

УДК [556.114/.115.004.12+556.31.004.12](477.53)

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНОГО СТАНУ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

А. Є. Авраменко, В. В. Никифоров

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: annet88@sat.poltava.ua

Розглянуто актуальність проблеми забруднення джерел водопостачання та питної води. Проаналізовано основні джерела водопостачання та їх якість, а також вплив на здоров'я населення. Розглянуто сучасні підходи екологічного моніторингу. Запропоновано використання методів прямої оцінки токсичності водного середовища, тобто біотестування якості води за допомогою чутливих гідробіонтів. Установлено основні причини забруднення вод Глобинського, Козельщинського, Кобеляцького та Комсомольського районів на території південної частини Полтавської області. Виявлено гостру токсичну дію та встановлено хронічний токсичний вплив води на тест-об'єкти. Показано результати розрахунків, які дозволяють визначити показники виживаності та плодovitості дафній у відібраних пробах води досліджуваних районів Полтавщини. Наведено результати досліджень токсичності поверхневих і підземних вод методом біотестування. Розглянуто перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

Ключові слова: біотестування, підземні води, поверхневі води, моніторинг.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Е. Авраменко, В. В. Никифоров

Кременчугский государственный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская 20, 39600, г. Кременчук, Украина. E-mail: annet88@sat.poltava.ua

Рассмотрена актуальность проблемы загрязнения источников водоснабжения и питьевой воды. Проанализированы основные источники водоснабжения и их качество, а также влияние на здоровье населения. Рассмотрены современные подходы экологического мониторинга. Предложено использование методов прямой оценки токсичности водной среды – биотестирования качества воды с помощью чувствительных гидробионтов. Установлены основные причины загрязнения вод Глобинского, Козельщинского, Кобеляцкого и Комсомольского районов на территории южной части Полтавской области. Виявлено острое токсическое действие и установлено хроническое токсическое воздействие воды на тест-объекты. Показаны результаты расчетов, позволяющие определить показатели выживаемости и плодovitости дафний в отобранных пробах воды в исследуемых районах Полтавщины. Приведены результаты исследований токсичности поверхностных и подземных вод методом биотестирования. Рассмотрены перспективы дальнейших исследований в этом направлении.

Ключевые слова: биотестирование, подземные воды, поверхностные воды, мониторинг.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Вода є незамінною і основною речовиною для життя людини. Але стан якості води привертає увагу до себе не тільки з цієї причини, але й тому, що забруднення джерел водопостачання та питної води визначає ступінь екологічної безпеки цілих регіонів, а вживання питної води низької якості безпосередньо впливає на стан здоров'я населення. До того ж, замість традиційних аспектів неблагополуччя за показниками загальної жорсткості, вмісту заліза, фтору, на перший план вийшли показники вмісту у воді важких металів, нітритів, вірусів, збудників паразитарних захворювань, сумарної мутагенної активності води, що може призвести до більш суттєвої загрози здоров'ю населення. За даними ВООЗ, причиною хвороб 25 % мешканців планети є споживання недоброякісної питної води [1].

Слід зазначити, що Україна використовує для питних потреб головним чином (на 70 %) поверхневі води.

Разом із тим 30 % води для комунального господарства забирається з підземних вод. В Україні практично всі поверхневі (а в окремих регіонах і підземні води) за рівнем забруднення не відповідають вимогам санітарного законодавства для джерел водопостачання [2].

У Національній доповіді про якість питної води було зазначено, що із 28,5 тисяч сільських населених пунктів лише 6,3 тисячі (22 %) мають централізовані системи питного водопостачання, або із 14,8 млн. сільського населення 4 млн. (27 %) користуються її послугами, близько 19 % – використовують розбірні вуличні колонки [3]. Решта населення використовує місцеві джерела для питних потреб (колонки, криниці), більшість з них перебувають у незадовільному технічному і санітарному стані.

Взагалі у сільській місцевості проблема водопостачання населення загострилась у зв'язку з хімічним і бактеріальним забрудненням водних джерел. Сільське населення України, в основному, споживає воду з криниць та індивідуальних свердловин, які (у переважній більшості) знаходяться в незадовільному технічному й санітарному стані [4, 5].

