

УДК 504.054:632.15(477.42)

Л. О. Герасимчук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

**РОЛЬ НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ПИТНОЇ ВОДИ
У ФОРМУВАННІ НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ
С. ЛУКА ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ**

Встановлено, що у 36,4–70 % відібраних зразків овочевої продукції, що вирощується в особистих селянських господарствах та у 100 % відібраних проб води джерел нецентралізованого водопостачання с. Лука Житомирського району спостерігався підвищений вміст нітратів. Максимальний внесок у загальне значення експозиції нітратів, які надходять в їжу, вносять буряк столовий та картопля – 44,3 та 19,3 %, відповідно. Величина загального коефіцієнта небезпеки нітратів становить 3,98 для рівня медіани та 7,96 для 90-го перцентилля, що свідчить про ймовірності розвитку негативних ефектів за рахунок щоденного надходження даних сполук з овочевою продукцією та питною водою до організму людини протягом всього життя. Внесок ризику контамінації овочевої продукції у сумарний неканцерогенний ризик становить 5,2 %.

Ключові слова: нітрати, овочі, вода джерел нецентралізованого водопостачання, коефіцієнт небезпеки, неканцерогенний ризик.

Постановка проблеми

Широке розповсюдження сполук нітрогену, які серед широкого кола забруднювачів навколишнього середовища займають особливе місце, обумовлює постійний контакт населення з ними [2, 3, 10]. 70–80 % всієї кількості нітратів надходять до організму людини саме з овочевою продукцією [2, 3], що вирощується в особистих селянських господарствах, які додатково насичують аграрний ринок продукцією, і, водночас, задовольняють потреби самих громадян у цій продукції [1, 3–5]. Достовірна інформація щодо якості такої продукції практично відсутня. 15–20 % всієї кількості нітратів надходить до організму людини з питною водою, особливо при децентралізованому водопостачанні [2, 10]. Ситуація ускладнюється й тим, що сільські населені пункти Житомирської області охоплені централізованим водопостачанням лише на 11 %, тому мешканці сільської місцевості в якості альтернативи використовують джерела нецентралізованого водопостачання. Наразі комплексні дослідження їх якості не проводять, а випадки контролю носять епізодичний характер і проводяться органами санітарно-епідеміологічної служби у випадках спалахів інфекційних захворювань. Варто зауважити, що при споживанні продуктів та питної води з підвищеним вмістом нітратів до організму людини потрапляють не тільки нітрати, але й їх метаболіти: нітрити та нітрозосполуки [2].

Одним з найсучасніших методів оцінки небезпеки, зумовленої дією неканцерогенних речовин на людину, є встановлення ризику настання небажаних ефектів з метою подальшого розроблення пріоритетних заходів з його мінімізації [1, 4, 5, 7–13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Оцінка ризиків факторів довкілля привертає все більшу увагу вітчизняних та зарубіжних науковців й лікарів (Крутько В. М., 1994; Кисельов О. В., 1997; Сидоренко Г. І., 1999; Черниченко І. О., 2001, 2008; Онищенко Г. Г., 2002; Ільющенков А. В., 2004; Малонюк К. П., 2006; Кондратенко О. Є., 2006; Турос О. І., 2008; Мислива Т. М., 2013; Петрусенко В. П., 2014). Більшість вказаних робіт стосуються визначення ризиків, обумовлених канцерогенними сполуками та забрудненням атмосферного повітря. Робіт, присвячених питанням небезпеки надходження контамінантів перорально, з питною водою та харчовими продуктами, недостатньо: вони виконувалися або відносно до населення великих чи промислових міст [12], або специфічних груп речовин [8, 11]. Досліджень за оцінкою неканцерогенних ризиків від споживання овочевої продукції та питної води джерел нецентралізованого водопостачання мешканцями сільських населених пунктів Житомирського району проведено не було, чим було й зумовлено вибір даного напряму досліджень.

Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень стало визначення величини неканцерогенного ризику внаслідок споживання забруднених нітратами овочевої продукції та питної води джерел нецентралізованого водопостачання мешканцями с. Лука Житомирського району. Для реалізації поставленої мети передбачалося вирішення таких завдань: 1) визначення вмісту нітратів в овочевій продукції та питній воді джерел нецентралізованого водопостачання; 2) визначення середньодобових доз експозиції нітратів; 3) встановлення експозиції та визначення внеску окремих овочевих культур у загальне значення експозиції нітратів; 4) встановлення величини неканцерогенного ризику для здоров'я населення від нітратів, що надходять до організму людини внаслідок споживання овочевої продукції та колодязної води.

Дослідження проводили протягом 2012–2015 рр. в межах особистих селянських господарств с. Лука Житомирського району. Площа обстеженої території склала 4,1 км². Відбір зразків картоплі та овочів здійснювали рівномірно з усієї ділянки у двох діагональних напрямках, при цьому відбиралися тільки товарні плоди, коренеплоди й качани, здорові і без дефектів [6]. Для оцінки нітратного забруднення води відбиралися проби води з 5 джерел нецентралізованого водопостачання, які користуються особливою популярністю серед жителів с. Лука Житомирського району. Загалом було відібрано 140 зразків городини та 27 проб води. Аналіз рослин на вміст нітратів здійснювався іонметричним методом на приладі іономер рХ-150.1МІ. Вміст нітратів у воді джерел нецентралізованого водопостачання виконували згідно з ГОСТом 18826-73, нітритів – ДСТУ ISO 6777-2003, амонію – ДСТУ ISO 6778-2003; рН – згідно з ДСТУ 4077-2001. Визначення вмісту нітратів проводили на базі Відділу інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Житомирській області.

Оцінку величини неканцерогенного ризику здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [7, 9].

Результати досліджень

Результати досліджень щодо вмісту нітратів в овочевій продукції, вирощена в межах особистих селянських господарств с. Лука Житомирського району, наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Вміст нітратів в овочевих культурах, які вирощуються в особистих селянських господарствах с. Лука Житомирського району, 2012–2015 рр.

Рослинницька продукція	Кількість відібраних зразків, шт.	Вміст нітратів, мг/кг	ГДК**	% зразків з перевищенням ГДК
Капуста білоголова	10	$\frac{*}{93,7 - 208,2}$ 130,14	400	-
Картопля	18	$\frac{221,78}{47,77 - 488,0}$	120	70,0
Буряк столовий	12	$\frac{2580,3}{1036,0 - 4900,0}$	1400	55,56
Морква столова	10	$\frac{271,64}{88,2 - 481,0}$	300	50,0
Огірки ґрунтові	11	$\frac{182,0}{139,0 - 246,0}$	200	36,36
Огірки тепличні	9	$\frac{202,57}{153,0 - 289,0}$	400	-
Кабачки	12	$\frac{516,75}{250,0 - 723,0}$	400	62,5
Кріп	10	$\frac{1355,71}{1130,0 - 1500,0}$	1500	-
Петрушка листкова	9	$\frac{1253,3}{1100,0 - 1430,0}$	1500	-
Цибуля-перо	9	$\frac{109,22}{83,40 - 135,0}$	400	-
Салат	10	$\frac{906,83}{732,0 - 1010,0}$	1200	-
Щавель	10	$\frac{838,67}{768,0 - 1062,0}$	1200	-
Редиска	10	$\frac{1169,67}{1002,0 - 1276,0}$	1200	33,3

Примітка: *чисельник – середнє значення показника, знаменник – межі коливання показника;

** згідно з додатком 2 ДСанПіН 8.1 «Гігієнічні вимоги до транспортування, зберігання та застосування мінеральних добрив».

