

BOŻENA RUTKOWSKA

AZOTANY I AZOTYNY W ZIEMNIAKACH Z GOSPODARSTW
EKOLOGICZNYCH I KONWENCJONALNYCH

NITRATE AND NITRITE CONTENT IN POTATOES FROM ECOLOGICAL AND
CONVENTIONAL FARMS

Katedra Dietetyki i Żywności Funkcjonalnej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
02–787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166
Kierownik: prof. dr hab. *J.S. Keller*

Zbadano zawartość azotanów i azotynów w 3 odmianach ziemniaków (sokół, bryza, ania) uprawianych w gospodarstwach ekologicznych, atestowanych przez EKOLAND i gospodarstwach konwencjonalnych. Obserwowano niższe zawartości azotanów w ziemniakach z gospodarstw ekologicznych.

WSTĘP

Konwencjonalna produkcja rolna z użyciem środków pochodzących z przemysłowej syntezy chemicznej, prowadzi do skażeń gleby i wody. W efekcie w żywności znajdujemy szereg zanieczyszczeń. Rolnictwo ekologiczne ma zapobiegać dalszemu niszczeniu zasobów przyrody, a produkty żywnościowe wytwarzane w gospodarstwach ekologicznych proponuje się, jako szczególnie cenne, ludziom z grup wysokiego ryzyka (np. zamieszkałym na terenach o dużym zanieczyszczeniu środowiska), a także dzieciom, osobom chorym i w szczególnych stanach fizjologicznych. Produkty takie powinny być bardziej wartościowe i zawierać znikomą ilość zanieczyszczeń. Azotany i azotyny w racjach pokarmowych pochodzą głównie z warzyw, ziemniaków, ewentualnie wody pitnej [1]. Skutki zdrowotne spożycia nadmiernych ilości azotanów i azotynów są zależne od wielu czynników, jak wiek, pH soku żołądkowego, obecności w pożywieniu witaminy C. Niemowlęta narażone są na wystąpienie methemoglobinemii, po okresie niemowlęcym głównym zagrożeniem staje się możliwość tworzenia z azotynów rakotwórczych N-nitrozoamin. Śródłem azotynów są spożywane produkty, ale mogą one także powstawać w wyniku endogennej redukcji pobranych z pożywieniem azotanów [23]. Ziemniaki stanowią stale główny składnik dań obiadowych w Polsce, poza tym jako łatwo strawne i dostarczające znaczące ilości witaminy C, potasu, znajdują miejsce w żywieniu dietetycznym. Porównano ilości azotanów i azotynów w ziemniakach z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych, aby zbadać celowość zalecania ziemniaków z upraw ekologicznych w żywieniu dietetycznym. Warzywa zalecane w żywieniu dietetycznym powinny charakteryzować się bezpiecznie niską zawartością azotanów, do 250 mg NaNO₃/kg i jak najmniejszym poziomem azotynów [7].

MATERIAŁ I METODY

Materiał stanowiły ziemniaki odmian *sokół*, *bryza* i *ania*, pochodzące z gospodarstw rolników indywidualnych. Ziemniaki do badań nabywano w latach 1994, 1995 i 1996, każdorazowo z 10 gospodarstw ekologicznych, mających atest stowarzyszenia EKOLAND oraz z leżących w bliskim sąsiedztwie gospodarstw konwencjonalnych, z byłych województw płockiego, toruńskiego i włocławskiego. W gospodarstwach konwencjonalnych ziemniaki nawożono dawką odpowiadającą 100 kg NPK/ha. Badania analityczne wykonano w świeżej masie części jadalnej bulw. Oznaczenie azotanów i azotynów przeprowadzono metodą *Griessa*, w oparciu o Polską Normę [PN-92/A-75112]. Zawartość azotynów oznaczano bezpośrednio, przeliczając uzyskane wyniki na mg NaNO_2 w 1 kg produktu, na podstawie krzywej wzorcowej. Zawartość azotanów, po uprzedniej redukcji do azotynów za pomocą kadmu metalicznego, wyliczono w mg NaNO_2 . Otrzymaną wartość, po odjęciu azotynów oznaczanych dla danej próby, przeliczono na NaNO_3 . Absorbancję roztworów mierzono spektrofotometrycznie przy długości fali 538 nm.

