

УДК 543.217(031)

О.М. Верста-Ядлош¹, В.Л. Старчевський², В.В. Левінський¹

Дослідження вмісту токсичних металів у поверхневих водах Івано-Франківщини

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка»,

вул. Степана Бандери, 12, м. Львів-13, 79013, Україна

Забруднення водойм отруйними стічними водами збільшується. До числа особливо отруйних металів в стічних водах відносяться: миш'як, барій, кадмій, хром, свинець, ртуть, ванадій. Деякі з цих металів не тільки токсичні, але й канцерогенні. Вміст цинку у поверхневих водах Івано-Франківщини перевищує ГДК. Розчинність металів та їх сполук у воді залежить від температури та впливає на їх токсичність у водоймах.

Ключові слова: поверхневі води, токсичні метали, людський організм, отрута.

O.M. Versta-Yadlosh, V.L. Starchevsky, V.V. Levinsky

The Investigation of Content of the Toxic Metals in the Surface water of Ivano-Frankivsk region

Vasyl Stefanyk' Precarpathian National University,

57, Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76025, Ukraine

The toxic metals in the sewage (waste water) are: arsenic, barium, cadmium, chromium, lead, mercury, vanadium. Some of these metals are cancer-producing. It is shown that the content of zinc in the surface water of Ivano-Frankivsk is confined to maximum permissible concentration. The solubility of metals in the water depends on temperature and has an effect on their toxicity in the water tank.

Key words: sewage, toxic metals, human's organism, poison, solubility.

Стаття постуила до редакції 15.09.2008; прийнята до друку 27.10.2008.

Вступ

Токсична дія багатьох металів збільшується під впливом фізико-хімічних властивостей самих металів (розчинність у воді), кумулятивної дії на організм деяких з них, наприклад, свинцю, особливостей водойм, куди вони потрапляють (мала жорсткість води, збільшення температури влітку, зниження вмісту кисню).

Гігієністи, а також хіміки, біологи, інженери проводять багато дослідів, в яких визначається забруднення водойм, зміни в складі води, ставлять досліди з вивчення впливу шкідливих речовин на водні організми, рослини, процеси самоочищення

річок, очисні споруди, каналізації.

Під час використання забруднених промислових стічних вод для зрошування сільськогосподарських культур отрута накопичується в землі і в рослинах, може зі стравою потрапляти в організм людини, викликати отруєння (селен, літій).

Токсичність різних металів та їх неорганічних сполук для тварин і рослин різна. Найбільш токсичні метали – це берилій, золото, кадмій, кобальт, літій, марганець, миш'як, нікель, ртуть, свинець, сурьма, талій, телур, торій, хром та інші. Ці речовини шкідливі для організмів навіть при концентраціях менших, ніж 1 мг/л. Наприклад,

деякі метали (цинк, залізо, титан та інші) малотоксичні для людини та теплокровних тварин, але в невеликих кількостях дуже шкідливі для риб, гальмують процеси самоочищення водою. А це робить воду непридатною не лише для пиття, але й для господарських цілей.

Метою даної роботи є виявлення токсичних металів у поверхневих водах Івано-Франківщини.

I. Експериментальна частина

Для санітарного контролю за вмістом у стічних водах і водоймах токсичних металів застосовують сучасні фізико-хімічні методи дослідження, в тому числі колориметричні, полярографічні, спектрографічні. Для охорони водойм від забруднення отруйними металами, які знаходяться в стічних водах, необхідно замінити отруйні метали менш шкідливими, зменшити кількість стічних вод, застосувати водооборот, вилучити шкідливі метали (хром та ін.) в самому виробництві (осадження лугами, застосування йонного обміну і т.п.), здійснювати очистку стічних вод, нормувати допустимі концентрації йонів у воді після спуску стічних вод у водоймах.

Відбір проб відбувався в першій декаді лютого за середньомісячної температури 0°C у річках Івано-Франківської області: Бистриці Солотвинській (м. Івано-Франківськ), Бистриці Надвірнянській (м. Івано-Франківськ) та в річці Прут (м. Коломия).

II. Результати та обговорення

У природних водах метали містяться в розчинному або нерозчинному стані в невеликих кількостях. Тому, випадки отруєння людей та тварин, а також організмів, які містяться в природних водах, зустрічаються рідко. Лише підвищений вміст у деяких геохімічних провінціях фтору, селену, свинцю та інших металів буде причиною епідемічних захворювань та хронічних отруєнь [1-4].

З промисловими стічними водами у водойми можуть потрапити численні метали у вигляді хімічних сполук з різною токсичністю та високою концентрацією. Дослідженнями багатьох авторів встановлено неоднакову токсичність у різних сполук металів навіть в перерахунку на йон металу [2-7].