Таким чином, актуальність досліджень, спрямованих на визначення якості, а значить і екологічної безпеки питних вод, на наш погляд, не викликає сумнівів.

Мета роботи – встановлення причин забруднення поверхневих і підземних джерел водопостачання Глобинського, Козельщинського, Кобеляцького та Комсомольського районів на території південної частини Полтавської області із застосуванням біотестування на тест-об'єктах *Daphnia magna* Straus.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. В Україні сьогодні згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод» [6] та «Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища» [7] державний моніторинг вод є невід'ємною складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. На основі цих двох урядових документів розроблена «Єдина міжвідомча інструкція з організації та здійснення державного моніторингу вод» (СМІ) [8]. Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод за гідрологічними, фізико-хімічними, радіологічними показниками якості вод.

Але для моніторингу якості природних вод та оцінки токсичності забруднюючих речовин у поверхневих і підземних водах, окрім даних гідрохімічного аналізу, необхідні інтегральні, біологічні показники [9].

Останнім часом все більшого значення набувають методи прямої оцінки токсичності водного середовища, тобто біотестування якості води за допомогою чутливих гідробіонтів. Їх застосування викликане технічною складністю та обмеженістю інформації, яку можуть надати хімічні методи [10]. Живі організми здатні сприймати набагато нижчі концентрації, ніж будь-який датчик, у зв'язку із чим біота може піддаватися токсичним впливам, що не реєструються технічними засобами.

Основа біотестування води становить визначення шкідливого впливу токсичних речовин на гідробіонти. Відносна простота реалізації багатьох біотестів, їх експресність, висока чутливість і, найголовніше, можливість одержувати за їх допомогою інформацію, яку не можуть надати традиційні методи хімічного аналізу, роблять біотестування незамінним елементом контролю та запобігання забруднення [11].

У Полтавській області вода надзвичайно забруднена, у поверхневих джерела водопостачання присутній азот амонійний, важкі метали; підземні джерела водопостачання містять фенол і хром; питна вода містить азот нітратний та амонійний, сполуки фосфору, сульфати, завислі речовини, важкі метали, органічні сполуки, фенол, цинк, мідь, марганець, поверхнево-активні речовини.

Нами вже було проведено біотестування на прикладі с. Фрунзівка (Глобинського району) приватних джерел водопостачання [12]. Зараз нами проведено більш широке дослідження поверхневих і підземних вод трьох регіонів. Таким чином, завданням дослідження передбачений аналіз чистоти досліджуваних водойм, колонок та криниць (рис. 1).

Узагалі біотестування є невід'ємною складовою системи оцінки якості і контролю води різного призначення.

На сучасному етапі відома велика кількість методів біотестування, але стандартизованих не так вже й багато (в Україні це тести з прісноводними рибами, ветвистовусими та жаброногими ракоподібними, водоростями, інфузоріями, бактеріями, які світяться [13–16]).



Рисунок 1 – Територія досліджуваних районів Полтавської області

За тест-об'єкт для визначення ступеня токсичності підземних і поверхневих вод досліджуваних районів Полтавської області як одного з критеріїв оцінки якості використано *Daphnia magna Straus*.

Методика біотестування із використанням дафній ґрунтується на визначенні змін виживаності та плодючості дафній при дії токсичних речовин, що містяться в пробах води порівняно з контролем.

Для обробки та оцінки результатів при короткочасному біотестуванні розраховують відсоток загинулих дафній в тестованій воді порівняно з контролем:

$$A = \frac{\bar{X}_K - \bar{X}_T}{\bar{X}_K} \times 100 \quad (1)$$

де \bar{X}_K – середня арифметична кількість дафній, які вижили у контролі; \bar{X}_T – середня арифметична кількість дафній, які вижили в тестованій воді.

Короткочасне біотестування (24 години) дозволяє визначити гостру токсичну дію відібраної проби на дафній. Показником виживаності служить середня кількість тест-об'єктів, що вижили в тестованій воді. Критерієм токсичності є загибель 50 і більше відсотків дафній за добу в тестованих пробах порівняно з контролем.

Біотестування проводилося в пробірках з використанням проб поверхневих і підземних вод Глобинського, Козельщенського, Кобеляцького та Комсомольського районів при кімнатній температурі (20 °С).

