

OCENA POBRANIA AZOTANÓW(III) I AZOTANÓW(V) W GRUPIE STUDENTÓW

EVALUATION OF NITRITES AND NITRATES FOOD INTAKE IN THE STUDENTS' GROUP

Agata Wawrzyniak, Jadwiga Hamułka, Iwona Pankowska

Zakład Oceny Żywienia, Katedra Żywienia Człowieka
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Słowa kluczowe: azotany(III), azotany(V), pobranie, źródła, osoby dorosłe

Key words: nitrites, nitrates, intake, sources, adults

STRESZCZENIE

W pracy dokonano oceny pobrania azotanów(III) i azotanów(V) z żywnością w grupie studentów w 2008 roku. Badania wykonano z wykorzystaniem kwestionariusza spożycia żywności, tj. trzydniowego bieżącego notowania oraz dostępnych danych literaturowych dotyczących zawartości azotanów(III) i (V) w produktach spożywczych. Wyliczone średnie pobranie tych związków odniesiono do dopuszczalnego dziennego pobrania (ADI). Wykazano, że pobranie azotanów(III) wynosiło średnio 1,7 mg NaNO₂/osobę/dzień, co stanowiło 28,0% wartości ADI, a w przypadku azotanów(V) 77,3 mg NaNO₃/osobę/dzień, co stanowiło 25,1% dopuszczalnych ilości. Największe pobranie azotanu(III) sodu odnotowano z przetworów mięsnych, które wnoszą do diety 56,5% tych związków oraz produktów zbożowych (20%). Azotan(V) sodu głównie pochodził z warzyw i przetworów warzywnych, wnoszących do diety 76,1% ogólnej jego ilości, w tym ziemniaki dostarczały 17,1%, kapusta 15,5%, buraki 13,7% ich ilości. Mężczyźni pobierali z całodzienną racją pokarmową 2,4-krotnie więcej azotanów(III) w stosunku do kobiet. Pobranie azotanów(V) nie różniło się istotnie statystycznie u kobiet i mężczyzn.

ABSTRACT

The aim of study was to determine the intake of nitrites and nitrates in daily food rations of the students' group in 2008 using 3-day dietary food records method and literature mean values of nitrates and nitrites in food products. Intakes of these compounds were calculated and compared to acceptable daily intake (ADI). The average intake of nitrites was 1.7 mg NaNO₂/per person/day (28.0% of ADI), nitrates 77.3 mg NaNO₃/per person/day that means 25.4% of ADI. The largest nitrites food intake was noticed for meat products supplied 56.5% of nitrites and cereals (20%). Whereas vegetables and their products supplied 76.1% of nitrates: potatoes 17.1%, cabbage 15.5%, beetroots 13.7%. Calculated nitrites intake for men was 2.4 higher than for women. There were no significant differences of nitrates intake between men and women groups.

WSTĘP

Azotany(III) i azotany(V) występują powszechnie w produktach spożywczych, a także mogą powstawać na skutek stosowania niektórych procesów technologicznych, np. wędzenia. Stosowane są w przemyśle spożywczym, głównie w przetwórstwie mięsa, jako substancje konserwujące, zapobiegające rozwojowi bakterii jadu kiełbasianego (*Clostridium botulinum*). Ponadto dodawanie ich do produktów mięsnych powoduje nadanie im odpowiedniego smaku, zapachu i barwy

[4]. Dodatek azotanów(V) do mleka przy produkcji serów podpuszczkowych dojrzewających zabezpiecza przed występowaniem wzdęć oraz ogranicza tzw. wczesne wzdymanie serów [5]. W organizmie azotany(V) przekształcane są do azotanów(III) wykazujących bardziej szkodliwe działanie. Azotany(III) i (V) mogą być prekursorami *N*-nitrozwiązków, które są substancjami o udowodnionym silnym działaniu nowotworowym, teratogennym i embriotoksycznym [8]. Ze względu na szkodliwość tych związków oceniono ich pobranie z racjami pokarmowymi studentów.

