

**ЕКОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНА КІБЕРНЕТИКА ТА ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК: 628.166 + 616-006

**О. А. Стискал<sup>1</sup>**  
**В. Г. Петрук<sup>1</sup>****ВПЛИВ ХЛОРООРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ПИТНІЙ ВОДІ  
НА ЗЛОЯКІСНІ НОВОУТВОРЕННЯ  
(НА ПРИКЛАДІ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)**<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

*Здійснено: аналіз впливу хлорорганічних сполук, які утворюються в результаті хлорування, на живі організми; аналіз динаміки злоякісних новоутворень різних локалізацій серед населення Вінницької області; кореляційний аналіз відсотка проб води з водопровідної мережі Вінницької області, що не відповідає санітарно-гігієнічним нормам за санітарно-хімічними показниками та відсотка використання води з поверхневих джерел для водопостачання з кількістю злоякісних новоутворень різних локалізацій населення в період з 2005 по 2012 роки.*

**Ключові слова:** дезінфекція, хлорування, канцерогенний, злоякісні новоутворення (ЗН), хлорорганічні сполуки (ХОС), кореляційний аналіз.

**Вступ**

У Вінницькій області, як і в більшості областей України, для дезінфекції питної води використовують хлор, оскільки цей метод є доступним, економічно вигідним та забезпечує ефект післядії. Однак хлорування питної води призводить до забруднення її хлорорганічними сполуками (ХОС) (ще в 1974 році було висунуте перше припущення їх наявності у питній воді як побічних продуктів процесу хлорування). Найпоширенішими серед них є трихлорметани (ТХМ), хлороцтові кислоти (ХОК), хлорацетонітрили, хлорфеноли, хлораміни, хлорпікрин тощо. Для більшості ХОС характерна токсичність та кумулятивні властивості. Причому їх концентрації можуть перевищувати гігієнічні нормативи у декілька разів, причиною чого є відсутність високоточного і надзвичайно вартісного обладнання на водоканалах для визначення цих речовин і відсутність нормативів для більшості з них (в Україні ДСанПін 2.2.4–171–10 регламентує нормативи лише для хлороформу, дихлоретану, дибромхлорметану, чотирихлористого вуглецю, хлорфенолів та суміші трихлоретилену і тетрахлоретилену). Згідно з думкою Р.С. Singer галогеноцтові кислоти є другим головним класом побічних продуктів при хлоруванні, які виявлені у багатьох водах з концентраціями рівними, або навіть більшими, ніж концентрації тригалогенметанів. А дослідження їх впливу на здоров'я людини показало, що деякі ХОК шкідливіші, ніж ТХМ [1].

Означена проблема є надзвичайно актуальною, оскільки фактор надходження канцерогенів з питною водою зменшує тривалість життя великою мірою через онкозахворювання.

*Постановка задачі:* у зв'язку із неодноразово висунутими припущеннями про канцерогенний вплив хлорорганічних сполук у питній воді, дослідження спрямовано на аналіз динаміки онкозахворювань серед населення Вінницької області та кореляційний аналіз злоякісних новоутворень (ЗН) з показниками неякісної питної води та з відсотком використання води з поверхневих джерел для водопостачання.

**Результати досліджень**

Опрацювавши різноманітні літературні джерела, виявлено, що деякі хлорорганічні сполуки (крім відомих ТХМ ще й ди- та трихлороцтова кислоти), які утворюються в процесі хлорування, є канцерогенними. Дослідження Прокопова В. О. та ін. показали дозозалежний зв'язок між впливом ди- та трихлороцтової кислоти (яка отримувалась із питною водою) і виникненням пухлин у гри-

зунів незалежно від тривалості експерименту [2]. Дослідженнями Черниченко І. О. на тваринах встановлено наявність дозозалежної активації канцерогенезу і посилення токсичного ефекту при комбінованому введенні ХОС у порівнянні з ізольованим введенням хлороформу. В залежності від конкретних умов дії канцерогенез, індукований хлороформом та його комбінацією з іншими ХОС, може проявитися не лише в розвитку пухлин тропних органів, а й в ініціації пухлин інших локалізацій, подібній до спонтанних [3].

