

М.Г. Задорожна, В.М. Вінтоняк, А.І. Луцик // Екологічна безпека : проблеми та шляхи вирішення : зб. наук. статей II міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 11-15 верес. 2006 р.) / Укр НДІЕП. — Х. : Райдер, 2006. — С. 75.

7. Сторожук В.М. Відходи підприємств. Поводження та документальний супровід: навч. посіб. / В.М. Сторожук, О.В. Мельников. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2012. — 286 с.

8. Bilyk G. Impact of the municipal waste dumps on the ecosystem of the Western Bug within Lviv region / G. Bilyk, I. Kojnova // Monografia pod redakcia Jana Doilido i Bohdana Wieprzkowicza. — Warszawa : WSEiZ, 2010. — P. 93-101.

#### REFERENCES

1. Dovkillia Lvivshchyny: statystychnyi zbirnyk [Environment of Lviv Region : Statistical Yearbook]. Lviv ; 2012 : 45-53. ( in Ukrainian)

2. Korniakova N. Pravo Ukrainy. 2004 ; 8 : 6-10. ( in Ukrainian)

3. Koshelnyk M.I. Problemni pytannia povodzhennia z vidkhodamy v Ukraini [Problematic issues of Waste Management in Ukraine]. In : Suchasni problemy profilaktychnoi medytyny: mizhnarod. nauk.-prakt. konf. [Modern Problems of Preventive Medicine: Intern. Scientific Pract. Conf. ]. Kyiv ; 2010 : 129. ( in Ukrainian)

4. Mishchenko V.S. Dzerkalozhnyia. 2012 ; 25 : 3-4. ( in Ukrainian)

5. Pro zatverdzhennia Programy povodzhennia z vidkhodamy : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution On Approval of Waste Management Programme] 04.03.2004 № 265. ( in Ukrainian)

6. Suikov S.Yu., Zadorozhna M.G., Vintoniak V.M., Lutsyk A.I. Ratsionalni napriamky standartyzatsii u sferi povodzhennia z vidkhodamy [Rational Directions of Standardization in the Field of Waste Management]. In : Ekolohichna bezpeka: problemy ta shliakhy vyryshennia : mater. konf. [Environmental Safety: Problems and Solutions: Materials Conf. ] Kharkiv : Raider ; 2006 : 75. ( in Ukrainian)

7. Storozhuk V.M., Melnykov O.V. Vidkhody pidpriemstv. Povodzhennia ta dokumentalni suprovid [Waste of Enterprise. Handling and Documentary Support]. Lviv : Ukrainka akademiia drukarstva ; 2012 : 286 p. ( in Ukrainian)

8. Bilyk G., Kojnova I. Impact of the Municipal Waste Dumps on the Ecosystem of the Western Bug within Lviv Region. In : Monografia pod Redakcia Jana Doilido i Bohdana Wieprzkowicza. Warszawa : WSEiZ ; 2010 : 93-101.

Надійшла до редакції 12.03.2014

## METALS IN WATER SUPPLY SOURCES OF THE TRANSCARPATHIAN REGION

Rogach I.M., Yerem T.V.

## МЕТАЛИ У ДЖЕРЕЛАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Р**

егіон Закарпаття охоплює територію унікального природного комплексу, який розмежований державними кордонами України, Угорщини, Румунії та Словаччини. Унікальність регіону визначають його численні природні особливості. Це, зокрема, мальовнича природа і ландшафти, потужний водний ресурс з численними джерелами якісних мінеральних вод, багаті геотермальні ресурси, комфортний клімат, вдале розташування. Усе це, разом з зазначеними вище й іншими особливостями регіону, зумовлює його потужний рекреаційний потенціал, передусім у плані санаторно-курортного лікування і туризму.

Реальною загрозою населенню, природі, рекреаційним ре-

**РОГАЧ І.М., ЄРЕМ Т.В.**

Ужгородський національний університет

УДК 613.31-083(477.87)

**Ключові слова:**

**мікроелементний склад, водні екосистеми, об'єкти водопостачання, ендемічний регіон, фактори ризику.**

### МЕТАЛЛЫ В ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

**Рогач И.М., Ерем Т.В.**

Ужгородский национальный университет

**Целью исследования** был анализ экотоксикологических уровней содержания металлов в источниках водоснабжения Закарпатской области.

