

УДК 351.777.6:612.014.461 (045)

<sup>1</sup>Г.І. Архіпова, к.т.н., доц.  
<sup>2</sup>Т.О. Мудрак, к.т.н., доц.  
<sup>3</sup>Д.В. Завертана, магістр

## ВПЛИВ НАДЛИШКОВОГО ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПИТНІЙ ВОДІ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

<sup>1,3</sup>Національний авіаційний університет

<sup>3</sup>E-mail: dashynchik18@ukr.net

<sup>2</sup>Національний університет харчових технологій

*Розглянуто вплив важких металів у питній воді на здоров'я людини. Проаналізовано можливі наслідки цього впливу.*

**важкі метали, граничнодопустима концентрація, питна вода**

### Постановка проблеми

Важкі метали належать до поширених токсичних забруднювальних речовин.

Важкі метали широко застосовуються в різноманітних промислових виробництвах, та, попри очисні заходи, сполуки важких металів проникають у промислові стічні води. Значна кількість цих сполук потрапляє в воду через атмосферу.

Екологічна небезпека важких металів полягає в тому, що вони активно поглинаються фітопланктоном, а після цього передаються людині по харчовому ланцюгу.

**Мета** роботи – дослідити вплив важких металів на організм людини та можливі наслідки цього впливу.

### Аналіз досліджень і публікацій

Активне вивчення силікагелів та їх модифікацій у лабораторії хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка розпочалося ще у 1975–1976 рр. Учені факультету під керівництвом академіка В.В. Скопенка провели численні дослідження.

На основі силікагелю було створено прилад для виявлення іонів важких металів і встановлення ступеня забруднення води [1].

Професор Б. Є. Єсипенко та професор В. М. Зайцев поглибили вивчення кліноптилоліту. Його здатність сорбувати важкі метали і радіонукліди, зокрема цезій-137, цезій-134 та стронцій-90 стали основними напрямками досліджень, в яких брали участь вчені Б.Є. Єсипенко та В.М. Зайцев. Під час досліджень вивчалися фільтрувально-сорбційні та фізіологічні властивості кліноптилоліту, можливість його використання для очищення питної води і виведення радіонуклідів з організму. З метою створення ефективнішого фільтра для очищення води вивчалися умови, які забезпечували найповніше виведення з води важких металів та радіонуклідів.

Учені, зокрема, встановили залежність сорбції радіоактивного цезію від часу контакту кліноптилоліту з водою, розміру його гранул, об'єму фільтрувальної води, концентрації цезію та інших іонів у воді. Вода під час фільтрації через шар кліноптилоліту на 30 % очищала від свинцю, кадмію, міді та інших хімічних елементів. На виході з фільтра отримували чисту питну воду, яка відповідала стандартам [2].

### Екологічна значущість металів

Виділяють дві групи металів, різних за своєю екологічною значущістю.

Першу групу становлять елементи, граничнодопустимі концентрації (ГДК) яких близькі до їх фонових значень у природній воді. Це, наприклад, залізо, марганець, стронцій.

Друга група включає метали (мідь, свинець, цинк), ГДК яких значно перевищують реальні природні фонові значення.

Такі метали, як ванадій, залізо, кадмій, калій, кальцій, кобальт, магній, марганець, мідь, молибден, натрій, нікель, олово, хром, цинк, є життєво необхідними. Токсичність у відповідних концентраціях для людини проявляють алюміній, барій, берилій, кадмій, мідь, миш'як, нікель, селен, свинець, срібло, стронцій, ртуть, хром. Концентрація елемента має суттєве значення, оскільки кадмій, мідь, миш'як, нікель, селен, хром відносяться до життєво необхідних для організму людини елементів.

Для нормального функціонування організму людини потрібне досягнення збалансованого обміну мікроелементів, порушення якого призводить до важких захворювань та отруєнь [3]. Тому під час організації системи екологічного моніторингу та оцінювання шкідливого впливу на організм людини особливу увагу слід приділяти металам та їх токсичній дії.

