

ANNA MARKOWSKA, WIESŁAWA FURMANEK, LUCYNA GACKOWSKA, BARBARA SIWEK

ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW I AZOTYNÓW W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH LUDZI DOROSŁYCH

DETERMINATION OF NITRATES AND NITRITES IN DAILY FOOD RATIONS OF ADULTS

Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Gastronomicznego
i Artykułów Spożywczych
90-503 Łódź, ul. Kopernika 15/17
Kierownik: dr A. Markowska

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zawartości azotanów i azotynów w całodziennych racjach pokarmowych ludzi dorosłych. Badania przeprowadzono w lutym 1996 r.

WSTĘP

Azotany i azotyny wykazują, szczególnie w podwyższonych dawkach, niekorzystny wpływ na stan zdrowia człowieka [14], powodując utlenianie hemoglobiny do methe-moglobiny wywołane działaniem azotynów [2, 3]. Spożywanie pokarmów o podwyższonej zawartości azotanów i azotynów może być również przyczyną powstawania nitrozozwiązków [6]. Azotyny i azotany zmniejszają wartość odżywczą żywności m.in. poprzez destrukcję witamin z grupy B i A, nadto karotenu, obniżają także przyswajanie białka z pożywienia. Niektóre składniki pożywienia takie jak białko, witamina C czy wapń, zapobiegają niekorzystnemu działaniu azotynów jako prekursorów związków N-nitrozowych.

Głównym powodem zwiększonej zawartości azotanów i azotynów w żywności jest nadmierne stosowanie nawozów azotowych, zanieczyszczenie atmosfery czy dodawanie ich do żywności w toku procesu technologicznego (peklowanie mięsa i produkcja serów podpuszczkowych).

Według zaleceń Komitetu Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności [4] dopuszczalna ilość azotanów, którą człowiek dorosły pobiera w ciągu doby z pożywieniem nie może przekraczać 5 mg/kg masy ciała i 0,2 mg/kg masy ciała w przypadku azotynów. Stosunkowo niewiele prac [10, 11, 13, 14] ukazało się na temat obecności azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu ludzi dorosłych, choć jest to najbardziej miarodajny sposób określania całodobowego pobrania tych związków z pożywieniem. Uwzględnia on procesy kulinarne (obróbka wstępna tj. obieranie i mycie warzyw i termiczna typu gotowanie), które mogą obniżyć zawartość azotanów nawet do 65% [8, 16].

Również warunki przechowywania żywności oraz procesy fermentacyjne stosowane w przetwórstwie owoców i warzyw mogą powodować znaczące zmiany zawartości azotanów i azotynów [9].

Ocena spożycia azotanów i azotynów w oparciu o ich zawartości w poszczególnych produktach spożywczych i wodzie wykorzystywanej do przygotowania posiłków jest tylko szacunkowa. Dlatego w ocenie zagrożenia zdrowia na skutek obecności w pożywieniu i w wodzie znaczących ilości pożywienia azotanów i azotynów, niezbędne jest przeprowadzenie badań zawartości tych związków w posiłkach składających się na całodienne pożywienie człowieka.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny zawartości azotanów i azotynów w całodziennych posiłkach ludzi dorosłych.

MATERIAŁ I METODYKA

Podjmując próbę określenia zawartości azotanów i azotynów w pożywieniu ludzi dorosłych założono, że będzie to pożywienie osób korzystających z posiłków przygotowanych we własnym zakresie – wykonane w domu.

Jest to obecnie najpopularniejsza forma żywienia się ludności regionu łódzkiego.

Badania przeprowadzono w lutym 1996 r.

Opierając się na zaleceniach zawartych w Zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 24 czerwca 1994r. [18] opracowano przykładowy dekadowy jadłospis, a następnie przygotowano posiłki, w których oznaczono azotany i azotyny.

Przy sporządzaniu jadłospisu uwzględniono:

- zapotrzebowanie energetyczne około 2600 kcal/dzień,
- podział całodiennej racji pokarmowej na cztery posiłki:
 - I śniadanie – podaż 25–30% dobowego zapotrzebowania,
 - II śniadanie – 5–10%,
 - obiad – 35–40%
 - kolacja – 25–30%
- możliwość zaopatrzenia się w artykuły spożywcze łatwo dostępne na rynku łódzkim,
- produkty uwzględniane w żywieniu rodzin o przeciętnych dochodach.

