

MARIA ŚMIECHOWSKA, PIOTR PRZYBYŁOWSKI

ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW (V) I (III) W RACJACH POKARMOWYCH
STUDENTÓW WYŻSZEJ SZKOŁY MORSKIEJ W GDYNITHE CONTENT OF NITRATES AND NITRITES IN DIETARY RATIONS OF
STUDENTS OF GDYNIA MARITIME ACADEMY

Katedra Towaroznawstwa i Ładunkoznawstwa
Wyższa Szkoła Morska w Gdyni
81-255 Gdynia, ul. Morska 83
Kierownik: prof. dr hab. inż. P. Przybyłowski

Oznaczono zawartość azotanów (V) i (III) w niepełnych racjach pokarmowych studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni żywionych w stołówce akademickiej. Stwierdzono zróżnicowaną zawartość oznaczanych związków. Średnia zawartość azotanów (V) wynosiła 224,92 mg NaNO_3 /osobę/dzień, zaś azotanów (III) 2,14 mg NaNO_2 /osobę/dzień.

WSTĘP

Azotany (V) i (III) przedostają się do organizmu człowieka głównie z żywnością i wodą do picia. W wyniku prowadzonych od kilkadziesiąt lat prac badawczych nad metabolizmem tych związków znacznie rozszerzyła się wiedza o ich toksycznym działaniu [2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 25]. Ponadto stwierdzono, że związki te w sposób istotny wpływają na wykorzystanie witamin, białek, węglowodanów i tłuszczów zawartych w pożywieniu [13, 27, 28].

W polskim piśmiennictwie niewiele prac poświęcono oznaczaniu zawartości azotanów (V) i (III) w racjach pokarmowych studentów. *Międzobrodzka* i *Sikora* [16] w racjach pokarmowych studentów Akademii Rolniczej w Krakowie stwierdziły obecność azotanów (V) i (III) średnio w zakresie od 160,30 do 324,66 mg KNO_3 /kg (co odpowiada 134,65 – 272,71 mg NaNO_3 /kg) i od 5,97 do 15,68 mg NaNO_2 /kg. *Nabrzycki* i *Gajewska* [18] w wysoko-energetycznym pożywieniu studentów sportowców oznaczyli średnio 236,78 mg KNO_3 /kg (co odpowiada 198,89 mg NaNO_3 /kg) i 9,40 mg NaNO_2 /kg. W innej pracy autorzy ci podają, że zawartość azotanów w całodziennym pożywieniu studentów uczelni Trójmiasta wynosiła od 30,79 do 861,01 mg KNO_3 /kg (co odpowiada 25,86 – 723,25 mg NaNO_3 /kg) i od 1,02 do 17,88 mg NaNO_2 /kg [17].

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości azotanów (V) i (III) w niepełnych racjach pokarmowych studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni.

MATERIAŁ I METODYKA

Do badań przeznaczono niepełne racje pokarmowe studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni spożywających posiłki abonamentowe w tamtejszej stołówce. Rację pokarmową stanowiły śniadania i obiady (bez kolacji) pobierane przez 10 dni (z wyłączeniem sobót i niedziel) w miesiącach maju i czerwcu 1994 r. Brak kolacji w racjach pokarmowych wynika z tego, że stołówka znajduje się w gmachu głównym WSM w Gdyni, a studenci po zakończeniu zajęć udają się do domów akademickich i nie chcą na kolację powracać na uczelnię.

Pobrane racje żywieniowe ważono i homogenizowano, oddzielnie każdy posiłek, następnie poddawano odbiałczeniu i odbarwieniu wg metody opisanej przez *Lemieszek-Chodorowską* i in. [11] w modyfikacji *Sen'a* i *Donaldson'a* [17] oraz własnej. Modyfikacja własna polegała na bardzo dokładnym odważaniu węgla aktywnego stosowanego do odbarwienia próbki z uwagi na znaczne zanieczyszczenie węgla azotanami (V) i (III). Kolejną modyfikację wprowadzono podczas ekstrakcji azotanów z materiału badawczego. *Sen* i *Donaldson* zalecają w tym momencie pozostawienie próbki w temp. pokojowej, natomiast autorzy niniejszej pracy stwierdzili, że umieszczenie próbki w łaźni wodnej o temp. 45–50°C ułatwia proces ekstrakcji azotanów.

