

УДК 797.212.071.5:614.8.027.1+615.277

Л. О. Герасимчук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**КАНЦЕРОГЕННИЙ І НЕКАНЦЕРОГЕННИЙ РИЗИКИ ВІД СПОЖИВАННЯ
ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР, ВИРОЩЕНИХ НА ТЕРИТОРІЇ АГРОСЕЛІТЕБНИХ
ЛАНДШАФТІВ М. ЖИТОМИР**

Встановлено, що овочева продукція, вирощена в межах агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол», забруднена переважно кадмієм та свинцем. Максимальний внесок до загального значення експозиції полютантів, що надходять у їжу, вносять картопля, буряк столовий та капуста білоголова. Перевищення значень у 2,19 (рівень медіани) та 2,47 (90-й перцентиль) коефіцієнта небезпеки, за яким оцінювали ризик розвитку неканцерогенних ефектів, зафіксовано лише для свинцю.

© Л. О. Герасимчук

Сумарний рівень канцерогенного індивідуального ризику від споживання в їжу картоплі та овочів протягом життя за рахунок Pb і Cd складає $5,39 \cdot 10^{-4}$ для медіанних значень та $6,55 \cdot 10^{-4}$ для 90-го перцентилля, що за міжнародною критеріальною шкалою оцінюється як насторожуючий.

Ключові слова: важкі метали, овочі, забруднення, експозиція, коефіцієнт небезпеки, канцерогенний та неканцерогенний ризик.

Постановка проблеми

Протягом багатьох століть людей турбує питання достатньої кількості та безпечності продуктів харчування. У теперішній час однією з головних проблем аграрних регіонів України, та продовольчої безпеки зокрема, є стабільне забезпечення харчовими продуктами населення за рахунок власного виробництва, їх фізичної та економічної доступності для всіх верств населення відповідно до раціональних норм споживання, а також відповідної якості [1, 2, 9, 14].

Наразі харчовий раціон населення поповнюється за рахунок сільськогосподарської продукції, що вирощується в приватному секторі мешканцями міста [1, 5, 6]. Достовірна інформація щодо якості даної продукції практично відсутня. Не останню роль у забрудненні сільськогосподарської продукції відіграє й низька екологічна культура населення.

Проведеними нами дослідженнями встановлено, що санітарно-гігієнічна якість картоплі та овочевої продукції, вирощеної в межах агроселітебних ландшафтів м. Житомир є незадовільною, а домінуючими її забруднювачами виступають Cd і Pb [5, 6]. Саме споживання продуктів харчування з підвищеним вмістом канцерогенів безпосередньо впливає на формування захворюваності та смертності населення від злоякісних новоутворень, відносний вклад якого становить 35–50 % [1–3, 9, 14]. За даними Національного канцер-реєстру України (НКР) за темпами поширення раку Україна займає друге місце в Європі, а у 2012 р. було зареєстровано 173052 нових випадків захворювання на злоякісні новоутворення [11].

Одним з найсучасніших методів оцінки небезпеки, зумовленої дією канцерогенних і неканцерогенних речовин на людину, є встановлення ризику настання небажаних ефектів з метою подальшого розроблення пріоритетних заходів з його мінімізації [1, 2, 12–14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Метод оцінки ризиків факторів довкілля набув значного поширення в роботах лікарів та науковців в Україні та Російській Федерації (Крутько В. М., 1994; Кисельов О. В., 1997; Новиков С. М., 1998; Сидоренко Г. І., 1999; Янишева Н. Я., Черниченко І. О., Литвиченко О. М., 2000, 2001; Онищенко Г. Г., 2002; Аваліані С. Л., 2002; Ільющенков А. В., 2004; Малоног К. П., 2006; Турос О. І., 2008). При чому більшість даних робіт стосуються визначення ризиків, обумовлених забрудненням атмосферного повітря. Питанням впливу