У розрізі окремих культур картопля виявилася найбільш забрудненою нітратами, максимальне перевищення допустимого вмісту яких становило 4,1 рази (табл. 1). 70 % відібраних зразків картоплі містили від 164 до 488 мг/кг нітратів. 62,5 % кабачків характеризувалися підвищеним вмістом нітратів – 549–723 мг/кг. Перевищення кількостей допустимого вмісту нітратів від 1,2 до 3,5 рази спостерігалось й у 56 % відібраних зразків рослин буряка столового.

Певні особливості забруднення нітратами мали й інші овочеві культури. Підвищені кількості нітратів у 1,3–1,6 рази містили 25 % відібраних зразків моркви столової. Вміст нітратів у огірках, що вирощені в умовах відкритого ґрунту, коливався в межах 139,0–246,0 мг/кг, а перевищення їх допустимих значень у 1,1–1,2 рази фіксувалося у 36 % відібраної продукції.

Така овочева продукція, як капуста білоголова, кріп, петрушка листкова, цибуля, салат та щавель не містили підвищених кількостей нітратів.

Подальшим етапом досліджень стала оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання, які особливою популярні серед жителів с. Лука і використовуються ними в якості альтернативи централізованому, за вмістом сполук азоту. Вміст азотної групи (нітрати, нітрити, азот амонійний) у джерелах нецентралізованого водопостачання є важливим санітарно-токсикологічним показником їхньої якості, що використовується при проведенні екологічної оцінки безпечності та якості питної води. Отримані експериментальні дані з визначення вмісту сполук азоту у досліджених пробах води з джерел нецентралізованого водопостачання наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Вміст сполук азоту та рівень рН води джерел нецентралізованого водопостачання с. Лука Житомирського району, 2013–2015 рр.

№ з/п	Місце відбору проб та їх кількість	Вміст нітратів, мг/дм ³	Вміст нітритів, мг/дм ³	Вміст азоту амонійного, мг/дм ³	Рівень рН, одиниць
1	Вул. Молодіжна, 16	* $\frac{282,2}{191,2 - 360,4}$	$\frac{0,3}{0,24 - 0,41}$	$\frac{0,61}{0,49 - 0,92}$	$\frac{6,75}{6,3 - 6,84}$
2	Вул. Кооперативна, 22	$\frac{248,6}{142,4 - 320,3}$	$\frac{0,24}{0,21 - 0,29}$	$\frac{0,28}{0,21 - 0,41}$	$\frac{7,09}{6,88 - 7,16}$
3	Вул. Байко, 52	$\frac{445,5}{385,9 - 519,1}$	$\frac{0,3}{0,25 - 0,43}$	$\frac{0,31}{0,19 - 0,47}$	$\frac{6,73}{6,12 - 6,91}$
4	Вул. Байко, 12	$\frac{57,2}{50,9 - 74,2}$	$\frac{0,16}{0,11 - 0,23}$	$\frac{0,40}{0,18 - 0,69}$	$\frac{6,78}{6,23 - 7,02}$
5	Вул. Шкільна, 6	$\frac{82,5}{61,6 - 112,5}$	$\frac{0,02}{0,01 - 0,06}$	$\frac{0,34}{0,22 - 0,49}$	$\frac{6,74}{6,2 - 6,98}$
	ГДК**	50	3,3	2,6	6,5-8,5

*Примітка: чисельник – середнє значення показника, знаменник – межі варіювання показника;

** згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Результати проведених досліджень свідчать, що у 100 % відібраних проб води фіксувалося перевищення вмісту нітратів від 1,1 до 10,4 раза. Найбільш небезпечною для споживання стосовно вмісту нітратів виявилася вода зі шахтних колодязів по вулицях Байко, 52 (385,9–519,1 мг/л), Молодіжна, 16 (191,2–360,4 мг/л) та Кооперативна, 22 (142,4–320,3 мг/л). Підвищений вміст нітратів, на нашу думку, може бути спричинений проникненням у водоносні шари мінеральних і органічних добрив, стоків від місць складування твердих відходів (сміття з домашнього господарства, садових відходів тощо), рідких стоків, які утворюються при утримуванні худоби, при переудобренні ґрунту рідким гноєм.

