

ANNA MARKOWSKA, WIESŁAWA FURMANEK, LUCYNA GACKOWSKA, BARBARA SIWEK

ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW I AZOTYNÓW W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH DZIECI W WIEKU PRZEDSZKOLNYM

EVALUATION OF NITRATE AND NITRITE CONTENTS IN DIETS OF PRESCHOOL CHILDREN

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

W pracy przedstawiono zawartość azotanów i azotynów w całodziennych dietach przedszkolnych dzieci w wieku 4-6 lat. Badania przeprowadzono w styczniu 1996 r.

WSTĘP

Narażenie ludności, w tym dzieci, na działanie azotanów i azotynów budzi ciągle poważne zainteresowanie z uwagi na szereg ujemnych skutków jakie te związki wywołują w organizmie. Głównymi źródłami tych związków są: żywność łącznie z wodą, oraz zanieczyszczenie atmosfery przez tlenki azotu.

Głównym źródłem azotanów w pożywieniu są warzywa, które według danych amerykańskich [27] mogą dostarczać ponad 80% azotanów zawartych w całodziennym pożywieniu. Istotnym źródłem tych związków jest również woda do picia, co może stanowić problem przy sporządzaniu mieszanek dla niemowląt. Spożywanie produktów zawierających zbyt duże ilości azotanów i azotynów powoduje szereg niekorzystnych objawów u ludzi i zwierząt [2, 3, 13, 20, 24]. Związki te powodują między innymi u niemowląt, utlenianie hemoglobiny do methemoglobiny [2, 5], biorą też udział w wytwarzaniu rakotwórczych N-nitrozoamin [8, 10, 12]. Azotany wchłaniają się w górnym odcinku jelita cienkiego, po czym są szybko transportowane do tkanek, w związku z czym ich poziom we krwi nigdy nie jest wysoki. [29]. U osób zdrowych posiadających prawidłową kwasotę żołądka, pH poniżej 5, około 20% azotanów ulega redukcji do azotynów pod wpływem mikroflory jamy ustnej co odpowiada 5% pierwotnie spożywanej dawki azotanów [4, 27]. Przy różnych schorzeniach żołądka, kiedy może dojść do rozwoju bakterii redukcja azotanów do azotynów może dochodzić nawet do 50% dawki pobranej z całodziennym pożywieniem [27]. U ludzi powyżej 70 roku życia jak również u niemowląt, u których pH soku żołądkowego jest większe od 5 następuje rozwój bakterii powodujących redukcję azotanów do azotynów. Spożywanie pokarmów o podwyższonej zawartości azotanów i azotynów może spowodować unieczynnienie

witaminy A [5, 22] oraz szeregu witamin z grupy B [11], nadto może spowodować upośledzenie przyswajania białka [8, 9].

Niektóre składniki pokarmowe takie jak: białko, witamina C, wapń zapobiegają niekorzystnemu działaniu azotynów jako prekursorów związków N-nitrozowych.

Dotychczas, ukazało się szereg publikacji dotyczących zawartości azotanów i azotynów w poszczególnych produktach spożywczych (np. warzywa, mięso, mleko) i w wodzie [7, 16, 19, 23, 28]. Nie uwzględnia się w nich zmian azotanów i azotynów podczas procesów kulinarnych obejmujących obróbkę wstępną (obieranie i mycie warzyw) i termiczną (gotowanie i smażenie). Procesy te mogą obniżyć zawartość azotanów nawet do 65% [17, 26]. Zmiany zawartości azotanów i azotynów zachodzą również podczas przechowywania żywności, jak i fermentacji [18]. Z tego powodu przy ocenie zagrożenia zdrowia w wyniku obecności azotanów i azotynów w żywności potrzebne jest przeprowadzenie badań zawartości tych związków w całodziennych racjach pokarmowych. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badania zawartości azotanów i azotynów w dietach dzieci w wieku przedszkolnym (4–6 lat).

