

Maria Pawlacyk-Szpilowa

Wpływ chlorowania na jakość zdrowotną wody do picia

Woda wodociągowa przeznaczona do picia nie powinna zawierać składników chemicznych szkodliwych dla zdrowia oraz drobnoustrojów chorobotwórczych. Taki stan czystości wody jest coraz trudniej osiągalny, ponieważ wody ujmowane na cele wodociągowe są coraz bardziej zanieczyszczone, a stosowane metody uzdatniania nie są na tyle skuteczne, aby zapewnić pod tym względem pełne bezpieczeństwo.

Szczególne trudności występują w przypadku korzystania z ujęć wód powierzchniowych, z których podczas koagulacji, sedymentacji i filtracji jest wprowadzanie usuwana większość zanieczyszczeń chemicznych, ale pozostała reszta w dalszym ciągu stanowi poważny problem technologiczny i zdrowotny. Wprawdzie stężenia pozostałych w wodzie zanieczyszczeń nie są wysokie, ale gdy w grę wchodzi substancje o dużej aktywności biologicznej, jak na przykład mutageny i kancerogeny, wówczas nawet małe — ale wielokrotnie wchłaniane przez ludność — dawki, mają ważne znaczenie dla zdrowia. Należy równocześnie zwrócić uwagę, że omawiane substancje nie pochodzą wyłącznie z wody ujmowanej, ale — co najważniejsze — powstają one podczas procesu dezynfekcji, w wyniku reakcji zanieczyszczeń organicznych z chlorem.

Chlorowanie wody, obok niewątpliwych korzystnych efektów osiąganych podczas zwalczania wirusów i bakterii, jest najpoważniejszym źródłem formowania się nowych, chloroorganicznych związków i przyczyną podwyższania aktywności mutagennej i rakotwórczej w wodzie. Ilość tych produktów jest tym większa, im bardziej zanieczyszczona jest woda poddana chlorowaniu. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki, które ilustrują podwyższenie aktywności mutagennej, oceniane metodą Ames, podczas chlorowania wstępnego i końcowego wody.

Jak widać, we wszystkich przypadkach aktywność mutagenna stwierdzona na dwóch szczepach *Salmonella typhimurium* TA₉₈ i TA₁₀₀ — po chlorowaniu — wyraźnie wzrastała. Szczególnie niekorzystne skutki wywołuje wstępne chlorowanie wody. Rysunek 2 ilustruje porównanie aktywności mutagennej w wodzie powierzchniowej, przed i po jej chlorowaniu.