Adres do korespondencji: Agata Wawrzyniak, Zakład Oceny Żywienia, Katedra Żywienia Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c, tel. 22 59 37 112, fax 22 59 37 123, e-mail: agata_wawrzyniak@sggw.pl

MATERIAŁ I METODY

Badanie wykonano wiosną 2008 roku wśród 114 osób, kobiet i mężczyzn. Dla otrzymania ogólnej charakterystyki badanej populacji posłużono się kwestionariuszem wywiadu, który zawierał pytania na temat: płci, wieku, masy ciała, stosowanej diety, stanu zdrowia. Oszacowanie pobrania azotanu(III) i (V) sodu dokonano na podstawie metody trzydniowego bieżącego notowania. Zawartości azotanów(III) i azotanów(V) w produktach na poziomie średnim ustalono na podstawie dostępnych danych literaturowych obejmujących okres głównie ostatnich dziesięciu lat. Uwzględniając spożycie produktów w gramach oraz zawartość w nich azotanu(III) i (V) sodu obliczono średnie pobranie omawianych związków oraz wyodrębniono główne ich źródła w pożywieniu. Wyliczone wartości pobrania omawianych związków porównano z dopuszczalnym dziennym pobraniem (ADI), obliczonym na podstawie masy ciała respondentów oraz przyjętych przez Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności wartości, które wynoszą: 0 - 0,1 mg $\text{NaNO}_2/\text{kg m.c./osobę/dzień}$ i 0 - 5,07 mg $\text{NaNO}_3/\text{kg m.c./osobę/dzień}$ [3].

Analizę statystyczną do oceny zmiennych parametrycznych nie spełniających założeń koniecznych dla przeprowadzenia testu ANOVA przeprowadzono testem *Kruskala-Wallis*a przy użyciu programu Statgraphics ver. 4.1. Do zbadania normalności rozkładów posłużono się testem *Shapiro-Wilks*a. We wszystkich obliczeniach przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI

Badaną grupę stanowiło 95 kobiet i 19 mężczyzn w wieku 21-24 lat. Średnia masa ciała badanych studentów wynosiła 60,8 kg, przy czym w grupie kobiet 57,3 kg, w grupie mężczyzn 78,1 kg. Osoby biorące udział w badaniu nie stosowały diety wegetariańskiej.

Średnie dzienne pobranie azotanów(III) z racjami pokarmowymi wśród wszystkich badanych osób wynosiło 1,7 mg $\text{NaNO}_2/\text{osobę/dzień}$ (28% wartości ADI) (tabela 1) i było znacząco, tj. 2,4-krotnie większe w przypadku badanych mężczyzn (różnice istotne statystycznie), co mogło wynikać z większego spożycia wędlin przez mężczyzn. Największe dzienne pobranie azotanów(III) stwierdzono w grupie mężczyzn, które wynosiło 7,2 mg $\text{NaNO}_2/\text{osobę/dzień}$, co stanowiło 92% dopuszczalnego dziennego pobrania (ADI). Dopuszczalne wartości pobrania azotanu(III) sodu były przekroczone u 2% badanych kobiet (2 osoby) o 4,4%.

Średnie dzienne pobranie azotanów(V) wśród wszystkich badanych osób wynosiło 77,3 mg $\text{NaNO}_3/\text{osobę/dzień}$ (25,1% wartości ADI) (tabela 2). Nie od-

notowano różnic istotnych statystycznie dla pobrania azotanów(V) w zależności od płci. Największe dzienne pobranie azotanów(V) stwierdzono w grupie kobiet, tj. na poziomie 216,1 mg $\text{NaNO}_3/\text{osobę/dzień}$, co stanowiło 74,4% wartości ADI. Nie stwierdzono przekroczenia pobrania azotanu(V) sodu u kobiet i mężczyzn w stosunku do wartości dopuszczalnych.

Głównym źródłem azotanu(III) sodu w całodziennych racjach pokarmowych mężczyzn i kobiet były przetwory mięsne, dostarczające 50-70% omawianego związku. Pozostałe 50-30% dostarczały: produkty zbożowe (16-22%), warzywa i przetwory warzywne (5-10%), mleko i przetwory mleczne (5-7%), woda (2-6%). Udział mięsa, ryb oraz owoców w dostarczaniu azotanu(III) sodu kształtował się na poziomie 1-2%. Spośród głównych grup produktów istotnie statystycznie więcej azotanu(III) sodu do dziennych racji pokarmowych mężczyzn dostarczały takie produkty jak: przetwory mięsne (blisko 3,5-krotnie więcej), co mogło wynikać z 2-krotnie większego ich spożycia, mięso (o 100%) oraz mleko i produkty mleczne (o 50%), produkty zbożowe (o 70%), co również spowodowane było zwiększonym spożyciem tych produktów przez badanych mężczyzn. Znacznie mniejszy udział wędlin w dostarczaniu azotanu(III) sodu u kobiet (o 71%) uzyskany w przeprowadzonym badaniu wskazuje na małą ilość spożywanych wędlin z całodzienną racją pokarmową przez uczestniczące w badaniu młode kobiety.

