 10^{-1}$
Органы пищеварения	$1,87 \times 10^{-2}$	$3,92 \times 10^{-2}$
Почки	$1,76 \times 10^{-2}$	$9,38 \times 10^{-2}$

Выводы

1. Адаптированный методический подход к оценке химической контаминированности пищевых продуктов имеет бесспорное преимущество, а именно появилась

возможность расчета индивидуальных значений экспозиции и определения групп риска, поступление контаминантов с рационами которых может превышать установленные гигиенические нормативы.

2. Приоритетными загрязнителями исследуемых образцов мяса птицы регионального поставщика по Ивановской области, формирующими риск развития неканцерогенных эффектов у населения, являются нитраты, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть. Величина экспозиции на уровне медианы составляет соответственно $8,64 \times 10^{-2}$; $1,12 \times 10^{-3}$; $1,12 \times 10^{-4}$; $2,80 \times 10^{-4}$ и $7,98 \times 10^{-6}$ мг/кг массы тела и на уровне 90-го перцентиля соответственно $6,91 \times 10^{-1}$, $4,16 \times 10^{-3}$, $5,66 \times 10^{-4}$, $5,88 \times 10^{-4}$, $6,39 \times 10^{-5}$. Представленный ряд значений экспозиции преобладающих в исследуемых образцах мяса птицы контаминантов показывает значительный градиент экспозиции, а именно значение экспозиции, оцененное на основе медианных значений для соединений ртути на 3 порядка меньше, чем для соединений свинца, а значение экспозиции, оцененное на основе 90-го перцентиля, для соединений ртути на 2 порядка меньше, чем для соединений свинца.

3. Значения коэффициентов опасности на уровне медианы варьируют в пределах от $1,59 \times 10^{-3}$ для соединений ртути до $4,48 \times 10^{-2}$ для соединений свинца. Максимальный вклад (43 %) в формирование неканцерогенного риска вносят соединения свинца, хотя для этого контаминанта в исследуемых образцах не наблюдалось превышения ПДК. Соответствующий вклад в формирование неканцерогенных эффектов вносят нитраты (22,0 %), мышьяк (18,0 %), кадмий (15,5 %), ртуть (1,5 %).

4. По результатам комплексных исследований получена зависимость убывающих рядов контаминации тяжелых металлов в мясе птицы, имеющая характер распределения: Pb→As→Cd→Hg. Ряд контаминации тяжелых металлов в мясе отражает тот факт, что в исследуемых образцах, хоть и в следовых количествах, присутствуют крайне токсичные соединения Pb, Cd, Hg, As.

По данным оценки риска, общетоксическое воздействие Pb, Cd, Hg, As и нитритов на уровне медианы и 90-го перцентиля на здоровье взрослого населения является допустимым. Наиболее подверженными воздействию неканцерогенных веществ являются система крови и центральная нервная система.

Список литературы

1. Антунович Б. Оценка рисков и научная основа стандартов на пищевые продукты, методы их контроля // АПК: Экономика, управление. 2008. № 12. С. 61–62.
2. Аронов И. З., Гельгор В. И., Ковальчук О. В. Методы оценки риска причинения вреда при потреблении пищевых продуктов // Методы оценки соответствия, 2006. № 9 (3). С. 38–43.
3. ГОСТ Р ИСО 22000-2007. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. М. : Изд-во стандартов, 2008. 36 с.
4. ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продоволь-

ственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка). М. : Изд-во стандартов, 2010. 28 с.

5. ГОСТ 29300-92. Мясо и мясные продукты. Метод определения нитрата. М. : Изд-во стандартов, 2010. 6 с.

6. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. М. : Изд-во стандартов, 2001. 13 с.

7. Кенесариев У. И., Султаналиев Е. Т., Бекмагамбетова Ж. Д., Балмахаева Р. М., Исакова А. Н. Методические подходы к оценке риска для здоровья населения антропогенных факторов экологически неблагоприятного региона // International Journal on Immunorehabilitation (Международный журнал по иммунореабилитации). 2009. Т. 11, № 1. С. 150а.

8. Климова Е. В. Оценка риска для человека канцерогенных гетероциклических ароматических аминов, содержащихся в готовом к употреблению темном мясе животных. Обзор (Испания) // Пищевая и перерабатывающая промышленность, 2009. № 4. С. 1148.

9. Климова Е. В. Оценка долгосрочного и краткосрочного риска, связанного с потреблением населением Польши пестицидов с продуктами питания (плодами и овощами) в 2006 г. // Экологическая безопасность в АПК. 2009. № 4. С. 1136.

10. Климова Е. В. Стохастическая модель оценки риска, существующего для населения Великобритании вследствие потребления продуктов питания, загрязненных вредными для здоровья веществами, мигрировавшими из металлизированных упаковок и крышек консервных банок // Пищевая и перерабатывающая промышленность, 2008. № 4. С. 1003.

