

УДК 616.006:614.7:547.545.681:477

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Т. Н. МЫСЛЫВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры охраны окружающей среды и рационального
природопользования,

Ю. А. БЕЛЯВСКИЙ, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры охраны окружающей среды и рационального
природопользования,

П. П. НАДТОЧИЙ, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заведующий кафедрой охраны окружающей среды и
рационального природопользования,

Л. А. ГЕРАСИМЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук,
ст. преподаватель кафедры охраны окружающей среды и
рационального природопользования

Житомирский национальный агроэкологический университет
E-mail: byrty41@yahoo.com

Аннотация. Определено содержание бензапирена, нитрозаминов, кадмия и хрома в продуктах питания и питьевой воде, входящих в стандартный рацион питания населения Житомира. Рассчитан неканцерогенный (коэффициент опасности) и канцерогенный риск их влияния при пероральном поступлении в организм человека, а также идентифицированы наиболее опасные среди них. Установлено, что уровни загрязнения тяжелыми металлами-канцерогенами продуктов пищевого рациона населения почти не превышают соответствующих предельно допустимых концентраций. Исключение составляет содержание хрома и кадмия в мышечной ткани прудовой рыбы *Surpinus caprio*, достигающее величины, эквивалентной 1,1 ПДК для кадмия и 1,85 ПДК для хрома. Установлено, что величина суммарного неканцерогенного риска формируется за счет потребления воды и продуктов питания, загрязненных кадмием и хромом, в меньшей степени – нитрозаминами. Наибольшую опасность исследуемые химические вещества представляют для возникновения различных заболеваний крови ($HQ=1,144$). Суммарный канцерогенный риск от употребления стандартного рациона питания населения оценивается как высокий. Наиболее безопасным оказалось употребление в пищу мяса и мясопродуктов, а также растительных жиров, для которых канцерогенный риск оценен как допустимый.

Ключевые слова: *продукты питания, загрязнение, бензапирен, нитрозамины, кадмий, хром, канцерогенный и неканцерогенный риск.*

Актуальность. Безопасность пищевых продуктов и питьевой воды относится к важнейшим факторам, определяющим здоровье населения и сохранение генофонда. Среди факторов, непосредственно влияющих на масштабы величины заболеваемости и смертности населения, в том числе и от злокачественных новообразований, одно из ведущих мест занимают пищевые продукты с повышенным содержанием канцерогенов, относительный вклад которых по различным оценкам составляет от 35 до 50% [1, 2, 3]. Ежегодно в мире от болезней, связанных с употреблением некачественной питьевой воды, умирает свыше 3 млн человек, 90% из которых – дети в возрасте до 5 лет [4]. Наиболее опасными среди веществ-загрязнителей пищевых продуктов и питьевой воды являются вещества, способные спровоцировать появление злокачественных новообразований. Среди наиболее опасных канцерогенных веществ выделяют полициклические ароматические углеводороды, нитрозамины и тяжелые металлы [5, 6]. Вместе с тем, недостаточно изученными являются вопросы оценки нагрузки химическими контаминантами пищевых продуктов и питьевой воды, а также их влияния на здоровье населения и уровень его онкозаболеваемости. Необходимо учитывать тот факт, что содержащиеся в конкретных пищевых продуктах химические загрязнители даже в пределах допустимых уровней в реальной ситуации способны создавать повышенную нагрузку на организм человека. Кроме того, даже малоинтенсивное, но длительное воздействие на организм химических веществ является одним из важных факторов риска для здоровья, и может приводить к снижению резистентности, увеличению частоты и ухудшению течения различных патологий, в том числе и онкологических [1, 7].

Анализ последних исследований и публикаций. Одним из путей предупреждения опасности, вызванной воздействием канцерогенных и неканцерогенных веществ на человека, является установление степени риска появления нежелательных эффектов с целью последующей разработки методов его минимизации. Вопросам анализа структурной нагрузки канцерогенных и неканцерогенных соединений на здоровье населения посвящен целый ряд исследований, однако они выполнялись или по отношению к населению больших мегаполисов [6], или без дифференциации на регионы [1], или по отношению к отдельным узко специфическим группам населения [7] или специфическим группам веществ [8]. Исследований по оценке канцерогенного и неканцерогенного риска от употребления в пищу основных продуктов питания и питьевой воды для жителей Житомира проведено не было. Исключение составляют лишь исследования по оценке канцерогенного и неканцерогенного риска от употребления в пищу картофеля и овощей,

выращиваемых населением в пределах агроселитебных ландшафтов [2, 3, 5]. Все выше изложенное и обусловило избранное направление исследований.