MATERIAŁ I METODYKA

Materiałem do badań były posiłki pobrane w jednym z łódzkich przedszkoli. Posiłki pobierano w ciągu 15 kolejnych dni w styczniu 1996r. Posiłki składały się ze śniadania, obiadu, podwieczorku, przygotowywanych przy uwzględnieniu zalecanych dziennych racji pokarmowych dla dzieci w wieku 3–6 lat, według załącznika Nr 1 do zarządzenia Ministra Oświaty i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 lutego 1972 r.

Azotany i azotyny oznaczono odrębnie w każdym posiłku. Poszczególne dania w ilościach określonych jadłospisem dla jednego dziecka, mieszano, dokładnie homogenizowano i pobierano do badań próbki o masie:

śniadanie: 20 lub 50 g (w zależności od rodzaju składników)

obiad: zupa: 20 g

obiad: II danie i kompot: 10 g

podwieczorek: 10 g

Do oceny zawartości azotynów i azotanów, po uprzedniej ich redukcji do azotynów na kolumnie kadmowej, stosowano metodę kolorymetryczną (zgodnie z Polską Normą PN-74/A-82114 [21]) wykorzystującą reakcję barwną między azotynami, a odczynnikiem *Griessa* (mieszana roztworów kwasu sulfanilowego i chlorowodorku N-(1-naftylo)-etylenodiaminy w lodowatym kwasie octowym).

Natężenie barwy oznaczono przy długości fali 520 nm na spektrofotometrze Unicam UV/Vis 8625. Przyjmując wg *Wolańskiego* [30] masę ciała – dzieci w wieku 4–6 lat – 20 kg wyliczono, że dopuszczalne dzienne spożycie dla dzieci 4–6 lat wynosi 4 mg NaNO_2 i 100 mg KNO_3 . Założono, że dziecko w wieku przedszkolnym powinno otrzymać 5 posiłków dziennie, a przy 3 posiłkach podawanych w przedszkolu racja pokarmowa powinna wynosić 75% racji dziennej. Przyjęto, że w posiłkach przedszkolnych nie powinno być więcej azotanów i azotynów niż 75% dziennej dopuszczalnej dawki pobrania tych związków. Na podstawie wyliczeń badane posiłki nie powinny dostarczać więcej niż 75 mg azotanu potasowego i 3 mg azotynu sodowego.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań zawartości azotanów i azotynów w całodziennych (3 posiłki) diecie dzieci w wieku przedszkolnym 4–6 lat, przedstawiono w tabelach I, II, III oraz rycinach 1 i 2. Do wyliczenia pobranej przez dziecko w pożywieniu ilości azotanów i azotynów

przyjęto należą, podaną przez administrację przedszkoli, wielkość porcji. Jak wynikało bowiem z obserwacji poczynionych w przedszkolu rzeczywista masa posiłków spożywanych przez dzieci jest bardzo zróżnicowana (ilość posiłków, poza obiadowymi porcjami mięsa nie była w badanym przedszkolu ograniczona), a „należą” wielkość porcji można przyjmując jako przeciętną dla 1 dziecka.

Tabela I. Pobranie azotanów i azotynów z całodzienną dietą przedszkolną (3 posiłki) przez dzieci w wieku 4–6 lat.
The consumption nitrates and nitrites in daily diet (3 meals) of children aged 4–6.

Dzień	Pobranie dzienne			
	Azotany		Azotyny	
	mg KNO ₃	% dopuszczalnej dawki [1]	mg NaNO ₂	% dopuszczalnej dawki [1]
1	118,6	158,1	3,8	126,7
2	29,1	38,8	0,5	16,7
3	8,9	11,9	2,2	73,3
4	35,8	47,7	1,9	63,3
5	104,1	138,8	0,8	26,7
6	28,5	38,0	4,3	143,3
7	123,2	164,3	2,4	80,0
8	53,7	71,6	0,8	26,7
9	46,4	61,9	0,8	26,7
10	29,5	39,3	0,9	30,0
11	35,4	43,9	0,5	16,7
12	127,5	170,0	1,2	40,0
13	40,8	54,4	0,9	30,0
14	21,3	28,4	1,7	56,7
15	22,4	29,9	1,0	33,3
	x – 55,01		x – 1,58	
	μ – 41,18		μ – 1,17	
	v – 74,85		v – 73,86	

