

ROBERT SZCZERBIŃSKI¹, JAN KARCZEWSKI, JOANNA FIŁON

AZOTANY (V) W WODZIE DO PICIA JAKO CZYNNIK RYZYKA ZDROWOTNEGO LUDNOŚCI WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO

NITRATES (V) IN DRINKING WATER AS FACTOR OF A HEALTH RISK FOR PEOPLE IN PODLASKIE VOIVODSHIP

Zakład Higieny i Epidemiologii Akademii Medycznej w Białymstoku

Kierownik: prof. dr hab. n. med. *J. K. Karczewski*

15-222 Białystok, ul. Mickiewicza 2c

e-mail: *higiena@amb.edu.pl*

¹ Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Sokółce

Dyrektor: dr n. med. *R. Szcerbiński*

W pracy dokonano oceny zagrożenia zdrowia oraz oszacowano ryzyko wynikające z obecności azotanów (V) w wodzie do picia spożywanej przez ludność województwa podlaskiego.

Słowa kluczowe: azotany (V), woda do picia, ocena ryzyka

Key words: nitrates (V), drinking water, risk assessment

WSTĘP

Azotany (V) i azotany (III) powszechnie występują w środowisku człowieka: w wodzie, glebie i żywności, co jest konsekwencją naturalnego obiegu azotu, zanieczyszczeń antropogenicznych oraz stosowania ich w przetwórstwie spożywczym. Szkodliwość azotanów (V) wynika z możliwości redukcji do azotanów (III), które stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia, powodując methemoglobinemię [1, 4, 6], niedokrwistość [6, 7] oraz w wyniku zachodzących procesów egzogennych i endogennych mogą stać się źródłem rakotwórczych nitrozoamin [8, 18]. Nadmierne spożywanie azotanów (V) i azotanów (III) może powodować unieczynnienie witaminy A [12], obniżenie wartości odżywczej poprzez upośledzenie wykorzystania niektórych składników pokarmowych: tłuszczu, białek [1, 15, 17], witamin z grupy B [15, 19]. Głównym źródłem pobrania azotanów (V) przez człowieka są warzywa i woda. W wodzie azotany (V) są nietrwale i ulegają przemianom do amoniaku i azotanów (III). Również w przewodzie pokarmowym, przy udziale mikroflory i soków żołądkowych o pH poniżej 4 azotany (V) ulegają redukcji do azotanów (III) [9, 16].

Azotany (V) i azotany (III) są naturalnie występującymi w wodzie jonami, które powstają w wyniku przemian azotu. W warunkach naturalnych ich stężenie w wodach po-

wierzchniowych wynosi zwykle kilka miligramów na dm^3 . W wodach podziemnych zaobserwowano wzrost poziomu azotanów (V), co wynika z intensyfikacji rolnictwa, ich stężenie może sięgać do kilkuset miligramów na dm^3 [20]. Azotany (V) w wodach stanowią ostatni etap degradacji biochemicznej związków organicznych.

Celem pracy była ocena zagrożenia zdrowotnego oraz oszacowanie ryzyka wynikającego z obecności azotanów (V) w wodzie do picia spożywanej przez ludność województwa podlaskiego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań

Materiał do badań stanowiły próbki wody pobrane w 14 powiatach województwa podlaskiego w ramach prowadzonego monitoringu jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi w latach 2001-2003. Pobór próbek wody odbywał się na przestrzeni całego roku w poszczególnych latach i obejmował 335 wodociągów zaopatrujących ludność w wodę do picia. Punkty poboru próbek wody zlokalizowane były w:

- ujęciach wód,
- miejscu podawania do sieci,
- sieci rozdzielczej,
- miejscu czerpania wody.

Próbki wody w latach 2001-2002 były pobierane z częstotliwością określoną w wytycznych dla stacji sanitarno-epidemiologicznych opracowanych przez Państwowy Zakład Higieny w Warszawie [11], natomiast w 2003 r. z częstotliwością określoną w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [14].

Dane dotyczące ilości obsługiwanej ludności oraz miejscowości obsługiwanych przez dany wodociąg uzyskano od administratorów wodociągów. Dla każdego wodociągu obliczono średnie stężenie azotanów w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi w oparciu o wyniki uzyskane z punktów poboru wody w latach 2001-2003.