### **Характеристика металів та їх вплив на здоров'я людини**

Алюміній застосовують у коагулянтах як основний реагент технології питної водопідготовки, у результаті чого він переважно і з'являється у питній воді. Під час гідролізу алюмінію у воді можуть утворюватися різні гідрокомплекси: розчинні і нерозчинні, мономерні і полімерні, органічні й неорганічні.

Накопичуючись у тканинах мозку, печінки, нирок, кісток, алюміній викликає їх функціональні порушення, а також спричиняє порушення в синтезі ряду ферментів, сприяючи видаленню таких біоелементів, як Р, Mg, Ca, Na, Fe.

Постійне вживання питної води з вмістом алюмінію понад 0,2 мг/л призводить до підвищення вірогідності появи таких захворювань, як енцефалопатія, хвороби Альцгеймера і Паркінсона, анемія, зниження імунної реактивності та ін. [4].

Кадмій отримують також як побічний продукт під час рафінування міді, свинцю і цинку. Він використовується для гальванічного покриття, а його сполуки – як барвники (сульфіди, сульфоселеніди кадмію), стабілізатори полівінілхлоридних пластмас (стеарати кадмію).

Метал є ліофільним і халькофільним елементом. Він гідролізується за будь-яких значень рН.

У питній воді рівень кадмію зазвичай нижчий за 1 мкг/л. В Україні встановлена ГДК кадмію 0,001 мг/л. Всесвітня організація охорони здоров'я для питних вод встановила норму 0,003 мг/л. Середньодобове надходження кадмію в організм людини становить 10–35 мкг. Значна кількість кадмію надходить під час паління. Міжнародна асоціація вивчення раку (МАВР) відносить кадмій до канцерогенів саме в разі інгаляційного надходження. Кадмій має токсичні і кумулятивні властивості. Метал викликає хворобу ітай-ітай, що проявляється в розм'якшенні кісток, кальцифікації і піелонефриті нирок. Оскільки кадмій накопичується в організмі і має тривалий період напіввиведення (10–30 рр.), вживання зараженої води та продуктів протягом тривалого часу може призвести до тих чи інших форм кадмієвої інтоксикації. Мідь широко використовується в електропромисловості, теплоенергетиці і будівництві. Головне джерело надходження міді у природне середовище – стічні води виробництва кольорових металів, машинобудівних, металообробних, текстильних та інших підприємств.

Мідь є одним з незамінних елементів для організму людини. У деяких випадках дефіцит міді за симптомами подібний до хронічної її інтоксикації.

Мідь малотоксична для людини, не має кумулятивних властивостей. Зазвичай швидкість поглинання, утримання і виведення міді не призводять до підвищеного її вмісту в організмі. Однак при хворобах, що викликають порушення цього механізму, тривала абсорбція міді може викликати цироз печінки. Є відомості про вплив міді на метаболізм штучно вигодованих новонароджених. Зафіксовані гострі отруєння людей у разі вживання з питною водою міді у дозах 0,14 мг/кг і вище. Канцерогенні і мутагенні властивості міді не встановлені [5].

Слабка токсичність міді пояснюється її проміжним положенням між м'якими і сильними кислотами за характером утворення зв'язків. Однак мідь гостротоксична для більшості прісних безхребетних. Тому ГДК питної води (європейський стандарт – 0,05, США і СНД – 1,0, ВОЗ – 2,0 мг/л) вища, ніж рибогосподарська ГДК – 0,01 мг/л.

Ртуть широко застосовують в інсектицидах, фунгіцидах, бактерицидах і фармацевтичних препаратах. Оксиди, хлориди і сульфід ртуті застосовуються як каталізатори для виробництва синтетичних полімерів. Ртуть широко використовують у термометрах, барометрах, манометрах, ліквідація яких є головним джерелом надходження ртуті у довкілля. Ртуть та її сполуки надзвичайно токсичні для людини, вони акумулюються в нирках, печінці, головному мозку. Основний орган-мішень для неорганічної ртуті – нирки. Метилртуть вражає переважно центральну нервову систему. Летальна доза ртуті в разі споживання з питною водою становить 75–300 мг/д. Симптоми ртутної інтоксикації – атаксія, пригнічення периферійного сприйняття і рефлекса кінцівок [1].

