

## AZOTANY(V) W PRODUKTACH ROLNICZYCH W ŚWIETLE BADAŃ MONITORINGOWYCH PROWADZONYCH NA DOLNYM ŚLĄSKU

*Andrzej Kucharzewski, Lech Nowak, Elżbieta Chylińska*

Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska,  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

### Wstęp

Klasyczne badania monitoringowe jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych rozpoczęto w Polsce po raz pierwszy w 1995 roku. Ich celem było systematyczne badanie stanu zanieczyszczenia m.in. produktów rolniczych, poprzez analizę zawartości metali ciężkich i siarki, azotanów(V) oraz pozostałości środków ochrony roślin.

Ponieważ rośliny stanowią główne ogniwo w łańcuchu pokarmowym człowieka, stąd jakość surowców roślinnych ma podstawowe znaczenie dla zdrowia społeczeństwa i wymaga stałego monitorowania. Badaniami monitoringowymi w zakresie określenia zawartości azotanów(V) w warzywach i ziemniakach objęto obszar całego kraju [ANONIM 1999, 2001].

Badania prowadzone na Dolnym Śląsku stanowiły składową część badań krajowych i realizowane były przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą we Wrocławiu.

### Material i metody

Zawartość azotanów(V) w produktach rolniczych w ramach badań monitoringowych zaczęto określać od 1997 roku. Badaniami objęto najbardziej popularne gatunki warzyw (marchew, pietruszkę, ogórki, kalafior, seler, pomidory, sałatę, rzodkiewkę, buraki ćwikłowe, kapustę białą, szpinak) oraz ziemniaki, a więc te produkty spośród surowców roślinnych, które są głównym źródłem azotanów(V) dla organizmu człowieka. Próbkę surowców roślinnych pobierane były bezpośrednio z upraw plantacji towarowych w gospodarstwach rolnych w wytypowanych punktach kontrolnych, zgodnie ze szczegółowymi zasadami określonymi w instrukcji dla poszczególnych gatunków roślin.

Punktami kontrolnymi w 1997 roku były 4 miejscowości (wsie) w województwach: wrocławskim, legnickim i wałbrzyskim. W roku 1999 punkty badaw-

cze zlokalizowano w 13, a w roku 2000 w 16 miejscowościach. Tym samym badaniami objęto wszystkie powiaty województwa dolnośląskiego. Od roku 2001 badania prowadzono w 1/3 ilości punktów (powiatów), aby w cyklu 3-letnim objąć nimi wszystkie wytypowane miejscowości. Analizowane gatunki roślin pobierane były z 2–5 plantacji w punkcie i przygotowywane do badań jak do konsumpcji.

Zawartość azotanów(V) w materiale roślinnym oznaczano metodą kolorymetryczną, zgodnie z normą PN-92A/75112. Kontrolę jakości badań prowadzono na bieżąco poprzez stosowanie stałej kontroli wewnętrznej, polegającej na systematycznym dołączaniu do serii analitycznych próbek kontrolnych wewnętrznych i okresowej kontroli zewnętrznej, obejmującej badania porównawcze w sieci laboratoriów SChR.

Wyniki zawartości azotanów(V) w analizowanych produktach rolniczych wyrażono w  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  świeżej masy i oceniono w porównaniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości (NDZ) ustalonych w Polsce na podstawie ROZPORZĄDZENIA MZ [2003].

## Wyniki i dyskusja

Wyniki badań obrazujące średnią i stwierdzany przedział zawartości azotanów(V) w porównaniu do najwyższej dopuszczalnej ich zawartości (NDZ) oraz ilość analizowanych próbek warzyw przedstawiono w tabeli 1.

Niezależnie od gatunku badanego warzywa stwierdzono bardzo dużą rozpiętość uzyskanych wyników, w większości przypadków dochodzącą do kilkudziesięciu razy. Może to świadczyć o dużej ich wrażliwości na warunki środowiska, a tym samym o braku stabilności w gromadzeniu azotanów [LISEWSKA, KMIECIK 1991]. Średnia zawartość azotanów(V) w produktach, w poszczególnych latach badań nie wykazywała jednoznacznych ukierunkowań. W grupie warzyw szczególnie azotolubnych, średnia z całego okresu badań zawartość azotanów(V) stosunkowo wysoka była w rzodkiewce i burakach ćwiklowych, a niska w sałacie i szpinaku. Wyraźnie wysokie zawartości azotanów(V) odnotowano w kapuście i kalafiorach. Natomiast najniższe, w tym także średnie zawartości tego składnika stwierdzono w ogórkach i pomidorach. Zdecydowanie wyższe poziomy zawartości azotanów w warzywach w podobnego typu badaniach w latach wcześniejszych wykazali inni autorzy [BUNIAK 1986; KUCHARZEWSKI 1995; KUCHARZEWSKI, DĘBOWSKI 1995].