Stężenie azotanów (V) w próbkach wody oznaczano w laboratoriach powiatowych i wojewódzkim Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych zgodnie z PN-82/C-04576/08 [13].

Szacowanie ryzyka zdrowotnego

Do oceny ryzyka zdrowotnego wykorzystano: zalecenia Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO [3], metodykę przyjętą przez *Ludwickiego* i in. [10]:

– technikę szacowania ryzyka zdrowotnego jakie niesie ze sobą spożycie wody, stosowaną we Włoszech, przedstawioną przez E. Cadum (Regionalna Agencja Ochrony Środowiska, – Region Piemont) w ramach Projektu Phare 2002-Pl./2002/IB/EN/2002 [2].

Ocenę zagrożenia azotanami pobieranymi z wodą do picia przez populację generalną województwa podlaskiego dokonano porównując Akceptowane Dzielne Pobranie ADI (Acceptable Daily Intake) z wartością Oszacowanego Dziennego Pobrania EDI (Estimated Daily Intake) i Teoretycznie Najwyższego Dziennego Pobrania TMDI (Theoretical Maximum Daily Intake).

ADI – ilość substancji chemicznej jaką dorosły człowiek może przyjmować codziennie w ciągu całego życia, prawdopodobnie bez uszczerbku dla zdrowia, zgodnie z aktualnym stanem wiedzy.

Wartość ADI dla azotanów ustalona została w 1974 roku przez Komitet Ekspertów FAO/WHO [5] i wynosi $5 \text{ mg NaNO}_3/\text{kg m.c./dzień}$ (w przeliczeniu na jon NO_3 $3,65 \text{ mg/kg m.c./dzień}$). Biorąc pod uwagę, że azotany w wodzie do picia, obok żywności, stanowią szlak narażenia na drodze pokarmowej przyjęto za Cadum [2] wartość ADI pobieranych azotanów z wodą do picia jako 10% całkowitej wartości ADI pobieranej drogą pokarmową ($0,365 \text{ mg NO}_3/\text{kg m.c./dzień}$).

Oszacowane Dzielne Pobranie (EDI) określono na podstawie średnich poziomów azotanów w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi w latach 2001–2003 w województwie podlaskim i przeciętnego spożycia wody przez populację generalną – $2 \text{ dm}^3/\text{osobę/dzień}$.

EDI obliczono ze wzoru:

$$EDI = F \times R$$

gdzie:

F – dzienne spożycie wody;

R – średni poziom zawartości azotanów w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi stwierdzony w monitoringu wody w latach 2001-2003.

TMDI – najwyższe teoretycznie możliwe dzienne pobranie danej substancji chemicznej przy założeniu, że woda zawiera ją na najwyższym dopuszczalnym poziomie.

TMDI wyliczono na podstawie normatywu higienicznego dla azotanów w wodzie do picia określonego w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [14], które wynosi 50 mg NO₃/dm³ i przeciętnego spożycia wody przez populację generalną – 2dm³/osobę/dzień.

TMDI obliczono ze wzoru:

$$TMDI = F \times M$$

gdzie:

F – dzienne spożycie wody;

M – normatyw higieniczny dla azotanów w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Ryzyko szacowano wyznaczając margines bezpieczeństwa pomiędzy ADI i EDI wyrażony liczbą, która określa ile razy musiałyby wzrosnąć średnie dzienne pobranie azotanów, aby osiągnęło ono wartość ADI, czyli wartość powyżej której pobranie azotanów nie może być uznane za bezpieczne, wg wzoru: Margines bezpieczeństwa = ADI/EDI

Na podstawie obliczonego marginesu bezpieczeństwa dla wodociągów przyjęto następujące zakresy:

- < 1 – poniżej marginesu bezpieczeństwa
- 1-10 – niski margines bezpieczeństwa
- 10-20 – średni margines bezpieczeństwa
- 20-30 – wysoki margines bezpieczeństwa
- > 30 – bardzo wysoki margines bezpieczeństwa.

Obliczenia statystyczne

Analizę statystyczną uzyskanych wyników dokonano nieparametrycznym testem zgodności Chi². Za poziom istotności w obliczeniach przyjęto $p \leq 0,05$. Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego STATISTICA 6.0 Edition.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zbiornicze wyniki badań pobierania azotanów (V) z wody do picia przez ludność województwa podlaskiego przedstawiono w tabeli I.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w województwie podlaskim 2,86% ludności pobierało azotany (V) z wody picia dostarczanej przez wodociągi powyżej ADI przypadającego na wodę do picia, przy czym ludność miejska stanowiła 1,79%, a ludność wiejska 4,86% (różnice istotne statystycznie $p \leq 0,05$).