Wśród grupy produktów mięsnych, spożywanych przez badane osoby, największe ilości azotanu(III) sodu dostarczały kielbasy (33-60%) oraz wędliny luksusowe (10-16%). Udział wędlin podrobowych w dostarczaniu azotanu(III) sodu był nieznaczny do 0,7%. Wśród kobiet udział kielbas w dostarczaniu azotanu(III) sodu był mniejszy o 77% (różnice istotne statystycznie), przy czterokrotnie mniejszym ich spożyciu w stosunku do mężczyzn.

Dostarczenie azotanu(V) sodu z warzywami i przetworami warzywnymi zarówno w grupie kobiet i mężczyzn było na zbliżonym poziomie 70-78% pobranego związku z racjami pokarmowymi. Drugim ważnym źródłem azotanów(V) była woda dostarczająca 14-15% ich ilości. Mniejsze ilości azotanów(V) do diety wносиły: produkty zbożowe (3-5%), owoce (2-3%), przetwory mięsne (1-5%), mleko i przetwory mleczne (1-2%), mięso (do 1%).

Wśród warzyw największe ilości azotanu(V) sodu dostarczały: ziemniaki (16-24%), kapusta (15-17%), sałata w przypadku mężczyzn (16%) oraz burak w przypadku kobiet (16%). Duże pobranie omawianego związku z ziemniakami wiąże się z dużym ich spożyciem w populacji polskiej.

Spośród głównych grup produktów istotnie statystycznie więcej azotanu(V) sodu do dziennych racji pokarmowych dostarczały takie produkty jak: mięso w

Tabela 1. Udział poszczególnych grup produktów w dostarczaniu azotanu(III) sodu
Contribution of selected groups of products in supply of sodium nitrite

Produkt	Azotan(III) sodu						p*
	ogółem (n = 114)		kobiety (n = 95)		mężczyźni (n = 19)		
	mg/dzień	%	mg/dzień	%	mg/dzień	%	
Mięso	0,02 ± 0,01 ¹⁾ 0,00 - 0,06 ²⁾ 0,01 ³⁾	1,2	0,02 ± 0,01 0,00 - 0,06 0,01	1,4	0,04 ± 0,02 0,01 - 0,07 0,03	1,2	<0,001**
Przetwory mięsne, w tym: wędliny luksusowe	0,96 ± 1,39 0,00 - 6,32 0,30	56,5	0,69 ± 1,07 0,00 - 5,23 0,24	50,0	2,31 ± 1,97 0,00 - 6,32 2,79	69,8	<0,001**
wędliny luksusowe	0,24 ± 0,36 0,00 - 2,57 0,10	14,1	0,22 ± 0,34 0,00 - 2,57 0,14	15,9	0,33 ± 0,42 0,00 - 1,59 0,59	10,0	0,47
wędliny podrobowe	0,01 ± 0,05 0,00 - 0,40 0,00	0,6	0,01 ± 0,06 0,00 - 0,40 0,00	0,7	0,00 0,00 - 0,01 0,00	0,00	0,67
kielbasy	0,71 ± 1,36 0,00 - 6,00 0,00	41,8	0,46 ± 1,04 0,00 - 4,94 0,00	33,4	1,98 ± 1,97 0,00 - 6,00 2,19	59,8	<0,001**
Mleko i przetwory mleczne	0,11 ± 0,06 0,00 - 0,37 0,10	6,4	0,10 ± 0,05 0,00 - 0,37 0,09	7,2	0,15 ± 0,06 0,05 - 0,26 0,17	4,5	<0,001**
Ryby i przetwory rybne	0,03 ± 0,10 0,00 - 0,77 0,00	1,8	0,03 ± 0,09 0,00 - 0,77 0,00	2,2	0,05 ± 0,13 0,00 - 0,58 0,03	1,5	0,74
Produkty zbożowe	0,34 ± 0,18 0,00 - 1,11 0,3	20,0	0,30 ± 0,15 0,00 - 1,11 0,00	21,8	0,51 ± 0,22 0,08 - 0,98 0,57	15,5	<0,001**
Warzywa i przetwory warzywne	0,14 ± 0,17 0,00 - 1,67 0,10	8,2	0,14 ± 0,18 0,00 - 1,67 0,10	10,2	0,15 ± 0,09 0,03 - 0,36 0,18	4,5	0,19
Owoce i przetwory owocowe	0,02 ± 0,02 0,00 - 0,12 0,01	1,2	0,02 ± 0,02 0,00 - 0,12 0,01	1,4	0,02 ± 0,03 0,00 - 0,10 0,01	0,6	0,65
Woda	0,08 ± 0,05 0,02 - 0,29 0,08	4,7	0,08 ± 0,04 0,02 - 0,29 0,08	5,8	0,08 ± 0,06 0,00 - 0,28 0,10	2,4	0,81
Razem	1,70 ± 1,51 0,44 - 7,19 1,04	100	1,38 ± 1,12 0,44 - 5,98 0,94	100	3,31 ± 2,12 0,76 - 7,19 3,86	100	0,033**
% ADI	27,96 ± 24,84 7,24 - 118,26 17,11		24,08 ± 19,55 7,68 - 104,36 16,40		42,38 ± 27,14 9,73 - 92,06 49,42		0,005**