Azotany i azotyny oznaczano odrębnie w każdym posiłku. Do oceny zawartości azotanów i azotynów po ich uprzedniej redukcji do azotynów na kolumnie kadmowej, stosowano metodę kolorymetryczną zgodnie z Polską Normą PN-74/A-82114 [12] wykorzystującą reakcję barwną między azotynami, a odczynnikiem *Griessa* (mieszanina roztworów kwasu sulfanilowego i chlorowodoru N-(1-naftylo)-etylenodiaminy w lodowatym kwasie octowym). Natężenie barwy oznaczono przy długości fali 520 nm na spektrofotometrze UNICAM UV/Vis 8625.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

W tabelach I, II, III i na rycinach 1, 2 przedstawiono wyniki zawartości azotanów i azotynów w poszczególnych posiłkach składających się na całodienne pożywienie ludzi dorosłych w ciągu kolejnych 10 dni okresu zimowego (badania przeprowadzono w lutym 1996 r).

Zawarte w tabeli I dane wskazują, że zawartość azotanów w całodiennej racji pokarmowej człowieka dorosłego waha się od 69,5 do 73,5 mg KNO_3 , a średnio wyniosło 304,6 mg KNO_3 /osobę. Zawartość azotynów w posiłkach tej grupy ludzi wyniosła od 1,8 do 8,4 mg NaNO_2 , średnio 4,4 mg na NaNO_2 na osobę dziennie. Analiza składu poszczególnych posiłków (Tabela II) wskazuje, że podstawowym źródłem azo-

Tabela I. Pobranie azotanów i azotynów z całodzienną racją pokarmową ludzi dorosłych.
The consumption of nitrates and nitrites by adults in whole day's food.

Dzień	Pobranie dzienne			
	Azotany		Azotyny	
	mg KNO ₃	% dopuszczalnej dawki [1]	mg NaNO ₂	% dopuszczalnej dawki [1]
1	737,5	245,8	3,7	30,8
2	447,5	149,2	2,8	23,3
3	69,5	23,2	2,7	22,5
4	134,5	45,0	8,4	70,0
5	491,4	163,8	7,1	59,2
6	160,5	53,5	3,7	30,8
7	221,8	73,9	1,8	15,0
8	211,5	70,5	3,6	30,0
9	322,6	107,5	5,0	41,7
10	248,3	82,8	5,1	42,5
	x - 304,55		x - 4,39	
	μ - 201,82		μ - 2,05	
	v - 66,27		v - 46,79	

[1] - dopuszczalne dzienne pobranie: azotany - 300 mg NaNO₂
azotyny - 12 mg NaNO₂

x - wartość średnia

μ - odchylenie standardowe

v - współczynnik zmienności

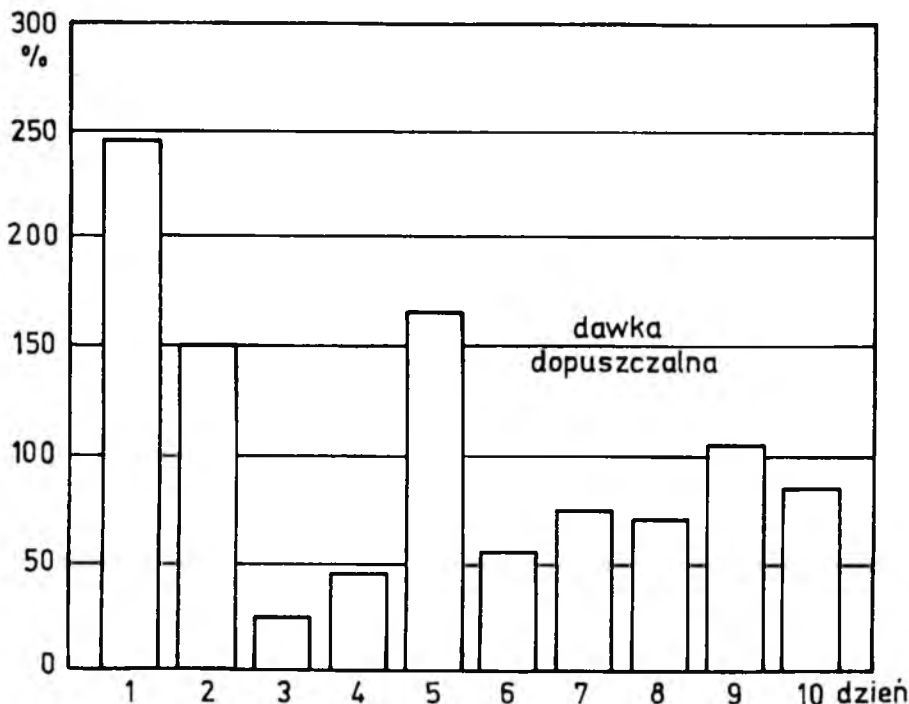
tanów są warzywa. W badanych dietach najwyższą zawartością tych związków charakteryzowały się dania zawierające w swym składzie: sałatę, rzodkiewkę, buraki, ziemniaki. Potwierdziły to wykonane oznaczenia zawartości azotanów w 3 próbkach sałaty w 1 próbce rzodkiewki wykorzystywanych do sporządzania badanych potraw. Stwierdzono w nich azotany w ilościach 6215 - 9030 mg KNO₃, kg sałaty i 7370 mg KNO₃/kg rzodkiewki. W przypadku racji pokarmowych dla dorosłych zgodnie z wytycznymi FAO/WHO [4] przyjmując 60 kg jako masę ciała dorosłego człowieka, dopuszczalne dzienne pobranie azotanów nie powinno przekroczyć 300 mg KNO₃/osobę, azotynów 12 mg NaNO₂/osobę.