**Материалы и методы исследования.** Определение металлов проводили на метрологически поверженном атомно-абсорбционном комплексе КАС-120.1 (спектрометр С-115м и электротермический атомизатор "Графит-2") с компьютерной регистрацией аналитического сигнала. Как химический модификатор использован нитрат палладия.

**Результаты исследования.** При проведении гигиенического анализа качества питьевых вод Закарпатской области обработаны и проанализированы материалы исследований по содержанию металлов в источниках водоснабжения региона, которые используются для хозяйственно-питьевых нужд.

**Выводы.** Результаты исследований показывают, что в водопроводной воде районов Закарпатской области определяются такие металлы, как железо, цинк, молибден, медь, кальций, магний. При анализе содержания других металлов в источниках водоснабжения Закарпатской области были установлены сверхнизкие концентрации этих элементов, что говорит о данном регионе как о территории с микроэлементной эндемией. Это является постоянно действующим фактором риска при формировании и развитии различного типа микроэлементозов. Выполненные исследования и их всесторонний гигиенический анализ позволяют утверждать, что в источниках водоснабжения Закарпатской области определяются железо, цинк, молибден, медь, кальций, магний в концентрациях, величины которых в целом не превышают соответствующих ПДК.

**Ключевые слова:** микроэлементный состав, водные экосистемы, объекты водоснабжения, эндемичный регион, факторы риска.

© Рогач И.М., Ерем Т.В. СТАТТЯ, 2015.

сурсам Закарпаття є критична екологічна ситуація, що склалася на значних територіях регіону. Індустріальна емісія токсичних речовин у річки та ґрунти разом з катастрофічними паводками призвели до нагромадження токсикантів в екосистемах Закарпаття [7]. Хоча область не має суттєвих власних джерел промислових викидів в атмосферу, та через свої географічні і кліматичні особливості регіон потерпає від атмосферних викидів розвинутої промисловості Західної Європи, саме тієї частини, що переноситься з вітрами на великі відстані та випадає з дощами. Оподи містять сірчану та азотну кислоти, важкі метали, інші забруднювачі, що безпосередньо або опосередковано впливають на водні екосистеми місцевості [2, 3]. Наприклад, вони зменшують рН ґрунтів, що призводить до утворення у них мігруючих розчинних сполук важких металів, які потрапляють у воду, рослини, а з ними — у харчові ланцюги.

В Україні щорічно у водоймища скидається близько 3,5 млрд. м<sup>3</sup> стічних вод, з них понад 60% є недостатньо очищеними. Протягом останніх років у стічних водах великих міст України кількість свинцю збільшилась у 10,8 разів, міді — у 5,2 разів, цинку — у 3,7 разів, у декілька разів збільшився вміст ртуті, кобальту, миш'яку, хрому, талію та інших шкідливих хімічних речовин [4]. Невідповідність якості питної води нормативним вимогам є однією з причин поширення захворювань неінфекційної патології: карієс або флюороз зубів (дефіцит або надлишок у воді фтору), воднонітратна метгемоглобінемія (надлишок у воді нітратів), сечокам'яна або жовчнокам'яна хвороба (надлишок у воді мінеральних солей), ендемічний зоб (дефіцит у воді йоду), серцево-судинні хвороби (м'яка або жорстка вода) тощо [4, 5].

Усе це зумовило потребу у моніторингу акумуляції та поширення мікроелементів в об'єктах довкілля Закарпаття з метою ремедіації та захисту населення регіону від забруднення екосистем області.

**Метою дослідження** був аналіз екотоксикологічних рівнів вмісту металів у джерелах водопостачання Закарпаття.

**Методи дослідження.** Визначення металів проводили на метрологічно повіреному атомно-абсорбційному комплексі КАС-120.1 (спектрометр С-115М та електротермічний атомізатор "Графіт-2") з ком-

п'ютерною реєстрацією аналітичного сигналу: програма "КАС" від АТ "Селмі" (як критерій обирали площу піку абсорбції). Як хімічний модифікатор використано нітрат паладію. Об'єм аналізованої проби — 10-20 мкл.

**Результати дослідження.** Одним з найважливіших питань ендоекології є вивчення дії на організм мікроелементів, які потрапляють до організму разом з продуктами харчування, питною водою, повітрям.