У людей вони ж можуть підвищувати імовірність злоякісних новоутворень стравоходу, сечового міхура, прямої та ободової кишки, легенів, молочної залози, тіла матки і щитовидної залози [2, 4—8]. Тому проаналізовано дані канцер-реєстру України по ЗН серед населення Вінницької області лише по вищезазначених локалізаціях за останні 9 років (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

**Дані канцер-реєстру стосовно тих локалізацій, які піддаються найвищому впливові хлороганічних сполук по Вінницькій області**

Локалізація ЗН	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Всього ЗН</b>	5981	5809	5645	5298	5307	5580	5675	5647	6032
жінки	2906	2829	2839	2557	2581	2745	2905	2859	3032
чоловіки	3075	2980	2806	2741	2726	2835	2770	2788	3000
<b>ЗН стравоходу</b>	91	84	89	80	94	94	77	94	86
жінки	7	6	2	10	12	6	10	11	7
чоловіки	84	78	87	70	82	88	67	83	79
<b>ЗН сечового міхура</b>	226	198	200	171	167	220	201	200	203
жінки	32	31	32	36	22	40	42	42	34
чоловіки	194	167	168	135	145	180	159	158	169
<b>ЗН шкіри</b>	824	751	746	656	716	730	749	749	831
жінки	484	441	455	386	406	429	411	224	467
чоловіки	340	310	291	270	310	301	338	313	364
<b>ЗН прямої кишки</b>	288	335	281	316	291	340	327	314	317
жінки	149	141	129	144	126	137	147	144	147
чоловіки	139	194	152	172	165	203	180	170	170
<b>ЗН легенів</b>	683	641	608	630	583	553	547	542	573
жінки	145	114	126	103	112	109	120	106	104
чоловіки	538	527	482	527	471	444	427	436	469
<b>ЗН молочної залози</b>	521	520	509	461	444	469	548	523	637
жінки	512	514	507	459	439	462	543	518	631
чоловіки	9	6	2	2	5	7	5	5	6
<b>ЗН ободової кишки</b>	322	275	284	279	318	303	316	321	328
жінки	154	142	149	149	163	150	163	165	177
чоловіки	168	133	135	130	155	153	153	156	151
<b>ЗН тіла матки</b>	224	233	266	212	253	243	261	234	269
жінки	224	233	266	212	253	243	261	234	269
<b>ЗН щитовидної залози</b>	85	91	92	73	93	116	131	129	161
жінки	82	78	81	60	82	97	106	109	133
чоловіки	3	13	11	13	11	19	25	20	28

Порівняно з 2005 у 2013 році приріст онкологічних захворювань населення Вінницької області становив 0,85 %. Причому цікавим є факт, що після 2005 року кількість ЗН поступово зменшува-

лась до 2008 року (порівняно з яким в 2013 році приріст становив уже 13,85 %), а потім знову почала зростати.

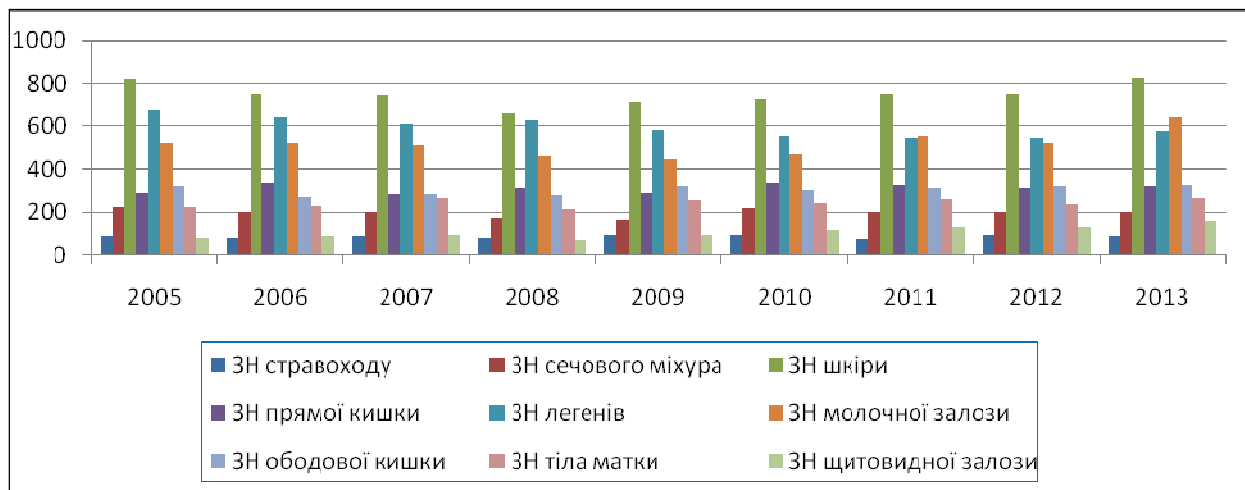


Рис. 1. Кількість вперше зареєстрованих злоякісних новоутворень різних локалізацій в період з 2005 по 2013 роки серед населення Вінницької області