W oparciu o koncepcję dawki progowej, przy długotrwałym narażeniu na stwierdzone poziomy azotanów (V) w spożywanej wodzie, co przy ocenie ryzyka znajduje się poniżej progu bezpieczeństwa, u/w odsetka ludności województwa podlaskiego mogą wystąpić negatywne skutki zdrowotne. Problem ten wymaga dalszych badań. Najwyższy odsetek mieszkańców województwa podlaskiego – 69,97%, w tym 78,86% ludności miejskiej i 53,3% ludności wiejskiej, pobierało azotany z wody do picia w zakresie marginesu bez-

Tabela I. Odsetek ludności województwa podlaskiego w poszczególnych zakresach marginesu
The presence of Podlaskie Voivodship in the respective ranges of safety margin for

Powiat	Margines bezpieczeństwa					
	< 1			1 – 10		
	ogółem	miejskiej	wiejskiej	ogółem	miejskiej	wiejskiej
Podlaskie	2,86	1,79 ^{a, b}	4,86 ^{a, b}	69,97	78,86 ^{a, b}	53,3 ^{a, b}
augustowski (A)	10,77 ^c NS _{A/D} NS _{A/I}	9,46 ^{a, b, c}	13,16 ^{a, b, c}	69,44 ^c	90,54 ^{a, b, c}	31,13 ^{a, b, c}
białostocki (B)	1,17 ^c	1,3 ^{a, b, c}	0,57 ^{a, b, c}	94,48 ^c	98,11 ^{a, b, c}	76,78 ^{a, b, c}
bielski (C)	0	0	0	0	0	0
grajewski (D)	10,97 ^c NS _{A/D} NS _{D/I}	4,27 ^{a, b, c}	22,46 ^{a, b, c}	73,14 ^c NS _{D/H}	95,73 ^{a, b, c}	34,47 ^{a, b, c}
hajnowski (E)	2,11 ^c NS _{E/J}	1,94 ^{a, b, c}	2,28 ^{a, b, c} NS _{E/L}	83,48 ^c	97,05 ^{a, b, c}	70,09 ^{a, b, c}
kolneński (F)	5,99 ^c NS _{F/K}	0	12,12 ^c	58,73 ^c	100 ^{a, c} NB _{F/H/I/J/M}	16,44 ^{a, c}
lomżyński (G)	6,94 ^c	5,66 ^{a, b, c}	9,74 ^{a, b, c}	79,20 ^c	94,34 ^{a, b, c}	46,18 ^{a, b, c}
moniecki (H)	0	0	0	72,98 ^c NS _{D/H}	100 ^{a, c} NB _{F/H/I/J/M}	58,34 ^{a, c}
sejneński (I)	10,43 ^c NS _{A/I} NS _{D/I}	0	16,14 ^c	50,49 ^c	100 ^{a, c} NB _{F/H/I/J/M}	23,39 ^{a, c}
siemiatycki (J)	2,03 ^c NS _{E/J}	0	3,35 ^c	96,9 ^c	100 ^{a, c} NB _{F/H/I/J/M}	94,87 ^{a, c}
sokólski (K)	5,78 ^c	0	10,86 ^c	42,23 ^c	30,32 ^{a, b, c}	52,71 ^{a, b, c}
suwalski (L)	0	0	0	3,43 ^c	0	11,52 ^c
wysokomazowiecki (Ł)	1,85 ^c NS _{F/K}	0	2,43 ^c NS _{E/L}	54,47 ^c	0	71,83 ^c
zambrowski (M)	0	0	0	85,49 ^c	100 ^{a, c} NB _{F/H/I/J/M}	65,5 ^{a, c}