Не сорбуючись ґрунтом, нітрати легко змиваються дощовими водами, мігрують у глибину профілю ґрунту до ґрунтових вод. Високий вміст нітратів може свідчити про забруднення у минулому фекальними водами. На відміну від амонію та нітритів, підвищення концентрації нітратів, зазвичай, вказує на старе забруднення. Значне перевищення нітратів у зазначених криницях також можна пов'язати з відсутністю очищення криниць, недотриманням вимог щодо відстаней між будівлями на території присадибних ділянок.

За значеннями рівня рН 40 % відібраних проб води характеризувалися відхиленнями від норми. Відхилень від норми вмісту азоту амонійного та нітритів у проаналізованих пробах води не зафіксовано.

Для оцінки ризику надходження нітратів до організму мешканців с. Лука Житомирського району внаслідок споживання картоплі та овочів, що вирощуються на присадибних ділянках в особистих селянських господарствах, й питної води джерел нецентралізованого водопостачання, нами проведений розрахунок експозиції нітратами харчових продуктів та питної води на населення і встановлений неканцерогенний ризик для здоров'я від споживання забрудненої овочевої продукції та питної води (табл. 3 – 4), також визначений внесок окремих овочевих культур у загальне значення експозиції нітратами (рис. 1).

Таблиця 3. Експозиція та рівень ризику впливу на населення с. Лука Житомирського району нітратів, що надходять внаслідок споживання овочевої продукції та питної води джерел нецентралізованого водопостачання

Назва оціночного показника	Споживання	
	овочів і картоплі	питної води джерел нецентралізованого водопостачання
Exp _{med}	1254,31	3442,05
Exp _{90%}	1908,24	6968,89
HQ _{med}	0,92	2,52
HQ _{90%}	1,40	5,10

Максимальний внесок – 44,3 % – до загального значення експозиції нітратів, що надходять в їжу, вносить буряк столовий, який характеризувався накопиченням найбільших кількостей нітратів (рис. 1). Друге місце, за величиною внеску до експозиції забруднювачів, належить картоплі, яка займає найбільшу частину в раціоні харчування усіх груп населення – 19,3 %, третє – зеленним овочевим культурам (петрушка листкова, кріп городній) (рис. 1).

Розрахунок експозиції (рівня впливу) нітратів харчових продуктів та питної води проводили на основі медіани (Exp_{med}) та 90-го перцентіля ($Exp_{90\%}$). Експозиція нітратів харчових продуктів складає 1254,31 мг/кг маси тіла/рік (23,79 мг/кг маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 1908,24 мг/кг маси тіла/рік (36,20 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентіля вмісту.