[1] – dopuszczalne dawki dzienne azotany – 75 mg KNO₃
azotyny – 3 mg NaNO₂

x – wartość średnia

μ – odchylenie standardowe

v – współczynnik zmienności

Zawartość azotanów w masie posiłków stanowiąca jednocześnie wielkość pobrania tych związków przez przeciętne dziecko przedszkolne jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych dniach, i jak wynika z przedstawionej tabeli I waha się w granicach

od 8,9 mg KNO_3 /dzień/do 127 mg KNO_3 /dzień. Obliczono, że w badanych dietach zawartość azotanów wynosiła od 11,9% do 170% dopuszczalnej dawki pobrania tych związków. W posiłkach z 4 dni (26% ogółu badanych) wykryto azotany w dawkach 1,3–1,7 krotnie przekraczający poziom uznany za bezpieczny tj. 75 mg KNO_3 . Zawartość azotanów w badanych posiłkach wykazuje również dość duże wahania od 0,5 do 4,3 mg NaNO_2 /dzień. Natomiast spożycie azotanów stanowiło od 16,7% do 143% dopuszczalnej dawki pobrania to jest 3 mg NaNO_2 , a przekroczenie tej dawki wystąpiło w 2 posiłkach w 1 i 6 dniu.

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

Zawartość azotanów mg KNO_3 /kg posiłku	Dzień	Posiłek	Skład posiłku
305,6	7	I danie	barszcz czerwony z ziemniakami
235,9	12	II danie	ziemniaki, kotlet z jaj, buraczki zasmażane
193,4	5	II danie	ziemniaki, kotlet schabowy, buraczki zasmażane
131,8	1	I danie	barszcz czerwony z ziemniakami
102,6	8	I danie	kapuśniak z kiszanej kapusty z ziemniakami
97,8	1	podwieczorek	pieczywo, kielbasa krakowska, marchew, jabłko
80,6	9	II danie	ziemniaki, kotlet mielony, surówka z kapusty świeżej

Analiza składu posiłków podawanych dzieciom w poszczególnych dniach (Tab. II) dostarcza bardziej szczegółowych informacji o produktach, które można wskazać jako głównych dostarczycieli azotanów. Są to przede wszystkim warzywa. W badanych posiłkach najwyższą zawartością azotanów charakteryzowały się dania zawierające w składzie buraki, kapustę, marchew i ziemniaki. W badanych dietach przedszkolnych peklowane wyroby mięsne występowały sporadycznie. W tych posiłkach poza podwieczorkiem z udziałem 30g kielbasy krakowskiej wykryto azotyny w ilościach 0,2–1 mg NaNO_2 , a więc niższych niż w posiłkach nie zawierających wyrobów peklowanych.

W tabeli III przedstawiono procentowy udział poszczególnych posiłków w ogólnym pobraniu azotanów i azotanów z dietami dzieci w wieku przedszkolnym obliczony na podstawie uśrednionego ilościowego pobrania z 15 dni. Jak wynika z danych zawartych w tabeli najwięcej azotanów, blisko 90% ich ogólnej ilości w żywieniu dzieci w wieku przedszkolnym dostarczano z obiadem. Udział śniadań i podwieczorków w bilansie dziennego spożycia tych związków jest niewielki i wynosi odpowiednio 4,5% do 6,4%.