11. Климова Е. В. Оценка риска поступления в организм человека сурьмы вследствие частого использования готовых к употреблению блюд, упакованных в тару из полиэтилентерефталата и разогреваемых в ней (Швейцария) // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2009. № 2. С. 317.

12. Методические указания. МУ 2.3.7-2519-09. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. Утв. Главным санитарным врачом РФ 5 июня 2009 г. М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2009. 18 с.

13. Потороко И. Ю. Управление качеством и безопасностью молочных продуктов, производимых в условиях экологически неблагоприятных территорий // Вестник ЮУрГУ, Серия «Экономика и менеджмент». 2011. Вып. 18, № 21(238). С. 188–193.

14. Р 2.1.10.1920-4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

15. Сажин Г. Ю., Красильникова Е. А. Риск как обобщенный критерий качества и безопасности производства продукции детского питания // Вопросы детской диетологии. 2006. Т. 4, № 2. С. 30–33.

16. Сажин Г. Ю., Гераймович О. А. Методика расчета риска при производстве пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 6. С. 38–42.

17. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (с дополнениями и изменениями). М. : ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. 168 с.

18. Унгуриану Т. Н. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов в городе Новодвинске // Экология человека. 2010. № 12. С. 10–17.

19. Федеральный закон «О техническом регулировании» (по состоянию ФЗ 32 на 10 февраля 2007 г.). Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. 48 с. (Кодексы и законы России).

20. Фролова О. А., Амиров Н. Х. Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ, загрязняющих пищевые продукты // Общественное здоровье и здравоохранение. 2008. № 4. С. 89–92.

21. Хотимченко С. А., Тутельян В. А., Верников В. М., Арианова Е. А., Гмошинский И. В. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы // Вопросы питания. 2009. Т. 78, № 2. С. 4–18.

22. Шепелева Е. В., Мутасева Е. В. Интегрированная система управления качеством и безопасностью продукции: разработка и внедрение // Молочная промышленность. 2010. № 10. С. 58–60.

23. Pavlovicova D., Salgovicova D. Dietary intake of arsenic in the Slovak Republic // Journal of Food and Nutrition Research. 2008. N 1. P. 6–17.

24. Ropkins K., Beck A. J. Application of hazard analysis critical control points (HACCP) to organic chemical contaminants in food // Crit. Rev. Food Sc. Nutr. 2002. Vol. 42, iss. 2. P. 123–149.

References

1. Antunovich B. *APK: Ekonomika, upravlenie* [Agro-industrial complex: economy, management]. 2008, no. 12, pp. 61-62. [in Russian]

2. Aronov I. Z., Gelgor V. I., Kovalchuk O. V. *Metody otsenki sootvetstviya* [Conformity evaluation methods]. 2006, no. 9(3), pp. 38-43. [in Russian]

3. *GOST R ISO 22000-2007. Sistemy menedzhmenta bezopasnosti pishchevoi produktsii. Trebovaniya k organizatsiyam, uchastvuyushchim v tsepi sozdaniya pishchevoi produktsii* [STATE STANDARD R ISO 22000-2007. Systems of food products safety management. Demands to organizations participating in a chain of creation of food products]. Moscow, 2008, 36 p. [in Russian]

4. *GOST R 51301-99. Produkty pishchevye i proizvodstvennoe syr'e. Invercionno-volt'amprometricheskie metody opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov (kadmija, svintsa, medi i tsinka)* [STATE STANDARD R 51301-99. Food products and alimentary raw materials. Stripping voltammetric methods for toxic elements tests (cadmium, lead, copper and zinc) content]. Moscow, 2000, 28 p. [in Russian]

5. *GOST 29300-92. Myaso i myasnye produkty. Metod opredeleniya nitrate* [STATE STANDARD 29300-92. Meat and meat products. Method for nitrate test]. Moscow, 1993, 6 p. [in Russian]

6. *GOST R 51766-2001. Syr'e i produkty pishchevye. Atomno-absorbtsionnyi metod opredeleniya mysh'yaka* [STATE STANDARD P 51766-2001. Raw materials and food products. Atomic-absorption method for arsenic test]. Moscow, 2001, 13 p. [in Russian]

7. Kenesariiev U. I., Sultanaliev E. T., Bekmagambetova Zh. D., Balmakhaeva R. M., Isakova A. N. *Mezhdunarodnyi zhurnal po immunoreabilitatsii* [International Journal on Immunorehabilitation] 2009, vol. 11, no. 1, p. 150a. [in Russian]