канцерогенних та неканцерогенних сполук на здоров'я населення також присвячено ряд досліджень [3, 8, 9]. Однак питання навантаження контамінантами продуктів харчування і вплив їх на здоров'я населення вивчені недостатньо: вони виконувалися або відносно до населення мегаполісів та промислових міст [14] або специфічних груп речовин [9, 13]. Досліджень за оцінкою канцерогенних і неканцерогенних ризиків від споживання картоплі та овочів мешканцями м. Житомир проведено не було, чим був й зумовлений вибір даного напрямку досліджень.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень стало визначення величин канцерогенного і неканцерогенного ризиків внаслідок споживання картоплі та овочів населенням, що проживає в межах мікрорайону «Східний промвузол». Для реалізації поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань: 1) визначення концентрацій забруднюючих речовин (Cu, Pb, Cd, Zn) в картоплі та овочах; 2) визначення середньодобових доз експозиції важких металів; 3) встановлення експозиції та визначення внеску окремих овочевих культур в загальне значення експозиції поллютантів; 4) встановлення величин канцерогенного і неканцерогенного ризиків для здоров'я населення від хімічних речовин, що надходять до організму людини внаслідок споживання картоплі та овочів.

Дослідження проводили протягом 2008–2014 рр. в межах агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир. Відомості про місце знаходження, площу обстежених урбаноземів, кількість закладених контрольних майданчиків, відібраних зразків ґрунту та рослинницької продукції наведені в табл. 1.

Відбір зразків рослин в межах пробних площадок здійснювали рівномірно з усієї ділянки у двох діагональних напрямках, при цьому брали тільки товарні плоди, коренеплоди та качани, здорові і без дефектів [4].

Вміст важких металів у рослинах визначали в їх зольних розчинах методом атомно-абсорбційної спектрометрії, попередньо піддавши рослинні зразки сухому озоленню при температурі 500–550 °С у муфельній печі до білої золи, з наступним одержанням зольного розчину (HNO₃ 1:2). Визначення вмісту важких металів проводили на базі Житомирської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» та Відділу інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Житомирській області.

Оцінку величини канцерогенного та неканцерогенного ризиків здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [7, 12].

Таблиця 1. Відомості про місце знаходження, площу обстежених урбаноземів, кількість закладених контрольних майданчиків, відібраних зразків ґрунту та рослинницької продукції в межах мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир

Місце відбору зразків	Площа обстеженої території, км ²	Кількість репрезентативних майданчиків	Кількість відібраних зразків ґрунту, шт.	Вид і кількість відібраних зразків овочевої продукції за рік
вул. Баранова	0,37	5	35	Щавель – 9, буряк столовий – 12, морква столова – 12, картопля – 6
вул. Промислова	0,25	3	21	Морква столова – 10, кріп – 10, капуста білоголова – 12, картопля – 5, гарбуз – 5

Результати досліджень

Не зважаючи на те, що урбаноземі в межах мікрорайону „Східний промвузол” характеризувалися високим рівнем забруднення міддю і свинцем, рослинницька продукція, вирощена на них, не була забрудненою цими елементами, за виключенням картоплі та щавлю (табл. 2).

Середній вміст цинку дещо перевищував встановлені норми у буряках столових (1,1–2,3 ГДК) та капусті білоголовій (1,1–2,1 ГДК). Хоча ґрунти північно-східної частини міста й не містили підвищених кількостей міцнофіксованих форм кадмію, у всій рослинницькій продукції, вирощуваній тут, спостерігалось перевищення ГДК вмісту цього поллютанта: у буряку столовому – 4,7–10,3 ГДК, моркві столовій – 0,3–3,3 ГДК, капусті білоголовій – 0,3–1,0 ГДК, кропі – 0,8–1,8 ГДК, щавлі – 0,7–1,4 ГДК.

