

STEFAN MAZIARKA, IRENA KONGIEL-CHABŁO, KAZIMIERZ NOWAK

TOKSYKOLOGICZNA OCENA JAKOŚCI WODY DO PICIA PRZY UŻYCIU ZWIERZĄT STAŁOCIEPLNYCH (SZCZUROW)

Z Zakładu Higieny Komunalnej Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie
Kierownik: doc. dr hab. S. Maziarka

Dokonano toksykologicznej oceny jakości wody wodociągowej, podając badaną wodę białym szczurom po uprzednim zateżeniu w wodzie składników zanieczyszczeń metodą wymrażania.

WSTĘP

W systemie ochrony środowiska człowieka i ochrony zdrowia ludności ważną rolę odgrywa należyte zaopatrzenie miast, osiedli i wsi w wodę do picia i potrzeb gospodarczych. Niestety pomimo dużego postępu technicznego w zakresie uzdatniania wody, jej dezynfekcji oraz zabezpieczenia przed zakażeniem, coraz trudniej jest dostarczać mieszkańcom wodę do picia o wysokich walorach zdrowotnych wskutek znacznego zanieczyszczenia zbiorników wód naturalnych, z których ujmowana jest woda dla celów wodociągowych [2, 4, 8]. Stwarza to także konieczność dokonywania bieżącej lub okresowej kontroli jakości wody do picia pod względem zdrowotnym, polegającej na oznaczaniu właściwości organoleptycznych i fizycznych badanej wody, wykrywaniu w wodzie mikroorganizmów i substancji chemicznych niebezpiecznych dla zdrowia, bądź wskazujących na niebezpieczne zanieczyszczenie wody i porównaniu ich z wartościami normatywnymi [3, 7, 9].

Tego rodzaju system oceny jakości wody ma bardzo istotny niedostatek. Trudno w rutynowych badaniach oznaczyć wszelkie możliwe substancje zanieczyszczające wodę i dlatego nie ma pewności, że w badanej wodzie nie znajdują się jakieś zanieczyszczenia chemiczne w ilościach szkodliwych dla zdrowia a niezależnie od tego trudno jest ocenić pod względem zdrowotnym mieszaninę dużej liczby substancji chemicznych o różnej aktywności biologicznej. W tej sytuacji wydaje się, że dla pełniejszej oceny jakości wody do picia, szczególnie jeśli jest ona ujmowana z dużych rzek, niezbędne jest stosowanie dodatkowo biologiczno-toksykologicznych metod.

Do oceny wody pod względem biologiczno-toksykologicznym zaczęto stosować stosunkowo niedawno tzw. testy biologiczne z wykorzystaniem organizmów wodnych. Istnieje znormalizowana metoda oceny toksyczności wody i ścieków przy użyciu ryb [6]. Należy jednak zaznaczyć, że organizmy wodne stanowią bardzo niedoskonały model biologiczny do oceny jakości wody z punktu widzenia ochrony zdrowia człowieka.

Wspomniane wyżej niedostatki oceny wody pod względem zdrowotnym i potrzeba doskonalenia biologicznych metod przydatnych do jej oceny skłoniły autorów do podjęcia niniejszej pracy.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Do badań użyto wody wodociągowej pochodzącej z Wisły, a dla porównania stosowano wodę źródłaną.

Aby można było łatwiej uchwycić ewentualny szkodliwy wpływ zanieczyszczeń chemicznych badanej wody, zastosowano proces zagęszczania składników chemicznych w wodzie. W tym celu zastosowano metodę wymrażania. Tą metodą można zagęścić zawarte w wodzie substancje około 10-krotnie bez istotnej straty poszczególnych składników. Stosując tę metodę, spodziewano się równocześnie uzyskać możliwie najmniejsze zmiany jakościowe składników chemicznych (małe straty lotnych substancji w wodzie oraz mniejsza możliwość zmian substancji organicznych przy stosowaniu niskiej temperatury). Posłużono się techniką opisaną w pracy Sikorowskiej i Kelus [4]. Kolby szklane napełniano badaną wodą i umieszczano w kąpieli chłodzącej (mieszanina lodu i chlorku sodowego), utrzymując je w ciągłej rotacji, co powodowało powolne i równomierne wymrażanie badanej wody na ścianach kolb, natomiast substancje chemiczne w niej zawarte utrzymywały się w niezamrożonej porcji wody. Dla określenia składu wody poddanej wymrażaniu oraz wody źródłanej wykonano szereg oznaczeń fizyczno-chemicznych. Otrzymane wartości zebrano w tabeli I.