W opracowaniu wyników użyto jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA, test LSD) dla rozkładów normalnych, ANOVA test *Kruskal-Wallis'a* dla pozostałych, test t, lub jego nieparametryczny odpowiednik test U (*Mann-Whitney*) przy $p \leq 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Istotnie, bo ponad dwukrotnie większe ilości azotanów występowały w ziemniakach z gospodarstw konwencjonalnych (tab. I). Zgodnie z obowiązującymi ustaleniami prawnymi [20] pozostałości azotanów w ziemniakach nie powinny przekraczać 250 mg NaNO_3/kg produktu. W badanych ziemniakach jedynie w 5 przypadkach obserwowano przekroczenia. Wszystkie takie próby pochodziły z gospodarstw konwencjonalnych. Nie obserwowano przekroczeń w próbach z gospodarstw ekologicznych. Rozbieżność poziomów azotanów obserwowana w trakcie niniejszych badań, była większa niż w badaniach *Borawskiej* i wsp. [3], ale znacznie mniejsza niż wynikająca z badań *Karłowskiego* i wsp. [9] i *Gajdy* i *Karłowskiego* [6], gdzie wartości maksymalne sięgały 4276,0 mg KNO_3/kg (co odpowiada 3598,6 mg NaNO_3/kg) [9] oraz 2584 mg NaNO_3/kg [6]. Średnie zawartości azotanów w bulwach ziemniaków cytowane w wielu badaniach nie wykraczają poza 250 mg NaNO_3/kg , a najczęściej mieszczą się w zakresie 70–200 mg azotanów [1, 2, 4, 7, 9, 10, 24]. W badaniach własnych ze względu na znaczną rozbieżność zawartości i rozkład wyników odbiegający od normalnego, za bardziej miarodajne w omówieniu badań uznano wartości środkowe (mediany). W przypadku azotanów wartość środkowa jest najczęściej niższa niż średnia, co potwierdzają badania *Gajdy* i *Karłowskiego* [6]. Ziemniaki z upraw ekologicznych wykazywały dwukrotnie niższą wartość środkową azotanów. *Leszczyńska* [12], a także *Lairon* i wsp. [11], wykazali niemal 50% mniej azotanów w ziemniakach ekologicznych, w porównaniu do konwencjonalnych. We wcześniejszych badaniach [21] obserwowaliśmy tę samą tendencję, podobnie *Wawrzyński* i wsp. [25]. Porównywalnie niskie ilości (70,2 mg KNO_3/kg , to jest 59,9 mg NaNO_3/kg) azotanów wykazali również *Borawska* i wsp. [3] w ziemniakach z gospodarstw indywidualnych przestawianych na ekologiczne. *Fischer* i *Richter* [5] w porównawczych badaniach gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych wykazali także mniej azotanów w ziemniakach ekologicznych.

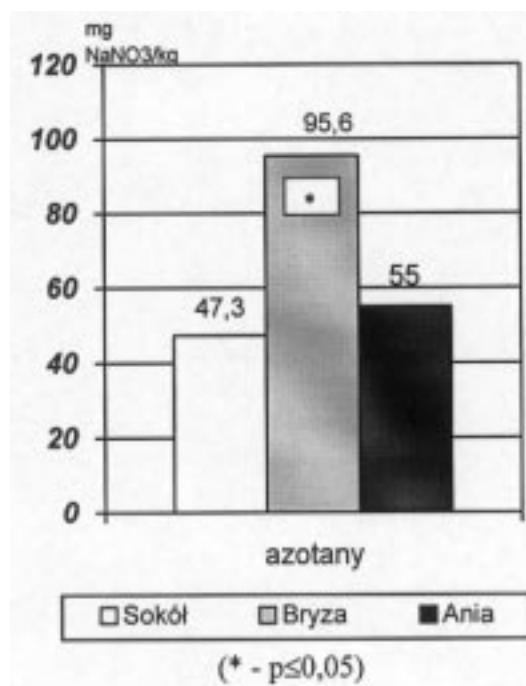
Ilości azotanów w ziemniakach z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych różniły się istotnie statystycznie na bardzo wysokim poziomie ($p \leq 0,0000009$). Wskazuje to na wyraźne zróżnicowanie kumulowania azotanów przez ziemniaki z obu badanych