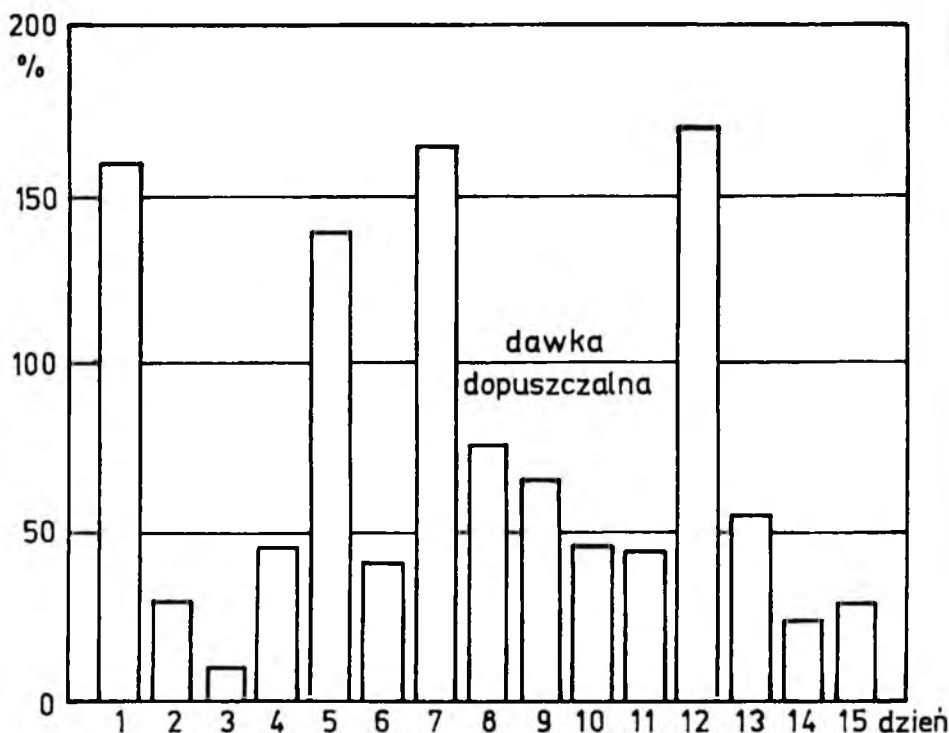
W bilansie dziennego pobrania azotanów największy udział (43,7%) miały posiłki obiadowe, zbliżony (37,5%) śniadania, a najmniejszy (18,8%) podwieczorki.

Porównując otrzymane wyniki z danymi opublikowanymi w krajowym piśmiennictwie [1, 6, 14, 15, 25] dotyczącym zawartości azotanów i azotanów w dziennych racjach pokarmowych dzieci tej samej grupy wiekowej (4–6 lat) stwierdzono, że są one zbliżone do wartości tych związków przedstawionych w pracy Szponara i wsp. [25],

Tabela III. Udział poszczególnych posiłków w dostarczaniu azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu dzieci w wieku przedszkolnym.

The participation of each meal in delivery of nitrates and nitrites in daily preschool diet.

Posiłki	Pobranie średniodzienne			
	azotany		azotyny	
	mg KNO_3	udział %	mg NaNO_2	udział %
Ogółem	55,0	100	1,6	100
w tym – śniadanie	2,5	4,5	0,6	37,7
– obiad	49,0	89,1	0,7	43,7
– podwieczorek	3,5	6,4	0,3	18,8