W klarownych przesączach przeprowadzano redukcję azotanów (V) do azotanów (III) na kolumnie kadmowej wykorzystując modyfikację *Przybyłowskiego* i wsp. [22]. Oznaczenie zawartości azotanów (III) przed i po redukcji przeprowadzono kolorymetrycznie metodą opartą na reakcji *Griessa* [21].

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki zawartości azotanów (V) i (III) w poszczególnych posiłkach składających się na niepełną rację żywieniową studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni zebrano w tabeli I i II. W tabelach zamieszczono liczebność posiłków poddanych analizie, zakresy zawartości azotanów (V) i (III) oraz wartość średnią (\bar{x}), odchylenie standardowe (SD) i współczynnik zmienności (*V*) w poszczególnych posiłkach. W tabeli III przedstawiono zawartości azotanów (V) i (III) w całej racji żywieniowej. Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono ilość azotanów (V) i (III) wnoszoną do diety z poszczególnymi posiłkami.

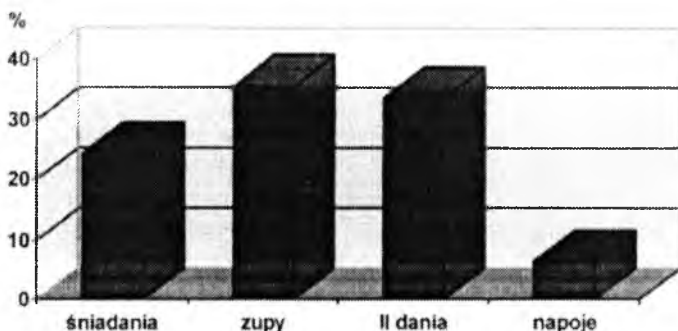
Komitet Ekspertów FAO/WHO d/s Dodatków do Żywności określił dzienne spożycie azotanów (V) na poziomie 5 mg NaNO_3/kg masy ciała, zaś azotanów (III) na poziomie 0,2 mg NaNO_2/kg masy ciała. Przyjmując średnią masę ciała za 60 kg otrzymujemy dopuszczalne pobranie 300 mg NaNO_3 i 12 mg NaNO_2 .

Tabela I. Zawartość azotanów (V) w posiłkach studentów (mg NaNO_3)
The content of nitrates (V) in meals of students (mg NaNO_3)

Posiłek	n	zakres	\bar{x}	SD	<i>V</i> (%)
Śniadanie	20	51,74–57,97	54,82	± 1,71	3,11
Zupa	20	69,78–94,54	80,01	± 7,82	9,77
II danie	20	34,48–102,08	75,65	± 24,31	32,13
Napoje	20	12,04–16,62	14,41	± 1,59	11,02

Z przedstawionych danych wynika, że średnio najwięcej azotanów do racji żywieniowej studentów wносиły zupy, następnie II dania i śniadania. Najmniej azotanów (V) do pożywienia wносиły napoje. Miary rozproszenia SD i *V* wskazują na duże zróżnicowanie zawartości azotanów (V) w próbkach II dań. Szczegółowa analiza jadtłospisów

wykazała, że najmniej azotanów do II dań wnoszą dania mączne (naleśniki, pyzy), zaś najwięcej azotanów zawierały II dania, w skład których wchodziły buraczki oraz smażona wątroba. Z dotychczasowych wyników badań wynika, że po wchłonięciu do krwi cała pula azotanów dostaje się do wątroby, gdzie ponadto azotany (III) są utleniane do azotanów (V). Stąd też wątroba jest narządem zawierającym znaczne ilości azotanów (V) i (III) [7]. Należy więc zwrócić uwagę przy planowaniu jadłospisów, aby nie podawać zbyt często wątroby, zwłaszcza dzieciom, a ponadto nie zestawiać tego dania z warzywami obciążonymi znacznie azotanami, jak np. buraki.



