

ANNA MARKOWSKA, ALICJA KOTKOWSKA, WIESŁAWA FURMANEK,  
LUCYNA GACKOWSKA, BARBARA SIWEK, ELŻBIETA KACPRZAK-STRZAŁKOWSKA,  
ANNA BŁOŃSKA

BADANIA ZAWARTOŚCI AZOTANÓW I AZOTYNÓW  
W WYBRANYCH WARZYWACH SUROWYCH  
ORAZ PODDANYCH OBRÓBCE TERMICZNEJ

STUDIES ON THE CONTENTS OF NITRATES AND NITRITES  
IN SELECTED FRESH AND THERMAL PROCESSED VEGETABLES

Z Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Gastronomicznego  
i Artykułów Spożywczych, Centralne Laboratorium Jakości w Łodzi  
Kierownik: dr A. Markowska

*W niniejszej pracy zbadano zawartość azotanów i azotynów w wybranych warzywach  
świeżych oraz poddanych gotowaniu.*

*Stwierdzono, że proces gotowania obniża w sposób wyraźny poziom azotanów i azo-  
tynów w badanych warzywach.*

Narażanie ludności na działanie azotanów i azotynów w żywności występuje stale i stanowi przedmiot zainteresowania z uwagi na różnorodne ujemne skutki zdrowotne.

Badania wpływu azotanów i azotynów na organizm żywy koncentruje się głównie wokół zagadnień toksyczności ostrej, co wiąże się z powstaniem methemoglobinemii [6]. Należy zaznaczyć, że szkodliwe są głównie azotyny, które mogą powstawać z azotanów zawartych w pożywieniu i w wodzie do picia. Związki te pobrane z żywnością w nadmiernych ilościach mogą wywołać u niemowląt methemoglobinemię, biorąc ponadto udział w wytwarzaniu nitrozoamin [5, 14].

Na podstawie wyników badań toksykologicznych Komitet Ekspertów FAO/WHO do spraw Dodatków do Żywności ustalił w 1974 r. [3] maksymalne dzienne pobranie (ADI) dla azotanów i azotynów. Dla azotanów wartość ta wynosi 0–5 mg/kg masy ciała/dzień w przeliczeniu na  $\text{NaNO}_2$ . Dla azotynów ustalono tymczasowe ADI 0–0,2 mg  $\text{NaNO}_2$ /kg masy ciała.

Głównym źródłem azotanów i azotynów w racjach pokarmowych są produkty roślinne. *Stasiak* [19] podaje, że około 75% spożywanych azotanów pochodzi z warzyw, a według piśmiennictwa amerykańskiego warzywa dostarczają 87% azotanów i 16% azotynów.

W wyniku nieprawidłowego nawożenia azotowego dochodzi do nagromadzenia tych związków w warzywach, co zwiększa możliwość zagrożenia zdrowia człowieka. Zawartość azotanów w plonach jest zależna od gatunku rośliny, czynników genetycznych i środowiskowych oraz stosowanych praktyk rolniczych. W niektórych plodach rolnych stężenia mogą być bardzo wysokie (1000 mg/kg i wyższe).

Z przeglądu piśmiennictwa [1, 7, 10, 11, 19] wynika, że prowadzone dotychczas badania dotyczyły głównie poziomu azotynów i azotanów w świeżych warzywach. Niewiele jest prac [2, 17, 18, 21, 22] dotyczących wpływu procesów technologicznych i kulinarnych na poziom tych związków w przetworach warzywnych. Zagadnienie to zostało podjęte w niniejszej pracy, której głównym celem było stwierdzenie czy zachodzi zmiana zawartości azotanów i azotynów w warzywach poddanych obróbce termicznej.

## MATERIAŁ I METODYKA

Do badań wybrano warzywa powszechnie spożywane w stanie surowym i w postaci różnych przetworów. Warzywa (marchew, pietruszka, por, seler i ziemniaki) pobierano bezpośrednio od producentów z terenu województwa miejskiego łódzkiego.