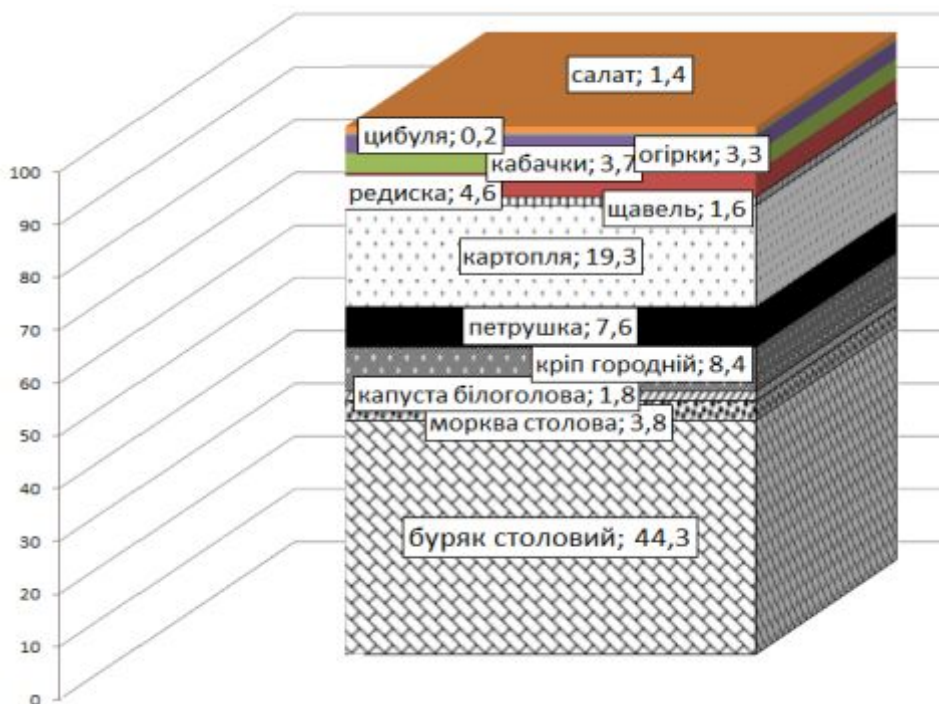


Рис. 1. Внесок окремих овочевих культур у загальне значення експозиції нітратів, які потрапляють до організму людини внаслідок споживання в їжу картоплі та овочів, що вирощуються в особистих селянських господарствах с. Лука Житомирського району

Експозиція нітратів питної води джерел нецентралізованого водопостачання складає 3442,05 мг/кг маси тіла/рік (65,30 мг/кг маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 6968,89 мг/кг маси тіла/рік (132,22 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентіля вмісту. Загальна експозиція нітратів

становить 4996,36 мг/кг маси тіла/рік (89,09 мг/кг маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 8887,57 мг/кг маси тіла/рік (168,42 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентилу вмісту.

Оцінку ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювали шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки (HQ), що відображає відношення оціненої дози контамінанта до допустимої (табл. 4).

Значення коефіцієнта небезпеки для нітратів у овочевій продукції, оціненого відносно до допустимої добової дози, не перевищував одиниці на рівні медіани, а на рівні 90-го перцентилу вмісту цих сполук перевищував і становив 1,4 (табл. 4), що свідчить про необхідність посилення контролю за вмістом нітратів у групах продуктів з найбільшим внеском в експозицію і проведення поглибленої оцінки експозиції на підставі даних індивідуальної структури харчування.

Значення коефіцієнта небезпеки нітратів питної води, оцінені відносно щоденного надходження, перевищували одиницю як на рівні медіани, так і на рівні 90-го перцентилу, і становили 2,52 та 5,10, відповідно.

Дані показники свідчать про недопустимий вплив нітратів на населення і вимагають прийняття відповідних управлінських рішень, у першу чергу, інформування жителів про існуючу небезпеку та забезпечення контролю якості овочевої продукції, що вирощується в особистих селянських господарствах, та джерел нецентралізованого водопостачання.

Таблиця 4. Величина неканцерогенного ризику, обумовленого надходженням нітратів при споживанні в їжу картоплі та овочів, які вирощуються в особистих селянських господарствах с. Лука Житомирського району

Джерело надходження нітратів	Середньодобова доза I, мг/(кг · день)		Референтна доза при хронічному пероральному надходженню RfD, мг/кг	Коефіцієнт небезпеки HQ		Органи і системи організму, що піддаються впливу
	Exp _{med}	Exp _{90%}		Exp _{med}	Exp _{90%}	
Картопля та овочі	0,34	0,52	1,6	0,21	0,33	кров (MetHb), серц.-суд. система
Питна вода	6,03	12,20	1,6	3,77	7,63	
Сумарний ризик				коефіцієнт небезпеки HQ		
				Exp _{med}		
HQ загальний				3,98		7,96

Величина неканцерогенного ризику, оцінена відносно референтної дози нітратів при хронічному пероральному надходженні, свідчить про ймовірності розвитку негативних ефектів за рахунок щоденного надходження даних сполук з овочевою продукцією та питною водою до організму людини протягом всього