Цель исследований. Целью исследований было установление особенностей формирования пероральной нагрузки канцерогенных соединений трех классов: полициклических ароматических углеводородов, нитрозаминов и тяжелых металлов (Cd, Cr) на организм жителей Житомира и оценка ее канцерогенной и неканцерогенной опасности. Задачи исследований предусматривали: 1) определение среднесуточных доз и концентраций канцерогенных соединений в продуктах питания и питьевой воде; 2) расчет нагрузки приоритетных загрязняющих веществ, поступающих в организм человека перорально; 3) установление величин неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья населения Житомира от канцерогенных соединений.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнялись в течение 2014-2016гг. Образцы картофеля и овощей отбирались в пределах микрорайонов Полевая, Малеванка и Марьяновка г. Житомира. Образцы продуктов питания: хлебобулочных изделий, молока и молочных продуктов, мясопродуктов, рыбы, растительного масла – закупались в сети супермаркетов, расположенных на территории Житомира. Содержание полициклических ароматических углеводородов в растениеводческой продукции и питьевой воде определяли спектрально-люминесцентным методом согласно ДСТУ ISO 17993:2008, а нитрозаминов – газохроматографическим методом согласно ДСанПіН 4.4.2.030-9. Содержание тяжелых металлов в картофеле и овощах определяли в их зольных растворах методом атомно-абсорбционной спектроскопии, предварительно подвергнув растительные образцы сухому озолению при температуре 500-550 °С в муфельной печи до белой золы, с последующим получением зольного раствора (HNO₃ 1:2). Содержание тяжелых металлов в питьевой воде определяли согласно ДСТУ ISO 11885:2005. Оценку степени канцерогенного и неканцерогенного риска выполняли по общепринятым методикам [9, 10]. Статистическая обработка экспериментальных данных была проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 10.0.

Результаты исследований и их обсуждение. Среди многочисленных антропогенных загрязнителей окружающей среды приоритетное значение имеют канцерогенные вещества и их соединения, которые характеризуются значительной стабильностью, высокой токсичностью, выраженными кумулятивными свойствами и негативно воздействуют на здоровье населения. Определение количества канцерогенов, поступающих в организм человека с пищевыми продуктами и питьевой водой, является чрезвычайно сложной задачей, поскольку характер питания отличается как в различных регионах

Украины, так и в группах городского и сельского населения, работников умственного и физического труда, возрастных группах [1]. Вместе с тем, исключительно важно рассмотреть усредненные количественные данные о поступлении в организм контаминантов, поскольку это даст возможность оценить степень риска для здоровья человека, что и было выполнено нами. В частности, в таблице 1 представлены результаты определения содержания исследуемых канцерогенов в продуктах, входящих в стандартный рацион питания населения Житомира. Следует отметить, что в исследованной пищевой продукции не зафиксировано превышение допустимых уровней содержания бензапирена, однако содержание этого канцерогена в колбасе сырокопченой достигало верхней границы значений ПДК. Причиной этого, на наш взгляд, является то, что в колбасах и других мясных изделиях полициклические ароматические углеводороды, в частности бензапирен, появляются как следствие технологического загрязнения, связанного с копчением, сушкой, жаркой сырья и готовой продукции. Это же положение подтверждается и в других исследованиях отечественных ученых [1, 6].

При суммарном определении нитрозаминов в продуктах питания был выявлен преимущественно нитрозодиметиламин, тогда как концентрации нитрозодиэтиламина были значительно ниже черты определения данного соединения. Нитрозамины полностью отсутствуют в молоке, а минимальные их количества содержат сыр твердый и масло сливочное. Что касается колбасы сырокопченой, то суммарное содержание в ней нитрозаминов превышало предельно допустимую концентрацию в среднем в 1,3 раза. Отметим, что уровни загрязнения тяжелыми металлами-канцерогенами продуктов пищевого рациона населения Житомира практически не превышали соответствующих предельно допустимых концентраций. Исключение составляет содержание хрома и кадмия в мышечной ткани прудовой рыбы *Cyprinus carpio*, которое для кадмия составило величину, эквивалентную 1,1 ПДК, а для хрома – 1,85 ПДК. Причиной этого может служить загрязнение воды и бентоса данным поллютантами, а также избыточное их содержание в корме для рыб. В картофеле и овощах также присутствуют исследуемые вещества-канцерогены, однако, оценить их уровни содержания сложно, поскольку для подавляющего большинства из них в Украине не разработаны ПДК. Содержание в исследованной растениеводческой продукции бензапирена колебалось в пределах от 0,00002 до 0,00068 мг/кг, достигая максимальных значений в корнеплодах свеклы столовой (0,00059-0,00068 мг/кг) и клубнях картофеля (0,00045-0,00053 мг/кг).