Zawartość azotanów i azotynów oznaczano metodą opartą na reakcji *Griessa* w modyfikacji do badania żywności [9, 10, 11, 15].

Zasada oznaczania azotanów i azotynów oparta jest na spektrometrycznym pomiarze barwy w wyniku reakcji azotynów z kwasem sulfanilowym i chlorowodorkiem N-(1-Naftyl)-etylonodiaminy w środowisku kwasu octowego. Azotany oznaczano po uprzedniej redukcji do azotynów na kolumnie wypełnionej kadmem.

Natężenie barwy oznaczano przy długości fali 520 nm na spektrofotometrze UV/Vis Unicam 8625.

Azotany i azotyny oznaczano w warzywach surowych, gotowanych a w przypadku marchwi również w soku.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W warzywach poddanych obróbce kulinarnej zachodzą zmiany zawartości azotanów i azotynów. Zazwyczaj ze względu na ich dobrą rozpuszczalność w wodzie zachodzi obniżenie poziomu tych związków w częściach stałych produktów, natomiast w wywarze następuje ich wzrost [2, 21].

Wyniki niniejszej pracy dotyczące wpływu obróbki kulinarnej typu gotowanie na zawartość azotynów i azotanów w wybranych warzywach przedstawiają tabele I–IV.

W tabelach I, II przedstawiono zawartość azotanów i azotynów w marchwi surowej, gotowanej, wywarze i soku.

Średnia zawartość azotanów z 422,2 mg  $\text{KNO}_3/\text{kg}$  produktu spadła po gotowaniu do wartości 210,3 mg  $\text{KNO}_3/\text{kg}$  produktu. Z bilansu zawartości azotanów w marchwi surowej, gotowanej i wywarze wynika, że prawie 50% azotanów pozostaje w marchwi gotowanej, a około 50% azotanów przechodzi do wywaru.

Podobne wyniki uzyskała *Wilska-Jeszke i wsp.* [22]. Autorka wykazała, że ponad 50% azotanów przechodzi podczas blanszowania z marchwi do wywaru.

Natomiast *Szponar i wsp.* [21] wykazali, że 64% azotanów pozostaje w marchwi podczas obróbki termicznej.

Tabela I przedstawia również poziom azotanów w świeżym soku z marchwi. Zawartość ta jest wysoka; w przybliżeniu równa poziomowi azotanów w marchwi surowej. Do podobnych wniosków doszli inni autorzy [8]. Sok z marchwi nieodpowiednio przechowywany w warunkach domowych może stanowić znaczne zagrożenie dla zdrowia ludzi, a zwłaszcza niemowląt i małych dzieci, z uwagi na końcowe przekształcenie azotanów w azotyny.

Tabela I. Zawartość azotanów w marchwi surowej, gotowanej, w wywarze i soku (mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu)  
 Contens of nitrates in raw carrot, boiled carrot, in decoction and in juice (mg KNO<sub>3</sub>/kg of product)

Produkt	Zawartość azotanów				
	$\bar{x}$ n = 33	Zakres	Odchylenie standardowe $\mu$	Współczynnik zmienności $v$	Zawartość azotanów w %
Marchew surowa	422,2	21,9 – 3442,8	586,9	139,0	100,0
Marchew gotowana	210,3	10,6 – 1661,0	268,9	136,4	49,8
Wywar	206,5	10,5 – 1755,8	296,1	143,4	48,9
Sok	465,8	21,9 – 3516,0	603,2	129,5	

$\bar{x}$  – wartość średnia

$\mu$  – odchylenie standardowe

$v$  – współczynnik zmienności

$n$  – liczba próbek

Tabela II. Zawartość azotynów w marchwi surowej, gotowanej, w wywarze i soku (mg KNO<sub>2</sub>/kg produktu)  
 Contens of nitrites in raw carrot, boiled carrot, in decoction and in juice (mg KNO<sub>2</sub>/kg of product)