Ryc. 1. Ilość azotanów (V) wnoszona do diety z poszczególnymi posiłkami (%)
Intake of nitrates (V) with the meals (%)

Badania przeprowadzono w miesiącach maj – czerwiec, kiedy do żywienia wchodziły nowalijki. Nie wpłynęło to jednak znacząco na zawartość oznaczanych związków w diecie, gdyż ilości nowalijek były niewielkie. Zwykle podawano po kilka plasterków pomidora lub ogórka do śniadania, lub szczypiorek i rzodkiewkę do twarożku, lub wczesną sałatę do II dania. Wiadomo, że to właśnie warzywa i ich przetwory są głównym źródłem azotanów w pożywieniu. Według *Gajdy* i *Karłowskiego* [6] zawartość azotanów (V) w warzywach może być bardzo zróżnicowana. Stwierdzili oni w badanych próbkach warzyw i ziemniaków zawartość azotanów od 0 do 28809,1 mg NaNO_3/kg . Najwyższą zawartość azotanów oznaczyli w nowalijkach takich, jak: sałata, rzodkiewka, koper, szczypior i pietruszka. Niestety duże ilości azotanów stwierdzili oni i w innych warzywach, a odsetek próbek przekraczających dopuszczalne zawartości azotanów ważył się od 3,2% do 49,9%.

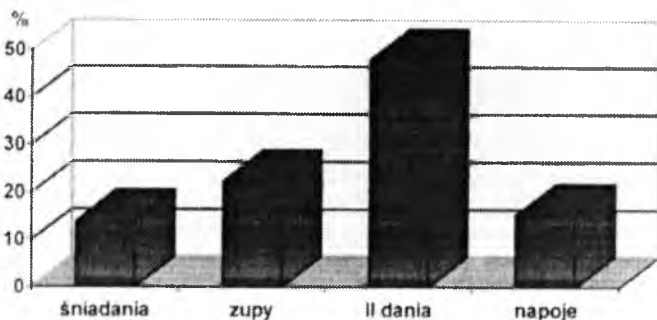
W stołowej, której posiłki stanowią przedmiot badań, wykorzystywano głównie warzywa i ziemniaki pochodzące z kopców lub też częściowo stosowano mrożonki. W żadnym przypadku nie były one obciążone nadmierną ilością azotanów. Na zawartość azotanów (V) i (III) w warzywach przechowywanych w kopcach i w piwnicach a wykorzystywanych do sporządzania potraw w okresie wiosennym wpływa m.in.: temperatura przechowywania, możliwość wentylacji, dostęp światła a także stan mikrobiologiczny przechowywanych warzyw [9, 23]. Procesy utrwalania takie, jak: suszenie, kiszenie, sterylizacja, mrożenie wpływają na obniżenie zawartości azotanów (V), niekiedy jednak dochodzi do zwiększenia ilości azotanów (III), jak ma to miejsce podczas przechowywania mrożonek [12, 15, 19]. Znaczący wpływ na obniżenie zawartości azotanów (V) w warzywach ma obróbka kulinarna. *Cieślak* [1] wykazała, że gotowanie

ziemniaków może obniżyć ilość azotanów (V) od 16 do 71% zależnie od sposobu gotowania. Z kolei *Markowska i in.* [14] stwierdzili, że podczas gotowania warzywa tracą blisko 50% azotanów (V) (pietruszka gotowana – 49,9%, por – 49,1%, seler – 48,4%). W podobny sposób procesy związane z obróbką kulinarną warzyw wpływają na poziom azotanów (III) [1, 24]. Szczegółowa analiza jadtospisów wykazała, że najczęściej azotanów (V) zawierały zupy: jarzynowa i barszcz czerwony, a najmniej – żurek.

Z danych zamieszczonych w tabeli II wynika, że żaden z posiłków nie był znaczącym źródłem azotanów (III). Zawartość tego związku kształtowała się w posiłkach od 0,16 do 2,77 mg NaNO_2/kg . Najwięcej azotanów (III) do diety studentów wносиły II dania i zupy, zaś najmniej śniadania i napoje.