Кількість пробірок і використаних дафній під час проведення біотестування кожного з розведень складала 30 шт. Результати досліджень наведено в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1 – Вживаність дафній при різних пробах поверхневих і підземних вод Глобинського, Козельщенського, Кобиляцького та Комсомольського районів південної частини Полтавської області

Тест-об'єкт – <i>Daphnia magna</i> Straus			
Проби		Вживаність, %	
		абсолютне число	%
Глобинський район (1)	Мала річка № 1	24	80
	Мала річка № 2	23	76,7
	Малий ставок № 1	12	40
	Малий ставок № 2	22	73,3
	Криниця № 1 (глибина 18 м)	29	96,7
	Криниця № 2 (глибина 6 м)	21	70
	Колонка № 1 (глибина 32 м)	30	100
	Колонка № 2 (глибина 30 м)	27	90
Козельщенський район (2)	Криниця № 3 (глибина 5 м)	28	93,3
	Криниця № 4 (глибина 6 м)	27	90
	Криниця № 5 (глибина 10 м)	29	96,7
	Криниця № 6 (глибина 12 м)	30	100
	Водопровідна вода	30	100
Кобеляцький район (3)	Водопровідна вода	29	96,7
	Мала річка № 3	13	43,7
Комсомольський район (4)	Криниця № 7 (глибина 16 м)	29	96,7
	Малий ставок № 3	28	93,3
Контроль		30	100

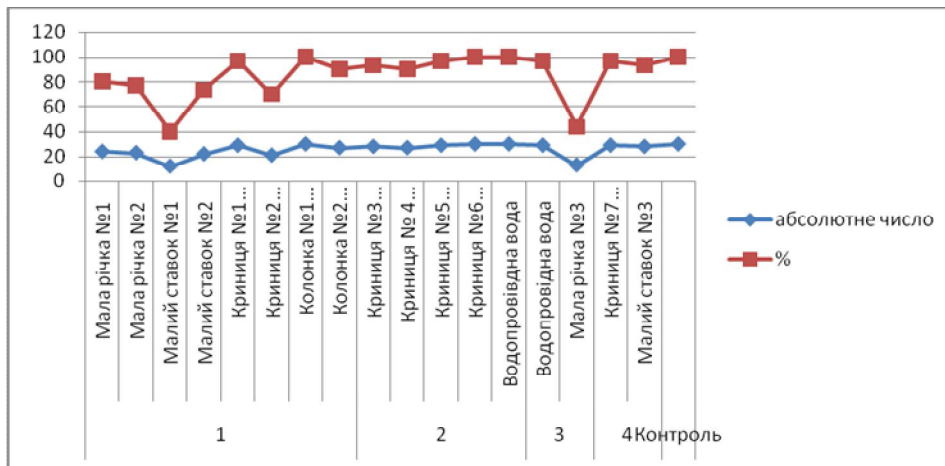


Рисунок 1 – Вживаність дафній при різних пробах поверхневих і підземних вод Глобинського, Козельщенського, Кобиляцького та Комсомольського районів

Помітно два найнижчих значення абсолютного числа виживаності (Малий ставок № 1 (Глобинського району), Мала річка № 3 (Кобеляцького району)), тому для більш детального аналізу даних проб води доцільно провести довготривале біотестування (9 діб), яке дозволяє визначити хронічну токсичну дію води на дафній за рахунок зниження їх виживаності та плодовитості. Показником виживаності слугує середня кількість вихідних самок

дафній, які вижили під час біотестування, показником плодючості – середня кількість молоді, яка була виметана під час біотестування, в перерахунку на одну вихідну самку, яка вижила. Критерієм токсичності є достовірна різниця від контролю показника виживаності або плодючості дафній. Результати проведення довготривалого біотестування наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив хронічної токсичності води на *Daphnia magna Straus*

	Концентрація розчиненого кисню, мг/дм ³	Число молоді кожні три доби, екз.			Середнє арифметичне виживання x , екз	Середнє квадратичне відхилення виживання та плодовитості G , екз.	Похибка середнього арифметичного виживання та плодовитості, S	Критерій достовірності, t_d
		3 доби	6 діб	9 діб				
Контроль	6	1500	1305	1508	49	69,3	40,8	–
Малий ставок № 1	6	407	512	385	43,47	6,78	3,9	0,13
Мала річка № 3	6	393	370	499	42	6,88	3,97	0,17

ВИСНОВКИ. Детальний аналіз результатів досліджень виживаності дафній у пробах води дозволив виявити, що в підземних водах рівень токсичності прямо пропорційно залежить від глибини колонки чи колодезя. При глибині більш ніж 6 м якість води $\geq 90\%$. У свою чергу, виживаність дафній в поверхневих водах є набагато нижчою: в річках – 76–80 %, а в ставках, у деяких випадках, не придатною для гідробіотнтів – 40 %.