1. Усредненные концентрации химических канцерогенов в продуктах питания, входящих в рацион жителей Житомира

Продукты питания	Концентрация канцерогенного вещества, мг/кг			
	БПх10 ⁻³	НАх10 ⁻³	Cd	Cr

<i>Хлебобулочные изделия</i>				
Хлеб заварной с изюмом, n=6	0,050±0,002	0,359±0,018	0,020±0,001	0,061±0,003
ПДК	0,001	0,015	0,1	0,5
<i>Молоко и молочные продукты</i>				
Молоко цельное, n=6	0,009±0,000	-	0,004±0,000	0,09±0,002
Сыр твердый, n=4	0,011±0,000	0,030±0,001	0,012±0,000	0,12±0,0058
Масло сливочное, n=4	0,010±0,000	0,021±0,001	0,004±0,000	0,04±0,0002
ПДК	0,001	0,015	0,03	0,5
<i>Мясо и мясопродукты</i>				
Колбаса сырокопченая, n=4	0,99±0,049	2,65±0,13	0,014±0,000	0,020±0,001
Сардельки с сыром, n=5	0,11±0,005	1,33±0,067	0,011±0,000	0,022±0,001
ПДК	0,001	0,002	0,05	0,5
<i>Рыба и рыбопродукты</i>				
Рыба свежая прудовая (карп), n=6	0,61±0,031	0,43±0,022	0,37±0,019	0,56±0,028
ПДК	0,005	0,03	0,2	0,5
<i>Жиры растительные</i>				
Масло подсолнечное рафинированное, n=3	0,34±0,017	0,53±0,027	-	-
ПДК	0,001	0,002	0,05	0,5
<i>Примечание: БП – бензапирен; НА – нитрозамины.</i>				

Содержание бензапирена в картофеле и овощах пока не нормируется ни в Украине, ни в странах Таможенного союза, ни в странах ЕС. ПДК этого токсиканта в продуктах питания на территории Таможенного союза устанавливается регламентом ТРТС 021/2011 на уровне не более 1мкг/кг для большинства пищевых продуктов, 5мкг/кг – для копченой рыбы, менее 0,2мкг/кг – для продуктов детского питания [11]. Регламент Комиссии ЕС №1881/2006 определяет, что в растительных маслах и жирах должно содержаться менее 2мкг бензапирена на килограмм, в копченых продуктах – до 5мкг/кг, в зерновых, в том числе в детском питании, – до 1мкг/кг [12]. Накопление бензапирена растениями, по-видимому, обусловлено транслокацией его из почвы, где он способен концентрироваться при попадании в окружающую среду. Будучи относительно химически устойчивым, данный токсикант может долго мигрировать из одних объектов в другие, вызывая вторичное загрязнение окружающей среды.

Согласно требованиям ДСанПіН 4.4.2.030-1999 предельно допустимая концентрация суммы НДМА и НДЭА в продовольственном сырье и продуктах питания не должна превышать 0,002-0,015мг/кг. В исследованной овощной продукции и картофеле величина суммы НДМА и НДЭА колебалась в пределах от 0,0029 до 0,152мг/кг (см. табл. 2). Несколько большие концентрации нитрозаминов фиксировались в растениеводческой продукции, выращенной в пределах микрорайона Марьяновка, что связано с особенностями возделывания

сельскохозяйственных культур на его территории, а именно с большей окультуренностью почв за счет применения повышенных норм органических удобрений, которые и являются предшественниками синтеза нитрозаминов.

2. Содержание канцерогенных веществ в картофеле и овощах, выращиваемых на территории Житомира, среднее за 2013-2015гг.