8. Klimova E. V. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'* [Food and process industry]. 2009, no. 4, p. 1148. [in Russian]
9. Klimova E. V. *Ekologicheskaya bezopasnost' v APK* [Environmental safety in agro-industrial complex]. 2009, no. 4, p. 1136. [in Russian]
10. Klimova E. V. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'* [Food and process industry]. 2008, no. 4, p. 1003. [in Russian]
11. Klimova E. V. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'* [Food and process industry]. 2009, no. 2, p. 317. [in Russian]
12. *MU 2.3.7-2519-09. Opredelenie ekspozitsii i otsenka riska vozdeistviya khimicheskikh kontaminantov pishchevykh produktov na naselenie. Ot 5 iyulya 2009 goda* [MU 2.3.7-2519-09. Definition of exposure and estimation of risk of foodstuff chemical contaminants' affect on population. Of 5 July, 2009]. Moscow, 2009, 18 c. [in Russian]
13. Potoroko I. Yu. *Vestnik YuUrGU, Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin YuUrGU, Series "Economy and Management"]. 2011, iss. 18, no. 21(238), pp. 188-193. [in Russian]
14. *R 2.1.10.1920-4. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu* [P 2.1.10.1920-4. Guide for estimation of risk for population health under affect of environment-polluting chemicals]. Moscow, 2004, 143 p. [in Russian]
15. Sazhinov G. Yu., Krasilnikova E. A. *Voprosy detskoj dietologii* [Issues of children's dietology]. 2006, vol. 4, no. 2, pp. 30-33. [in Russian]
16. Sazhinov G. Yu., Geraimovich O. A. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2007, no. 6, pp. 38-42. [in Russian]
17. *SanPiN 2.3.2.1078-01. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov (s dopolneniyami i izmeneniyami)* [Sanitary Regulations and Norms 2.3.2.1078-01. Hygienic requirements to foodstuff safety and nutrition value (with additions and changes)]. Moscow, 2002, 168 p. [in Russian]
18. Unguryanu T. N. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, no. 12, pp. 10-17. [in Russian]
19. *Federal'nyi zakon «O tekhnicheskoy regulirovani» (po sostoyaniyu FZ 32 na 10 fevralya 2007 g.)* [Federal Law "On Technical Regulation" (as of 10 February, 2007, FL 32)]. Novosibirsk, 2007, 48 p. (Kodeksy i zakony Rossii) [Codes and Laws of Russia]. [in Russian]
20. Frolova O. A., Amirov N. Kh. *Obshchestvennoe zdorov'e i zdorovokhraneniye* [Public health and healthcare]. 2008, no. 4, pp. 89-92. [in Russian]
21. Khotimchenko S. A., Tutel'yan V. A., Vernikov V. M.,

Arianova E. A., Gmshinskii I. V. *Voprosy pitaniya* [Nutrition problems]. 2009, vol. 78, no. 2, pp. 4-18. [in Russian]

22. Shepeleva E. V., Mitaseva E. V. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry]. 2010, no. 10, pp. 58-60. [in Russian]

23. Pavlovicova D., Salgovicova D. Dietary intake of arsenic in the Slovak Republic. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2008, no. 1, pp. 6-17.

24. Ropkins K., Beck A. J. Application of hazard analysis critical control points (HACCP) to organic chemical contaminants in food. *Crit. Rev. Food Sc. Nutrit.* 2002, vol. 42, iss. 2, pp. 123-149.

ROLE OF ESTIMATION OF EXPOSURE OF CHEMICAL CONTAMINANTS POLLUTING FOODSTUFFS IN ENVIRONMENTAL SAFETY RESEARCH

S. A. Tsareva, V. P. Krasnova, M. V. Gryaznova

Russian State Trade-Economic University Ivanovo Branch, Ivanovo, Russia

There has been estimated exposure of chemical contaminants in samples of poultry of regional producers sold in one of the largest hypermarkets in Ivanovo. Food consumption was studied in a cross-sectional study using the method of 24-hour food reproduction. Priority pollutants of the samples of poultry meat forming the risk of development of non-carcinogenic and carcinogenic effects in the population were nitrates, compounds of lead, cadmium, arsenic and mercury. The exposure value estimated on the basis of the median values for nitrate compounds, lead, cadmium, arsenic, mercury constituted respectively 8.64×10^{-2} ; 1.12×10^{-3} ; 1.12×10^{-4} ; 2.80×10^{-4} ; 7.98×10^{-6} mg/kg of body weight. The coefficients of risk (HQ) have been calculated according to the prevailing contaminants. A dependence has been found of the decreasing series of heavy metal contamination in poultry meat, which had the following distribution pattern: Pb → As → Cd → Hg.

Keywords: exposure estimation, chemical contaminants, food

Контактная информация:

Царева Софья Александровна — кандидат химических наук, доцент кафедры коммерции, товароведения и экспертизы Ивановского филиала ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет» Минобрнауки России

Адрес: 153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, д. 53

Тел. (4932) 37-19-53

E-mail: zarew@rambler.ru