життя. Загальний рівень неканцерогенного ризику становить 3,98 для рівня медіани та 7,96 для рівня 90-го перцентилля (табл. 4). Внесок ризику контамінації харчових продуктів у сумарний неканцерогенний ризик становить 5,2 %. Зважаючи на той факт, що оцінка неканцерогенного ризику стосувалася лише води джерел нецентралізованого водопостачання і овочевої продукції, не враховуючи інші продукти харчування з раціону людини, рівень неканцерогенного ризику може мати й значно вищі значення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1) 36,4–70 % відібраних зразків овочевої продукції, що вирощується в межах особистих селянських господарствах с. Лука Житомирського району, характеризувалися підвищенням у 1,1–4,1 раза вмістом нітратів;

2) у 100 % відібраних проб води джерел нецентралізованого водопостачання фіксувалося перевищення вмісту нітратів від 1,1 до 10,4 раза;

3) максимальний внесок – 44,3 % – до загального значення експозиції нітратів, що надходять в їжу, вносить буряк столовий, друге місце за величиною внеску до експозиції нітратів належить картоплі, третє – зеленим овочевим культурам;

4) експозиція нітратів харчових продуктів складає 1254,31 мг/кг маси тіла/рік (23,79 мг/кг маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 1908,24 мг/кг маси тіла/рік (36,20 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентилля вмісту;

5) експозиція нітратів питної води джерел нецентралізованого водопостачання складає 3442,05 мг/кг маси тіла/рік (65,30 мг/кг маси тіла/тиждень) для медіанних значень вмісту та 6968,89 мг/кг маси тіла/рік (132,22 мг/кг маси тіла/тиждень) для 90-го перцентилля вмісту;

6) загальний рівень неканцерогенного ризику за рахунок щоденного надходження нітратів з овочевою продукцією та питною водою джерел нецентралізованого водопостачання становить 3,98 для рівня медіани та 7,96 для рівня 90-го перцентилля; внесок ризику контамінації харчових продуктів у сумарний неканцерогенний ризик становить 5,2 %;

7) необхідно прийняття відповідних управлінських рішень, у першу чергу, інформування жителів про існуючу небезпеку та забезпечення контролю якості рослинницької продукції, що вирощується в особистих селянських господарствах та джерел нецентралізованого водопостачання.

Подальші дослідження, на наш погляд, слід зосередити на детальному обстеженні приміської зони м. Житомир на предмет забруднення овочевої продукції та води джерел нецентралізованого водопостачання нітратами й оцінці їх неканцерогенного ризику.

Література

1. Білявський Ю. А. Канцерогенний та неканцерогенний ризику 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. Медико-екологічна проблема сумарного надходження нітратів в організм людини з питною водою та харчовими продуктами та шляхи її вирішення / Ю. Г. Бондаренко, І. В. Хоменко, Л. І. Білик, О. С. Джулай // Актуальные вопросы транспортной медицины. – 2011. – № 1 (23). – С. 82–86.
3. Валерко Р. А. Екологічна безпека рослинницької продукції, вирощеної в умовах м. Житомир / Р. А. Валерко, Л. О. Герасимчук // Сучасні проблеми збалансованого природокористування: спец. вип. до VII наук.-практ. конф. (листопад, 2012 р.). – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2012. – С. 278–282.
4. Герасимчук Л. О. Канцерогенний і неканцерогенний ризику від споживання овочевих культур, вирощених на території агроселітебних ландшафтів м. Житомир / Л. О. Герасимчук // Вісн. ЖНАЕУ. – 2015. – № 1 (47), т. 1. – С. 10–19.
5. Канцерогенний та неканцерогенний ризику 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.
6. Методичні рекомендації з агроекологічного моніторингу селітебних територій / за ред. Н. А. Макаренко. – К., 2005. – 26 с.
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. 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.
9. 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.
10. Соколов О. А. Нитраты в окружающей среде / О. А. Соколов, В. М. Семенов, В. А. Агаев. – Пушино, 1990. – 317 с.
11. 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.
12. 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.