* – ujęto ludność korzystającą z wodociągów w których stwierdzono stężenie azotanów(V) poniżej granicy oznaczalności (pgo);

a – $p \leq 0,05$ – różnice istotne statystycznie pobierania azotanów (V) z wody do picia między ludnością miejską i wiejską w poszczególnych zakresach marginesu bezpieczeństwa;

b – $p \leq 0,05$ – różnice istotne statystycznie pobierania azotanów (V) z wody do picia przez ludność miejską i wiejską między poszczególnymi zakresami marginesu bezpieczeństwa;

pieczeństwa 1-10 (różnice istotne statystycznie). Natomiast u 14,85% ludności województwa, w tym 14,23% ludności miejskiej i 16,01% ludności wiejskiej, pobranie azotanów (V) musiałoby więcej niż 30-krotnie wzrosnąć, aby osiągnąć wartość ADI, czyli wartość powyżej której pobranie azotanów (V) może być uznane za niebezpieczne. Poniżej marginesu

bezpieczeństwa dla pobieranych azotanów (V) z wody do picia dostarczanej przez wodociągi.
nitrates (V) taken in with drinking water supplied by waterworks.

Margines bezpieczeństwa								
10 – 20			20 - 30			> 30 ^a		
ogółem	miejskiej	wiejskiej	ogółem	miejskiej	wiejskiej	ogółem	miejskiej	wiejskiej
10,96	5,11 ^{a, b}	24,94 ^{a, b}	1,36	0	3,9	14,85	14,23 ^{a, b}	16,01 ^{a, b}
12,77 ^c	0	35,94 ^c	1,69 ^c	0	4,76 ^c	5,33 ^c	0	15 ^c
4,03 ^c	0,59 ^{a, b, c}	20,82 ^{a, b, c}	0,31 ^c	0	1,83 ^c	0	0	0
0	0	0	0	0	0	100 ^c	100	100 ^c
10,95 ^c	0	29,71 ^c	4,93 ^c	0	13,36 ^c NS _{D/K}	0	0	0
7,07 ^c	0,4 ^{a, b, c}	13,65 ^{a, b, c}	0	0	0	7,33 ^c	0,6 ^{a, b}	13,98 ^{a, b, c}
18,47 ^c	0	37,4 ^c	16,81 ^c	0	34,03 ^c	0	0	0
13,85 ^c	0	44,07 ^c	0	0	0	0	0	0
20,57 ^c	0	31,72 ^c	0	0	0	6,45 ^c	0	9,94 ^c
39,08 ^c	0	60,47 ^c	0	0	0	0	0	0
1,07 ^c	0	1,77 ^c	0	0	0	0	0	0
44,91 ^c	69,68 ^{a, b, c}	23,13 ^{a, b, c}	7,07 ^c	0	13,29 ^c NS _{D/K}	0	0	0
0	0	0	1,61 ^c	0	5,39 ^c	94,96 ^c	100 ^a	83,09 ^{a, c}
43,45 ^c	100 ^{a, c}	25,43 ^{a, c}	0,23 ^c	0	0,31 ^c	0	0	0
6,64 ^c	0	15,8 ^c	0	0	0	7,86 ^c	0	18,7 ^c

c – $p \leq 0,05$ – różnice istotne statystycznie pobierania azotanów (V) z wody do picia przez ludność miejską w poszczególnych zakresach marginesu bezpieczeństwa między poszczególnymi powiatami;

NS – różnice nieistotne statystycznie między badanymi powiatami;

NB – nie badano różnic statystycznych między powiatami.

bezpieczeństwa azotany (V) z wody do picia pobierali mieszkańcy 10 powiatów (augustowski, białostocki, grajewski, hajnowski, kolneński, łomżyński, sejneński, siemiatycki, sokólski, wysokomazowiecki), przy czym najwyższy odsetek ludności stwierdzono w powiecie grajewskim 10,97%, augustowskim 10,77% i sejneńskim 10,43% (różnice nieistot-