Produkt	Zawartość azotynów				
	$\bar{x}$ n = 33	Zakres	Odchylenie standardowe $\mu$	Współczynnik zmienności $v$	Zawartość azotanów w %
Marchew surowa	1,25	0,0 – 3,82	0,85	68,0	100,0
Marchew gotowana	0,72	0,0 – 2,21	0,52	72,2	63,4
Wywar	0,51	0,0 – 1,57	0,36	70,6	35,1
Sok	1,26	0,0 – 3,86	0,86	68,3	

$\bar{x}$  – wartość średnia

$\mu$  – odchylenie standardowe

$v$  – współczynnik zmienności

$n$  – liczba próbek

Dokładne zinterpretowanie mechanizmów zmian zawartości azotanów i azotynów nie jest możliwe bez odpowiednich badań podstawowych [4].

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli II bilans azotynów w marchwi surowej, gotowanej i wywarze przedstawia się następująco: średnio 64% azotynów pozostało w marchwi surowej, a 35,1% przeszło do wywaru. W niektórych próbkach poziom azotynów spadł do 0,0. Zawartość azotynów w soku wynosi średnio 1,26 mg NaNO<sub>2</sub>/kg produktu.

W tabelach III i IV przedstawiono zawartość azotanów i azotynów w pietruszce, porze, selerze, ziemniakach surowych i poddanych obróbce termicznej. Z danych

Tabela III. Zawartość azotanów w wybranych warzywach surowych i gotowanych (mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu)  
 Contents of nitrates in selected raw and boiled vegetables (mg KNO<sub>3</sub>/kg of product)

Produkt	Zawartość azotanów				
	$\bar{x}$ n = 29	Zakres	Odchylenie standardowe $\mu$	Współczynnik zmienności $v$	Zawartość azotanów w %
<b>Pietruszka</b>					
surowa	918,4	117,2 – 3 149,8	859,4	93,1	100,0
gotowana	458,6	58,6 – 1 502,3	422,5	89,9	49,9
wywar	458,1	56,6 – 1 644,2	432,9	94,1	49,8
<b>Por</b>					
surowy	836,5	36,6 – 2 710,3	666,4	79,7	100,0
gotowany	410,9	18,0 – 1 230,0	323,2	78,7	49,1
wywar	422,4	17,8 – 1 456,0	348,5	82,5	50,5
<b>Seler</b>					
surowy	334,8	29,3 – 2 600,4	498,5	148,9	100,0
gotowany	161,9	13,9 – 1 198,8	234,3	145,6	48,4
wywar	169,3	14,1 – 1 383,4	259,7	153,4	50,6
<b>Ziemniak</b>					
surowy	268,1	7,3 – 849,7	164,3	61,3	100,0
gotowany	125,5	3,5 – 424,9	79,9	62,9	46,8

$\bar{x}$  – wartość średnia

$\mu$  – odchylenie standardowe

$v$  – współczynnik zmienności

$n$  – liczba próbek

zamieszczonych w tabelach III i IV wynika, że prawie 50% azotanów (pietruszką gotowaną 49,9%, por gotowany 49,1%, seler gotowany 48,4%) pozostaje w warzywach gotowanych, natomiast 50% przechodzi do wywaru.

Poziom azotanów w wybranych warzywach gotowanych kształtuje się następująco: średnio 57,8% azotanów pozostaje w pietruszce gotowanej, 69,5% w porze gotowanym i 57,6% w selerze gotowanym.

W tabelach 3, 4 przedstawiono również zawartość azotanów i azotanów w ziemniakach surowych i poddanych obróbce termicznej. Średnia zawartość azotanów w ziemniakach surowych z 268,1 mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu spadła do 46,8% to jest 125,5 mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu.

Cieślak [2] wykazała również, że zawartość azotanów w bulwach ziemniaków uległa obniżeniu podczas gotowania. Spadek zawartości azotanów w bulwach gotowanych sposobem tradycyjnym był znaczny i wahał się w granicach od 16% do 71% wartości początkowej.

Największy ubytek autorka zaobserwowała podczas gotowania ziemniaków pokrojonych w kostkę (71%).

Uzyskane wyniki są porównywalne z danymi cytowanymi przez Szponara [21].