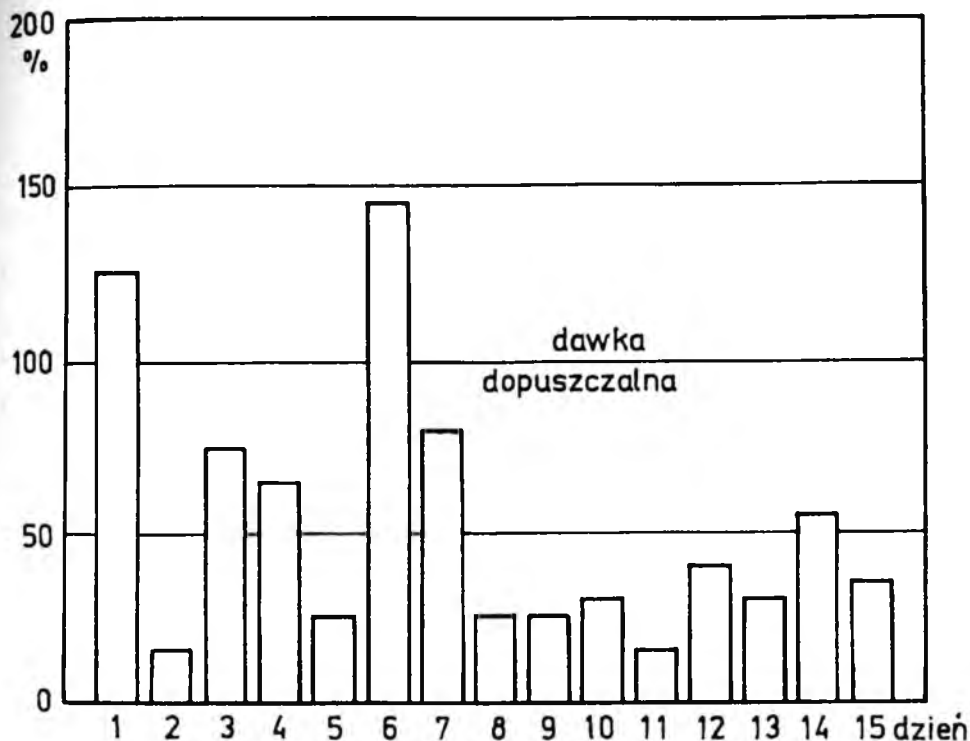


Ryc. 1. Dzielne spożycie azotanów (KNO_3) w posiłkach dzieci przedszkolnych.
Nitrates daily intake in the diet of the preschool children.

a dużo niższe od wartości podawanych przez *Majchrzak* i wsp. [27, 28]. Badając posiłki pobrane w przedszkolu w Pruszkowie koło Warszawy na przełomie 1988/89 stwierdzili oni, że ponad 90% posiłków dostarczało azotany w ilościach przekraczających dopuszczalną dawkę spożycia (w większości przypadków 2–4 krotnie), a ponad 50% posiłków zawierało zbyt dużo azotanów, przy czym w kilku przypadkach pobranie tych związków przekraczało nawet 800% dawki dopuszczalnej. *Majchrzak* i *Gronowska-Senger* [14] badając w 1986r całodienne racje pokarmowe różnych grup wiekowych jednego z Domów Dziecka w Warszawie stwierdzili, że w posiłkach przeznaczonych dla dzieci w wieku 4–6 lat średnia w dekadzie zimowej zawartość azotanów wyniosła 304 mg KNO_3 /dzień, co stanowiło 300% dopuszczalnej dawki pobrania (wynoszącej w całodiennej racji 100 mg KNO_3) i azotanów w ilości 6,6 mg NaNO_2 /dzień, tj. 165% dopuszczalnej dawki (4 mg NaNO_2).

Odsetek dziennych racji pokarmowych, w których stwierdzono przekroczenie dziennych dawek spożycia azotanów w dietach wyniósł 100%, w naszych badaniach 26,6%. W odniesieniu do azotanów wartość ta wyniosła 60%, w naszych badaniach wyniosła 13,3%.

Jak wynika z badań własnych przeprowadzonych również w okresie zimowym, średnie zawartości azotanów i azotanów w posiłkach były niższe od wartości maksymalnych,



Ryc. 2. Dzielne spożycie azotynów (NaNO_2) w posiłkach dzieci przedszkolnych.
Nitrites daily intake in the diet of the preschool children.

uznawanych za bezpieczne i wyniosły odpowiednio 73,3% i 53,3% dopuszczalnej dawki pobrania tych związków przez organizm dziecka.