Tabela I. Zawartość azotanów i azotynów w świeżej masie części jadalnej bulw ziemniaków z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych
The content of nitrates and nitrites in fresh matter of eatable parts of tubers in potatoes from ecological and conventional farms

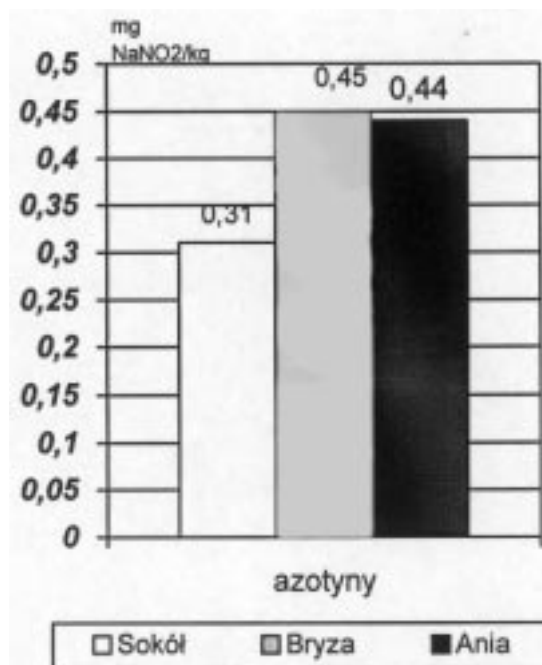
	typ gospodarstwa	n	azotany [mg NaNO ₃ /kg]	n	azotyny [mg NaNO ₂ /kg]
X \bar{r} \pm SD	Ekologiczne	60	52,7 \pm 48,2	60	0,46 \pm 0,43
	Konwencjonalne	60	120,8 \pm 84,06	60	0,565 \pm 0,49
(test t)		p \pm 0,000001		NS	
M	Ekologiczne	60	46,2	60	0,37
	Konwencjonalne	60	99,6	60	0,46
(test W)		p \pm 0,0000009		NS	
Minimum	Ekologiczne	60	4,0	60	0,0
	Konwencjonalne	60	9,8	60	0,0
Maksimum	Ekologiczne	60	202,8	60	2,1
	Konwencjonalne	60	406,5	60	2,3

M – mediana (wartość środkowa)

SD – odchylenie standardowe



Ryc. 1. Zawartość azotanów w świeżej masie części jadalnej bulw ziemniaków badanych odmian (mediana)
Nitrate content in fresh matter of eatable parts of tubers in evaluated potato varieties (median)



Ryc. 2. Zawartość azotynów w świeżej masie części jadalnej bulw ziemniaków badanych odmian (mediana)
Nitrite content in fresh matter of eatable parts of tubers in evaluated potato varieties (median)

typów gospodarstw, a pośrednio na znaczne różnice w sposobie nawożenia. Zgodnie z wieloma badaniami [13, 14, 16–18], wraz ze wzrostem nawożenia azotowego, szczególnie mineralnego, obserwuje się więcej pozostałości azotanów w ziemiopłodach, choć nie musi być to zależność liniowa.

Najwyższą średnią (medianą) zawartość azotanów stwierdzono w ziemniakach odmiany *bryza*. W tej odmianie obserwowano również najwyższy jednostkowy poziom azotanów; odmiany *sokół* i *ania* gromadziły istotnie mniej tych związków. Na odmianowe różnice gromadzenia azotanów zwraca uwagę *Sikora* [22]. Badane w niniejszej pracy ziemniaki odmian *sokół* i *ania* należałyby zaliczyć do kumulujących nieznaczne, a odmianę *bryza* do kumulujących średnie ilości azotanów (rys. 1). Odmiany *sokół* i *bryza* w zależności od sposobu uprawy gromadziły również inne ilości azotanów. Uzyskane z gospodarstw ekologicznych zawierały ich znacząco mniej niż z gospodarstw konwencjonalnych. *Międzobrodzka* i wsp. [15], podkreślały też dużą zmienność poziomów azotanów w ziemniakach tych samych odmian uprawianych w podobnych warunkach.