Tabela I. Skład chemiczny badanych wód

Rodzaj oznaczeń	Woda źródłana	Woda wodociągowa po wymrożeniu
pH	7,5	7,6
Twardość mval/l	17,2	64,5
Żelazo mg Fe/l	nw	0,05
Mangan mg Mn/l	nw	nw
Chlorki mg Cl/l	84,4	950,0
Amoniak mg N/l	nw	nw
Azotyny mg N/l	0,0015	0,001
Azotany mg N/l	2,0	10,0
Utlenialność mg O ₂ /l	1,7	26,0
Wapń mg Ca/l	126,3	492,9
Magnez mg Mg/l	28,2	96,0
Ołów mg Pb/l	nw	nw
Miedź mg Cu/l	0,0003	0,0440
Cynk mg Zn/l	nw	0,24
Fenole mg/l	0,014	0,036
Detergenty mg/l	0,006	0,024

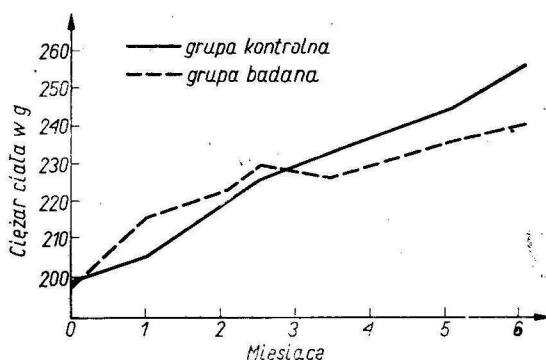
Doświadczenie rozpoczęto podając badaną wodę białym szczurom — samicom w wieku 3 miesięcy, podzielonym losowo na dwie grupy po 15 zwierząt. Zwierzęta otrzymywały suche pożywienie składające się z mieszanki LSM firmy Bacutil z dodatkiem składników wg zaleceń Dajakowskiej i Szczygła [1] w stosunku 1:2. Było to pierwsze pokolenie zwierząt doświadczalnych. Po upływie 6 miesięcy samice połączono z samcami w celu uzyskania potomstwa (drugie pokolenie). W badaniach zwrócono uwagę na okres porodu, liczbę i przeżywalność potomstwa.

Z każdej grupy zwierząt wzięto po 13 szczurów drugiego pokolenia do dalszych badań, wykonując oznaczenia ciężaru ciała, zawartości hemoglobiny we krwi oraz badanie długości snu po dootrzewnowym podaniu Evipanu.

Samicom z pierwszego pokolenia podawano badaną wodę przez 14 miesięcy. Na końcu doświadczenia wykonano oznaczenia aktywności następujących enzymów we krwi: esterazy cholinowej, katalazy, peroksydazy, aminotransferazy alaminowej, ceruloplazminy oraz oznaczano zawartość hemoglobiny we krwi.

WYNIKI BADAŃ

Samice otrzymujące do picia badaną wodę, po 3 miesiącach doświadczenia zaczęły wykazywać niewielkie zahamowanie przyrostu ciężaru ciała w porównaniu z grupą kontrolną. Po 6 miesiącach różnica ta wynosiła 7% (ryc. 1).



Ryc. 1. Przyrost ciężaru ciała szczurów.

W grupie zwierząt otrzymujących wodę wodociągową młode rodziły się przeciętnie o 2 dni później niż w grupie kontrolnej. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w płodności (grupa badana — średnio 7,5 młodych w miocie, a grupa kontrolna — 7,3). W grupie badanej, w ciągu 14-miesięcznego doświadczenia padło 10 szczurów, a w kontrolnej 8. Aktywność enzymów i zawartość hemoglobiny u pozostałych przy życiu zwierząt przedstawiono w tab. II.