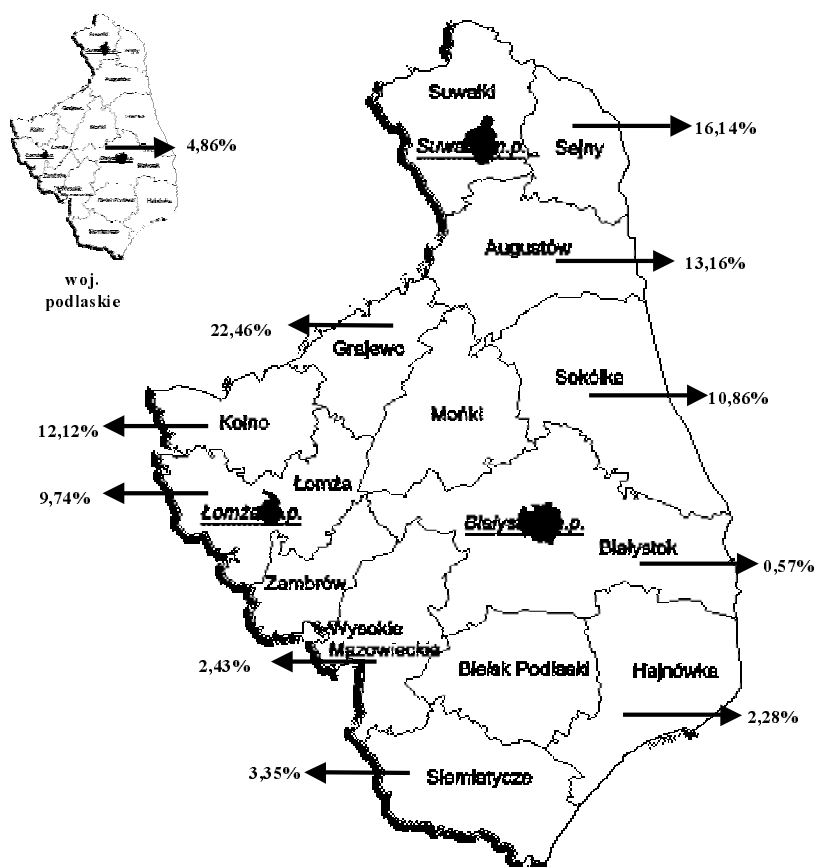
ne statystycznie między powiatem augustowskim/ grajewskim, augustowskim/sejneńskim, kolneńskim/sokólskim, sejneńskim/grajewskim, hajnowskim/siemiątyckim; różnice istotne statystycznie pomiędzy pozostałymi powiatami). Wśród ludności miejskiej pobranie azotanów (V) z wody do picia poniżej marginesu bezpieczeństwa miało miejsce w 5 powiatach (augustowski, białostocki, grajewski hajnowski, łomżyński), przy czym najwyższy odsetek ludności miejskiej dotyczył powiatu augustowskiego – 9,46% (różnice istotne statystycznie). Natomiast spośród ludności wiejskiej pobieranie azotanów z wody do picia poniżej marginesu bezpieczeństwa stwierdzono w 10 powiatach (augustowski, białostocki, grajewski, hajnowski, kolneński, łomżyński, sejneński, siemiątycki, sokólski, wysokomazowiecki), przy czym najwyższy odsetek ludności wiejskiej dotyczył powiatu grajewskiego – 22,46% (różnice nieistotne statystycznie między powiatem hajnowskim/wysokomazowieckim, natomiast pomiędzy pozostałymi badanymi powiatami różnice istotne statystycznie). W powiecie bielskim, monieckim, suwalskim, zambrowskim nie stwierdzono pobrania azotanów (V) z wody do picia poniżej marginesu bezpieczeństwa.

Najwyższy odsetek ludności ogółem pobierającej azotany z wody do picia stwierdzono w zakresie marginesu bezpieczeństwa 1-10 w 11 powiatach (augustowski, białostocki, grajewski, hajnowski, kolneński, łomżyński, moniecki, sejneński, siemiątycki, wysokomazowiecki, zambrowski – różnice nieistotne statystycznie między powiatem grajewskim / monieckim, natomiast pomiędzy pozostałymi badanymi powiatami różnice istotne statystycznie), przy czym wśród ludności miejskiej w 10 powiatach (augustowski, białostocki, grajewski, hajnowski, kolneński, łomżyński, moniecki, sejneński, siemiątycki, zambrowski – różnice istotne statystycznie) a wśród ludności wiejskiej w 9 powiatach (białostocki, grajewski, hajnowski, łomżyński, moniecki, siemiątycki, sokólski, wysokomazowiecki, zambrowski – różnice istotne statystycznie). Natomiast najwyższy odsetek ludności dla marginesu bezpieczeństwa >30 stwierdzono w powiecie bielskim i suwalskim, wynoszący średnio ogółem: 100% i 94,96%, (w obu powiatach ludność miejska stanowiła 100%, a ludność wiejska 100% i 83,09%).