W badaniach własnych ilość azotynów obserwowana w ziemniakach po zbiorze nie różniła się ani w zależności od typu gospodarstwa, ani też odmiany (tab. I, ryc. 2). Potwierdzają to inne badania [8, 22], wskazujące iż zawartość azotynów w ziemniakach jest przede wszystkim zależna od warunków przechowywania. Wartości średnie i środkowe dla azotynów były podobne i niskie. Więcej azotynów znaleźli *Rostkowski* i wsp.

[19] w ziemniakach wczesnych, natomiast *Lisiewska* i *Kmiecik* [13] obserwowali podobne ilości. *Bilczuk* i *Gołacka* [2] podają, że według ich badań zawartość azotynów w ziemniakach nie przekraczała 1 mg NaNO₂/kg. Najwyższe wartości w badaniach własnych, były jednak i tak mniejsze od podanych przez *Rostkowskiego* i wsp. [19] i *Międzbrodzką* i wsp. [15].

WNIOSKI

1. Typ gospodarstwa, jak i odmiana ziemniaków miały istotny wpływ na zawartość azotanów w bulwach. Ziemniaki z gospodarstw ekologicznych zawierały mniej azotanów niż z gospodarstw konwencjonalnych. Wśród trzech badanych odmian (*sokół*, *bryza*, *ania*) najwięcej azotanów kumulowała *bryza*. Nie obserwowano wpływu uprawy, ani odmiany na ilość azotynów w bulwach ziemniaków.

2. Biorąc pod uwagę zawartość azotanów w bulwach, w żywieniu dietetycznym, szczególnie niemowląt i małych dzieci oraz wtedy gdy zalecane jest większe spożycie ziemniaków (np. dieta ziemniaczana) można zalecać ziemniaki z upraw ekologicznych. Dla pełnej oceny bezpieczeństwa spożycia należy jednak także uwzględnić inne zanieczyszczenia, które mogą występować w ziemniakach.

B. Rutkowska

NITRATE AND NITRITE CONTENT IN POTATOES FROM ECOLOGICAL AND CONVENTIONAL FARMS

Summary

The aim of this investigation was to determine nitrate and nitrite content in potatoes from ecological and conventional farms. The influence of variety on nitrate and nitrite content was also evaluated. Vegetables and potatoes from ecological cultures are supposed to contain less nitrates and nitrites and on this basis could have been advised for children, sick and people in special physiological stages. Nitrite content was determined colorimetrically, with sulfanilic acid, nitrate content was determined following reduction of nitrites by means of metallic cadmium. The results showed significantly lower nitrate content in potatoes from ecological farms, and almost twice higher in those from conventional farms. The nitrite content showed no differentiation in conventional and ecological farms. Within three varieties of potatoes (*sokół*, *bryza*, *ania*) significantly highest content of nitrate was determined in *bryza*. Considering low nitrate level potatoes from ecological farms could be advised for children and sick people, but for the complete safety evaluation also content of other contaminants (i.e. heavy metals) have to be assessed.

PIŚMIENNICTWO

1. *Baryłko-Pikielna N., Tyszkiewicz S.*: Chemiczne skażenia żywności. Stan i źródła. Ekspertyza. PAN, Warszawa, 1991.
2. *Bilczuk L., Gołacka R.*: Zawartość azotanów i azotynów w wybranych warzywach i ziemniakach uprawianych w rejonie Puław. Roczn. PZH 1991, 42, 255–263.
3. *Borawska H., Omieljaniuk N., Rostkowski J., Otłog T., Hamid F.*: Zawartość azotanów i azotynów w wybranych warzywach i ziemniakach dostępnych w handlu Białegostoku w latach 1991–92. Roczn. PZH 1994, 45, 89–95.
4. *Cieślak I., Pysz T.*: Zawartość azotanów i azotynów oraz kwasów organicznych w bulwach nowych rodów ziemniaków. Zesz. Nauk. AR Kraków 1994, 290, Tech. Żyw. z. 6, 45–51.