Dane zawarte w tabeli I wskazują, że przy średniodziennym pobraniu azotanów przekraczającym nieznacznie dawkę uznaną za bezpieczną - 300 mg KNO₃, pobranie tych związków w poszczególnych dniach uległo bardzo dużym wahaniom, w granicach od 23% do około 246% dopuszczalnej dawki pobrania. Aż 40% badanych posiłków zawierały dawki azotanów przekraczające (1,1 - 2,5 krotnie) wartości uznawane przez FAO/WHO [5] za bezpieczne.

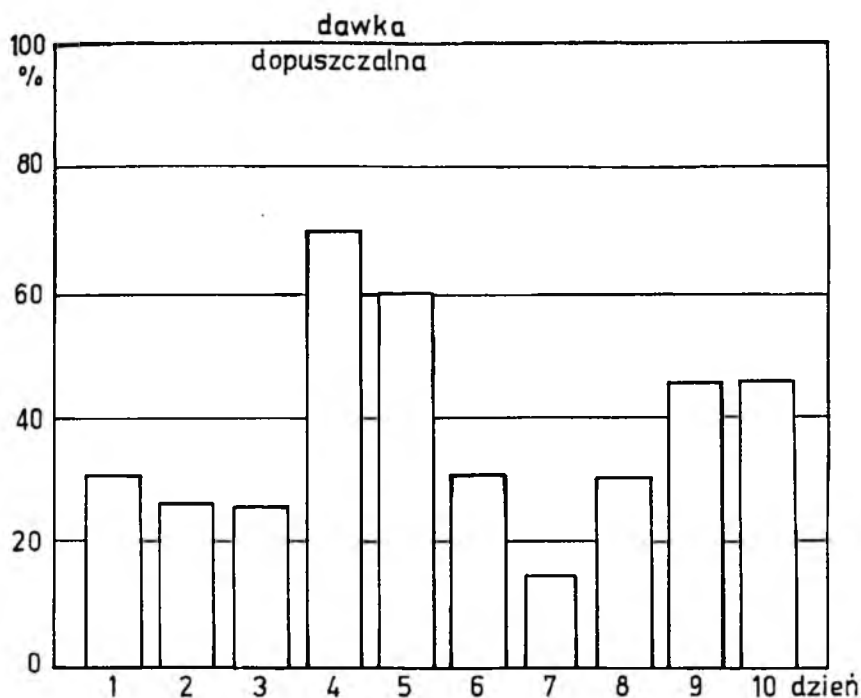
Tabela II. Najwyższa zawartość azotanów w zależności od składu posiłku.
The highest level nitrates in relation to components of meal.