Варто зауважити, що підвищене навантаження на організм людини у реальному житті можуть створювати виявлені в харчових продуктах поллютанти навіть у межах допустимих рівнів. Крім того, тривале хімічне навантаження навіть малої інтенсивності є одним з важливих факторів ризику для здоров'я, що може призводити до зниження резистентності організму, збільшення частоти і погіршення перебігу різних патологій, у т.ч. онкологічних [3, 14].

Таблиця 2. Вміст важких металів в овочевих культурах, вирощених на території агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир

Культура	Cu	Zn	Pb	Cd
Буряк столовий	$1,22 \pm 0,19$	$13,37 \pm 1,42$	$0,015 \pm 0,0018$	$0,19 \pm 0,015$
	* 0,67 – 2,64	7,2 – 22,72	0,009 – 0,032	0,14 – 0,31
Морква столова	$0,78 \pm 0,08$	$7,02 \pm 0,82$	$0,053 \pm 0,006$	$0,038 \pm 0,005$
	0,29 – 1,47	2,99 – 19,87	0,026 – 0,12	0,016 – 0,097
Капуста білоголова	$0,67 \pm 0,06$	$11,88 \pm 1,44$	$0,059 \pm 0,006$	$0,030 \pm 0,003$
	0,42 – 0,95	7,21 – 20,54	0,042 – 0,11	0,019 – 0,045
Кріп	$1,034 \pm 0,17$	$8,15 \pm 0,98$	$0,19 \pm 0,022$	$0,032 \pm 0,003$
	0,42 – 1,92	4,57 – 13,41	0,09 – 0,28	0,025 – 0,053
Щавель	$0,66 \pm 0,11$	$6,33 \pm 0,51$	$0,045 \pm 0,005$	$0,029 \pm 0,002$
	0,36 – 1,27	4,25 – 9,12	0,027 – 0,069	0,020 – 0,041
Картопля	$6,0 \pm 1,24$	$15,2 \pm 0,84$	$1,90 \pm 0,19$	$0,050 \pm 0,0028$
	2,5 – 12,8	10,6 – 17,3	0,7 – 2,3	0,04 – 0,062
Гарбуз	$0,54 \pm 0,104$	$2,27 \pm 0,29$	$0,027 \pm 0,0019$	$0,01 \pm 0,00071$
	0,3 – 0,87	1,89 – 3,4	0,02 – 0,03	0,008 – 0,012

Примітка: $\frac{m^ \pm S}{\min - \max}$ m – середній вміст елемента; S – стандартна похибка;

min – мінімальний вміст елемента; max – максимальний вміст елемента.

Для оцінки ризику надходження важких металів до організму мешканців північно-східної частини м. Житомир внаслідок споживання картоплі та овочів, що вирощуються на території агроселітебних ландшафтів, нами проведений розрахунок експозиції контамінантами харчових продуктів на населення та встановлений неканцерогенний та канцерогенний ризику для здоров'я від споживання забруднених картоплі та овочів (табл. 3–5), також визначений внесок окремих овочевих культур в загальне значення експозиції контамінантами (рис. 1).

Таблиця 3. Експозиція та рівень ризику впливу на населення північно-східної частини м. Житомир важких металів, що надходять внаслідок споживання картоплі та овочів

Назва оціночного показника	Назва хімічного елемента			
	Cu	Pb	Cd	Zn
Exp _{med}	8,50	2,89	0,119	28,75
Exp _{90%}	13,66	3,26	0,158	34,56
HQ _{med}	0,046	2,19	0,32	0,078
HQ _{90%}	0,07	2,48	0,43	0,094

Максимальний внесок – від 57 до 93 % в залежності від полютанта – до загального значення експозиції важких металів, що надходять в їжу, вносить картопля, яка займає найбільшу частину в раціоні харчування усіх груп населення (рис. 1). Друге місце за величиною внеску до експозиції забруднювачів належить буряку столовому, третє – капусті білоголовій, четверте – моркві столовій. Не дивлячись на підвищений вміст важких металів у зеленних овочевих культурах, вирощених на території агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол», вони характеризуються мінімальним внеском в загальне значення експозиції, оскільки їхнє споживання населенням відносно невелике.