Zwraca uwagę zróżnicowanie odsetka ludności korzystających z wody pitnej w miastach i na wsi. Różnice te przedstawiają ryciny 1 i 2, gdzie wzięto pod uwagę parametry poniżej marginesu bezpieczeństwa, czyli tą grupę ujęć wody, dla których zagrożenie zdrowia jest największe.

Jak wynika z przedstawionych rycin gorszą jakość wody stwierdzono w przypadku wodociągów wiejskich. Analiza geomorfologiczna wskazuje na zróżnicowanie jakości wody pod względem stężenia azotanów (V) w zależności od tego, czy dany powiat znajduje się na wododziale (Pojezierze Suwalskie, Wysoczyzny Białostocka i Bielska), czy też w zlewni rzek płynących przez województwo podlaskie (dolina Narwi).

Podstawowym celem oceny ryzyka jest dostarczenie informacji niezbędnych do prowadzenia procesu zarządzania ryzykiem. Oszacowane ryzyko zdrowotne narażenia ludności województwa na azotany (V) w wodzie do picia dostarczanej przez wodociągi stanowi źródło danych dla administracji rządowej na szczeblu województwa oraz administracji samorządowej do podejmowania działań zmierzających do wyeliminowania lub obniżenia ryzyka do wielkości akceptowanej oraz informowanie społeczeństwa o istocie zagrożenia. Przedstawiona w niniejszej pracy charakterystyka ryzyka zdrowotnego wykazała, że ludność województwa podlaskiego narażona jest na azotany (V) z wody do picia dostarczanej przez wodociągi powyżej ADI, w związku z czym celowe jest kontynuowanie badań oraz



Ryc. 2. Odsetek ludności wiejskiej pobierającej azotany (V) z wody do picia poniżej marginesu bezpieczeństwa w rozbiu na powiaty
 The percentage of rural population taking in nitrates (V) with drinking water below the safety margin – distribution in poviats

WNIOSKI

1. Zagrożenie azotanami z wody pitnej, mierzone marginesem bezpieczeństwa, pochodzącej z wodociągów na terenie województwa podlaskiego jest małe (2,86% średnio, w tym 1,79% ludność miejska i 4,86% ludność wiejska).

2. Najwyższy odsetek ludności w województwie podlaskim (69,97%) ekspozowanej na azotany (V) dostarczanej przez wodociągi stwierdzono w zakresie marginesu bezpieczeństwa od 1 do 10, przy czym ludność miejska stanowiła 78,86%, a ludność wiejska 53,3%.

3. Wydaje się celowe kontynuowanie badań środowiskowego narażenia na azotany (V) ludności województwa podlaskiego poprzez skorelowanie ryzyka przedstawionego przy pomocy marginesu bezpieczeństwa z epidemiologią nowotworów.

R. Szczerbiński, J. Karczewski, J. Fiłon

NITRATES (V) IN DRINKING WATER AS FACTOR OF A HEALTH RISK
FOR PEOPLE IN PODLASKIE VOIVODSHIP

Summary

The aim of this article was to evaluate of a health danger and to estimate the risk due to the presence of nitrates (V) in drinking water used by people in Podlaskie Voivodship.

For research I used water specimens taken in 14 poviats (smaller administration districts) in Podlaskie Voivodship as part of drinking water quality monitoring in the years 2001-2003.

Evaluation of danger of nitrates (V) taken in with drinking water by the population of Podlaskie Voivodship was carried out by comparing ADI (Acceptable Daily Intake) with value of EDI (Evaluated Daily Intake) and TMDI (Theoretical Maximum Daily Intake) Risk was estimated by calculating safety margin between ADI and EDI.

On the basis of the obtained results it was stated that on the territory of Podlaskie Voivodship 1.79% of urban population and 4.86% of rural population, was taking in nitrates (V) with water supplied by waterworks in doses below the safety margin. Nitrates (V) from drinking water in doses below the safety margin were taken in by population of 10 poviats, with the highest percentage of the population noted in the poviats of: Grajewo (10.97%), Augustów (10.77%) and Sejny (10.43%). Among the urban population the highest percentage noted in the Poviats of Augustów (9.46%), and among the rural population – in the Poviats of Grajewo (22.46%). The highest percentage of the population (69.97%) in Podlaskie Voivodship consumed nitrates (V) with drinking water supplied by waterworks in the range of the safety margin from 1 to 10, including 78.86% of urban population and 53.3% of rural population.