Tabela IV. Zawartość azotanów w wybranych warzywach surowych i gotowanych (mg KNO<sub>2</sub>/kg produktu)  
 Contents of nitrites in selected raw and boiled vegetables (mg KNO<sub>2</sub>/kg of product)

Produkt	Zawartość azotanów				
	$\bar{x}$ n = 29	Zakres	Odchylenie standardowe $\mu$	Współczynnik zmienności $v$	Zawartość azotanów w %
<b>Pietruszka</b>					
surowa	1,09	0,0 – 3,22	0,866	79,4	100,0
gotowana	0,63	0,0 – 2,01	0,545	86,5	57,8
wywar	0,44	0,0 – 1,52	0,356	80,9	40,4
<b>Por</b>					
surowy	0,48	0,0 – 1,21	0,324	68,9	100,0
gotowany	0,30	0,0 – 0,72	0,207	69,0	62,5
wywar	0,17	0,0 – 0,51	0,120	70,6	35,4
<b>Seler</b>					
surowy	0,59	0,0 – 2,22	0,666	112,9	100,0
gotowany	0,34	0,0 – 1,21	0,379	111,5	57,6
wywar	0,23	0,0 – 1,00	0,263	125,3	38,9
<b>Ziemniak</b>					
surowy	0,31	0,0 – 1,10	0,247	79,6	100,0
gotowany	0,09	0,0 – 0,52	0,154	171,1	29,0

$\bar{x}$  – wartość średnia

$\mu$  – odchylenie standardowe

$v$  – współczynnik zmienności

$n$  – liczba próbek

Z tabeli IV wynika, że zawartość azotanów w ziemniakach gotowanych spadła średnio do 29% wartości początkowej. W niektórych próbkach poziom azotanów spadł po obróbce termicznej (gotowanie) do zera.

Cieślak [2] podaje, że zmiany zawartości azotanów w ziemniakach podczas stosowanych procesów kulinarnych są większe niż azotanów. W bulwach gotowanych tradycyjnie ich spadek waha się od 32% do 70% wartości początkowej.

Należy podkreślić, że stosowane techniki kulinarne spowodowały korzystne, z żywieniowego punktu widzenia, obniżenie zawartości azotanów i azotynów w wybranych warzywach.

Podane w tabelach I–IV duże zakresy zmienności wynikają prawdopodobnie z faktu, że produkty zakupione bezpośrednio od wytwórcy, pochodziły z pól o różnym poziomie nawożenia. Na przykład zakres zawartości azotanów w marchwi waha się w przedziale od 21,9 mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu do 3444,8 mg KNO<sub>3</sub>/kg produktu.

Jak ustalono na podstawie badań własnych spadek poziomu azotanów i azotynów w produktach gotowanych jest wynikiem przechodzenia tych związków do wywaru.

Wykonane badania pozwalają stwierdzić, że można zmniejszyć spożycie azotanów i azotynów z pożywieniem przez stosowanie odpowiednich technik kulinarnych.

Jednakże pozbywając się azotanów i azotynów przez odlewanie wywaru powoduje się również utratę części witamin i soli mineralnych [12, 13, 16, 20], których brak należy uzupełnić.

## WNIOSKI

Gotowanie warzyw obniża w istotny sposób poziom azotanów i azotynów. Znaczna część tych związków, średnio około 50%, przechodzi podczas gotowania do wywaru.

A. Markowska, A. Kotkowska, W. Furmanek, L. Gackowska,  
B. Siwek, E. Kacprzak-Strzałkowska, A. Błońska

## STUDIES ON THE CONTENTS OF NITRATES AND NITRITES IN SELECTED FRESH AND THERMAL PROCESSED VEGETABLES

### Summary

The levels of nitrates and nitrites were determined in fresh vegetables and the same products subjected to culinary processing such as boiling.

Nitrates were reduced on a cadmium column to nitrites, where upon they were determined colorimetrically using sulphanic acid and N-1-naphthyl-ethylenediamine.