Р.Е. Хазарадзе [4] на підставі експериментів встановив, що сполуки Mn^{2+} у 10 разів більш токсичні, ніж Mn^{4+} [3-5].

Для білих мишей середня смертельна доза натрій телуриду становить 20 мг/кг ваги в перерахунку на йон металу, а натрій телурату – 145 мг/кг, тобто в 7,2 рази більше. Для білих щурів ці дози становлять відповідно 83 і 385 мг/кг ваги [4-7].

Доза для щурів (LD_{50}) в перерахунку на лантан складає для окису лантану 8500 мг/кг ваги,

лантан оцтовокислого – 1440 мг/кг ваги, лантан сульфату – 2450 мг/кг ваги, лантан нітрату – 1450 мг/кг ваги. Таким чином, у перерахунку на йон металу лантан нітрат виявився в 6 разів більш токсичним за оксид лантану [5-7].

Для дафнії летальна концентрація арсену у воді у вигляді натрій арсенату складає 20 мг/л, а для натрій арсеніту – 9,1 мг/л, тобто в 1,99 разів менша (Anderson, 1944) [7-9].

Токсичність натрій арсеніту виявилась значно більшою в порівнянні з натрій арсенатом [9-12].

Летальні дози різних сполук міді для 50% щурів із розрахунку на йон металу при вживанні всередину складають [11-12]:

купрум (I) хлорид	140 мг/кг ваги;
купрум (II) карбонат	159 мг/кг ваги;
купрум (II) сульфат	300 мг/кг ваги;
купрум (II) нітрат	940 мг/кг ваги

Купрум (I) хлорид виявився більш токсичним, ніж нітрат в 6,7 разів, сульфат – у 2,1 рази, карбонат – в 1,3 рази [12-14].

Для молосків купрум (II) хлорид у 2 рази токсичніший, ніж оксид.

Отже, летальні концентрації різних сполук одного і того ж металу для одних і тих же риб неоднакові [14]. В табл. 1 наведено вплив різних сполук ніколу, хрому і стибію на життєдіяльність риб.

Розчинність у воді металів та їх неорганічних сполук може вплинути на їх токсичність у водоймах. Потрапляючи в шлунково-кишківниковий тракт людини і теплокровних тварин з питною водою, неочищені сполуки погано всмоктуються слизовою оболонкою, і їх менше надходить в кров і тканини [15-16].

Але деякі з них в тканинах організму можуть добре розчинятись і перетворюватись на сильно токсичні речовини [17].

У водоймах розчинність сполук впливає на їх вміст у воді. Поганорозчинні сполуки металів в значній кількості випадають в осад у відстійниках на локальних і загальноміських очисних спорудах.

Добре розчинні у воді сполуки можна добути із стічних вод осадженням хімічними методами, або із застосуванням йонобмінних смол [19-20].

Розчинність багатьох неорганічних сполук металів збільшується з підвищенням температури і навпаки [18-20].

У річках влітку за температури води 20–23°C розчинність таких сполук підвищується, а взимку за температури води до 2°C – різко знижується і токсичні речовини осаджуються на дні ріки. Так, при зменшенні температури води різко знижується розчинність натрій біхромату, натрій хромату, нікол сульфату, барій нітрату, цинк сульфату і багатьох інших солей металів. Тому, вимоги до допустимих концентрацій добре розчинних у воді солей металів повинні бути більш суворі в порівнянні з малорозчинними або важкорозчинними.

Таблиця 1
Вплив різних сполук ніколу, хрому і стибію на життєдіяльність риби

Метал	Вміст металу, мг/л	Сполука	Піддослідні риби	Дія сполук ніколу, хрому, стибію на риби	Автор, рік досліджу
Нікол	0,8	нікол нітрат	Колюшка	Летальна	Jones, 1939
Нікол	50,0	нікол сульфат	Колюшка	Летальна	Doudorff Katz, 1953
Хром	4,1	калій сульфат	Карась	Летальна через 96 годин	Pickering, Henderson, 1966
Хром	37,5	калій біхромат	Карась	те ж	Pickering, Henderson, 1966
Стибій	12,0	стибій виннокалієвий	Пімелеметопон	те ж	Tarzwel, Henderson, 1960
Стибій	80,0	оксид стибію -III	Пімелеметопон	те ж	Pickering, Henderson, 1960

Таблиця 2
Вміст катіонів цинку в поверхневих водах Івано-Франківської області за температури 0°C