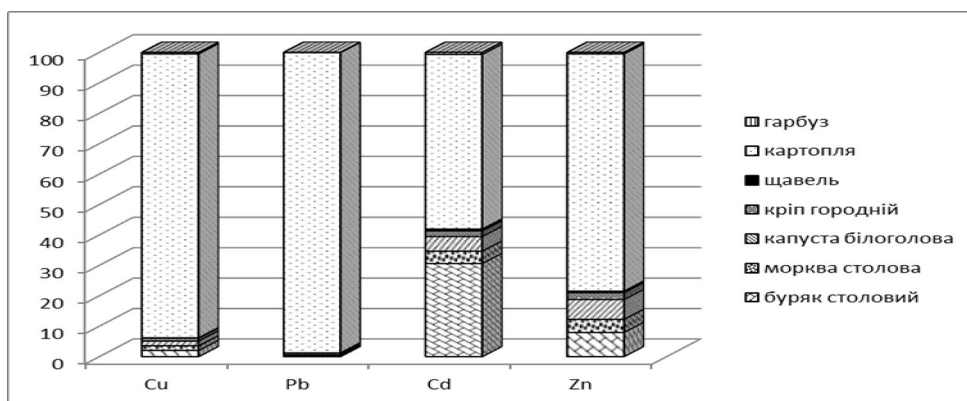


Рис. 1. Внесок окремих овочевих культур в загальне значення експозиції важких металів, які потрапляють до організму людини внаслідок споживання в їжу картоплі та овочів, вирощених на території агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир

Розрахунок експозиції (рівня впливу) важких металів проводили на основі медіани (Exp_{med}) та 90-го перцентилля ($Exp_{90\%}$). Встановлено, що за величинами

рівня впливу важкі метали утворюють наступний рангований ряд: $Zn > Cu > Pb$

$> Cd$ (табл. 3). Так, експозиція цинка складає 28,75 мг/кг маси тіла/рік (0,54 мг/кг

маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 34,56 мг/кг маси тіла/рік (0,66 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентилля вмісту.

Відомо, що при хронічному надходженні в організм людини важкі метали здатні накопичуватися та викликати онкологічні хвороби. Крім канцерогенних властивостей важким металам притаманні й токсичні, вони можуть спричиняти також порушення неракової етіології у здоров'ї людини. Саме тому небезпеку впливу контамінантів оцінювали за показниками як неканцерогенного, так і канцерогенного ризику.

Оцінку ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювали шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки (HQ), що відображав відношення оціненої дози контамінанта до допустимої. Значення коефіцієнта небезпеки для міді, цинку та кадмію, оцінені по відношенню до допустимої добової дози, не перевищували одиниці як на рівні медіани, так і на рівні 90-го перцентилу вмісту цих елементів у картоплі та овочах. Для території мікрорайону «Східний промвузол» значення коефіцієнта небезпеки свинцю, оцінені по відношенню до тижневого надходження, перевищували одиницю як на рівні медіани, так і на рівні 90-го перцентилу і становили 2,19 та 2,48 відповідно (табл. 3). Дані показники свідчать про недопустимий вплив свинцю на населення і вимагають прийняття відповідних управлінських рішень, в першу чергу, інформування жителів про існуючу небезпеку та забезпечення контролю якості рослинницької продукції, що вирощується в приватному секторі.

Величина неканцерогенного ризику, оцінена по відношенню до референтної дози хімічного елемента при хронічному пероральному надходженні, свідчить про імовірність розвитку негативних ефектів за рахунок щоденного надходження Cu, Pb, Cd та Zn з овочевою продукцією до організму людини протягом всього життя. Загальний рівень неканцерогенного ризику становить 1,456 для рівня медіани та 1,584 для рівня 90-го перцентилу (табл. 4).