Uzyskane wyniki badań (tab. 2) wskazują, że około 17% podstawowych gatunków warzyw zawierało wyższe od dopuszczalnych zawartości azotanów(V). Potwierdzono tendencję nadmiernej kumulacji azotanów(V) przez warzywa korzeniowe: rzodkiewkę, buraka ćwikłowego i pietruszkę oraz niskiej zawartości azotanów w pomidorach, ogórkach i szpinaku. Jednocześnie wykazano, że zawartość azotanów(V) w kapuście i kalafiorach w warunkach dolnośląskich w granicach 71–100% nie odpowiadała wymaganiam normy. Znacznie mniejszy udział próbek wykazujących przekroczenia NDZ azotanów(V) stwierdzono w gatunkach powszechnie spożywanych – marchwi (11,7%) i ziemniakach (1,2%).

Przedziały oraz średnie zawartości azotanów(V) w produktach rolniczych w latach 1997–2002  
 Ranges and average nitrates(V) contents in agricultural produce in the years 1997–2002

Roślina Plant	NDZ*	Liczba próbek; Number of samples						mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -kg <sup>-1</sup> św.m.; FM					
		1997	1999	2000	2001	2002	Σ	1997	1999	2000	2001	2002	̄
Sałata Lettuce	2500	19	43	39	13	15	129	23,4–1132,2 651,1	45,3–949,0 429,1	125,6–2569,6 794,7	245,3–2759,4 1039,4	335,8–2080,5 838,6	681,4
Rzodkiewka Radish	2500	14	39	27	11	11	102	454,8–3774,1 1972,6	53,3–2649,9 1156,9	1087,7–5942,2 2453,3	143,8–3737,6 2301,3	1036,6–4182,9 1924,5	1818,2
Ogórek Cucumber	400	20	46	60	29	11	183	10,2–210,2 47,0	16,8–340,9 57,4	5,8–91,2 24,3	7,3–48,2 22,1	10,5–112,0 29,5	35,5
Kapusta Cabbage	1500	18	27	65	6	21	137	188,3–4582,9 2170,3	1233,7–6606,5 2422,0	751,9–6628,4 2352,1	643,1–3482,1 1300,7	682,3–4215,5 2150,0	2265,0
Marchew Carrot	750	20	50	72	43	28	213	8,8–347,5 88,5	19,0–956,6 206,9	11,0–1124,2 199,0	7,3–2774,0 713,5	11,7–1734,5 204,5	295,1
Ziemniak Potato	400	15	26	66	38	28	173	32,1–158,4 75,2	15,3–285,4 68,3	38,0–470,8 151,5	32,9–153,3 88,9	25,5–276,0 77,5	106,6
Burak ćwik. Red beet	2500	20	26	69	22	14	131	49,6–2912,0 1313,7	167,2–3372,6 1246,1	219,7–6095,5 1813,0	73,7–2160,8 1112,1	190,0–3572,5 1154,0	1712,9
Seler Celery	400	9	17	37	15	14	92	8,0–662,8 189,6	21,2–810,3 224,9	19,0–1387,0 329,7	39,4–546,0 216,0	27,5–796,0 234,5	263,6
Pietruszka Parsley	750	10	39	38	14	14	115	19,0–359,9 155,7	16,8–1219,1 297,3	21,2–1277,5 459,3	19,0–1562,2 421,6	20,5–1257,0 314,7	355,8
Pomidor Tomato	400	11	40	59	13	14	137	8,0–36,5 18,2	3,6–92,0 12,5	5,8–85,4 17,8	13,1–77,4 34,5	10,5–87,4 37,4	19,9
Kalafior Cauliflower	400	2	3	18	6	14	43	827,4–1369,5 1120,9	1985,6–3277,7 2452,8	436,5–5584,5 1372,4	737,3–2825,1 2123	573,0–3225,5 1870,5	1703,0
Szpinak Spinage	2500	5	3	2	3	14	27	16,9–1277,5 511,7	554,8–1124,2 841,9	1110,0–1335,9 1073,1	162,8–1306,7 667,7	372,0–1297,0 702,4	706,2
Razem; Total		143	359	552	213	215	1482						

\* najwyższa dopuszczalna zawartość; highest allowed content

AZOTANY(V) W PRODUKTACH ROLNICZYCH ...