Zawartość azotanów mg KNO ₃ /kg posiłku	Dzień	Posiłek	Skład posiłku
1170,0	1	II danie	ryba smażona, ziemniaki, sałata
663,6	5	śniadanie	twarożek, sałata z rzodkiewką, pieczywo, kielbasa krakowska
598,3	9	II danie	kluski śląskie, sałata
525,9	2	śniadanie	pieczywo, ser żółty, surówka z sałaty i papryki
285,2	10	I danie	barszcz ukraiński
268,8	7	śniadanie	pieczywo, paprykarz szczeciński, sałata, dżem
233,4	1	kolacja	fasolka szparagowa
193,4	8	II danie	kotlet mielony, ziemniaki, buraki

Średnie pobranie azotanów 4,4 mg NaNO₂/dzień było ponad 2,7 krotnie niższe od wartości ustalonych przez WHO – 12 mg NaNO₂. W żadnej diecie nie stwierdzono nadmiernej ilości azotanów. Przy najwyższej ilości NaNO₂, 8,4 mg/dzień pobranie stanowiło 70% dopuszczalnej dawki.



Ryc. 1. Zawartość azotanów w całodziennych racjach pokarmowych osób dorosłych.
Nitrates content in the daily rations of the adults.



Ryc. 2. Zawartość azotanów w całodziennych racjach pokarmowych osób dorosłych.
Nitrites content in the daily rations of the adults.

W krajowym piśmiennictwie opublikowano stosunkowo niewiele prac [5, 10, 11, 13] przedstawiających wyniki badań zawartości azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu ludzi dorosłych. Porównanie wyników badań własnych z danymi zawartymi w cytowanych wyżej publikacjach (Tabela III), wskazuje, że pobranie azotanów nie ulega istotnym zmianom na przestrzeni lat. W dalszym ciągu stwierdza się bardzo duże wahania w dobowym pobraniu tych związków. Szczególnie niepokoi występowanie w części diet, bardzo dużych ilości azotanów, kilkakrotnie przekraczających wielkości dopuszczalnego dziennego pobrania. W badaniach własnych wykazano, że nadmierne ilości tych związków w dietach wynikały z uwzględnienia w jadłospisach sałaty i rzodkiewki, pochodzących z upraw szklarniowych. Podobną zależność opisuje *Gronowska-Senger* [5] stwierdzając, że w racjach pokarmowych zawierających warzywa szklarniowe zaobserwowano wzrost ilości azotanów.

Porównując wyniki badań własnych (tab. III) z badaniami *Gronowskiej-Senger* [5], *Nabrzyskiego* i *Gajewskiej* [10, 11] dotyczących ilości azotynów w badanych całodziennych racjach pokarmowych osób dorosłych można stwierdzić, że analizowane w niniejszej pracy diety zawierały niskie ilości tych związków. Średnie dzienne pobranie azotynów z diet wynoszące 36,7% dopuszczalnej dawki pobrania jest niemal identyczne z wielkością określoną szacunkowo w ekspertyzie [1] na poziomie 37% dopuszczalnego limitu WHO, obliczonego według średniej zawartości azotynów w produktach spożywczych. Natomiast przy skrajnej zawartości azotynów w żywności dzienne pobranie

Tabela III. Zawartość azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu ludzi dorosłych – zestawienie wyników badań różnych autorów.
The contents of nitrates and nitrites in a whole day's food of adults – the list of research results of several authors.

Autor	Okres badań	zawartość mg (całodzienne pożywienie)			
		Azotany mg KNO_3		Azotyny mg NaNO_2	
		zakres	średnio	zakres	średnio
<i>Gronowska-Senger A.</i> [5]	1980				
	kwiecień	179–844	440,8	5–24	7,9
	maj	108–593	343,5	7–16	11,5
	czerwiec	135–658	370,1	7–80	18,9
<i>Nabrzyski M., Gajewska R.</i> [10]	1982–1983	30,79–861,01	213,01	1,02–17,88	5,60
<i>Nabrzyski M., Gajewska R.</i> [11]	1983–1985	63,59–659,38	208,21	2,37–43,94	12,93
Badania własne	1996 luty	69,5–737,5	304,6	1,8–8,4	4,4

azotynów wg autorów ekspertyzy przekracza bezpieczny limit 3-krotnie. W naszych badaniach nie stwierdzono żadnego przypadku przekroczenia dopuszczalnej dawki pobrania azotynów.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki zawartości azotanów i azotynów w całodziennych racjach pokarmowych ludzi dorosłych wskazują iż głównym źródłem tych związków są warzywa.
2. Budzi zastrzeżenie fakt, że 40% przebadanych całodziennych racji pokarmowych przekroczyło dawkę ADI.

A. Markowska, W. Furmanek, L. Gackowska, B. Siwek

DETERMINATION OF NITRATES AND NITRITES IN DAILY FOOD RATIIONS OF ADULTS

Summary

During the research work the contents of nitrates and nitrites in whole day's food of adults were examined. The study were carried out in February 1996.