Під час довготривалого біотестування було визначено, що тестована вода не має хронічного токсичного впливу на тест-об'єкти, оскільки $t_d \leq 2,78$. Таким чином, підземна вода в досліджуваних районах, залежно від глибини (≥ 6 м), є придатною для пиття, а поверхнева – майже ні.

Тому можна констатувати, що підземна вода придатна для вживання людини, а поверхнева вода може використовуватись для зрошування сільськогосподарських угідь. У подальших дослідженнях планується провести біотестування решти районів Полтавської області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бережнов С.П. Питна вода як фактор національної безпеки. // СЕС профілактична медицина. – 2006. – № 4. – С. 8–13.
2. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 № 2918-III.
3. Коваль В.В., Наталочко В.О., Ткаченко С.К., Міненко О.В., Писаренко П.В. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 32–36.
4. Прокопов В.О., Кузьмінець О.М., Соболь В.А. Стан децентралізованого господарсько-питного водопостачання України // Гігієна населених місць. – 2008. – № 51. – С. 63–67.
5. Санітарні правила по влаштуванню та утриманню криниць і каптажів джерел, що використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання № 1226–75 від 20.02.1975 р.
6. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» від 20 липня 1996 р. № 815.
7. Постанова КМУ «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу доквілля» від 30 березня 1998 р. № 391.

8. Наказ Мінекології «Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод» від 24 грудня 2001 р. № 485.

9. Крайнюкова А.Н. Биотестирование в охране вод от загрязнения. Гидроэкологична токсикометрія та біоіндикація забруднень. – Львів: Світ, 1995. – С. 440.

10. Лесников Л.А. Методика оценки влияния воды из природных водоемов на *Daphnia magna Straus*. II Методики биологических исследований по водной токсикологии. – М.: Наука, 1971. – С. 74–92.

11. Строганов Н.Н. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. – М.: Наука. 1971. – С. 14–60.

12. Авраменко А.Є., Никифоров В.В. Якість підземних і поверхневих вод (на прикладі с. Фрунзівка Глобинського району Полтавської області) // «Екологічні проблеми регіону»: матеріали V Регіональної молодіжної науково-практичної конференції. – Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В. Даля, 2012р. – С. 3–5.

13. ДСТУ 3959–2000. Охорона довкілля та раціональне поводження з ресурсами: Методики біотестування води. Настанови. – Введ. 2001.01.01 – Офіц. вид. – К.: Держстандарт України, 2000. – IV. – С. 5.

14. ДСТУ 4166:2003. Якість води: Випробування за пригніченням росту прісноводних водоростей *Scenedesmus subspicatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Selenastrum capricornutum* (ISO 8692:1989, MOD) / Крайнюкова, Ульянова (розроб.) – Офіц. вид. – Чинний від 01.07.2004 – К.: Держспоживстандарт України. – 2004. – IV. – С. 12.

15. ДСТУ 4168:2003. Якість води: Визначення гострої летальної токсичності на морських ракоподібних (crustacean) (ISO 14669:1999, MOD)/ Котко, Крайнюкова (розроб.) – Офіц. вид. – Чинний від 01.07.2004 – К.: Держспоживстандарт України. – 2004. – IV. – С. 20.

16. ДСТУ 4074–2001. Якість води: Визначення гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на прісноводній рибі [*Brachydonto rerio Hamilton – Buchanan (Teleostel, Cyprinidae)*] (ISO 7346-3:1996, MOD) / Крайнюкова (розроб.) – Офіц. вид. – Чинний від 01.07.2003. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. – 2003. – IV. – С. 20.