Велику небезпеку несе підвищений вміст у воді важких металів, що поєднують у собі високу токсичність, здатність до накопичення в організмі та міграційні властивості. За рівнем токсичної дії на живі організми важкі метали розподіляють на три категорії: надзвичайно токсичні (ртуть), середньотоксичні (кадмій), та слаботоксичні (мідь, нікель, цинк).

Разом з тим мідь та цинк належать до групи найпоширеніших у природі важких металів. Являючи собою групу високоактивних сполук, вони найбільш чітко ілюструють залежність небезпеки і користі від рівня їхніх доз чи концентрацій, що надходять до організму. З одного боку, важкі метали складають групу мікроелементів, які необхідні для забезпечення нормального функціонування основних фізіологічних процесів в організмі, а з іншого — це група токсикантів з широким спектром негативних біоефектів. Серед останніх особливу небезпеку для населення складають віддалені наслідки, передусім онкогенні [6].

Проблема забруднення особливо гостра у тих регіонах, де функціонують підприємства, виробничий цикл яких супроводжується хронічними або аварійними викидами хімічних елементів, у тому числі токсичних — свинцю, кадмію, цинку, міді, миш'яку тощо. До таких регіонів можна віднести й Закарпатську область України.

При проведенні гігієнічного аналізу якості питних вод Закарпаття оброблено і проаналізовано матеріали досліджень щодо вмісту металів у джерелах водопостачання регіону, які використовуються для господарсько-питного постачання.

Дослідження проводилось у трьох біогеохімічних зонах За-

**Місця забору проб води з водопроводів різних районів Закарпатської області**



Рисунок 1

**METALS IN WATER SUPPLY SOURCES  
OF THE TRANSCARPATHIAN REGION**

**Rohach I.M., Yerem T.V.**

*Uzhgorod National University, Ukraine*

**Objective.** We analyzed the ecotoxicological levels of metals in water supply sources of the Transcarpathian region.

**Materials and Methods.** Determination of the metals was performed with the help of calibrated atomic-absorptive complex KAC-120.1 (spectrometer C-115m and electrothermic atomizer Graffit-2) with a computer registration of analytical signal. Palladium nitrate was used as a chemical modifier.

**Results.** We performed the hygienic analysis of the quality of drinking water in the Transcarpathian region and analyzed the materials of the study on the content of metals in the water sources of the region.

**Conclusions.** The study results show that such metals as iron, zinc, molybdenum, copper, calcium,

magnesium were determined in the tap water of the Transcarpathian region. The super-low concentrations of these elements were established in the analysis of the other metals in the sources of water supply in the Transcarpathian region. We may consider this territory as a territory with a micronutrient endemia. This is a permanent risk factor in the formation and development of various types of microelementosis.

Performed research and their overall hygienic analysis allow to assert that iron, zinc, molybdenum, copper, calcium, magnesium are determined in water supply sources of the Transcarpathian region and their concentrations don't exceed the correspondent MAC.

**Keywords:** microelement composition, aquatic ecosystems, water supply facilities, endemic region, risk factors.

карпатської області та в усіх адміністративних районах. Досліджували мікроелементний склад та вміст металів у питних водах.

Результати, наведені у таблиці, свідчать, що у водопровідній воді районів Закарпатської області визначаються такі метали, як залізо, цинк, молібден, мідь, кальцій, магній.

При аналізі отриманих даних було встановлено, що середні концентрації металів як мікроелементів, необхідних для життєдіяльності організму, в об'єктах водопостачання області в усіх районах різних біогеохімічних зон Закарпаття не перевищують відповідних ГДК.

Серед показників хімічного складу води необхідно відзначити вміст заліза у питних водах Воловецького району гірської зони ( $0,075 \pm 0,0041$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ), Мукачівського району низинної зони ( $0,056 \pm 0,003$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ), Перечинського району передгірної біогеохімічної зони ( $0,077 \pm 0,005$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,05$ ) за ГДК не більше  $0,30$  мг/дм<sup>3</sup> і невисоку концентрацію міді у питних водах у гірській зоні Воловецького району ( $0,004 \pm 0,0004$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,001$ ) порівняно з Мукачівським районом низовини ( $0,01 \pm 0,0009$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,001$ ) та Перечинським районом передгірної зони ( $0,008 \pm 0,0007$  мг/дм<sup>3</sup>,  $p < 0,001$ ) за ГДК міді у воді не більше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>. Найвищий рівень вмісту міді спостерігається у Мукачівському районі низовини (рис. 2).