In the evaluation of the degree of exposure highest permissible daily intake was considered of nitrites (0,2 mg NaNO_2) and nitrates (5 mg KNO_3) for one kg of body weight, and the assumed average body weight was 60 kg for adults.

The contents of nitrites and nitrates were determined spectrophotometrically of the basis of Griess reaction. Nitrate was determined colorimetrically using sulphanic acid and N-1- naphthyl-ethylene-diamine.

The quantity of collected nitrates and nitrites in whole day's food oscillates between 69,5 and 737,5 mg KNO_3 and the average quantity is 304,55 mg KNO_3 . The quantity of collected nitrites is in the average 1,8 – 8,4 mg NaNO_2 , and the average quantity is 4,39 mg NaNO_2 .

PIŚMIENNICTWO

1. Baryłko-Pikielna N., Tyszkiewicz S.: Chemiczne skażenie żywności. Stan źródła. Ekspertyza Wydziału Nauk Roln. i Leśnych PAN. Komitet Technologii i Chemii Żywności, Warszawa 1991.
2. Bilczuk L.: Wpływ przedłużonego działania azotynu sodowego na niektóre wskaźniki biochemiczne. Bromat. Chem. Toksykol. 1980, 13, 41–47.
3. Derach R.: Metabolisme des nitrates – nitrites. Ann. Nutr. Aliment. 1976, 30, 823–829.
4. Evaluation of Certain Food Additives Eighteen Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Roma, 1974.
5. Gronowska-Senger A.: Aspekty zdrowotne występowania azotanów i azotynów w żywności. Materiały z I Ogólnopolskiej Konferencji Nauk-Tech. „Zdrowa Żywność”, Szczecin 1987, cz II, 358.
6. Jarzębska J.: Wpływ azotynu sodu na przyswajanie azotu białkowego Inst. Med. Pracy Hig. Wsi. Praca doktorska. Lublin 1978.
7. Low H.: Nitrosocompounds. Arch. Environ. Health, 1974, 5, 29–34.
8. Markowska A., Kotowska A., Furmanek W., Gackowska L., Siwek B., Kacprzak Strzałkowska E., Błońska A.: Badania zawartości azotanów i azotynów w wybranych warzywach surowych poddanych obróbce termicznej. Roczn. PZH 1995, 46, 349–355.
9. Miśkiewicz W., Olędzka R. i inni: Wpływ procesów fermentacyjnych stosowanych w przetwórstwie domowym na rozpad azotanów. Roczn. PZH 1988, 39, 35–41.

10. *Nabrzyski M., Gajewska R.*: Badanie zawartości azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu ludzi dorosłych i dzieci. *Roczn. PZH*, 1984, 35, 533–542.
11. *Nabrzyski M., Gajewska R.*: Zawartość azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu młodzieży szkoły zawodowej oraz niemowląt i dzieci. *Roczn. PZH*, 1988, 39, 11–20.
12. PN-74/A-82114 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości azotanów i azotynów.
13. *Stopicka B., Jerulank I., Bartosiewicz Z., Szemrej I., Domanowska M.*: Badanie zawartości azotanów i azotynów w posiłkach pacjentów z terenu województwa białostockiego. *Roczn. PZH* 1998, 49, 25–33.
14. *Szponar L., Kierzkowska E.*: Wpływ na stan zdrowia azotanów i azotynów zawartych w żywności. *Żyw. Człow.* 1982, 9, 103–110.
15. *Szponar L., Kierzkowska E., Kubiczek D.*: Azotany i azotyny w racjach pokarmowych dzieci przedszkolnych. *Roczn. PZH* 1984, 35, 317–321.
16. *Szponar L., Mieleszko T., Kierzkowska E.*: Azotany i azotyny a stan zdrowia. *Pol. Tyg. Lek.* 1981, 36, 1279–1282.
17. *Szponar L., Mieleszko T., Kierzkowska E.*: Azotany i azotyny w produktach spożywczych surowych oraz poddanych obróbce wstępnej i termicznej. *Roczn. PZH* 1981, 32, 129–135.
18. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 24 czerwca 1974r w sprawie ustalenia racji pokarmowych w całodziennym wyżywieniu określonych grup ludności. *Dz. Urz. MZiOS* Nr 16 poz. 69.

Otrzymano: 1998.12.02