Tabela II. Zawartość azotanów (III) w posiłkach studentów (mg NaNO_2)
The content of nitrites in meals of students (mg NaNO_2)

Posiłek	n	zakres	\bar{x}	SD	V(%)
Śniadanie	20	0,21–0,44	0,30	± 0,08	25,41
Zupa	20	0,24–0,72	0,48	± 0,15	31,80
II danie	20	0,34–2,77	1,03	± 0,72	69,77
Napoje	20	0,16–0,55	0,33	± 0,15	46,08



Rys. 2. Ilość azotanów (III) wnoszona do diety z poszczególnymi posiłkami (%)
Intake of nitrites with the meals (%)

Ten poziom azotanów (III) jest 5-krotnie niższy od zaleceń FAO/WHO. Miary rozproszenia SD i V wskazują na duże zróżnicowanie zawartości azotanów (III) w próbkach poszczególnych posiłków. Znaczne zróżnicowanie zawartości tego związku stwierdzono w II daniach. Najwięcej azotanów (III) do dziennej diety wnościły posiłki przygotowane z kielbasy smażonej (przetworu mięsnego, do którego w procesie produkcji stosowany jest dodatek mieszaniny peklującej) oraz wątroby.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli III całkowita zawartość azotanów (V) i (III) w racji pokarmowej studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni nie przekraczała dopuszczalnych wartości określonych przez Komitet Ekspertów FAO/WHO.

Badania nad zawartością azotanów (V) i (III) winny być kontynuowane z uwagi na obserwowaną wśród ludzi młodych zmianę zwyczajów żywieniowych. Wydaje się, że jest

Tabela III. Zawartość azotanów (V) i (III) w dziennej racji pokarmowej studentów
The content of nitrates and nitrites in dietary rations of students

Substancja badana	n	zakres	\bar{x}	SD	V(%)
NaNO ₃	20	176,86–260,37	224,92	28,77	12,79
NaNO ₂	20	0,98–3,87	2,14	0,84	39,27

to z jednej strony wynikiem edukacji żywieniowej, zaś z drugiej strony kształtowaniem się wśród młodzieży nowych postaw konsumpcyjnych spowodowanych modą i reklamą [20, 26]. Ponadto zmienia się również sposób żywienia, gdyż coraz częściej konsument sam komponuje posiłek z gotowych potraw.

WNIOSKI

1. Racje pokarmowe studentów Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni nie stanowią zagrożenia pod względem zawartości azotanów (V) i (III).
2. Zupy i wątroba stanowią największe źródło azotanów (V), a kiełbasa smażona i wątroba – azotanów (III).

M. Śmiechowska, P. Przybyłowski

THE CONTENT OF NITRATES AND NITRITES IN DIETARY RATIIONS OF STUDENTS OF GDYNIA MARITIME ACADEMY

Summary

The content of nitrates (V) and (III) in dietary rations of Gdynia Maritime Academy students was determined. A variable content of examined compounds was detected. Average content of nitrates (V) was 224,92 mg NaNO₃/person/day, whereas of nitrates (III) 2,14 mg NaNO₂/person/day.

PIŚMIENNICTWO

1. Cieslik E.: Zmiany zawartości azotanów i azotynów podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. Przem. Spoż. 1986, 40, 266.
2. Demkowicz-Dobrzański K., Jasińska G., Wojciechowska E., Wronkowski Z.: Zawartość azotanów i azotynów w ślinie jako miernik pobierania tych związków z pożywieniem, dla ewentualnej identyfikacji grupy podwyższonego ryzyka zachorowania na raka żołądka. Bromat. Chem. Toksykol. 1982, 15, 299.
3. Duchañ B., Hady S.: Trzy przypadki methemoglobinemii w przebiegu zatrucia azotynami. Roczn. PZH 1992, 43, 267.
4. Dudka J., Szczepaniak S., Dawidek – Pietryka K., Kuśmierzak E.: Wpływ ołowiu i azotynów na aktywność niektórych enzymów uczestniczących pośrednio w redukcji methemoglobiny u szczurów. Bromat. Chem. Toksykol. 1998, 31, 233.
5. Dzieniszewski J.: Żywnienie a niektóre nowotwory przewodu pokarmowego. Żyw. Człow. Metabol. 1988, 15, 83.
6. Gajda J., Karłowski K.: Zawartość azotanów w warzywach i ziemniakach 1987–1991. Roczn. PZH 1993, 44, 301.
7. Grudziński I.P.: Wpływ azotanów i azotynów na jelito cienkie. Roczn. PZH 1998, 49, 321.
8. Hill M.J.: Nitrates and nitrites from food and water in relation to human disease. In: Nitrates and nitrites in food and water. Ed. Ellis Horwood. London, 1991.