Tabela 2; Table 2

Przekroczenia NDZ\* (%) azotanów(V) w produktach rolniczych w latach 1997–2002  
 Excess of NZD\* (%) nitrates(V) in agricultural produce in the years 1997–2002

Roślina Plant	1997		1999		2000		2001		2002		1997–2002	
	n**	%	n**	%	n**	%	n**	%	n**	%	n**	%
Sałata; Lettuce	0	0,0	0	0,0	1	2,6	2	15,4	0	0,0	3	2,3
Rzodkiewka; Radish	6	42,8	1	2,6	6	22,2	5	45,4	2	18,2	20	19,6
Ogórek; Cucumber	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Kapusta; Cabbage	11	61,1	22	81,5	48	73,8	1	16,7	15	71,4	97	70,8
Marchew; Carrot	0	0,0	2	4,0	1	1,4	17	39,5	5	17,8	25	11,7
Ziemniak; Potato	0	0,0	0	0,0	2	3,0	0	0,0	0	0,0	2	1,2
Burak ćwik.; Red beet	2	10,0	2	7,7	15	21,7	0	0,0	4	28,6	23	17,6
Seler; Celery	2	22,2	3	17,6	11	29,7	3	20,0	4	28,6	23	25,0
Pietruszka; Parsley	0	0,0	4	10,2	9	23,7	3	21,4	4	28,6	20	17,4
Pomidor; Tomato	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Kalafiór; Cauliflower	2	100,0	3	100,0	18	100,0	6	100,0	14	100,0	43	100,0
Szpinak; Spinage	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ogółem; Total	23	16,1	37	10,3	111	20,3	37	17,4	48	22,3	256	17,4

NDZ \* najwyższa dopuszczalna zawartość; highest allowed content (%)

n\*\* liczba próbek; number of samples

Uzyskane wyniki badań w kontekście wcześniejszych doniesień [KUCHARZEWSKI, DĘBOWSKI 1995; KUCHARZEWSKI 1995] wskazują na polepszenie jakości warzyw uprawianych w warunkach dolnośląskich, pod kątem zawartości azotanów(V) – korzystnie zmniejsza się procentowa ilość próbek z przekroczeniami najwyższych dopuszczalnych zawartości tego składnika (z 60% do 17%). Być może wpływ na taki stan rzeczy miało załamanie się rynku nawozowego, czy też stosowanie bardziej racjonalnego nawożenia, wprowadzanie nowych odmian w ramach gatunków, czy też określone warunki środowiska i stosowane zabiegi agrotechniczne. Wydaje się, że istotną rolę w tym procesie odegrało także wprowadzanie obniżonych wymagań norm w zakresie zawartości tego składnika – podniesiono o 10–120% pułap NDZ azotanów w poszczególnych warzywach na przełomie lat 1993–2003.

Przedstawione wyniki wskazują na potrzebę kontroli zawartości azotanów(V) w produktach rolniczych i jednocześnie uzasadniają celowość kontynuowania tego typu badań. Przyczynić się to może w przyszłości do obecności w obrocie handlowym wyłącznie produktów odpowiadających wymaganiom polskich norm.

### Wnioski

Przeprowadzone badania monitoringowe nad zawartością azotanów(V) w produktach rolniczych pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Zawartość azotanów w produktach była silnie zróżnicowana, zależna od rodzaju warzywa, roku badań oraz lokalizacji miejsca uprawy;
2. Przekroczenia najwyższych dopuszczalnych zawartości azotanów dotyczyły 17% wszystkich produktów i były zróżnicowane w zależności od rodzaju warzywa;
3. Przekroczenia ustalonych limitów NDZ azotanów w 70–100% dotyczyły kalafiorów i kapusty i w około 20% warzyw korzeniowych;
4. Korzystne poziomy zawartości azotanów odnotowano w ogórkach i pomidorach oraz szpinaku i sałacie, co świadczy o braku ich kumulacji w tych warzywach.

### Literatura

ANONIM 1999. *Raport z badań monitorowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 1998 roku*. Praca zbiorowa, Wyd. Edukacyjne ŻAK, Warszawa: 172 ss.

ANONIM 2001. *Raport z badań monitoringowych jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 2001 roku*. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Rada Monitoringu Jakości gleb, Roślin, Produktów Rolniczych i Spożywczych: 37 ss.