При аналізі проб води з водопроводів встановлено, що гірський район характеризується таким вмістом магнію у воді:  $13,4 \pm$

$0,8$  мг/дм<sup>3</sup> — у Воловецькому районі,  $14,2 \pm 0,9$  мг/дм<sup>3</sup> — у Вел. Березнянському районі передгірної зони,  $18,9 \pm 1,1$  мг/дм<sup>3</sup> — у Мукачівському районі низовини (ГДК до  $50,0$  мг/дм<sup>3</sup>). При аналізі вмісту інших металів у джерелах водопостачання Закарпатської області було також встановлено наднизькі концентрації цих елементів, що говорить про даний регіон як про територію з мікроелементною ендемією. Це є постійно діючим фактором ризику при формуванні та розвитку різних типів мікроелементозів.

Таким чином, виконані дослідження та всесторонній гігієнічний аналіз їх дозволяє стверджувати, що у джерелах водопостачання Закарпатської області визначаються залізо, цинк, молібден, мідь, кальцій, магній у концентраціях, величини яких загалом не перевищують відповідних ГДК.

Оцінюючи роль екологічних факторів у розвитку захворюваності населення, що проживає на території з недостатнім вмістом мікроелементів у навколишньому середовищі, для трьох клімато-географічних районів Закарпаття було розраховано сумарний показник забруднення основних факторів навколишнього середовища (ґрунт, вода, атмосферне повітря) — індекс антропогенного навантаження (ІАН), що характеризує ступінь впливу на показники здоров'я населення. ІАН загалом по Закарпаттю склав  $7,64$  балів: у гірському районі —  $5,26$  балів, у передгірному —  $9,42$  балів, на низовині —  $8,25$  балів. Представлені значення індексу ІАН підкреслюють різний рівень можливого впливу екологічних факторів на місцевих мешканців.

Таблиця  
**Результати визначення вмісту окремих металів методом ААС (n=6; P=0,95)**

Зразок води (район області)	Вміст металів ( $\bar{X} \pm \delta$ ), мг/дм <sup>3</sup>				
	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg
Іршавський (центр. водогін)	$0,009 \pm 0,00079$	$0,03 \pm 0,0021$	$0,017 \pm 0,0014$	$97 \pm 5$	$12,0 \pm 0,7$
Виноградівський (центр. водогін)	$0,005 \pm 0,00047$	$0,06 \pm 0,0037$	$0,015 \pm 0,0012$	$154 \pm 8$	$15,5 \pm 0,9$
Берегівський (центр. водогін)	$0,006 \pm 0,00057$	$0,05 \pm 0,0030$	$0,021 \pm 0,0016$	$75,6 \pm 3,8$	$13,2 \pm 0,8$
Перечинський (центр. водогін)	$0,008 \pm 0,00074$	$0,05 \pm 0,0031$	$0,021 \pm 0,0016$	$125 \pm 6$	$15,7 \pm 0,9$
Вел. Березнянський (центр. водогін)	$0,008 \pm 0,00075$	$0,02 \pm 0,002$	$0,018 \pm 0,0015$	$64,6 \pm 3,7$	$14,2 \pm 0,9$
Воловецький (центр. водогін)	$0,004 \pm 0,00041$	$0,03 \pm 0,0021$	$0,009 \pm 0,0083$	$75,4 \pm 3,8$	$13,4 \pm 0,8$
Мукачівський (свердловина)	$0,01 \pm 0,0009$	$0,07 \pm 0,0035$	$0,026 \pm 0,0020$	$139 \pm 7$	$18,9 \pm 1,1$
Бутильована вода	$0,003 \pm 0,00039$	$0,007 \pm 0,0008$	$0,008 \pm 0,0073$	$58,9 \pm 2,9$	$14,4 \pm 0,9$





**Висновки**

1. Посилення за останні роки впливу природно-антропогенного чинника на функціонування водних екосистем створює екологічну небезпеку не лише для їх розвитку, але й для існування самої людини.

2. Показано дефіцит окремих мікроелементів у питній воді в усіх біогеохімічних зонах Закарпатської області. Встановлено, що у питній воді має місце дефіцит заліза, цинку, молібдену, міді, кальцію, магнію.