Місце відбору проби	Дата відбору проби	Час відбору проби	Об'єм проби, мл	Оптична густина	Вміст цинку, знайдений за градувальним графіком, мг/мл	Концентрація цинку, мг/л
Бистриця Солотвинська (м.Івано-Франківськ)	10.02.07	10.00	200	0,39	0,11	0,55
Лімниця (м.Калуш)	10.02.07	16.00	200	0,37	0,10	0,50
Прут (м.Коломия)	11.02.07	12.00	200	0,31	0,06	0,30
Дністер (м.Галич)	12.02.07	11.30	200	0,34	0,08	0,40
Бистриця Надвірнянська (м.Надвірна)	13.02.07	14.20	200	0,36	0,09	0,45

Досліджено також вміст йонів цинку Zn^{2+} у поверхневих водах Івано-Франківської області: в Бистриці Солотвинській (м.Івано-Франківськ), в Бистриці Надвірнянській (м.Івано-Франківськ) та в річці Прут (м.Коломия) (табл. 2). Встановлено, що концентрація цинку в цих ріках знаходиться в межах 0,3–0,55мг/л. Одержані результати показують, що вміст цинку в поверхневих водах Івано-Франківського регіону не перевищує ГДК.

Висновки

1. Результати експерименту показують, що вміст цинку у поверхневих водах Івано-Франківщини незначний і не перевищує ГДК.

2. Огляд літературних даних показав, що різні сполуки одного і того ж металу проявляють неоднакову токсичну дію на живі організми.

3. Розчинність металів та їх сполук у воді залежить від температури та впливає на їх токсичність у водоймах.

Література

1. Алевин О.А., Моричева Н.П. К изучению сорбции микроэлементов карбонатной системы природных вод// Докл.Ан СРСР. - 1960.
2. Бабинец А.Е., Гордиенко Е.Е., Денисова В.Р. Лечебные минеральные воды и курорты Украины. - К.: Наук.думка,1963. - 165с.
3. Бабинец А.Е., Мариус В.И., Койнов И.М. Минеральные и термальные воды Советских Карпат. - К.: Наук.думка,1978. - 157с.
4. Билак С.П., Кирей Е.Я., Чекотило В.М. Микроэлементы в минеральных водах Закарпатья// Микроэлементы в медицине: Материалы Первой Всесоюзной науч. конф. - Ивано-Франковск,1969.

5. Билак С.П., Кирей Е.Я., Чекотило В.М. Физико-химическая характеристика минеральных вод Закарпатья// Материалы итоговой науч.-практ. конф. Одесского НИИ курортологии. - К.: Здоров'я,1970.
6. Билак С.П. Геохимия минеральных вод Закарпатья// Материалы XI конгр. КУГА. - К.: Наук.думка, 1970.
7. Бикова Л.М., Сочка А.А., Тронь Г.Л. Курорты Закарпаття. - К.: Здоров'я, 1977.
8. Валяшко М.Г. Основы геохимии природных вод// Сб.научн.ст. - М.,1971.
9. Варганиян Г.С. Месторождение углекислых вод горно-складчатых регионов. - М.: Недра,1977.
10. Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. - М.: Высш.шк.,1960.
11. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Гідрохімія України: Підручник.
12. Государственные стандарты союза ССР. Вода питьевая. Методы анализа. Изд. Официальное. – М., 1984.
13. Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М.: Недра,1964. - 168с.
14. Колодий В.В., Койнов И.М. Происхождение подземных вод Карпатского региона в свете изотопных исследований// Резюме докл. XII конгр. Карпато-Балкан. геол. асоц. - Бухарест,1981.
15. Крайнов С.Р. Геохимия редких элементов в подземных водах. - М.:Недра, 1973.
16. Крайнов С.Р., Королькова М.Х. Распространение лития в подземных минеральных водах// Бюл. научн.-техн. информ. М.: ОНТИ ВИЭМС,1960.
17. Красничева В.В. О накоплении бора в минеральных водах в результате выделения его из осадочных пород// Пробл. гидрогеологии: Сб. научн. ст. - М.,1960.
18. Лазаренко Е.О. Метасоматичні утворення у вулканічних породах Закарпаття. – Львів: Вид. Львів. ун-ту,1960. - 140с.
19. Лазаренко Е.К., Лазаренко Э.А. Минералогия Закарпатья. - Львов: Изд-во Львов.ун-та,1963. - 612с.
20. Мищенко В.М. Минеральные источники Закарпатья. - Ужгород: Закарпатское областное изд-во, 1956. - 59с.

Верста-Ядлош О.М. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Старчевський В.Л. – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка»

Левінський В.В. – студент V курсу спеціальності «хімія» Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.