9. Hillar A., Skolimowska U., Grzelka M.: Stan mikrobiologiczny a zawartość azotanów i azotynów w warzywach korzeniowych przechowywanych w okresie jesienno-zimowym i narażonych na przemarznięcie. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1987, 20, 1.
10. Kafel S.: Problemy rakotwórczego działania żywności. *Przem. Spoż.* 1987, 41, 251.
11. Lemieszek-Chodorowska K., Michalak I., Pukorska W., Lisowska W., Kotlarek J., Cywińska M., Kula H., Mazurkiewicz K., Jarysz M., Kosińska K., Modrzejewska H., Kujawska T.: Ocena zawartości azotynów i azotanów w niektórych warzywach krajowych. *Roczn. PZH* 1972, 23, 549.
12. Lisiewska Z., Kmieciak W.: Zawartość azotanów w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1989, 22, 115.
13. Majchrzak D.: Wpływ azotanów i azotynów na organizm ludzi i zwierząt. *Żyw. Człow. Metabol.* 1985, 12, 298.
14. Markowska A., Kótkowska A., Furmanek W., Gackowska L., Siwek B., Kacprzak-Strzałkowska E., Błońska A.: Badania zawartości azotanów i azotynów w wybranych warzywach surowych oraz poddanych obróbce termicznej. *Roczn. PZH* 1995, 46, 349.
15. Międzobrodzka A., Leszczyńska T., Krawontka J.: Zmiany poziomu azotanów i azotynów w procesie zamrażalniczego składowania marchwi. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1992, 25, 337.
16. Międzobrodzka A., Sikora E.: Zawartość azotynów i azotanów w racjach pokarmowych studentów Akademii Rolniczej w Krakowie. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1985, 193, *Techn. Żywn.* 1, 131.
17. Nabrzyski M., Gajewska R.: Badania zawartości azotanów i azotynów w całodziennym pożywieniu ludzi dorosłych i dzieci. *Roczn. PZH* 1984, 35, 533.
18. Nabrzyski M., Gajewska R.: Zawartość azotynów i azotanów w całodziennym pożywieniu młodzieży szkoły zawodowej oraz niemowląt i dzieci. *Roczn. PZH* 1988, 39, 11.
19. Niedzielski Z., Mokrosińska K.: Zmiany zawartości azotanów (NO_3^-) i azotynów (NO_2^-) podczas zamrażalniczego przechowywania wybranych warzyw. *Przem. Spoż.* 1992, 46.
20. Pierzynowska J., Wyrzykowska J., Gronowska-Senger A.: Analiza wpływu edukacji żywieniowej na zachowania żywieniowe wybranej grupy studentów. *Roczn. PZH* 1998, 49, 491.
21. *Polska Norma* PN-80/A-86234. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery. Oznaczanie zawartości azotanów i azotynów.
22. Przybyłowski P., Kiszka J., Nowicka B.: Ocena precyzji i dokładności zmodyfikowanej metody oznaczania azotanów i azotynów w mleku. *Roczn. PZH* 1983, 34, 487.
23. Sikora E., Międzobrodzka A.: Wpływ niektórych czynników na zawartość azotanów i azotynów w korzeniach marchwi i bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. Cz. 1. Wpływ czasu i warunków przechowywania. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1988, 21, 257.
24. Stasiak A., Wilska-Jeszka J.: Wpływ procesów utrwalania na zawartość azotynów i azotanów w warzywach. *Przem. Spoż.* 1988, 42, 12.
25. Szponar L., Traczyk J.: Azotany i azotyny w żywności, racjach pokarmowych i płynach biologicznych, *Żyw. Człow. Metabol.* 1995, 22, 66.
26. Śmiechowska M., Nowecki J.: Świadomość ekologiczna a kształtowanie się nowych postaw konsumenckich młodzieży. *Ekonomia i Środowisko* (w druku).
27. Woźniak J., Pokorska-Lis G., Olędzka R.: Azotany i azotyny w procesie trawienia tłuszczów i węglowodanów. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1995, 28, 5.
28. Woźniak J., Pokorska-Lis G.: Kinetyka trawienia kazeiny w obecności azotanów i azotynów. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1998, 31, 229.