Tabela II. Wyniki badań biochemicznych krwi zwierząt pierwszego pokolenia

Rodzaj oznaczenia	Grupa badana	Grupa kontrolna
	wartości średnie $\pm S$	wartości średnie $\pm S$
Esteraza cholinowa, mg zhydrolizowanego chlorku acetylocholin	$0,241 \pm 0,042$	$0,308 \pm 0,089$
Katalaza, mg rozłożonego H_2O_2/cm^2 krwi min.	2108 ± 136	2185 ± 357
Peroksydaza, IU	$144,0 \pm 23,5$	$142,8 \pm 30,4$
Ceruloplazmina, mg /100 ml	$22,45 \pm 4,28$	$14,80 \pm 2,53$
Hemoglobina, g /100 ml	$12,97 \pm 0,56$	$12,50 \pm 1,16$

Jak widać, w grupie badanej wystąpiło pewne zahamowanie aktywności esterazy cholinowej (istotność nie potwierdzona statystycznie) oraz dość wyraźne podwyższenie aktywności ceruloplazminy. Aktywność innych badanych enzymów oraz zawartość hemoglobiny we krwi utrzymywała się na podobnym poziomie w obu grupach.

Rozwój młodego pokolenia przebiegał nieco wolniej w grupie otrzymującej badaną wodę w stosunku do grupy kontrolnej. Po upływie 6 tygodni życia zaznaczyły się widoczne różnice ciężaru ciała, jednak statystycznie nieistotne. Zwierzęta otrzymujące do picia badaną wodę wykazywały także znacznie większą wrażliwość na środek narkotyczny

Tabela III. Wyniki badań zwierząt doświadczalnych drugiego pokolenia w szóstym tygodniu życia

Rodzaj oznaczenia	Grupa badana	Grupa kontrolna
	wartości średnie $\pm S$	wartości średnie $\pm S$
Ciężar ciała, g	84 ± 21	95 ± 17
Zawartość hemoglobiny we krwi, g/100 ml	$11,9 \pm 1,06$	$12,1 \pm 1,17$
Czas trwania narkozy, min.	37 ± 14	$28 \pm 5,5$

(Evipan) podany dootrzewnowo w dawce 7 mg/100 g ciężaru ciała (tab. III), co zostało potwierdzone statystycznie.

Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zawartości hemoglobiny we krwi, ani też różnic w wyglądzie, zachowaniu się zwierząt i śmiertelności.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badania wykazały nieznaczne różnice pomiędzy dwoma grupami zwierząt doświadczalnych. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń, wyniki przeważnie nie różniły się istotnie w świetle statystycznej analizy i można jedynie mówić o zaznaczających się tendencjach zmian w zakresie stosowanych wskaźników oceny stanu zwierząt. Należy zaznaczyć, że w doświadczeniach zwiększono około 10-krotnie ładunek zanieczyszczeń w wodzie podawanej do picia badanym zwierzętom. Pomimo tego nie stwierdzono zasadniczych różnic w stanie zwierząt. Można by więc sądzić, że badana woda jest raczej bezpieczna dla ludzi pod względem toksykologicznym. Orzeczenie takie musi być przyjęte z dużą ostrożnością i powściągliwością w świetle stwierdzonych tendencji pojawiania się różnic pomiędzy grupami zwierząt.

Zastosowany w niniejszej pracy układ doświadczeń nawiązuje ściśle do biologiczno-toksykologicznych badań szkodliwych substancji prowadzonych dla ustalenia najwyższych dopuszczalnych stężeń substancji obcych w środowisku człowieka. Przy transpozycji tego rodzaju wyników badań ze zwierząt laboratoryjnych w odniesieniu do populacji ludzkich, stosuje się znaczny margines bezpieczeństwa, zmniejszając dawki progowe określone przy użyciu zwierząt doświadczalnych wielokrotnie, aby można było ostatecznie ustalić bezpieczne dawki lub stężenia dla człowieka. Podobnie uczyniono w niniejszej pracy, zwiększając niejako 10-krotnie stężenia zanieczyszczeń w wodzie podawanej zwierzętom doświadczalnym w stosunku do tego jaką wodę używa ludność. Wydaje się, że jest to dość znaczny margines bezpieczeństwa przy dokonywaniu oceny istniejących zanieczyszczeń środowiska i w tym przypadku wody do picia.