BUNIAK W. 1986. *Zawartość azotu azotanowego w nowalijkach*. Sem. Nauk.-Techn. „Ochrona środowiska a problemy rolnictwa w aglomeracjach miejsko-przemysłowych” SiTR-Wrocław., Sekcja Ochrony Środowiska Naturalnego, listopad 1986: 54 ss.

KUCHARZEWSKI A. 1995. *Ocena zawartości azotanów w warzywach Dolnego Śląska*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 219–226.

KUCHARZEWSKI A., DEBOWSKI M. 1995. *Azotany w niektórych warzywach i owocach oraz ziemniakach; woj. wrocławskie*. Wyd. OSChR-Wrocław: 25 ss.

LISIEWSKA Z., KMIECIK W. 1991. *Azotany i azotyny w warzywach. Cz. I. Wpływ różnych czynników na zawartość azotanów i azotynów w warzywach świeżych*. Post. Nauk Rol. 3/91: 11–24.

ROZPORZĄDZENIE MZ 2003. *Z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności*. Dz. U. Nr 37, poz. 326.

**Słowa kluczowe:** azotany, monitoring, produkty rolnicze

### Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań monitoringowych z lat 1997–2002 nad zawartością azotanów(V) w produktach rolniczych z województwa dolnośląskiego.

Badaniami objęto najbardziej popularne gatunki warzyw (marchew, pietruszkę, ogórki, kalafiory, selery, pomidory, sałatę, rzodkiewkę, buraki ćwikłowe, kapustę białą, szpinak) oraz ziemniaki, a więc te produkty, które są głównym źródłem azotanów dla organizmu człowieka.

Stwierdzono zróżnicowany poziom zawartości azotanów i znaczną rozpiętość wyników w obrębie analizowanych gatunków warzyw. W oparciu o obowiązujące w Polsce akty prawne wykazano, że blisko 17% badanych produktów nie spełnia wymagań jakościowych pod kątem zawartości azotanów. Potwierdzono tendencję kumulacji azotanów w warzywach korzeniowych (rzodkiewka i burak ćwikłowy) i 70–100% przekroczenia limitów NDZ azotanów w kalafiorach i kapuście. Jednocześnie wskazano na stosunkowo niskie zawartości azotanów w ogórkach i pomidorach oraz warzywach liściowych (szpinak, sałata). W gatunkach roślin powszechnie spożywanych przekroczenia dopuszczalnej zawartości azotanów odnosiły się do 1,2% próbek ziemniaków i około 12% próbek marchwi.

Wskazano na potrzebę kontroli poziomu zawartości azotanów w produktach rolniczych będących w obrocie handlowym i kontynuację tego typu badań.

### NITRATES IN AGRICULTURAL PRODUCE AS EVIDENCED BY MONITORING INVESTIGATIONS CONDUCTED IN LOWER SILESIA

*Andrzej Kucharzewski, Lech Nowak, Elżbieta Chylińska*  
Department of Agricultural Basis for Environmental Management,  
University of Environmental and Life Sciences, Wrocław

**Key words:** nitrates, monitoring, agricultural produce

### Summary

The report presents results of monitoring studies in the years 1997–2002 of the content of nitrates(V) in agricultural produce from the Lower Silesia province.

The most popular vegetable species were included in the studies (carrot, parsley, cucumber, cauliflower, celery, tomato, lettuce, radish, red beet, white cabbage, spinach) and potato – i.e. the products that are the main source of nitrates for humans.

A differentiated level of nitrates was found, and a substantial spread of results within the individual vegetable species analyzed. Basing on the actual legislation in Poland, it was shown that nearly 17% of the produce studied do not meet the requirements on nitrates content. A tendency to an excessive accumulation of nitrates in root vegetables (radish and red beet) was confirmed, as well as a 70–100% excess over the limits for NZD nitrates in cauliflower and cabbage. A relatively low content of nitrates in cucumbers and tomatoes, as well as in leaf vegetables (spinach and lettuce) was observed. In the commonly consumed vegetables the excess of nitrates content referred to 1.2% of potato samples and about 12% of carrot samples.

The level of nitrates in agricultural produce should be monitored, and studies on this problem ought be continued.

Dr inż. Andrzej **Kucharzewski**  
Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy  
Plac Grunwaldzki 24  
50–363 WROCŁAW  
e-mail: hd@ozi.ar.wroc.pl