Назва культуры	Концентрация канцерогенного вещества, мг/кг				
	БП	НДМА	НДЭА	Cr	Cd
<i>Микрорайон Малеванка</i>					
Капуста белокочанная	0,00013	0,0062	0,0004	0,041	0,08
Картофель	0,00045	0,0034	0,0003	0,023	0,19
Свекла столовая	0,00059	0,0112	0,0005	0,018	0,14
Морковь столовая	0,00009	0,0037	0,0005	0,062	0,16
Огурцы	0,00017	0,0045	0,0005	0,034	0,03
Лук репчатый	0,00015	0,0033	0,0002	0,014	0,06
Петрушка листовая	0,00012	0,0046	0,0002	0,082	0,14
Кабачки цукини	0,00003	0,0065	0,0003	0,053	0,09
Перец сладкий	0,00002	0,0031	0,0001	0,027	0,07
<i>Микрорайон Крошня</i>					
Капуста белокочанная	0,00011	0,0055	0,0005		0,05
Картофель	0,00053	0,0032	0,0004	0,041	0,14
Свекла столовая	0,00068	0,0146	0,0006	0,036	0,11
Морковь столовая	0,00009	0,0045	0,0005	0,08	0,13
Огурцы	0,00016	0,0048	0,0005	0,052	0,04
Лук репчатый	0,00013	0,0027	0,0002	0,032	0,07
Петрушка листовая	0,00013	0,0044	0,0003	0,1	0,18
Кабачки цукини	0,00003	0,0059	0,0003	0,071	0,06
<i>Микрорайон Марьяновка</i>					
Капуста белокочанная	0,00010	0,0060	0,0007	0,040	0,06
Картофель	0,00048	0,0028	0,0003	0,022	0,16
Свекла столовая	0,00064	0,0134	0,0006	0,017	0,11
Морковь столовая	0,00010	0,0037	0,0005	0,061	0,07
Огурцы	0,00012	0,0045	0,0006	0,033	0,02
Лук репчатый	0,00014	0,0030	0,0002	0,013	0,04
Петрушка листовая	0,00011	0,0041	0,0004	0,081	0,06
Кабачки цукини	0,00003	0,0067	0,0003	0,052	0,07
Перец сладкий	0,00002	0,0035	0,0001	0,026	0,10
Кукуруза сахарная	0,00016	0,0042	0,0005	0,076	0,41
ПДК	—	—	—	0,5	0,03

Примечание: БП – бензапирен; НДМА – нитрозодиметиламин; НДЭА – нитрозодиэтиламин.

Содержание хрома в исследованных образцах картофеля и овощей не превышало установленного допустимого санитарно-гигиенического уровня, тогда как содержание кадмия практически во всей продукции

превышало предельно допустимую концентрацию в 1,3-13,7 раза в зависимости от места отбора образцов и вида растений. Причиной этого, на наш взгляд, является высокая мобильность Cd: он подвижен в почве, хорошо растворяется в воде, легко поглощается растениями, проникает во все их органы и может замещать цинк во многих биохимических процессах, поскольку по химическим свойствам является очень близким к нему. Значительное геохимическое сродство Zn и Cd предопределяет и сходство транспорта этих металлов в растения. При таких обстоятельствах загрязнение кадмием органов запасаения ассимилянтов у большинства сельскохозяйственных культур становится почти неизбежным [5].

Концентрации химических канцерогенов в воде источников централизованного водоснабжения Житомира не превышали допустимых уровней, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 3.

3. Усредненные концентрации химических канцерогенов в питьевой воде из водопроводной сети Житомира, 2015г.

Место отбора образцов и их количество	Концентрация канцерогенного вещества, мг/кг			
	БП*10 ⁻³	НА*10 ⁻³	Cd	Cr
ул. Пушкинская, n=3	0,003±0,0002	0,032±0,0016	0,0008±0,00001	0,017±0,0009
Бульвар Старый, n=3	0,004±0,0002	0,058±0,0029	0,0008±0,00001	0,021±0,0011
Бульвар Новый, n=3	0,004±0,0002	0,051±0,0023	0,0008±0,00001	0,018±0,0010
ПДК	0,005	–	0,001	0,05

Характеристику риска развития неканцерогенных эффектов проводили путем расчета коэффициентов опасности – сопоставлением фактического уровня экспозиции химического вещества с величиной безопасного уровня воздействия (референтная доза) такого ее поступления в организм человека в течение жизни, которое с высокой долей вероятности не вызовет негативных изменений в состоянии здоровья, включая отдаленные последствия и влияние на потомство, в том числе и в чувствительных группах населения [1, 5]. Поскольку исследуемые вещества поступают в организм преимущественно с продуктами питания одновременно и влияют в основном на одни и те же органы, рассчитывали и суммарный риск возникновения опасности – сумму коэффициентов опасности для отдельных компонентов смеси действующих веществ. В таблице 4 приведены сведения о суммарной величине неканцерогенного риска от употребления продуктов питания и питьевой воды для жителей Житомира. Установлено, что величина суммарного неканцерогенного риска формируется преимущественно за

счет потребления воды и продуктов питания, загрязненных кадмием и хромом, в меньшей степени – нитрозаминами, тогда как вклад бензапирена в величину суммарного риска составляет лишь 0,5% от вклада остальных химических контаминантов. Наибольшую опасность исследуемые химические вещества представляют для возникновения различных заболеваний крови (HQ=1,144).