CURRENT STATE OF THE GROUND AND SURFACE WATER QUALITY
IN THE SOUTHERN PART OF THE POLTAVA REGION

A. Avramenko, V. Nykyforov

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine. E-mail: annet88@sat.poltava.ua

The author has considered the urgency of the problem of water supply sources and drinking water pollution. Quality of the main water supply sources and their impact on people's health were analyzed. We have examined the existing approaches for the environmental monitoring and proposed the direct aquatic toxicity assessment methods, i.e. water quality bioassay using sensitive aquatic organisms. It was defined the key water contamination factors in the Globino, Kozelshchina, Kobelyaky, and Komsomolsk areas in the southern part of the Poltava region. It was revealed there the acute toxic effects, and identified the chronic toxic effects of the water, on the test objects. This article presents the calculation results that allow determining the survival rates and fecundity of *Daphnia* in the water samples collected from the investigated areas of the Poltava region. The results of bioassay toxicity studies of the surface and groundwaters are also describes. The prospects for further research in this direction are shown.

Key words: bioassay, groundwater, surface water, monitoring.

REFERENCES

1. Berezhnov, S.P. (2006), "Drinking water as a factor of national security", *SES preventive medicine*, no. 1, pp. 8–13.
2. The Law of Ukraine (10.01.2002), "On Drinking Water and Drinking Water Supply", no. 2918–III.
3. Koval, V.V., Natalochka, V.O., Tkachenko, S.K., Minenko, O.V., Pisarenko, P.V. (2011), "Dynamics of agricultural water pollution", *News of Poltava State Agrarian Academy*, no. 2, pp. 32–36.
4. Prokopov, V.O., Kuzminets, O.M., Sable, V.A. (2008), "Panel statys below the centralized farms of drinking water supply of Ukraine", *Hygiene of settlements*, no. 51, pp. 63–67.
5. "Sanitary rules for the well facilities construction and maintenance and tapping of springs for decentra-lized domestic water supply", no. 1226–75 of February 20, 1975.
6. CMU Resolution "On Approval of the State Water Monitoring Procedure", July 20, 1996, no. 815.
7. CMU Resolution "On approval of the Regulation on State Environmental Monitoring System", March 30, 1998, no. 391.
8. Order of the Ministry of Environment "The only interagency guidance on the organization and imple-mentation of the State water monitoring", December 24, 2001, no. 485.
9. Krainyukova, A.N. (1997), *Biotestirovanie v ohrane vod ot zagriazneniya* [Bioassay in the protection of waters against pollution], Hydroecological toxicome-try and Bioindication pollution, Moscow, Russia.
10. Lesnikov, L.A. (1971), "The method of evalua-tion of natural reservoir water influence on *Daphnia magna* Straus", *Methods of biological research on aq-uatic toxicology*, Moscow, pp. 74–92.
11. Stroganov, H. H. (1971), "The method of aquatic toxicity evaluation", *Methods of Biological Research on Aquatic toxicology*, Moscow, pp. 14–60.
12. Avramenko, A.E., Nikiforov, V.V. (2012), "The quality of underground and surface waters (for example, the village Frunzovka of the Globinsky district in the Poltava region)", *Materials of the V Regional scientific conference of young scientists "Ecological problems of the region"*, Rubizhne, V. Dal SNU, pp. 3–5.
13. (2000), National standards of Ukraine 3959-2000. "Environmental protection and rational use of re-sources: water bioassay techniques. Directives", (Jan. 1, 2001), Derzhstandart Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
14. (2004), National standards of Ukraine 4166:2003. "Water Quality: The tests of inhibition of the growth of freshwater algae *Scenedesmus subspica-tus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Selenastrum capricor-nutum* (ISO 8692:1989, MOD)", July 01, 2004, Derzhstandart Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
15. (2004), National standards of Ukraine 4168:2003. "Water quality: Determination of the acute lethal toxicity to marine crustaceans (crustacean) (ISO 14669:1999, MOD)", July 01, 2004, Derzhstandart Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
16. (2003), National standards of Ukraine 4074-2001. "Water quality: Determination of the acute lethal toxicity of chemicals and water to freshwater fish [*Bra-chydanto rerio* Hamilton-Buchanan (*Teleostel*, *Cyprini-dae*)], (ISO 7346-3:1996, MOD)", July 01, 2003, State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла 17.04.2014.