

веществ значительно вырос и в среднем составил в городе Уфа 15,9 (размах варьирования значений от 10,1 до 18,9), а в Омске – 16,3 (размах варьирования значений от 15,6-17,3). При третьем варианте условий (задана концентрация этой группы загрязняющих веществ равная 0,5 ПДК) значения индекса опасности в Уфе в среднем составили 13,4 (значения колебались в диапазоне 11,2-15,3), а Омске – 12,0 (размах варьирования значений от 11,0 до 12,9).

Анализ полученных данных указывает на крайне неблагоприятную экологическую ситуацию в городах с крупными нефтеперерабатывающими предприятиями. Среди рассмотренных городов наихудшая ситуация отмечается в Уфе, где риск для здоровья населения от действия приоритетных загрязняющих веществ почти в 6 раз превышает допустимую норму. В Омске, где мощность НПЗ близка к совокупной мощности подобных предприятий города Уфа, этот показатель почти в 2 раза меньше. Возможно, это связано с физико-географическими особенностями городов, влияющими на величину потенциала загрязнения атмосферы.

Второй важный вывод – использование санитарно-гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха не дает возможность в полной мере оценить хроническое воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения. Как было показано, совместное действие загрязняющих веществ, концентрация которых равна 0,75 ПДК, приводит к риску для здоровья населения в 16 раз, превышающему допустимый уровень. Даже при их концентрации всего в 0,5 ПДК риски для здоровья больше допустимого значения в 12-13 раз.

Результаты расчета риска неканцерогенных эффектов при воздействии загрязняющих веществ на критические органы (системы) показали, что деятельность нефтеперерабатывающих предприятий приводит к высоким рискам появления у населения целого ряда патологий. К ним относятся болезни органов дыхания; болезни иммунной системы, включая развитие аллергических реакций, иммунотоксическое действие; болезни крови и кроветворных органов; заболевания, связанные с нарушением процессов развития организма; болезни центральной нервной системы; заболевания органов зрения; а также сердечно-сосудистые заболевания. В структуре заболеваемости по показателям риска неканцерогенных эффектов в городах Уфа и Омск первое место занимают болезни органов дыхания, второе место – болезни иммунной системы, третье – болезни крови и кроветворных органов; четвертое – заболевания, связанные с нарушением процессов развития организма. В рассмотренных городах неприемлемый неканцерогенный риск для здоровья населения отмечается по бенз(а)пирену, формальдегиду и диоксиду азота.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ УРБОГЕОСИСТЕМЫ

А. Н. Некос, Ю. В. Медведева

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков
alnekos999@gmail.com*

В современных геоэкологических исследованиях всё более актуальной становится проблема развития и функционирования ландшафтов в условиях техногенеза. Особый интерес вызывает процесс техногенной трансформации ландшафтов в городах постсоветского пространства, для планирования которых свойственно практически

«смешение» промышленной, селитебной и рекреационной зон. В контексте развития научной школы трофогеографии можно рассматривать вопросы функционального зонирования урбогеосистем, для которых характерны повсеместные плодовые насаждения – от палисадников жилых комплексов до промышленных кластеров. Городское население традиционно использует плоды фруктовых деревьев, выращенные в пределах урбогеосистем, пренебрегая рисками для здоровья, обусловленными накоплением в них контаминантов.

Для выполнения пилотного проекта в качестве тестового полигона был выбран Немышлянский административный район г. Харькова (Харьковская область, Украина), объединяющий промышленную зону, частный сектор, жилые кварталы и рекреационные объекты. На территории района расположены крупные предприятия машиностроения – ОАО «Турбоатом», металлообработки – ОАО «Завод Южкабель» и многие другие. Территорию района пересекает автодорога международного значения М03: Киев – Харьков – КПП «Должанский»; среди рекреационных объектов преобладают парки, скверы и бульвары. Население района по количественным показателям соответствует большому городу Украины и на 2016 год составило 146,3 тыс. человек.