Як бачимо з рис. 1, помітного зростання злоякісних новоутворень в останні роки зазнають такі місця локалізації, як шкіра (приріст у 2013 році становив 0,85 % порівняно з 2005 р. та 26,68 % порівняно з 2008 р.), молочна залоза (приріст у 2013 році становив 22,26 % порівняно з 2005 р. та 43,47 % порівняно з 2009 р.), тіло матки (приріст у 2013 році становив 20 % порівняно з 2005 р. та 26,9 % порівняно з 2008 р.) та щитовидна залоза (приріст у 2013 році становив 89,4 % порівняно з 2005 р. та 120,5 % порівняно з 2008 р.), новоутворення серед решти локалізацій знаходяться приблизно на однаковому рівні або мають тенденцію зниження (стравохід). Що стосується найвищого показника ЗН шкіри порівняно з іншими (більше це стосується жінок), то дані є цілком зрозумілими, оскільки шкіра зазнає найбільшого контакту із водопровідною водою (особиста гігієна, прибирання, приготування їжі тощо). Високими показниками характеризуються ще й ЗН легенів та молочної залози.

Станом на початок 2014 року злоякісні новоутворення серед жінок (рис. 2) та чоловіків (рис. 3) Вінницької області мали такий відсотковий склад.

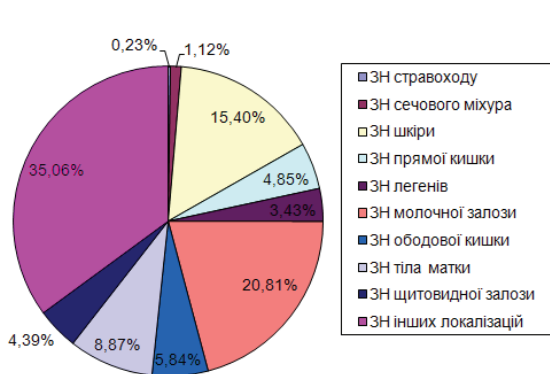


Рис. 2. Відсотковий склад ЗН досліджуваних локалізацій серед жінок Вінницької області станом на початок 2014 року

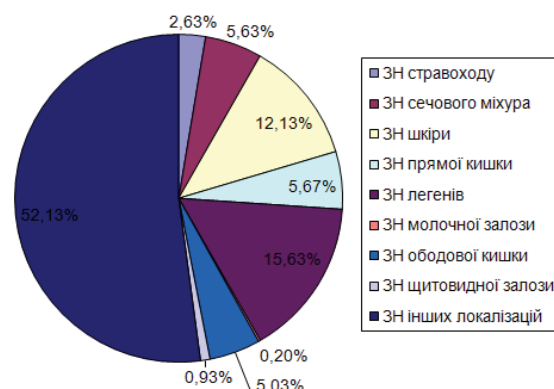


Рис. 3. Відсотковий склад ЗН досліджуваних локалізацій серед чоловіків Вінницької області станом на початок 2014 року

З рис. 2 і 3 видно, що значний відсоток серед жінок мають ЗН молочної залози та шкіри, серед чоловіків — стравоходу, сечового міхура, легенів та теж шкіри.

Порівнявши кількість злоякісних новоутворень серед жінок та чоловіків, можна зробити висновки, що серед жінок значно переважають злоякісні новоутворення шкіри, щитовидної та молочної залози, а серед чоловіків — стравоходу, сечового міхура, легенів. Врахувавши хронічну дію хлорорганічних сполук, яким властивий кумулятивний ефект, можна припустити, що вони можуть мати вплив на підвищення імовірності злоякісних новоутворень лише шкіри, молочної і щитовид-

ної залози та тіла матки серед населення Вінницької області (оскільки лише у цих локалізаціях спостерігається їх зростання з роками). Тоді виникає питання чи дійсно ріст злоякісних новоутворень спричиняє наявність у хлорованій питній воді хлорорганічних сполук, які вважаються канцерогенними. Оскільки тоді б був ріст і в інших зазначених локалізаціях, який наразі відсутній. В іншому випадку це можна було б пояснити якісною роботою водоканалів, які контролюють вміст ХОС у питній воді, що подається споживачеві, і здійснюють відповідні заходи з їх видалення, на що мало надії. Або ж вирішують проблему надзвичайно поширені останнім часом побутові фільтри на активованому вугіллі, яке має можливість адсорбувати з води до 89—90 % ХОС.