It seems useful to continue the environmental research on the exposure of Podlaskie Voivodship inhabitants to nitrates by correlating the risk expressed by the safety margin with cancer epidemiology.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bilczuk L.*: Wpływ przedłużonego podawania azotanu sodowego na niektóre wskaźniki biochemiczne u zwierząt doświadczalnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1980, 13, 1, 41-47 (11).
2. *Cadum E.*: Ocena ryzyka: Reakcja na dawkę (materiał niepublikowany, przedstawiony na szkoleniu pracowników Państwowej Inspekcji Sanitarnej w ramach Projektu Phare 2002-Pl. /2002/IB/EN/2002–Monitoring jakości wody przeznaczonej do spożycia).
3. Codex Alimentarius Commission FAO/WHO. Progress report by WHO on prediction of dietary intake of pesticides. FAO/WHO CXPR 94/4, Geneva 1994.
4. *Duchoń B., Hady S.*: Trzy przypadki methemoglobinemii w przebiegu zatrucia azotynami. *Roczn. PZH* 1992, 43, 3-4, 267-272.
5. Evaluation of certain food additives. Twenty third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Techn. Rep. Ser.: 648, WHO, Geneva 1980.
6. *Gasiński J.*: Wpływ azotanów zawartych w wodzie studziennej na układ czerwono-krwinkowy krwi obwodowej u dzieci. *Ped. Pol.* 1971, 46, 51-56.
7. *Gilzer M., Wojtyło S., Sukiennik I., Maniowska A., Ruta R., Turska-Karbowska G., Bihl I., Żukowski W.*: Próba oceny wpływu jakości wody do picia na stan zdrowia dorosłych mieszkańców w rejonie pól irygowanych miasta Wrocław Cz.I. Geneza problemu i metodyka badań. *Roczn. PZH* 1984, 35, 2, 173-180.
8. *Kafel S.*: Czy N-nitrozozwiązki występujące w żywności są rakotwórcze dla ludzi? *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 1984, 11, 4, 305-312.

9. Kryteria Zdrowotne Środowiska. Azotany, azotyny i związki N-nitrozowe. Tłumaczenie Karłowski K., PZWL Warszawa 1986.
10. *Ludwicki J.K., Czaja K., Struciński P.*: Próba oceny ryzyka zdrowotnego w warunkach środowiskowego narażenia na chlorowane węglowodory aromatyczne. Roczn. PZH 1996, 47, 1, 32-39.
11. Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej – Departament Inspekcji Sanitarnej, Państwowy Zakład Higieny – Zakład Higieny Komunalnej. Wytyczne dla stacji sanitarno-epidemiologicznych dotyczące kontroli sanitarnej zaopatrzenia ludności w wodę do picia i na potrzeby gospodarcze Warszawa 1977.
12. *Philips W.E.J.*: Effect of dietary nitrite on the liver storage of witamina A in the rat. Can. J. Biochem. 1966, 44, 1, 1-8.
13. PN-82/C-04576/08 Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu. Oznaczanie azotu azotanowego metodą kalorymetryczną z salicylanem sodowym.
14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. (Dz.U. nr 203, poz. 1718).
15. Saint-Blanquet G., de.: Aspects toxicologiques et nutritionnels des nitrates et des nitrites. Ann. Nutr. Alim. 1980, 34, 827-834.
16. *Szponar L., Kierzkowska E., Rucińska E.*: Azotany i azotyny w ślinie. Roczn. PZH 1986, 37, 2, 141-145.
17. *Szponar L., Kierzkowska E.*: Azotany i azotyny w środowisku oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. Post.Hig. Med. Doś. 1990, 44, 4-6, 327-350.
18. *Szponar L., Kierzkowska E.*: Wpływ na stan zdrowia azotanów i azotynów zawartych w żywności. Żywnienie Człowieka i Metabolizm. 1982, 9, 3-4, 103-110.
19. *Traczyk I.*: Azotany i azotyny – występowanie i wpływ na organizm człowieka. Żywność, Żywnienie, Prawo a Zdrowie 2000, 1, 81-89.
20. Wytyczne WHO dotyczące jakości wody do picia. Wydanie II, Tom 1; Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Tłumaczenie *Chwaliński M., Chwaliński T.*, 66.

Otrzymano: 2005.09.05