5. *Fischer A, Richter Ch.*: Influence of Organic and Mineral Fertilizers on Yield and Quality of Potatoes. Proceedings of the 5th IFOAM International Scientific Conference at the University of Kassel, Boehncke E., Fricke I. Eds. Witzenhausen 1986, 236–248.
6. *Gajda J., Karłowski K.*: Zawartość azotanów w warzywach i ziemniakach 1987–1991. Roczn. PZH 1993, 44, 301–307.
7. *Gertig H.*: Żywność a zdrowie. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1996.
8. *Hunt J., Turner M.K.*: A survey of nitrite concentrations in retail fresh vegetables. Food Addit. Contam. 1994, 11, 327–332.
9. *Karłowski K., Kłosińska J., Oliwa G., Jamborowicz K., Kahl S.*: Występowanie azotanów i azotynów w żywności. Cz. III. Warzywa i ziemniaki. Roczn. PZH, 1988, 39, 291–296.
10. *Kolbe H.*: Untersuchungen zur Bedeutung des Nitratgehaltes in Kartoffelnollen. Der Kartoffelbau 1987, 38, 105–109.
11. *Lairon D. Termine E., Gautier S., Trouilloud M., Lafont H., Hauton J.-Ch.*: Effects of organic and mineral fertilizations on the contents of minerals, vitamin C and nitrates in vegetables. Proceedings of the 5th IFOAM International Scientific Conference at the University of Kassel, Boehncke E., Fricke I. Eds. Witzenhausen 1986, 249–260.
12. *Leszczyńska T.*: Azotany i azotyny w warzywach pochodzących z upraw konwencjonalnych i ekologicznych. Bromat. Chem. Toksykol. 1996, 29, 289–293.
13. *Lisiewska Z., Kmieciak W.*: Azotany i azotyny w warzywach. Post. Nauk Roln. 1991, 3, 11–21.
14. *Mazur Z.*: Wpływ nawożenia azotowego na poziom zawartości azotanów i azotynów w warzywach. Biul. Warzyw. 1992, 38, 123–139.
15. *Międzobrodzka A., Cieślak E., Sikora E., Leszczyńska T.*: The effect of environment conditions on the level of nitrates and nitrites in various varieties of potato. Pol. J. Food Nutr. Sci. 1992, 1/42, 45–55.
16. *Nitsch A.*: Stickstoffdüngung und Nitratgehalte in Kartoffeln auf exakte Versuchsanlagen kommt es an. Der Kartoffelbau 1983, 34, 318–322.
17. *Reda S., Łojkowska E.*: Wpływ nawożenia azotem na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. Komunikat. Biul. Inst. Ziemn. 1993, 42, 29–37.
18. *Rogozińska I.*: Wpływ nawożenia azotowego na bilans azotu oraz szkodliwych dla zdrowia substancji chemicznych w bulwach ziemniaka. Post. Nauk Roln. 1995, 1, 59–64.
19. *Roszkowski J., Borawska M., Omieljaniuk N., Otłog K.*: Występowanie azotanów i azotynów we wczesnych warzywach i ziemniakach dostępnych w handlu Białegostoku w 1992 roku. Roczn. PZH 1994, 45, 81–87.
20. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych pozostałości w środkach spożywczych środków chemicznych stosowanych przy uprawie, ochronie, przechowywaniu i transporcie roślin. Dziennik Ustaw R.P. 1993, Nr 104, poz. 476.
21. *Rutkowska B., Karpińska M., Kowalik A., Stolarczyk A.*: Estimation of nitrate and nitrite contents in vegetables and in dishes for infants and children. Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Food Technol. and Nutr. 1993, 20, 65–70.
22. *Sikora E.*: Zawartość azotanów i azotynów oraz ołowiu i kadmu w kilkunastu odmianach ziemniaków. Bromat. Chem. Toksykol. 1997, 30, 55–61.
23. *Szponar L., Kierzkowska E.*: Wpływ na stan zdrowia azotanów i azotynów zawartych w żywności. Żyw. Człow. 1982, 9, 103–110.
24. *Szymczak J., Prescha A.*: Zawartość azotanów i azotynów w warzywach rynkowych we Wrocławiu w latach 1996–1997. Roczn. PZH 1999, 50, 17–23.
25. *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.

Otrzymano: 2001.01.17