Объектом наших трофогеографических исследований выбраны плоды городских яблонь, как один из наиболее распространённых видов фруктовой продукции на территории Украины. Во время полевого этапа отобраны образцы яблок с тестовых участков разных функциональных зон Немышлянского района: на территории частного сектора – образец № 1; школы – № 3; сквера – № 4; приусадебных участков многоэтажек – № 5, 8; транспортной зоны – № 2, 6; промышленного кластера – № 7.

Лабораторный этап исследования проведен на базе учебно-исследовательской лаборатории аналитических экологических исследований Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. В отобранных образцах яблок определено содержание тяжелых металлов (Cr, Zn, Cu, Cd, Pb) – типичных контаминантов урбогеосистем. Определение концентрации тяжелых металлов проведено на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-115 ПК.

Для оценки экологической безопасности растительной продукции было осуществлено сравнение актуальных значений концентраций металлов в образцах яблок с ПДК [4]: Zn – 10,0; Cu – 5,0; Cd – 0,03; Pb – 0,4 (мг/кг); Cr – 0,1 мг/кг [2] и рассчитан коэффициент опасности химических элементов (Ko) согласно методике профессора В.М. Гуцуляка [1], по формуле: $Ko = C_i / ПДК$, где C_i – актуальная концентрация элемента. Результаты расчетов представлены на рисунке.

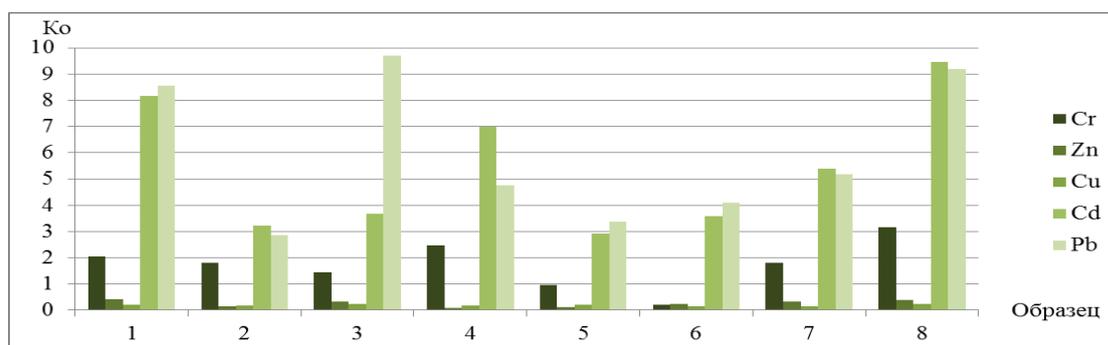


Рис. Коэффициенты опасности тяжелых металлов в образцах яблок

Анализ полученных результатов показал, что коэффициенты опасности Cr варьирует от 1,44 до 3,15; Cd – от 2,93 до 9,47; Pb – от 2,87 до 9,7. Высокие концентрации тяжелых металлов в компонентах окружающей среды являются типичным явлением

для урбогеосистем. Загрязнение происходит главным образом аэральным путём за счет выпадения атмосферных осадков, содержащих опасные химические элементы; выбросов металлургических и машиностроительных предприятий, городской теплоэлектростанции, автомобильного транспорта. Надземные части растительной продукции аккумулируют контаминанты из загрязненного воздуха. Следует отметить, что наибольшие коэффициенты опасности тяжелых металлов зафиксированы в образцах яблок, выращенных в селитебной зоне – на территории школы, частного сектора и приусадебных участков многоэтажек. Такое распределение, вероятно, обусловлено транслокацией контаминантов через корневую систему в растение из засоренной бытовыми и промышленными отходами городской почвы. Интересно, что на территории свалок по всему миру концентрация тяжелых металлов в почве превышает ПДК в сотни раз.

Употребление населением загрязненной тяжелыми металлами растительной продукции может привести к возникновению тератогенных, канцерогенных и мутагенных эффектов; сердечно-сосудистых заболеваний; анемии; нарушению работы кроветворной и легочной систем, почек, печени и т.д.