3. Представлені значення індексу ІАН (загалом по Закарпаттю склав 7,64 балів) підтверджують вплив екологічних факторів на захворюваність місцевих мешканців.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Бердник О.В. Методологічні аспекти оцінки здоров'я населення в еколого-гігієнічних дослідженнях / О.В. Бердник, В.Ю. Зайковська // Довкілля та

здоров'я. — 2006. — № 4. — С. 3-6.

2. Сердюк А.М. Екологічна безпека: гігієнічний погляд через роки / А.М. Сердюк // Мед. перспективи. — 2007. — № 4. — С. 4-7.

3. Гігієнічні проблеми збереження здоров'я дітей у сучасних умовах реформування освіти в Україні / А.М. Сердюк, Н.С. Полька, Г.М. Єременко та ін. // Гігієна населених місць. — 2004. — Вип. 43. — С. 402-406.

4. Прокопов В.О. Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні / В.О. Прокопов // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики — К., 2011. — С. 106-133.

5. Прокопов В.О. Аналіз чинної нормативної бази з контролю якості та безпеки питної води в Україні та рекомендації з її удосконалення / В.О. Прокопов, О.В. Зоріна // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : зб. тез доп. наук.-практ. конф. — К., 2010. — С. 277-279.

6. Черниченко І.О. Гігієнічна оцінка канцерогенного ризику при комплексному надходженні хімічних речовин до організму / І.О. Черниченко, Я.В. Першегуба, О.М. Литвиченко // Довкілля та здоров'я. — 2010. — № 2. — С. 70-74.

7. Фера О.В. Наукове обґрунтування особливостей гігієніч-

ної діагностики здоров'я населення і створення системи медико-профілактичних заходів в ендемічному регіоні : автореф. дис. спец. 14.02.01 / О.В. Фера. — К., 2001. — 35 с.

**REFERENCES**

1. *Berdnyk O.V., Zaikovska V.Yu. Dovkillia ta zdorovia. 2006 ; 4 : 3-6 (in Ukrainian).*

2. *Serdiuk A.M. Medychni perspektyvy. 2007 ; 4 : 4-7 (in Ukrainian).*

3. *Serdiuk A.M., Polka N.S., Yeremenko G.M. et al. Hihiyenichni problemy zberezhennia zdorovia ditei v suchasnykh umovakh reformuvannya osvity v Ukraini [Hygienic Problems of Children Health Preserving in Current Conditions of Educational Reform in Ukraine ]. In : Hihiyena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2004 ; 43 : 402-406 (in Ukrainian).*

4. *Prokopov V.O. Hihiyenichni problemy vodopostachannia v Ukraini [Hygienic Problems of Water Supply in Ukraine]. In :Dovid ta perspektyvy naukovoho suprovodu problem hihiyenichnoi nauky ta praktyky [Experience and Perspectives of Scientific Support of Science's and Practice's Hygienic Problems]. Kyiv ; 2011 : 106-133 (in Ukrainian).*

5. *Prokopov V.O., Zorina O.V. Analiz chynnoi normatyvnoi bazy z kontroliu yakosti ta bezpeky pytnoi vody v Ukraini ta rekomendatsii po ii udoskonalennii [Analysis of the Current Regulatory Framework for the Drinking Water Quality and Safety in Ukraine and Recommendations for its Improvement]. In : Aktualni pytannia hihiyeny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy [Current Health and Environmental Safety Issues of Ukraine]. Kyiv ; 2010 : 277-279 (in Ukrainian).*

6. *Chernychenko I.O., Pershehuba Ya.V., Lytychenko O.M. Dovkillia ta zdorovia. 2010 ; 2 : 70-74 (in Ukrainian).*

7. *Fera O.V. Naukove obhruntuvannya osoblyvostei hihiyenichnoi diagnostyky zdorovia naselennia i stvorennia systemy medyko-profilaktychnykh zakhodiv v endemichnomu rehioni : avtoref. dys. ... doktor med. nauk [Scientific Substantiation of Features in Health Hygienic Diagnosis and Establishment of Medical and Preventive Measures System in Endemic Regions: PhD Thesis in Medical Sciences]. Kyiv ; 2001 : 35 p. (in Ukrainian).*

Надійшла до редакції 08.08.2014

**Діаграма вмісту міді у водопроводах районів Закарпатської області**

Рисунок 2