4. Величина неканцерогенного риска, обусловленного поступлением химических веществ при употреблении продуктов питания и питьевой воды населением Житомира

Название элемента	Средне-суточная доза I, мг/ (кг·день)	Референтная доза при хроническом пероральном поступлении RfD, мг/кг	Коэффициент опасности и HQ	Органы и системы организма, подвергающиеся воздействию
Бензапирен	$0,7 \cdot 10^{-5}$	0,0005	0,014	Патологии развития
Нитрозамины	$5,6 \cdot 10^{-6}$	0,000008	0,702	Патологии развития
Кадмий	$3,4 \cdot 10^{-1}$	0,3	1,144	Кровь
Хром	$7,4 \cdot 10^{-5}$	0,0001	0,736	Органы дыхания
Суммар-ный риск	Коэффициент опасности HQ			
	HQ общий			2,596
	HQ патологии развития			0,716
	HQ органы дыхания			0,736
	HQ кровь			1,144

Выявленные показатели обосновывают необходимость контроля за уровнем загрязнения продуктов питания и воды канцерогенами, а его мониторинг позволит разработать меры по недопущению или снижению уровней загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов этими веществами.

Согласно методологии оценки риска [10], если рассчитанный HQ вещества <1 , то возможность развития у человека критических эффектов при ежедневном его поступлении в течение жизни незначительна и такое влияние характеризуется как допустимое. В случае превышения коэффициентом опасности единицы вероятность возникновения нежелательных эффектов у человека возрастает пропорционально его увеличению. В нашем случае вероятность возникновения нежелательных эффектов увеличивается в 2,6 раза, в том числе вероятность возникновения заболеваний крови – в 1,1 раза. Оценку канцерогенного риска, под которым понимают вероятность повышения частоты новообразований у человека за счет прямого воздействия химических канцерогенов [5], осуществляли путем расчета индивидуального, суммарного и популяционного канцерогенного риска (табл. 5).

5. Величина канцерогенного риска, обусловленного поступлением химических веществ при употреблении продуктов питания и питьевой воды населением Житомира

Название канцерогенного вещества	Индивидуальный канцерогенный риск ICR	Популяционный канцерогенный риск PCR	Уровень риска
<i>Хлебобулочные изделия</i>			
Бензапирен	$1,86 \cdot 10^{-6}$	0,50	допустимый
Нитрозамины	$0,93 \cdot 10^{-4}$	25,14	допустимый
Кадмий	1,47	396967,62	высокий
Хром	$1,39 \cdot 10^{-4}$	37,43	настораживающий
Суммарный риск	1,47	397030,69	высокий
<i>Молоко и молочные продукты</i>			
Бензапирен	$4,96 \cdot 10^{-6}$	1,34	допустимый
Нитрозамины	$1,47 \cdot 10^{-5}$	3,97	допустимый
Кадмий	$7,98 \cdot 10^{-5}$	21,55	допустимый
Хром	$7,56 \cdot 10^{-5}$	2,04	допустимый
Суммарный риск	$1,07 \cdot 10^{-4}$	28,90	настораживающий
<i>Мясо и мясопродукты</i>			
Бензапирен	$4,03 \cdot 10^{-6}$	1,09	допустимый
Нитрозамины	$0,49 \cdot 10^{-5}$	1,32	допустимый
Кадмий	$7,98 \cdot 10^{-5}$	21,55	допустимый
Хром	$1,07 \cdot 10^{-5}$	2,89	допустимый
Суммарный риск	$0,99 \cdot 10^{-4}$	26,85	допустимый
<i>Рыба и рыбопродукты</i>			
Бензапирен	$2,17 \cdot 10^{-6}$	0,59	допустимый
Нитрозамины	$0,98 \cdot 10^{-5}$	2,65	допустимый
Кадмий	5,46	1474451,16	высокий
Хром	$0,57 \cdot 10^{-4}$	15,48	допустимый
Суммарный риск	5,46	1474469,87	высокий
<i>Жиры растительные</i>			
Бензапирен	$2,79 \cdot 10^{-6}$	0,75	допустимый
Нитрозамины	$0,49 \cdot 10^{-5}$	1,32	допустимый
Суммарный риск	$0,77 \cdot 10^{-5}$	2,08	допустимый
<i>Картофель и овощи</i>			
Бензапирен	$0,40 \cdot 10^{-5}$	1,09	допустимый
Нитрозамины	$0,19 \cdot 10^{-4}$	5,29	допустимый
Кадмий	$0,63 \cdot 10^{-4}$	17,01	допустимый
Хром	$0,33 \cdot 10^{-4}$	9,02	допустимый
Суммарный риск	$1,20 \cdot 10^{-4}$	32,41	настораживающий
<i>Питьевая вода</i>			
Бензапирен	$1,55 \cdot 10^{-6}$	0,42	допустимый
Нитрозамины	$6,86 \cdot 10^{-5}$	18,53	допустимый
Кадмий	0,84	226838,64	высокий
Хром	$1,51 \cdot 10^{-4}$	40,83	настораживающий
Суммарный риск	0,84	226898,41	высокий