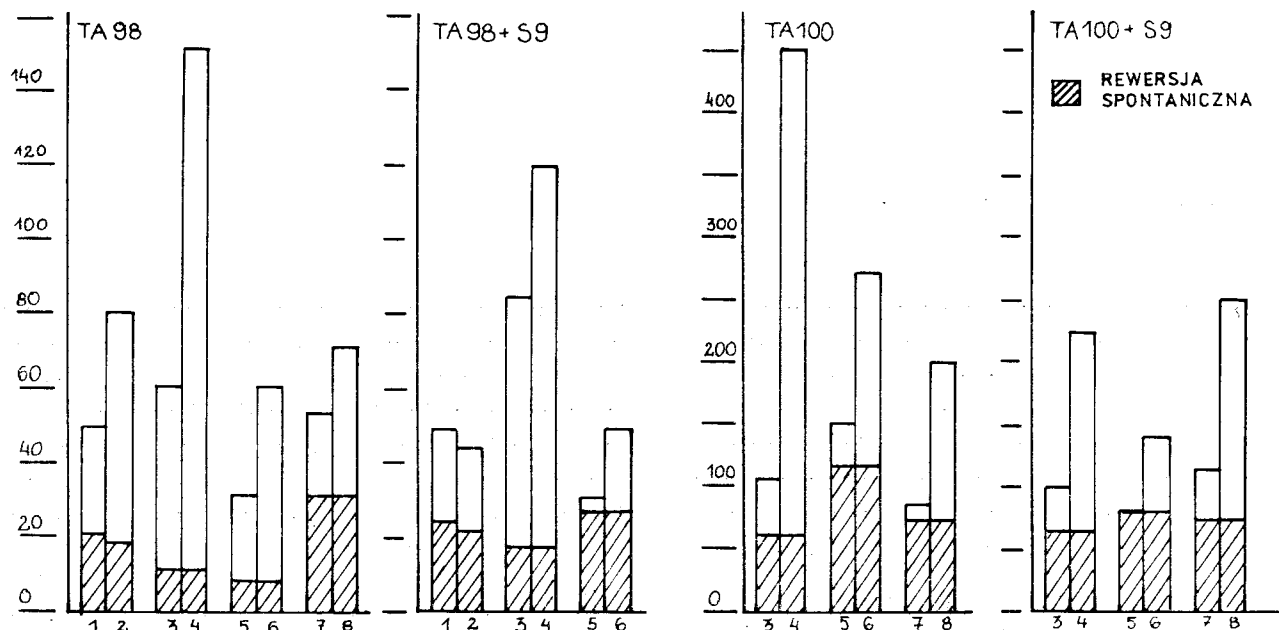
Na tym tle należy negatywnie ocenić chlorowanie wody niedostatecznie oczyszczonej. Zabieg ten powinien być stosowany wyłącznie jako końcowy etap uzdatniania wody. Woda przed chlorowaniem powinna być maksymalnie oczyszczona z mikrozanieczyszczeń organicznych, nawet drobnocząsteczkowych produktów, jakie powstają podczas ozonowania. Można to osiągnąć przez zastosowanie filtracji wody przez węgiel aktywny, który jako adsorbent nie tylko dokładnie oczyszcza wodę, ale przede wszystkim nie dopuszcza do powstawania nowych, bliżej nieznanym mutagenów i kancerogenów, a zatem poprawia jakość zdrowotną wody do picia [1].

Ważnym uzupełnieniem skutecznego uzdatniania wody do picia jest końcowa kontrola jej jakości. Dotyczy ona zarówno oceny bakteriologicznej jak i fizyczno-chemicznej.

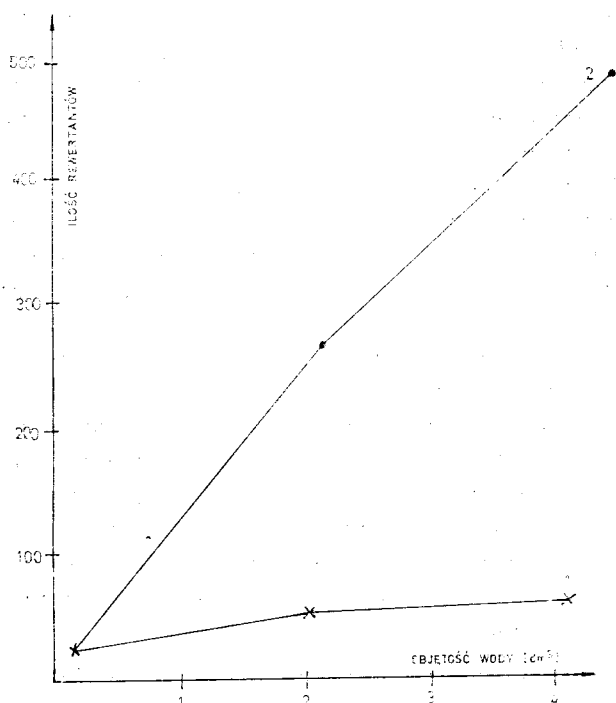
Niestety, wymagania dotyczące składu chemicznego wody nie są doskonałe i podlegają ciągle nowym korektom. Dotychczasowe ustawodawstwo i normy ustalają granice stężeń tylko niektórych zanieczyszczeń chemicznych. Pomijają natomiast wykrywanie mikrozanieczyszczeń, w tym również tych, które formują się dopiero podczas chlorowania wody. Wiele tych substancji mimo, że występuje w niewielkich stężeniach, wykazuje wysoką aktywność biologiczną lub kumuluje się w tkankach i narządach wewnętrznych człowieka. Zatem, wobec stałego używania wody, możliwe jest nagromadzenie się ich w organizmie, a także osiąganie poziomów krytycznych. Ponieważ ich wykrywanie i identyfikacja nastręcza olbrzymie trudności, ocenę wody należy uzupełnić o metody bioindykacyjne, pozwalające na ustalenie negatywnego wpływu mikrozanieczyszczeń na zdrowie, a zwłaszcza ich wpływu toksycznego, mutagennego i rakotwórczego.