Неодноразові припущення про пряму залежність утворення ХОС в процесі хлорування від вмісту органічних речовин у вихідній воді, яка забирається для водопостачання (відповідно у поверхневих джерелах їх більше, ніж у підземних), спонукали провести кореляційний аналіз між відсотком використання поверхневих вод у Вінницькій області за період з 2005 по 2012 роки та кількістю ЗН різних локалізацій у цей період. Відповідно був встановлений слабкий зв'язок для таких локалізацій, як молочна залоза (коефіцієнт кореляції 0,29) та шкіра (0,16) і значний зв'язок для локалізації ЗН — легенів (0,57). Останній показник підтверджує припущення про канцерогенну дію хлорорганічних сполук інгаляційним шляхом під час прийому ванни чи душу.

Припустивши, що імовірною причиною росту кількості ЗН є питна вода невисокої якості, проведено кореляцію відсотка проб води з водопровідної мережі Вінницької області, що не відповідає санітарно-гігієнічним нормам за санітарно-хімічними показниками з кількістю ЗН різних локалізацій населення Вінницької області в період з 2005 по 2012 роки. В результаті було встановлено, що існує прямий зв'язок середньої сили лише між водою, що не відповідає санітарно-хімічним показникам та ЗН прямої кишки (0,44) і тіла матки (0,32) (табл. 2).

Таблиця 2

**Кількість проб води (%) з водопровідної мережі, що не відповідає санітарно-гігієнічним нормам за санітарно-хімічними показниками у Вінницькій області**

Роки	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
% проб	2,5	3,1	3,1	3,0	2,59	3,1	3,2	2,3
Коефіцієнти кореляції								
ЗН стравоходу	-0,63							
ЗН сечового міхура	0,003							
ЗН шкіри	-0,32							
ЗН прямої кишки	0,44							
ЗН легенів	-0,05							
ЗН молочної залози	0,06							
ЗН ободової кишки	-0,65							
ЗН тіла матки	0,32							
ЗН щитовидної залози	-0,05							

Причиною таких низьких значень коефіцієнта кореляції може бути надзвичайно незначна кількість контролю проб води на вміст хлорорганічних сполук, для чого необхідне високовартісне сучасне обладнання. Крім того, відсутні дослідження проб води на вміст хлороцтових кислот, які теж характеризуються канцерогенністю, але для яких взагалі не передбачені нормативи в Україні. Від'ємні ж значення коефіцієнта кореляції свідчать про відсутність впливу санітарно-хімічних показників якості питної води на появу ЗН.

### Висновки

Як свідчать дані, різні науковці намагаються пов'язувати присутність у питній воді канцерогенних хлорорганічних сполук зі збільшенням злоякісних новоутворень тих чи інших локалізацій. Проаналізувавши дані захворювання злоякісними пухлинами за період з 2005 по 2013 роки канцер-реєстру України, автори встановили, що серед населення Вінницької області спостерігається підвищення кількості ЗН лише шкіри (приріст у 2013 році становив 0,85 % порівняно з 2005 р. та 26,68 % порівняно з 2008 р.), молочної (приріст у 2013 році становив 22,26 % порівняно з 2005 р. та 43,47 % порівняно з 2009 р.), щитовидної залози (приріст у 2013 році становив 89,4 % порівняно з 2005 р. та 120,5 % порівняно з 2008 р.) та тіла матки (приріст у 2013 році становив 20 % порівня-

но з 2005 р. та 26,9 % порівняно з 2008 р.). Ріст ЗН інших локалізацій мали місце в інших регіонах України, що може свідчити про вплив на підвищення ЗН факторів, які не пов'язані із ХОС у питній воді. Ще варто зазначити, що важко прокорелювати появу ЗН із вмістом ХОС у воді, оскільки останні мають виражений кумулятивний ефект. Однак такі спроби були здійснені, але замість вмісту ХОС для кореляційного аналізу використані відсотки використання води з поверхневих джерел для водопостачання (керуючись припущенням про прямий зв'язок між утворенням ХОС та кількістю органіки у вихідній воді). Відповідно, виявлено слабкий зв'язок із ЗН шкіри та молочної залози і значний зв'язок із ЗН легенів.