При этом уровень канцерогенного риска для кадмия рассматривается как высокий при употреблении хлеба и хлебопродуктов, рыбы и питьевой воды, тогда как при употреблении остальных продуктов канцерогенный риск оценивается как допустимый. Для хрома уровень канцерогенного риска оценивается как настораживающий при употреблении хлеба и питьевой воды, а в остальных случаях данный показатель оценивается как допустимый. Суммарный канцерогенный риск от употребления стандартного рациона питания населения по шкале US EPA оценивается как высокий. Высокий канцерогенный риск относительно отдельных продуктов питания установлен и для хлеба и хлебопродуктов, рыбы и рыбопродуктов, питьевой воды, а настораживающий – для молока и молочных продуктов, картофеля и овощей. Наиболее безопасным оказалось употребление мяса и мясопродуктов, а также растительных жиров, для которых канцерогенный риск оценен как допустимый. Согласно рекомендациям US EPA, при высоком уровне риска необходимо проведение срочных оздоровительных и других мероприятий по его снижению; при настораживающем – постоянный контроль, разработка и проведение плановых оздоровительных мероприятий.

Выводы и перспективы:

1) несмотря на то что содержание канцерогенных веществ в пищевых продуктах и питьевой воде находится преимущественно в пределах действующих гигиенических нормативов, их поступление в организм с пищевыми рационом и питьевой водой обуславливает наличие риска для здоровья;

2) величина суммарного неканцерогенного риска формируется преимущественно за счет потребления воды и продуктов питания, загрязненных кадмием и хромом;

3) высокий канцерогенный риск установлен для хлеба и хлебопродуктов, рыбы и рыбопродуктов, питьевой воды, а настораживающий – для молока и молочных продуктов, картофеля и овощей;

4) необходимым условием уменьшения риска является снижение дозы канцерогена, поступающего в организм в течение средней продолжительности жизни, путем соблюдения гигиенических норм выращивания растениеводческой продукции и технологической обработки продуктов питания, мониторинга содержания химических загрязнителей в продовольственном сырье и продуктах питания; дополнительной очистки водопроводной воды.

Дальнейшие исследования следует сосредоточить на расширении перечня исследуемых химических веществ-канцерогенов и продуктов питания, составляющих рацион населения, и оценке риска их канцерогенного и неканцерогенного воздействия.