Należy stwierdzić, że zasadnicze znaczenie dla jakości zdrowotnej wody do picia mają następujące czynniki:

- stopień zanieczyszczenia chemicznego i bakteriologicznego ujmowanej wody,
- stosowane sposoby uzdatniania wody; szczególna uwaga powinna być skierowana na minimalizowanie możliwości tworzenia się chloroorganicznych pochodnych podczas dezynfekcji wody,



Rys. 1. Wpływ chlorowania wody uzdatnionej w różnym stopniu na jej aktywność mutageną (1 — woda rzeczna przed chlorowaniem, 2 — woda rzeczna po chlorowaniu $1\div 2\text{ gCl}_2/\text{m}^3$, 3 — woda przed chlorowaniem wstępnym, 4 — woda po chlorowaniu wstępnym $1,8\text{ gCl}_2/\text{m}^3$, 5 — przed chlorowaniem końcowym, 6 — po chlorowaniu końcowym $0,15\text{ gCl}_2/\text{m}^3$ bezpośrednio po dodaniu chloru, 7 — przed chlorowaniem końcowym, 8 — po chlorowaniu końcowym $0,15\text{ gCl}_2/\text{m}^3$ po 20 min. kontaktu wody z chlorem) [2]



Rys. 2. Porównanie aktywności mutagennej szczepu *SALMONELLA TYPHIMURIUM* TA 98 przed (1) i po (2) chlorowaniu wstępnym wody powierzchniowej [3]

Dotychczasowe badania wody powinny być rozszerzone o badania specjalistyczne, pozwalające na wykrywanie mikrozanieczyszczeń o działaniu toksycznym, mutagenym i rakotwórczym.

LITERATURA

1. S. MONARCA, J. R. MEIER, R. J. BULL: Removal of mutagens from drinking water by granular activated carbon. *Water Res.*, 17, 1015–1026, 1983.
2. H. J. KOOL, J. HRUBEC, C. F. VAN KREIJL, G. J. PIET: Evaluation of different treatment processes with respect to mutagenic activity in drinking water. *The Science of the Total Environment*, 47, 229–256, 1985.
3. M. A. VAN DER GAAG, J. F. J. VAN DE KERKHOFF: Mutagenicity testing of water with fish: A step forward to a reliable assay. *The Science of the Total Environment*, 47, 1985, pp. 293–298.

CHLORINATION OF DRINKING WATER AND THE RESULTING IMPLICATION TO HUMAN HEALTH

Surface waters taken in for drinking purposes contain substances of a high biological activity (mutagens, carcinogens) which are difficult to remove during treatment. Disinfection with chlorine produces a great number of species creating serious health hazards to the population. Investigations have shown that chlorination is not only a major source of chlororganic compounds, but also a contributor to the increase in mutagenic and cancerogenic activity of drinking water. This contribution has been illustrated on the example of two strains, *Salmonella typhimurium* TA₉₈ and *Salmonella typhimurium* TA₁₀₀. It has been found that the wholesomeness of potable water depends primarily on the chemical and bacteriological pollution of the intake, as well as on the treatment method (application of chemicals) and the control technique used (with preference of bioindication).

— zakres metod kontrolnych, który powinien umożliwiać wykrywanie wszelkich czynników mających negatywny wpływ na zdrowie.