Badania *Amarowicza* i wsp. [1] wykazały, że dzieci przedszkolne otrzymywały średnio 29,3% dopuszczalnej dawki azotynów i 216,6% azotanów.

Celowe wydaje się podjęcie działań zmierzających do obniżenia wysokich i stale wzrastających ilości azotanów i azotynów w produktach spożywczych, a przede wszystkim w warzywach, między innymi upowszechnienie zaleceń nauki o żywieniu człowieka.

WNIOSKI

1. Posiłki obiadowe były głównym źródłem azotanów, a w szczególności te które zawierały w swoim składzie buraki, kapustę oraz sałatę.
2. Największy udział w pobraniu z diety azotynów posiłki obiadowe oraz śniadania.

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

EVALUATION OF NITRATE AND NITRITE CONTENTS IN DIETS OF PRESCHOOL CHILDREN

Summary

The contents of nitrites and nitrates in whole day's food of children at preschool age have been examined.

Meals consisted of three dishes were taken from one of the day nurseries in Łódź in January 1996.

In the evaluation of the degree of exposure the highest permissible daily intake was considered of nitrites (0,2 mg NaNO_2) and nitrates (5 mg KNO_3) for kg of body weight and assumed average body weight was 20 kg for children.

The contents of nitrites and nitrates were determined spectrophotometrically on the basis of Griess reaction. Nitrates were reduced to nitrites passing anaquelos extract of the studied sample through a column filled with cadium dust.

The range of quality of collected nitrates in meals in wide and the quantity oscillate between 8,9 and 127, mg KNO_3 , the average quantity is 55,01 mg KNO_3 .

The quantity of collected nitrites is between 0,5 and 3,8 mg NaNO_2 and the average quantity is 1,58 mg NaNO_2 .

PIŚMIENICTWO

1. *Amarowicz R., Smoczyński S.*: Azotany i azotyny w racjach pokarmowych dzieci przedszkolnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1986, 19, 201–202.
2. *Bilczuk L.*: Wpływ przedłużonego podawania azotanu sodowego na niektóre wskaźniki biochemiczne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1980, 13, 41–47.
3. *Bilczuk L.*: Próba oceny ochronnego wpływu witaminy A, na organizm szczurów narażonych na przedłużone działanie azotynu sodowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1980, 13, 49–54.
4. *Demkowicz-Dobrzański K. i wsp.*: Zawartość azotanów i azotynów w ślinie ludzkiej jako miernik pobierania tych związków z pożywieniem, dla ewentualnej identyfikacji podwyższonego ryzyka zachorowań na raka żołądka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1980, 15, 299–303.
5. *Derache R.*: Metabolisme des nitrates- nitrites. *Ann. Nutr. Aliment.*, 1976, 30, 823–829.
6. *Emerick R.I., Olson E.O.*: Effect of nitrate and nitrite on vitamin storage in the rat. *J. Nutr.* 1962, 78, 73–77.
7. *Gronowska-Senger A.*: Aspekty zdrowotne występowania azotanów i azotynów w żywności. Materiały z I Ogólnopolskiej Konferencji Nauk.-Techn. „Zdrowa Żywność”, Szczecin 1987, cz. II, 358.
8. *Jarzębska J.*: Wpływ azotanu sodu na przyswajanie azotu białkowego. *Ins. Med. Pracy Hig. Wsi. Praca doktorska, Lublin 1978.*
9. *Kanclerz A., Zbytniewski Z.*: Wolne rachunki w fizjologii i patologii organizmu. *Post. Hig. Med. Doś.* 1978, 32, 177–191.
10. Kryteria zdrowotne środowiska. Azotany. Azotyny i związki N-nitrozowe. *Min. Zdrowia i Op. Społ. Dep. Insp. Sałit., PZWL, Warszawa 1986.*
11. *Lhuissier M., Suschetet H., Causeret J.*: Influence des nitrites et nitrates sur certains aspects de latat de nutrition vitaminoques. *Ann. Nutr. Alim.*, 1976, 30, 847–858.
12. *Low H.*: N-nitrosocompounds. *Arch. Environm. Health.*, 1974, 5, 29, 34.
13. *Lyński W., Epstein S.*: Nitrosamines environmental carcinogens. *Nature* 1970, 225, 21–23.
14. *Majchrzak D., Gronowska-Senger A., Gawryś K.*: Ocena zawartości azotanów i azotynów w całodziennych posiłkach dla dzieci. *Roczn. PZH*, 1987, 38, 376–381.