Список использованной литературы

1. Черниченко, І. О. Канцерогени у продуктах харчування, оцінка небезпеки / І. О. Черниченко, О. М. Литвиченко, Л. С. Соверткова // Гігієна населених місць. – 2013. – №61. – С. 156-163.
2. Білявський, Ю. А. Канцерогенний та неканцерогенний ризик від споживання картоплі та овочів, що складають раціон населення сільських селітебних територій / Ю. А. Білявський, Т. М. Мислива // Вісник ЖНАЕУ. – 2013. – №2 (38). – Т. 1. – С. 56-65.
3. Мислива, Т. М. Канцерогенний та неканцерогенний ризик від споживання картоплі та овочів, вирощуваних у межах сільських селітебних територій / Т. М. Мислива, Ю. А. Білявський // Зб. наук. праць Подільського держ. аграрно-технічного ун-ту. – 2013. – спец. вип. – С. 120-125.
4. Валерко, Р. А. Моніторинг якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів в умовах Житомирської області / Р. А. Валерко // Наукові читання - 2014 : наук.-теорет. зб. / ЖНАЕУ. – Житомир : ЖНАЕУ, 2014. – Т. 2. – С. 32-35.
5. Надточий, П. П. Канцерогенний и неканцерогенний риск от употребления картофеля и овощей, выращиваемых в пределах агроселітебных ландшафтов г. Житомир / П. П. Надточий, Т. Н. Мыслыва, Ю. А. Беявский // Экологический вестник. – Минск 2015. - №1(31). – С. 80-87.
6. Канцерогенний та неканцерогенний ризик від продуктів харчування, які складають харчовий раціон / І. О. Черниченко, В. Ф. Бабій, Я. В. Першегуба [та ін.]. – Гігієна населених місць. – 2008. – Вип. №51. – С. 160-169.
7. Канцерогенний ризик для спортсменів-плавців від випадкового ковтання води басейну при тренуваннях / Я. В. Першегуба, О. І. Циганенко, Л. М. Шульга [та ін.]. – Гігієна населених місць. – 2012. – Вип. №59. – С. 131-137.
8. Агапова, В. Т. Оцінка ризиків для здоров'я населення внаслідок емісії свинцю від антропогенних джерел / В. Т. Агапова, О. В. Золотько // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного ун-ту залізничного транспорту. – 2012. – №42. – С. 29-34.
9. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических загрязнителей пищевых продуктов на население: метод. указания / ФЦГиЭ Роспотребнадзора. – М., 2010. – 27 с.
10. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю. А. Рахманин, С. М. Новиков, Т. А. Шашина [и др.] – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
11. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза - [Электронный ресурс]: ТР ТС 021/2011, утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. №880. - Режим доступа: www.tsouz.ru.
12. Максимальные уровни некоторых загрязнителей в пищевых продуктах - [Электронный ресурс]: регламент Комиссии (ЕС) №1881/2006 от 19 декабря 2006 г. - Режим доступа: www.fsvps.ru.

References

Примечание [A1]: Оформлення не відповідає вимогам. Використано табуляцію.

1. Chernichenko, I. O., Lytvychenko, O. M., Sovertkova, L. S. (2013) Kancerogeny u productah harchuvannya, ocinka nebezpeky. Gigiena naselenykh mist, 61, 156-163.
2. Bilyavskyy, Yu. A., Myslyva T. M. (2013) Kancerogennyy ta nekancerogennyy ryzyk vid spozhyvannya kartopli ta ovochiv, shcho skladayut racion naselennya silskykh selitebnykh terytorij. Visnyk ZhNAEU, 2 (38), 56-65.
3. Myslyva, T. M., Bilyavskyy, Yu. A. (2013) Kancerogennyy ta nekancerogennyy ryzyk vid spozhyvannya kartopli ta ovochiv, vyroshchuvanykh u mezhakh silskykh selitebnykh terytorij. Zbirnyk naukovykh prac PDATY, spec. vypusk, 120-125.
4. Valerko, R. A. (2014) Monitoryng yakosti pytnoi vody dzherel necentralizovanogo vodopostachannya silskykh naselenykh punktiv v umovakh Zhytomyrskoi oblasti. Naukovi chytahhya-2014, T. 2, C. 32-35.
5. Nadtochij, P. P., Myslyva, T. M., Bilyavskyy, Yu. A. (2015) Kancerogennyy i nekancerogennyy risk ot upotrebleniya kartofelya i ovoshchej, vyrashchivaemykh v predelakh agroselitebnykh landshaftov g. Zhitomir. Ecologicheskij vestnik, 1(31), 80-87.
6. Chernichenko, I. O., Babij, V. F., Persheguba, Ya. V. (2008) Kancerogennyy ta nekancerogennyy ryzyk vid produktiv harchuvannya, yaki skladayut harchovyj racion. Gigiena naselenykh mist, 51, 160-169.
7. Persheguba, Ya. V., Cyganenko, O. I., Shulga, L. M. (2012) Kancerogennyy ryzyk dlya sportsmeniv-plavciv vid vypadkovogo kovtannya vody basejnu pry trenuvannyah. Gigiena naselenykh mist, 59, 131-137.
8. Agapova, T. V., Zolotko, O. V. (2012) Ocinka ryzykiv dlya zdorovya naselennya vnaslidok emisii svytcu vid antropogennykh dzherel. Nauka ta progres transportu. Visnyk DNUZT, 42, 29-34.
9. Opredelenie ekspozitsii i ocenka riska vozdejstviya himicheskikh kontaminantov pishchevykh productov na naselenie (2010). FCGiE Rospotrebnadzora. Moskva, 27.
10. Rahmanin, Yu. A., Novikov, S. M., Shashina, T. A. (2004) Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorovya naseleniya pri vozdejstvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih okruzhayushchuyu sredu. FCGiE Rospotrebnadzora. Moskva, 143.
11. O bezopasnosti pishchevoj produkcii: tehnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza. Available at : www.tsouz.ru.
12. Maksimalnye urovni nekotorykh kontaminantov v pishchevykh productah. Available at : www.fsvps.ru.

ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ І ПИТНОЇ ВОДИ

Т. М. Мислива, Ю. А. Білявський, П. П. Надточій, Л. О. Герасимчук

Анотація. Визначено вміст бензапірену, нітрозамінів, кадмію та хрому у продуктах харчування і питній воді, що входять до стандартного раціону харчування населення Житомира. Розраховано неканцерогенний (коефіцієнт безпеки) і канцерогенний ризик їх впливу в разі перорального надходження в організм людини, а також

ідентифіковано найбільш небезпечні серед них. Установлено, що рівні забруднення важкими металами-канцерогенами продуктів харчового раціону населення майже не перевищують відповідних гранично допустимих концентрацій. Виняток становить уміст хрому та кадмію у м'язовій тканині ставкової риби *Cyprinus carpio*, що досягає величини, еквівалентної 1,1 ГДК для кадмію і 1,85 ГДК для хрому. Установлено, що величина сумарного неканцерогенного ризику формується в разі споживання води і продуктів харчування, забруднених кадмієм і хромом, меншою мірою – нітрозамінами. Найбільшу небезпеку досліджувані хімічні речовини становлять для виникнення різних захворювань крові (HQ=1,144). Сумарний канцерогенний ризик від споживання стандартного раціону харчування населення оцінюється як високий. Найбільш безпечним виявилось вживання в їжу м'яса і м'ясопродуктів, а також рослинних жирів, для яких канцерогенний ризик оцінений як допустимий.

Ключові слова: продукти харчування, забруднення, бензапірен, нітрозаміни, кадмій, хром, канцерогенний і неканцерогенний ризик.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF FOOD AND DRINKING WATER

T. Myslyva, YU. Bilyavskyj, P. Nadtochij, L. Gerasymchuk

Abstract. The substances which are able to provoke the emergence of malignant tumors are the most dangerous among the contaminants of food and drinking water. The polycyclic aromatic hydrocarbons, nitrosamines and heavy metals are recovered among the most dangerous carcinogenic substances. A definition of the content of benzopyrene, nitrosamines, cadmium and chromium in food and drinking water products of the standard diet of the population of Zhytomyr was realized. The non-carcinogenic (hazard ratio) and the carcinogenic risk of their influence during the oral intake in the human body was calculated, as well as the most dangerous of them were set.

It was found that the levels of contamination with heavy metals the dietary products of the population have not exceed the relevant maximum allowable concentrations. The content of chromium and cadmium in the muscle tissue of pond fish - *Cyprinus carpio* is an exception because it is equal to an amount equivalent to 1.1 MAC for cadmium and to 1.85 MPC for chromium. The exceeding of the permissible levels of benzopyrene content in food and water are not fixed. The content of benzopyrene in crop production ranged from 0.00002 to 0.00068mg/kg, and it reached a maximum value in the roots of red beet and potato tubers. The total content of nitrosamines has been minimal in the milk and milk products, but in smoked sausage it reached the level of 1.3 MAC.

The value of the total cancer risk is formed by the consumption of water and food contaminated by cadmium and chromium, while the contribution of benzopyrene in the total risk value is only 0.5% of the contribution of the other chemical contaminants. The investigated chemicals are the most dangerous for the occurrence of various diseases of the blood (HQ=1,144).

The total cancer risk from use of the standard diet of the population was estimated as high. The high cancer risk in the context of individual foods is set for bread and bakery products, fish and fish products, drinking water, and alarming risk is set for milk and dairy products, potatoes and vegetables. The use of meat and meat products, as well as vegetable oils was the most safety because the carcinogenic risk was assessed as valid for them.

Keywords: food products, contamination, benzopyrene, nitrosamines, cadmium, chromium, carcinogenic and non-carcinogenic risk.