W dostępnym piśmiennictwie nie stwierdzono doniesień o podobnego rodzaju badaniach. Zazwyczaj bowiem badania toksykologiczne prowadzone są na organizmach wodnych. Jedynie w jednej z prac [5] zastosowano szczury, podając im oczyszczone ścieki bytowo-gospodarcze bez zagegszczania ładunku zanieczyszczeń. Autorzy tej pracy nie uchwycili wyraźnego wpływu badanych ścieków na zwierzęta doświadczalne.

WNIOSKI

1. Stwierdzone różnice, chociaż nieznaczne, w stanie zwierząt pijących badaną wodę w stosunku do kontrolnej grupy zwierząt, wskazują na celowość dokonywania badań biologiczno-toksykologicznych wody do picia przy ocenie jej pod względem zdrowotnym. Szczególnie celowe jest wykonywanie tego rodzaju badań przy ocenie wody do picia ujmowanej ze zbiorników wód powierzchniowych o znacznym zanieczyszczeniu.

2. Badania, o których mowa wyżej powinny być prowadzone na zwierzętach stałocieplnych, jako że stanowią one bardziej doskonały model biologiczny w stosunku do organizmu człowieka niż wodne organizmy.

3. Do zagęszczania składników chemicznych w badanej wodzie zaleca się stosowanie metody wymrażania.

4. Metody toksykologicznej oceny jakości wody do picia wymagają dalszych opracowań i doskonalenia z uwzględnieniem rutynowego ich stosowania do kontroli jakości wody pod względem zdrowotnym.

С. Мазярка, И. Конгель-Хабло, К. Новак

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ (КРЫС)

Резюме

Проведены исследования токсичности химических веществ, содержащихся в водопроводной воде, взятой из большой реки. Содержание химических веществ в исследуемой воде 10-кратно гущали методом медленного вымораживания. Полученные таким образом растворы давались крысам в качестве единственного источника питьевой воды. Для сравнения результатов, второй группе животных подавали родниковую воду.

Не установили существенных различий между исследуемыми группами животных. Показали лишь незначительные или не подтвержденные статистически различия в некоторых параметрах состояния животных. Таким образом можно сделать заключение, что содержание токсических веществ в водопроводной воде по всей вероятности удерживается на уровне, безопасном для человека.

S. Maziarka, I. Kongiel-Chabło, K. Nowak

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF DRINKING WATER QUALITY USING
THERMOSTABLE ANIMALS (RATS)

Summary

Experimental investigations of the toxicity of chemical components present in tap water obtained from a great river were carried out. The content of chemical components was concentrated tenfold by the method of slow freezing and the obtained solutions were given to white rats as the only source of drinking water. For comparison, another group of rats received spring water.

No significant differences were observed between both groups of animals. Only slight or statistically unconfirmed differences were found in certain indices of the condition of animals. It may be accepted that the concentration of toxic substances in tap water is maintained at a level rather safe for man.

PIŚMIENNICTWO

1. Dajakowska Z., Szczygiet A.: Wyniki stosowania taniej i pełnowartościowej diety w hodowli szczurów i myszy. Med. Dośw. i Mikrobiol., 1950, 3, 568. — 2. Główny Urząd Statystyczny: Ochrona Środowiska. Informacje. Materiały statystyczne. Warszawa 1973. — 3. Just J., Hermanowicz W.: Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych. PZWL, Warszawa 1964. — 4. Kelus J., Sikorowska C.: Próby wyodrębnienia substancji organicznych z wody metodą

wymrażania oraz ich wstępna identyfikacja. Roczniki PZH, 1971, 22, 553. — 5. *Ottoboni A., Greenberg A. E.*: Toxicological aspects of waste water reclamation a preliminary report. Jour. Water Poll. Contr. Fed. 1970, 42, 493. — 6. PN-72/C-4610 Woda i ścieki. Oznaczanie toksyczności ostrej na gupikach. — 7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie warunków jakimi powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych. Dz. U. PRL, nr 59, poz. 333, 1961 r. — 8. *Sadowski S.*: Badania substancji organicznych występujących w wodzie rzeki Wisły. Praca doktorska, Państwowy Zakład Higieny, Warszawa 1972. — 9. Wsemirnaja Organizacja Zdrawoochranienia: Międzynarodnyje standarty pitiewoj wody. Żenewa, 1973.

Dn. 1.V.1977 r.

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24.