Таблиця 4. Величина неканцерогенного ризику, обумовленого надходженням хімічних речовин при споживанні в їжу картоплі та овочів, вирощених на території агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир

Назва речовини	Середньодобова доза I, мг/(кг/день)		Референтна доза при хронічному пероральному надходженні RfD, мг/кг	Коефіцієнт небезпеки HQ		Органи і системи організму, що піддаються впливу
	Exp _{med}	Exp _{90%}		Exp _{med}	Exp _{90%}	
Мідь	0,0023	0,0037	0,019	0,12	0,19	ШКТ, печінка
Свинець	0,00079	0,00089	0,0035	0,22	0,25	ЦНС, кров, порушення розвитку, РС, ГП
Кадмій	0,000033	0,000043	0,0005	0,065	0,086	Нирки, ГП
Цинк	0,0079	0,0095	0,3	0,026	0,032	Кров
Сумарний ризик				Коефіцієнт небезпеки HQ		

	Exp _{med}	Exp _{90%}
HQ загальний	1,456	1,584
HQ порушення розвитку	0,22	0,25
HQ шлунко-кишковий тракт (ШКТ)	0,12	0,19
HQ печінка	0,12	0,19
HQ кров	0,226	0,032
HQ гормональні порушення (ГП)	0,265	0,336
HQ центральна нервова система (ЦНС)	0,22	0,25
HQ репродуктивна система (РС)	0,22	0,25
HQ нирки	0,065	0,086

Оцінку канцерогенного ризику, що показує імовірність розвитку злоякісних новоутворень протягом життя людини за рахунок перорального надходження потенційних канцерогенів, здійснювали шляхом розрахунку величин індивідуального, сумарного та популяційного канцерогенного ризиків.

Серед досліджуваних хімічних речовин були обрані речовини з доведеним канцерогенним ефектом – свинець і кадмій. Ці речовини є канцерогенами і за класифікацією U.S. EPA та IARC відносяться до речовин з доведеною канцерогенною активністю для людини 1 та 2 груп [10, 15].

Встановлено, що сумарний рівень канцерогенного індивідуального ризику від споживання в їжу картоплі та овочів протягом життя тільки за рахунок двох ідентифікованих канцерогенів складає $5,39 \cdot 10^{-4}$ для медіанних значень та $6,55 \cdot 10^{-4}$ для 90-го перцентиля, що за міжнародною критеріальною шкалою оцінюється як насторожуючий, а популяційний ризик для населення мікрорайону «Східний промвузол» досягає 1,39 імовірних випадків захворювань на рак для медіанних значень та 1,69 випадків – для 90-го перцентиля (табл. 5).

Таблиця 5. Величини індивідуальних та популяційних канцерогенних ризиків при пероральному надходженні важких металів внаслідок споживання в їжу картоплі та овочів, вирощених на території агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол» м. Житомир

Назва канцерогенної речовини	Індивідуальний канцерогенний ризик (імовірність) ICR		Популяційний канцерогенний ризик (кількість випадків) PCR		Рівень індивідуального ризику	
	Exp _{med}	Exp _{90%}	Exp _{med}	Exp _{90%}	Exp _{med}	Exp _{90%}
Свинець	$3,01 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-4}$	0,78	0,88	насторожуючий	
Кадмій	$2,38 \cdot 10^{-4}$	$3,15 \cdot 10^{-4}$	0,61	0,81		
Сумарний ризик	$5,39 \cdot 10^{-4}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	1,39	1,69		

Згідно з рекомендаціями US EPA [15], за насторожуючого рівня ризику необхідно проведення постійного контролю, розробка і проведення планових оздоровчих заходів.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1) овочева продукція, вирощена в межах агроселітебних ландшафтів мікрорайону «Східний промвузол», забруднена переважно кадмієм та свинцем;

2) максимальний внесок до загального значення експозиції полютантів, що надходять у їжу, вносить картопля (57–93 %), друге місце за величиною внеску до експозиції забруднювачів належить буряку столовому, третє – капусті білоголової, четверте – моркві столової;