*wyniki testu *Kruskala – Wallisa*; **różnice istotne statystycznie ($p \leq 0,05$)

¹⁾średnia ± odchylenie standardowe; ²⁾zakres; ³⁾mediana

przypadku mężczyzn (dwukrotnie więcej), przetwory mięsne (trzykrotnie więcej), mleko i przetwory mleczne (o 63%), produkty zbożowe (o 67% więcej). Było to spowodowane większym spożyciem przez badanych mężczyzn tych grup produktów.

Oceniając pobranie azotanu(V) sodu w grupie warzyw i przetworów warzywnych zauważono, że kobiety pobrały 6-krotnie więcej badanego związku z buraków, natomiast o 41% mniej z sałaty i o 31% mniej z ziemniaków.

DYSKUSJA

W badaniach własnych średnie dzienne pobranie azotanu(III) sodu z racjami pokarmowymi wśród wszystkich badanych osób wynosiło 1,7 mg NaNO₂/osobę/dzień i mieściło się w granicach od 0,4 do 7,2 mg NaNO₂/osobę/dzień. Średnie pobranie azotanu(III) sodu z tymi racjami w odniesieniu do wartości ADI wynosiło odpowiednio 24% dla kobiet i 42% dla mężczyzn. Według badań *Wawrzyniak* [8] średnia zawartość azotanu(III) sodu w racjach pokarmowych studentów wynosiła 1,40 g/osobę/dzień i mieściła się w granicach

Tabela 2. Udział poszczególnych grup produktów w dostarczaniu azotanu(V) sodu
Contribution of selected groups of products in supply of sodium nitrate