Свинець використовують для виробництва боеприпасів, фарб, тетраетилсвинцю, типографічного сплаву, припою, кабелів, скла, глазури, акумуляторів, хімічних препаратів і барвників, для захисту від гамма-випромінювання, як стабілізатор пластмаси. Свинець вражає нервову систему, кістковий мозок і кров, судини, генетичний апарат клітини, впливає на синтез білка і проявляє гонадотоксичну і ембріотоксичну дію.

За результатами досліджень на тваринах було встановлено, що свинець, що надходить у високій концентрації з кормом, викликає рак нирок. На цій основі МАВР віднесла свинець і його неорганічні сполуки до класу можливих канцерогенів для людини [4].

Цинк у природних умовах зустрічається у вигляді таких мінералів, як цинкова обманка  $ZnS$ , смітсоніт  $ZnCO_3$ , цинкіт  $ZnO$  та ін. Найбільше промислове значення мають карбонатні та сульфідні руди цинку.

Токсичність цинку для водних рослин змінюється від 0,0075 до 50 мг/л. Для багатьох видів риб вона надто істотно залежить від температури навколишнього водного середовища. Цинк життєво необхідний для ссавців, бо він бере участь у біосинтезі нуклеїнових кислот, РНК- і ДНК-полімераз. Установлено, що цинк – обов'язковий складник ферменту крові, карбоангідрози. Цей фермент міститься в еритроцитах. Токсичність цинку для людини залежить від його синергізму або антагонізму з іншими важкими металами, особливо з кадмієм. Підвищена акумуляція важких металів може призводити до дефіциту цинку в організмі людини, що виявляється у пригніченні ферментної активності, а також в уповільненому заживанні ран. Небезпеку гострого інгаляційного отруєння являють аерозоль металевого цинку, його оксиди і хлориди, що викликають литійну пропасницю, а також нудоту, рвоту, хронічну пневмонію [1].

Актуальною є проблема стронцію-90, що використовується як джерело енергії для атомних електричних батарей. Його висока міграційна спроможність зумовила радіоактивне забруднення ґрунтів, вод і продуктів харчування людини. Підземні сульфатні води порівняно бідні стронцієм унаслідок його низької розчинності. Гідрокарбонатні води відносно збагачені цим елементом. Найбільш сприятливі умови створюються в хлоридних водах, де немає осадків цього металу.

Надлишок стронцію в організмі людини призводить до враження кісткової тканини, печінки і крові. Є дані про зобогенний ефект металу і його дію як нервової і мускульної отрути. Радіоактивний ізотоп стронцію-90 через біохімічну спорідненість з кальцієм заміщує його і накопичується у кістковій тканині. Це призводить до тривалого

локального променевого впливу на навколишні клітини, викликає їх переродження у злоякісну форму з наступними тканинними змінами та ураженням цілих органів і систем [2].

## Висновки

Споживати питну воду можна лише тоді, коли відомі показники якості. Майже всі процеси в життєдіяльності організму відбуваються за участю води. Саме вода є важливою частиною природи. Але людина своєю згубною діяльністю змінює її хімічний склад. У малі та великі ріки, водоймища потрапляють шкідливі промислові або радіоактивні відходи, які змінюють умови розпаду органічних речовин, збільшують концентрацію азоту, фосфору, важких металів, отрутохімікатів. Це погіршує якість води, вона втрачає природний колір, смак, загальний іонний склад та стає взагалі непридатною для споживання. Тому технохімічний аналіз стічних та промислових вод є досить важливим завданням санітарно-епідеміологічних служб та заводських лабораторій. Проведення аналізу та визначення важких металів у питній воді є досить важким завданням, оскільки потрібно забезпечити постійність складу, покращити матеріальну базу лабораторій, забезпечити заводські лабораторії сучасною технікою, що дасть можливість проводити аналізи на сучасному технологічному рівні.