15. *Majchrzak D., Gronowska-Senger A., Oleksiak K.*: Ocena zawartości azotanów i azotynów w posiłkach dzieci przedszkolnych.
16. *Markowska A., Kotowska A., Furmanek W., Gackowska L., Siwek B., Kacprzak-Strzałkowska E., Błońska A.*: Ocena zawartości azotanów i azotynów w wybranych warzywach pochodzących z terenu województwa łódzkiego. Roczn. PZH, 1995, 46, 341–348.
17. *Markowska A., Kotowska A., Furmanek W., Gackowska L., Siwek B., Kacprzak-Strzałkowska E., Błońska A.*: Ocena zawartości azotanów i azotynów w wybranych warzywach surowych oraz podanych obróbce termicznej. Roczn. PZH 1995, 46, 349–355.
18. *Miśkiewicz W., Olędzka R. i inni*: Wpływ procesów fermentacyjnych stosowanych w przetwórstwie domowym na rozpad azotanów. Roczn. PZH 1988, 39, 35–41.
19. *Nabrzyski M., Olędzka R.*: Zawartość azotanów i azotynów w owocach i warzywach oraz w niektórych innych środkach spożywczych. Roczn. PZH 1994, 45, 167–180.
20. *Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B.*: Tyksykologia żywności. PZWL, Warszawa 1987.
21. PN-74/A-82114. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów.
22. *Phillips W.E.J.*: Effect of dietary nitrite on the liver storage of vitamin A in the rat. Can. J. Biochem., 1966, 1, 1–7.
23. *Rostkowski J., Borawska H., Omieljaniuk N., Otłog T., Hamid F.*: Występowanie azotanów i azotynów we wczesnych warzywach i ziemniakach dostępnych w handlu Białegostoku w 1992 r. Roczn. PZH 1994, 45, 81–87.
24. *Saint-Blanquat G.*: Aspects toxicologiques et nutritionnels des nitrates et des nitrites. Azotyny i azotany w racjach pokarmowych dzieci przedszkolnych. Roczn. PZH 1980, 34, 827–863.
25. *Szponar L., Kierzkowska E., Kubiczek D.*: Azotany i azotyny w racjach pokarmowych dzieci przedszkolnych. Roczn. PZH 1984, 35, 317–321.
26. *Szponar L., Mielezko T., Kierzkowska E.*: Azotany i azotyny w produktach spożywczych surowych oraz poddanych obróbce wstępnej i termicznej. Roczn. PZH 1981, 32, 129–135.
27. The Health Effects of Nitrate, Nitrite, and N-Nitroso Compounds Part 1 of a 2-part study by the Committee on Nitrate and Alternative Curing Agents in Food Assembly of Life Sciences. National Academy Press. Washington, D.C. 1981.
28. *Wawrzyniak A., Kwiatkowski S., Gronowska-Senger A.*: Ocena zawartości azotanów i azotynów oraz białka ogółem w wybranych warzywach uprawianych konwencjonalnie i ekologicznie. Roczn. PZH 1997, 48, 179–186.
29. *Witter J.P., Balish E.*: Distribution and metabolism of ingested NO_3 and NO_2 in germfree and conventional- flora rats. Appl. Environ. Microbiol, 1979, 38, 861–868.
30. *Wlanski N.*: Biodynamiczne podstawy rozwoju i wychowania. PWN, Warszawa, 1975.

Otrzymano: 1998.12.02