Produkt	Azotan(V) sodu						p*
	ogółem (n = 114)		kobiety (n = 95)		mężczyźni (n = 19)		
	mg/dzień	%	mg/dzień	%	mg/dzień	%	
Mięso	0,29 ± 0,21 ¹⁾ 0,00 – 1,05 ²⁾ 0,25 ³⁾	0,4	0,24 ± 0,17 ¹⁾ 0,00 – 0,81 ²⁾ 0,21 ³⁾	0,3	0,53 ± 0,26 0,12 – 1,05 0,40	0,7	<0,001**
Przetwory mięsne	1,43 ± 1,70 0,00 – 9,22 0,87	1,9	1,03 ± 1,12 0,00 – 6,81 0,68	1,3	3,41 ± 2,57 0,00 – 9,22 3,99	4,5	<0,001**
Mleko i przetwory mleczne	1,13 ± 0,85 0,00 – 2,98 1,08	1,5	1,02 ± 0,50 0,00 – 2,81 0,98	1,3	1,66 ± 0,69 0,46 – 2,98 1,88	2,2	<0,001**
Ryby i przetwory rybne	0,14 ± 0,31 0,00 – 2,68 0,00	0,2	0,12 ± 0,20 0,00 – 1,40 0,00	0,2	0,24 ± 0,61 0,00 – 2,68 0,18	0,3	0,97
Produkty zbożowe	2,42 ± 1,17 0,00 – 6,69 2,22	3,1	2,18 ± 0,93 0,00 – 4,88 2,02	2,8	3,64 ± 1,51 0,34 – 6,69 4,02	4,8	<0,001**
Warzywa i przetwory, w tym: burak	58,91 ± 43,97 2,21 – 207,14 52,78	76,1	60,11 ± 46,33 2,21 – 207,14 52,75	77,5	52,98 ± 29,69 12,28 – 108,7 76,13	70,1	0,94
kapusta	10,59 ± 26,86 0,00 – 159,59 0,00	13,7	12,31 ± 28,90 0,00 – 159,59 0,00	15,9	1,98 ± 8,61 0,00 – 37,55 0,99	2,6	0,072
sałata	11,96 ± 21,34 0,00 – 118,08 0,00	15,5	11,87 ± 22,34 0,00 – 118,08 0,00	15,3	12,44 ± 15,93 0,00 – 47,75 12,19	16,5	0,045**
ziemniaki	7,81 ± 18,78 0,00 – 146,45 0,00	10,1	6,99 ± 18,52 0,00 – 146,45 0,00	9,0	11,88 ± 20,05 0,00 – 71,44 25,23	15,7	0,21
owocowe	13,23 ± 12,38 0,00 – 66,37 9,66	17,1	12,30 ± 10,97 0,00 – 48,27 9,05	15,8	17,85 ± 17,53 0,00 – 66,37 24,01	23,6	0,26
Owoce i przetwory owocowe	1,71 ± 1,41 0,00 – 6,38 1,47	2,2	1,66 ± 1,31 0,00 – 6,38 1,48	2,1	1,93 ± 1,86 0,00 – 6,23 1,62	2,6	0,99
Woda	11,25 ± 6,17 0,00 – 38,25 10,64	14,6	11,26 ± 5,60 2,04 – 35,70 10,46	14,5	11,17 ± 8,69 0,00 – 38,25 12,72	14,8	0,83
Razem	77,28 ± 43,07 11,80 – 216,13 66,87	100	77,62 ± 45,22 11,80 – 216,13 65,56	100	75,56 ± 31,05 24,75 – 127,68 97,98	100	0,47
% ADI	25,07 ± 13,97 3,83 – 70,11 21,69		26,72 ± 15,57 4,06 – 74,40 22,57		19,08 ± 7,84 6,25 – 32,25 24,74		0,37

*wyniki testu *Kruskala – Wallisa*; **różnice istotne statystycznie ($p \leq 0,05$)

¹⁾średnia ± odchylenie standardowe; ²⁾zakres; ³⁾mediana

od 1,37 do 1,44 mg NaNO₂/osobę/dzień, zależnie od pory roku, nie przekraczając dopuszczalnych wartości ADI. W badaniach *Traczyk i Szponara* [6] średnia zawartość azotanów(III) w racjach pokarmowych osób dorosłych wynosiła 3,5 mg NaNO₂/osobę/dzień (56% wartości ADI), natomiast maksymalna 14,3 mg NaNO₂ (227% dopuszczalnej wartości ADI). Średnie pobranie azotanów(III) z żywnością, wyliczone na podstawie budżetów gospodarstw domowych w Polsce w latach 1996-2005 przez *Wawrzyniak i wsp.* [7], wynosiło

średnio 3,15 mg NaNO₂/osobę/dzień. Nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnej wartości ADI dla pobrania azotanu(III) sodu w żadnym z typów gospodarstw domowych. Według badań *Bawy i wsp.* [1] przeprowadzonych wśród różnych grup populacyjnych średnie pobranie azotanów(III) wynosiło od 0,6 do 1,7 mg NaNO₂/osobę/dzień i w żadnej grupie nie przekroczyło wartości ADI. *Cieślik i wsp.* [2] w swoich badaniach w grupie młodzieży 16-0 lat stwierdzili, że średnie pobranie azotanów(III) wynosiło 8,6 mg NaNO₂/osobę/dzień

i przekraczało dopuszczalną wartość o 60%. Pobranie maksymalne 33,7 NaNO_2 /osobę/dzień przekraczało dopuszczalne wartości pobrania ponad 6-krotnie. Według autorów było to spowodowane nadmiernym spożyciem produktów mięsnych.