## Література

1. *Рублевська Н.І.* Гігієнічна характеристика впливу забруднення навколишнього середовища важкими металами на стан здоров'я дитячого населення: Дис.на соиск. уч. ст. канд. мед. наук: 14.02.01 / Н.І. Рублевська / Дніпропетровська держ. медична академія. – Дніпропетровськ, 1998. – 141 с.
2. *Зозуля Ю.П.* Сучасне уявлення про хронічний вплив малих доз радіонуклідів на центральну нервову систему/ Ю.П. Зозуля // Хронічний вплив малих доз опромінення на нервову систему: експериментальні дослідження та клінічні спостереження / за ред. Ю.П. Зозулі. – К., 1998. – С. 398–415.
3. *Даценко І.І.* Гігієна і екологія людини: навч. посіб. / І.І. Даценко. – Л.: Афіша, 2000. – 248 с.

4. Хижняк М.І. Здоров'я людини та екологія / М.І. Хижняк, А.М. Нагорна. – К.: Здоров'я, 1995. – 228 с.

5. Микитюк О.М. Екологія людини / О.М. Микитюк, О.З. Злотін, В.М. Бровдій. – Х.: ХДПУ “ОВС”, 2000. – 207 с.

Стаття надійшла до редакції 18.03.09.

<sup>1</sup>Г.И. Архипова, <sup>2</sup>Т.Е. Мудрак, <sup>3</sup>Д.В. Завертана

#### **ВЛИЯНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО СОДЕРЖИМОГО ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

<sup>1,3</sup>Национальный авиационный университет

<sup>2</sup>Национальный университет пищевых технологий

##### **питьевая вода, предельнодопустимые концентрации, тяжелые металлы**

В промышленности широко применяются тяжелые металлы, которые относятся к распространенным токсичным загрязняющим веществам. Несмотря на очистные сооружения, соединения тяжелых металлов проникают в промышленные сточные воды. Значительное количество этих соединений попадает в воду через атмосферу. Экологическая опасность тяжелых металлов заключается в их активном поглощении фитопланктоном с последующей передачей человеку по пищевой цепочке. Выделяют две группы металлов, различных по своей экологической значимости: элементы, предельно допустимая концентрация которых близка к их фоновым значениям в природной воде, например, железо, марганец, стронций и металлы (медь, свинец, цинк), и элементы, предельно допустимая концентрация которых значительно превышает реальные природные фоновые значения. Для нормального функционирования организма человека необходим сбалансированный обмен микроэлементов, нарушение которого приводит к тяжелым заболеваниям и отравлениям.

<sup>1</sup>Galina I. Arkhipova, <sup>2</sup>Tanya E. Mudrak, <sup>3</sup>Dasha V. Zavertana

#### **EXPERIENCE OF EXCESS HEAVY METAL CONTENT IN DRINKING WATER FOR HUMAN ORGANISM**

<sup>1,3</sup>National Aviation University

<sup>2</sup>National University of Food Technologies

##### **heavy metals, maximum allowable concentration, drinking-water**

Heavy metals are toxic to a widespread of pollutants. Heavy metals are widely used in various industrial enterprises, and, despite the penetrating clearing actions, compounds of heavy metals in industrial waste water. A considerable number of these compounds into the water through the atmosphere. The environmental risk of heavy metals is that they are actively absorbed by phytoplankton and then transferred to humans by food chain. Into two groups of metals, different in their ecological significance. The first group of elements, maximum allowable concentration (MAC) are close to their background values in natural water. This, for example, iron, manganese, strontium. The second group includes metals (copper, lead, zinc), which far exceed the MCL real natural background values. For the normal functioning of the human body requires to achieve a balanced exchange of microelements, the violation of which leads to serious diseases and poisonings.