Для детального анализа опасности потребления исследуемой растительной продукции была выполнена оценка канцерогенного и неканцерогенного индивидуальных рисков. Индивидуальный неканцерогенный риск HQ рассчитан по методике [3]; канцерогенный CR – по методике [5]. При оценке рисков использовано медианное значение (Exp_m) и 90-й перцентиль (Exp₉₀) содержания тяжелых металлов в образцах яблок. Оценка неканцерогенного риска проводилась для населения различных весовых категорий – от 20 (дети) до 70 кг (взрослые); канцерогенного – только для среднего веса (70 кг) согласно методике [5], которая предусматривает для канцерогенов расчет пожизненного риска с периодом экспозиции в 70 лет. Оценка рисков проведена при условии разного количества потребления яблок – от 10 до 50 кг яблок в год. Результаты расчета рисков представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Оценка индивидуального канцерогенного риска употребления яблок

Химический элемент		Значение риска в зависимости от количества употребляемых яблок/год				
		10 кг	20 кг	30 кг	40 кг	50 кг
Cr	Exp _m	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Cd	Exp _m	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
	Exp ₉₀	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
Pb	Exp _m	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
Σ CR	Exp _m	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$
	Exp ₉₀	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Оценка уровня индивидуального канцерогенного риска [5]						
		Допустимый для проф. контингентов и недопустимый для населения			Недопустимый для проф. контингентов и населения	

Оценка индивидуального неканцерогенного риска от употребления яблок

Вес человека, кг	ΣHQ	Значение риска в зависимости от количества употребляемых яблок/год				
		10 кг	20 кг	30 кг	40 кг	50 кг
20	Exp _m	0,995	1,989	2,984	3,979	4,974
	Exp ₉₀	1,844	3,687	5,531	7,375	9,219
30	Exp _m	0,663	1,326	1,989	2,653	3,316
	Exp ₉₀	1,229	2,458	3,687	4,917	6,146
40	Exp _m	0,497	0,995	1,492	1,989	2,487
	Exp ₉₀	0,922	1,844	2,766	3,687	4,609
50	Exp _m	0,398	0,796	1,194	1,592	1,989
	Exp ₉₀	0,737	1,475	2,212	2,95	3,687
60	Exp _m	0,332	0,663	0,995	1,326	1,658
	Exp ₉₀	0,615	1,229	1,844	2,458	3,073
70	Exp _m	0,284	0,568	0,853	1,137	1,421
	Exp ₉₀	0,527	1,054	1,58	2,107	2,634
Оценка уровня индивидуального неканцерогенного риска [3]						
	Допустимое влияние		Необходимо усиление контроля		Недопустимое влияние	

Проведение оценки экологических рисков подтвердило наши суждения относительно опасности употребления пищевой растительной продукции, выращенной в условиях техногенно-преобразованных ландшафтов урбогеосистем. Безопасным, с точки зрения возможности возникновения неканцерогенных эффектов, можно считать употребление в пищу всего 10 кг яблок в год при весе человека от 40 кг, что эквивалентно 1/6 части среднего яблока каждый день. Но даже это количество растительной продукции представляет опасность при её пожизненном употреблении с периодом экспозиции в 70 лет из-за неприемлемого для населения риска развития онкологических заболеваний. Значения риска развития канцерогенных эффектов варьируются от 10⁻³ до 10⁻².

Учитывая полученные результаты, целесообразными являются мероприятия по деконтаминации, детоксикации и фиторемедиации почвы в пределах территорий произрастания плодовых насаждений; разработка и проведение просветительских мероприятий среди населения, распространение информации в СМИ об опасности потребления растительной продукции, выращенной в пределах городской среды.

Перспективы дальнейших исследований связаны с увеличением видов и образцов растительной продукции, городских почв, территориального охвата. Планируется провести исследования на территории урбогеосистем Левобережной Украины, провести оценку популяционных рисков, разработать научно-методические рекомендации по оптимизации экологического состояния городских помологоценозов.

Библиографические ссылки

1. Ландшафтна екологія: підручник для студентів ВНЗ / В. М. Гуцуляк, Н. В. Максименко, Т. В. Дудар. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 284 с.
2. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие / В. А. Лесникова. – Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 173 с.
3. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.
4. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах: СанПиН 42-123-4089-86. – М.: Минздрав СССР, 1986. – 15 с.
5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.