Średnie pobranie azotanu(V) sodu w badaniach własnych wynosiło 77,3 mg NaNO_3 /osobę/dzień i mieściło się w zakresie od 75,6 do 77,6 mg NaNO_3 /osobę/dzień, w zależności od płci. Średnie pobranie azotanów(V) w stosunku do ADI oceniono jako niskie, nie przekraczające 30% tej wartości. W badaniach *Wawrzyniak* [8] stwierdzono, że pobranie azotanów(V) w grupie badanych studentek wynosiło średnio 119,3 mg NaNO_3 /osobę/dzień i zawierało się w przedziale od 98,1 do 140,5 mg NaNO_3 /osobę/dzień, zależnie od pory roku. Odnosząc te wartości do wartości ADI oceniono, że średnie pobranie azotanów(V) kształtowało się na poziomie 33,8–48,6% dopuszczalnych ilości. Według *Traczyk i Szponara* [6] średnie pobranie azotanów(V) wynosiło 133,2 mg NaNO_3 /osobę/dzień, co stanowiło 37,5% wartości ADI, maksymalne 692,4 mg (195% wartości dopuszczalnej). Biorąc pod uwagę średnie pobranie azotanów(V) w gospodarstwach domowych wynosiło ono 156,6 mg aNO_3 /osobę/dzień, co stanowiło średnio 56,8% dopuszczalnej wartości, przy czym nie odnotowano przekroczeń wartości ADI w żadnym z typów gospodarstw domowych [7]. Z badań przeprowadzonych przez *Bawę* i wsp. [1] wynika, że średnie pobranie azotanów(V) wśród wszystkich badanych grup mieściło się w granicach od 59,2 do 142,9 mg NaNO_3 /osobę/dzień i na ogół nie przekraczało przyjętego ADI. Największe średnie dzienne pobranie odnotowano w grupie młodzieży i wynosiło ono 142,9 mg NaNO_3 /osobę/dzień, co stanowi 64,4% wartości ADI. *Cieślik* i wsp. [2] w badanej grupie młodzieży również stwierdzili, że średnia zawartość azotanów(V) w racjach pokarmowych nie przekraczała wyliczonej wartości ADI i wynosiła średnio 207,2 mg, natomiast przy maksymalnym pobraniu 524 mg NaNO_3 /osobę/dzień była 2-krotnie większa od zalecanej.

Głównym źródłem azotanów(III) w grupie badanych studentów były przetwory mięsne, które dostarczały średnio 57% ogólnej ilości tych związków. Największy udział w dostarczaniu azotanu(III) sodu w tej grupie produktów spożywczych miały kiełbasy, które wносиły średnio 42% ich ilości. Ponadto źródłem azotanów(III) były produkty zbożowe dostarczające 20% ich ilości oraz mleko i przetwory mleczne i warzywa oraz woda (po około 5-8%). Podobne wyniki jak w niniejszej pracy odnotowano również w innych badaniach. Według badań *Wawrzyniak* [8], głównym źródłem azotanów(III) w dziennych racjach pokarmowych były przetwory mięsne, dostarczające 52% badanego związku, produkty zbożowe (20%), woda (8,5%). Spośród wędlin największy udział w dostarczaniu omawianych związków miały

wędliny luksusowe 25%. Również z badań *Bawy* i wsp. [1] wynika, że podstawowym źródłem azotanów(III) w całodziennych racjach pokarmowych wszystkich badanych grup było mięso i przetwory mięsne. Udział tych produktów w średnim dziennym pobraniu przyjmował wartości od 52,4% do 66%. Drugim ważnym źródłem omawianych związków w diecie było pieczywo, które wносиło ok. 20% azotanów(III). Warzywa i przetwory warzywne dostarczały średnio 5% azotanów(III) do diety, natomiast mleko i przetwory mleczne ok. 3,5%.