3) перевищення коефіцієнта небезпеки зафіксоване лише для свинцю – 2,19 (рівень медіани) та 2,47 (90-й перцентиль);

4) загальний рівень неканцерогенного ризику за рахунок щоденного надходження Cu, Pb, Cd та Zn з овочевою продукцією до організму людини протягом всього життя становить 1,456 для рівня медіани та 1,584 для рівня 90-го перцентіля;

5) сумарний рівень канцерогенного індивідуального ризику від споживання в їжу картоплі та овочів протягом життя за рахунок Pb і Cd складає $5,39 \cdot 10^{-4}$ для медіанних значень та $6,55 \cdot 10^{-4}$ для 90-го перцентіля, що за міжнародною критеріальною шкалою оцінюється як насторожуючий;

6) необхідно прийняття відповідних управлінських рішень, в першу чергу, інформування жителів про існуючу небезпеку та забезпечення контролю якості рослинницької продукції, що вирощується в приватному секторі.

Подальші дослідження, на наш погляд, слід зосередити на детальному обстеженні території м. Житомир на предмет забруднення картоплі та овочів, вирощених на території агроселітебних ландшафтів, та оцінці їх канцерогенного і неканцерогенного ризиків.

Література

1. 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 // Вісн. ЖНАЕУ. – 2013. – № 2 (38), т. 1. – С. 56–65.

2. 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.

3. Литвинов Н. Н. Влияние химических нагрузок малой интенсивности на гомеостаз и вопросы профилактики / Н. Н. Литвинов // Вопросы питания. – 2004. – № 2. – С. 37–39

4. Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу селітебних територій / за ред. Н. А. Макаренко. – К., 2005. – 26 с.

5. Мислива Т. М. Важкі метали в урбаноземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира / Т. М. Мислива, Л. О. Герасимчук // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія. – 2011. – Вип. 162, ч. 1. – С. 155–165.

6. Мислива Т. М. Важкі метали в урбоедафотоплах і фітоценозах на території

м. Житомира / *Т. М. Мислива, Л. О. Онопрієнко* // Вісн. ХНАУ. Сер. Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. – 2009. – № 1. – С. 89–95.

7. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население: метод. указания / Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – М., 2010. – 27 с.

8. Оцінка ризику для здоров'я населення в зв'язку з викидами канцерогенних речовин автотранспортом / *В. В. Самотуга, К. П. Малоноз, Ю. Г. Бондаренко* [та ін.] // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. – 2006. – № 3(5). – С. 118–122.

9. *Петрусенко В. П.* Оцінка ризиків для людини при впливі одного або декількох порогових токсикантів / *В. П. Петрусенко* // Екологічна безпека. – 2014. – Вип. 1. – С. 36–39.

10. Про затвердження гігієнічного нормативу «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини»: ГН 1.1.2.123-2006. [Електронний ресурс]: наказ МОЗ України від 13 січ. 2006 р. № 7. – Режим доступу: www.zakon.nau.ua.

11. Рак в Україні, 2012 – 2013 : захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби [Електронний ресурс] // Бюл. Нац. канцерреєстру України. – 2014. – № 15. – Режим доступу : <http://www.ncru.inf.ua>.

12. 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.

13. Техногенний вплив на забруднення харчових продуктів тваринного походження бенз(а)піреном / *В. Ф. Бабій, О. М. Литвиченко, Л. С. Соверткова* [та ін.] // Екологічна безпека : проблеми і шляхи вирішення – 2009. – Т. 2. – С. 83–86.

14. *Черниченко І. О.* Канцерогени у продуктах харчування, оцінка небезпеки / *І. О. Черниченко, О. М. Литвиченко, Л. С. Соверткова* // Гігієна населених місць. – 2013. – Вип. 61. – С. 156–163.

15. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. – Washington, 2000. – 209 p.