Thermal processing of these vegetables reduced the level of nitrates by about 50% and the nitrites loss reached even 100%.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Barylko-Pikielna N., Tyszkiewicz S.*: Chemiczne skażenia żywności. Stan i źródła. Ekspertyza Wydziału Nauk Roln. i Leśnych PAN Komitet Technologii i Chemii Żywności Warszawa 1991.
2. *Cieślik E.*: Zmiany azotanów i azotynów podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przem. Spoż.* 1992, 10, 266.
3. Evolution certain food additives. Twenty-third Raport of the FAO/WHO Expert Committes on Food Additives. Techn. Rap. Ser. 648, WHO, Genewa, 1980, 10.
4. *Hall C.B., Hick J.R., Stall R.E.*: Nitrites in inoculated carrot juice as function of nitrate content and temperature. *J. Food Sci.* 1977, 42, 549.
5. 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.
6. *Imaizumi K., Tyuma I., Imai K., Kosake H., Heda Y.*: *In vivo* studies on methemoglobin formation by sodium nitrite. *Int. Occop. Environ. Health* 1980, 45, 97.
7. *Karłowski K., Bojewski J.*: Zawartość azotanów i azotynów w wybranych warzywach. *Rocz. PZH* 1981, 32, 407.
8. *Keatig J.P., Lell M.E., Straus A.W., Zarkowsky H., Smith G.E.*: Infantile methemoglobinemia caused by carrot juice. *N. Engl. J. Med.* 1973, 288, 824.
9. *Lemieszek-Chodorowska K.*: Metody oznaczania substancji obcych w środkach spożywczych. Wydawnictwa Medyczne PZH, 1977.
10. *Lemieszek-Chodorowska K.*: Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów w niektórych warzywach krajowych. *Rocz. PZH* 1972, 23, 549.
11. *Lemieszek-Chodorowska K., Michalak J., Pukorska W., Lisowska W., Kotlarek J., Cywińska M., Kula M., Mazurkiewicz K., Jarysz M., Kosińska K., Modrzejewska H., Kujawska T.*: Oznaczanie zawartości azotanów i azotynów w niektórych warzywach krajowych. *Rocz. PZH* 1972, 23, 549.
12. *Nadolna I.*: Badania nad zachowaniem wybranych witamin grupy B w posiłku

i dziennych racjach pokarmowych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1979, 12, 117. – 13. *Ners A.*: Badania wartości odżywczej wywarów z warzyw. *Rocz. PZH* 1964, 15, 1. – 14. *Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B.*: Toksykologia żywności PZWL, Warszawa 1987. – 15. Normy PN-74/A-82114 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości azotanów i azotynów. – 16. *Nowicka L., Secomska B.*: Zawartość witamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> i PP w zestawach dietetycznych przeznaczonych do leczenia niektórych schorzeń przewodu pokarmowego. *Rocz. PZH* 1958, 4, 321. – 17. *Phillips W.E.I.*: Changes on the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. *J. Agric. Food. Chem.* 1968, 16, 88. – 18. *Siciliano I. i inni*: Nitrate and Nitrite content of some fresh and processed market vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 1975, 23, 461. – 19. *Stasiak A., Wilska-Jeszke J.*: Azotany i azotyny w warzywach-toksyczność-występowanie. *Przem. Ferm. i Owoc-Warz.* 1983, 5, 17. – 20. *Szczygieł A., Piekarska J., Muszkatowa B., Klimczak Z.*: Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych PZWL, Warszawa 1975. – 21. *Szponar L., Mileszko T., Kierzkowska E.*: Azotany i azotyny w produktach spożywczych surowych oraz poddanych obróbce termicznej. *Rocz. PZH* 1981, 2, 129. – 22. *Wilska-Jeszke J., Stasiak A., Buczek S., Choduń J.*: Wpływ procesów technologicznych na zmiany poziomu azotanów i azotynów w marchwi. *Przem. Ferm. i Owoc-Warz.* 1985, 3, 22.

Dn. 1994.10.18

90-503 Łódź, ul. Kopernika 15/17