Analizując udział poszczególnych grup produktów spożywczych w dostarczaniu azotanów(V) w badanej grupie studentów stwierdzono, że głównym ich źródłem były warzywa i ich przetwory dostarczające średnio 76% ogólnej ilości tych związków. Wśród warzyw największy udział w dostarczaniu azotanu(V) sodu miały ziemniaki 17%, kapusta 16%, buraki 14% i sałata 10%. Ponadto dużą ilość azotanów(V) do diety wносиła woda tj. 15%. Podobne dane uzyskała również *Wawrzyniak* [8], gdzie głównym źródłem azotanów (V) były warzywa i przetwory warzywne, które dostarczały średnio 82% ilości pobranej z całodziennymi racjami pokarmowymi. Wśród warzyw największe ilości azotanów (V) dostarczały kapusta, ziemniak, burak. Drugim ważnym źródłem była woda dostarczająca średnio 11% ocenianego związku.

W badaniach gospodarstw domowych [7], również stwierdzono, że najwięcej azotanów (V) dostarczały warzywa i ich przetwory, średnio 89% ogólnej ich ilości. Wśród warzyw najwięcej azotanów(V) pochodziło z ziemniaków, buraków i kapusty. Również w badaniach *Bawy* i wsp. [1] głównym źródłem azotanów(V) w codziennej diecie badanych osób były warzywa i przetwory warzywne. Udział tej grupy produktów w dostarczaniu azotanów(V) wśród badanych osób wynosił powyżej 90%. Pozostałe grupy produktów spożywczych nie były znaczącym źródłem azotanów(V). Mięso i przetwory mięsne dostarczały do 2,5% azotanów(V).

WNIOSKI

1. Średnie pobranie azotanów(III), w badanej grupie studentów, wynosiło 1,7 mg NaNO_2 /osobę/dzień (28,0% wartości ADI), zaś w przypadku azotanów (V) 77,3 mg NaNO_3 /osobę/dzień (25,1% wartości ADI).
2. Głównym źródłem azotanów(III) były przetwory mięsne (56,5%), w tym kiełbasy (41,8%) oraz produkty zbożowe (20%), natomiast azotanów(V) warzywa i przetwory (76,1%), głównie ziemniaki (17,1%), kapusta (15,5%) i buraki (13,7%).
3. Mężczyźni pobierali z całodzienną racją pokarmową 2,4-krotnie więcej azotanów(III) w stosunku

do kobiet. Pobranie azotanów(V) nie różniło się istotnie statystycznie u kobiet i mężczyzn.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bawa S., Rutkowska A., Starbala A.*: Ocena spożycia azotanów(III) i (V) przez wybrane grupy populacyjne oraz ich działanie w organizmie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, 41, 519–524.
2. *Cieślik E., Sikora E., Wołoch R., Prostack A.*: Zawartość azotanów(V) i azotanów(III) w racjach pokarmowych młodzieży w wieku 16–20 lat. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2000, 33, 251–256.
3. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Techn. Rep. Ser. 913, Geneva 2002.
4. *Olędzka R., Pokorska-is G., Mikuła-azurek M., Ragus E.*: Azotany(III) i (V) w wybranych produktach wędliniarskich. *Bromat. Chem. Toksykol., Supl.* 2003, 307-313.
5. *Pokorska-Lis G., Olędzka R., Gapińska K.*: Azotany(III) i (V) w serach topionych z różnych regionów Polski. *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.* 2003, 315-320.
6. *Traczyk I., Szponar L.*: Zawartość azotanów(V) i azotanów(III) w racjach pokarmowych wegetarian i osób żywiących się tradycyjnie. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2000, 33, 335-339.
7. *Wawrzyniak A., Hamułka J., Pająk M.*: Ocena pobrania azotanów(V) i azotanów(III) z żywnością w gospodarstwach domowych w Polsce w latach 1996–2005. *Roczn. PZH* 2008, 59, 9-18.
8. *Wawrzyniak A.*: Interakcje azotanu(III) sodowego i likopenu w badaniach in vitro i in vivo. Wyd. SGGW. Warszawa 2006.

Otrzymano: 24.11.2009

Zaakceptowano do druku: 02.07.2010