Встановлено також, що існує прямий зв'язок середньої сили між водою, яка не відповідає гігієнічним нормативам за санітарно-хімічними показниками, та ЗН прямої кишки і тіла матки, (коефіцієнти кореляції 0,44 та 0,32, відповідно).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петренко Н. Ф. Побічні продукти знезараження питної води хімічними окислювачами / Н. Ф. Петренко // Вода: гігієна і екологія. — 2013. — № 1 (1). — С. 158—177.
2. Галогеноцтові кислоти у хлорованій питній воді як гігієнічна проблема / В. О. Прокопов, С. А. Труш, С. В. Гуленко, В. А. Соболю, Т. В. Куліш // Гігієна населених місць. — 2013. — № 61. — С. 88—100.
3. Хлорована питна вода та ризики для здоров'я населення / [В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, С. В. Гуленко та ін.] // Гігієна населених місць. — 2012. — № 60. — С. 76—86.
4. Вода, яку ми п'ємо, може викликати мутації [Електронний ресурс]. Публікація від 27.10.10 р. — Режим доступу <http://ntop.com.ua/news/a-253.html>.
5. Chlorination, chlorination by-products, and cancer: a meta-analysis / [R. D. Morris, A. M. Audet, I. F. Angelillo, T. C. Chalmers, F. Mosteller] // American Journal of Public Health. — 1992. — Vol. 82, No. 7. — Pp. 955—963.
6. Case-Control Study of Colon and Rectal Cancers and Chlorination By-Products in Treated Water / [Will D. King, Loraine D. Marrett, Christy G. Woolcott] // Cancer Epidemiol Biomarkers Prevention. — 2000. — Vol. 9. — Pp. 813—818.
7. Bladder Cancer and Exposure to Water Disinfection By-Products through Ingestion, Bathing, Showering, and Swimming in Pools / [Cristina M. Villanueva, Kenneth P. Cantor, Joan O. Grimalt and others] // American Journal of Epidemiology. — 2006. — Vol. 165, No. 2. — Pp. 148—156.
8. Тригалогенметани, як побічний продукт хлорування питної води, та їх вплив на формування онкологічної патології серед населення Кривбасу / [А. Ю. Лисий, С. А. Риженко, В. Г. Капшук та ін.] // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2008. — № 4 (14). — С. 102—108.
9. Канцер-реєстр України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://users.i.kiev.ua/~ucr/>.
10. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2012 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — Київ, 2013. — 450 с.
11. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2010 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — Київ, 2010. — 564 с.
12. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2009 році / Міністерство з питань житлово-комунального господарства України. — Київ, 2009. — 710 с.
13. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. [Затверджені Наказом МОЗ України № 400 від 12.05.2010 р.].

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 27.11.2014

**Стискал Оксана Анатоліївна** — аспірантка кафедри екології та екологічної безпеки, e-mail: [kafedraeeb@mail.ru](mailto:kafedraeeb@mail.ru);

**Петрук Василь Григорович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки, e-mail: [petrukvvg@gmail.com](mailto:petrukvvg@gmail.com).

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**O. A. Styskal<sup>1</sup>**  
**V. G. Petruk<sup>1</sup>**

## **Influence of chlororganic compounds in drinking-water on malignant tumors (on the example of Vinnytsia region)**

<sup>1</sup>Vinnytsia National Technical University

*There have been conducted the analysis of influence of chlororganic compounds on living organisms that appear as a result of chlorinating ; analysis of dynamics of malignant new formations of different localizations among the population of*

*Vinnitsya region; cross-correlation analysis of percent of tests of water from the water supply system of the Vinnitsya region, that does not correspond the sanitary-hygenic norms on sanitary-chemical indexes and percent of the use of water from superficial sources for water-supply with the amount of malignant new formations of different location of population in the period of 2005-2012.*

**Keywords:** disinfection, chlorination, chlororganic compounds, cancer, carcinogenic, correlation analysis.

**Styskal Oksana A.** — Post-Gaduate Student of the Chair of Ecology and Environmental Safety, e-mail: kafedraeeb@mail.ru;

**Petruk Vasyl G.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Ecology and Environmental Safety, e-mail: petrukvg@gmail.com

**О. А. Стыскал<sup>1</sup>**  
**В. Г. Петрук<sup>1</sup>**

## **Влияние хлорорганических соединений в питьевой воде на злокачественные образования (на примере Винницкой области)**

<sup>1</sup>Винницкий национальный технический университет

*Проведены: анализ влияния хлорорганических соединений, образующихся в результате хлорирования, на живые организмы; анализ динамики злокачественных новообразований различных локализаций среди населения Винницкой области; корреляционный анализ процента проб воды из водопроводной сети Винницкой области, не соответствующим санитарно-гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям и процента использования воды из поверхностных источников для водоснабжения с количеством злокачественных новообразований различных локализаций населения в период с 2005 по 2012 годы.*

**Ключевые слова:** дезинфекция, хлорирование, хлорорганические соединения, злокачественные новообразования, канцерогенный, корреляционный анализ.

**Стыскал Оксана Анатольевна** — аспирант кафедры экологии и экологической безопасности, e-mail: kafedraeeb@mail.ru;

**Петрук Василий Григорьевич** — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и экологической безопасности, e-mail: petrukvg@gmail.com