

Zawartość anionów nieorganicznych w pędach szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.) w zależności od metody ich obróbki hydrotermicznej

Inorganic anions' content in *Asparagus officinalis* L. shoots depending on their hydrothermal treatment's method

¹Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Ewa Cieślak

²Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Stanisław Sosnowski

SUMMARY

Introduction. Potential adverse effects of inorganic anions such as Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ on organisms in the environment creates the need to monitor their quantity. Instrumental analytical technique designed for simultaneous multi-anion analysis of different materials is the High Performance Ion Chromatography (HPIC). This technique allows the determination of ionic molecules at low concentration levels include in the solutions obtained after the extraction of the tested materials.

Aim. The aim of the study was to determine the content of inorganic anions in the shoots of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) depending on the method of hydrothermal treatment.

Material and methods. The study used the white and green shoots of asparagus Geynlim varieties obtained from agricultural holding located near Warsaw.

Results. Test samples of asparagus shoots did not contain nitrites and nitrates. The average content of chlorides, phosphates and sulfates in the tested samples of asparagus was at the level (as appropriate): 2.84; 2.80 and 1.39 mg/g dry weight.

Conclusions. Traditional cooking is the best method of white asparagus shoots' hydrothermal treatment because they decreases in them both content of phosphates and sulfates. In turn, the microwave cooking is the best method of green asparagus shoots' hydrothermal treatment because they decreases in them content of all determined inorganic anions.

Keywords: asparagus, nitrates, chlorides, phosphates, sulfates, culinary treatment

STRESZCZENIE

Wstęp. Potencjalnie niekorzystne oddziaływania nieorganicznych anionów, tj. Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ na organizmy żywe stwarza w środowisku naturalnym konieczność monitorowania ich ilości. Instrumentalną techniką analityczną przeznaczoną do jednoczesnej wieloanionowej analizy różnorodnych materiałów jest wysokosprawną chromatografią jonową (HPIC). Technika ta umożliwia oznaczenie cząsteczek o charakterze jonowym na niskich poziomach stężeń m.in. w roztworach otrzymanych po ich ekstrakcji z badanych materiałów.

Cel pracy. Celem badań było określenie zawartości anionów nieorganicznych w pędach szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.) w zależności od zastosowanej metody obróbki hydrotermicznej.

Materiał i metody. W badaniu wykorzystano białe oraz zielone pędy szparaga lekarskiego odmiany Geynlim, pozyskane z gospodarstwa rolnego położonego koło Warszawy.

Wyniki. W badanych próbkach pędów szparaga nie stwierdzono zawartości azotanów (III) i azotanów (V). Średnia zawartość chlorków, fosforanów (V) oraz siarczanów (VI) w badanych próbkach szparaga kształtowała się na poziomie (odpowiednio): 2,84; 2,80 oraz 1,39 mg/g suchej masy pędu.

Wnioski. Gotowanie tradycyjne jest najlepszą metodą obróbki hydrotermicznej białych pędów szparaga lekarskiego, gdyż w największym stopniu obniża w nich zawartość zarówno fosforanów (V), jak i siarczanów (VI). Z kolei w przypadku zielonych pędów szparaga lekarskiego gotowanie przy użyciu kuchenki mikrofalowej jest zalecaną metodą ich obróbki hydrotermicznej, gdyż w większym stopniu obniża w nich zawartość wymienionych anionów nieorganicznych.

Słowa kluczowe: szparag lekarski, azotany, chlorki, fosforany, siarczany, obróbka kulinarna

Wstęp

W świetle dostępnych danych piśmiennictwa szparag lekarski (*Asparagus officinalis* L.) to jednoliścienna bylina należąca do rodziny Szparagowatych (*Asparagaceae*). Istnieje ponad 150 gatunków szparaga, jednak tylko szparag lekarski zaliczany jest do jadalnych (1). Szparag lekarski to roślina lecznicza o udowodnionym działaniu przeciwzapalnym i przeciwgrzybiczym (2), jednakże warzywo to cechuje również niska wartość energetyczna, a zarazem wysoka wartość odżywcza (3). W czasach gdy zauważalny jest znaczny wzrost zainteresowania społeczeństwa zdrową, zbilansowaną dietą, fakt ten może przyczynić się do spopularyzowania i zwiększenia spożycia tego warzywa. Szparag lekarski to bylina zasobna w wiele związków bioaktywnych, które mogą wzmacniać, osłabiać lub modyfikować funkcje fizjologiczne i metaboliczne organizmu (4). Wśród najważniejszych związków bioaktywnych obecnych w szparagach wyróżnić należy: fruktany, saponiny, sterole, składniki mineralne, witaminy, aminokwasy i białka (3).

Oprócz związków bioaktywnych, istotnym parametrem jakościowym oraz zdrowotnym warzyw i owoców jest zawartość w nich anionów nieorganicznych, tj. Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} . Instrumentalną techniką analityczną zalecaną do jednoczesnej wieloanionowej analizy różnorodnych materiałów jest wysokosprawna chromatografia jonowa (ang. *High Performance Ion Chromatography* – HPIC). Technika ta umożliwia oznaczenie substancji na niskich poziomach stężeń, nie tylko bezpośrednio w środowiskowych próbkach płynnych, ale także w roztworach otrzymanych po ekstrakcji badanych materiałów (5).

Cel pracy

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości anionów nieorganicznych w pędach szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.) w zależności od zastosowanej metody obróbki hydrotermicznej.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły białe oraz zielone pędy szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.) odmiany Geynlim pozyskane w sezonie wegetacyjnym 2013 (czerwiec) z wyspecjalizowanego gospodarstwa rolnego położonego koło Warszawy.

Przed przystąpieniem do właściwych analiz pędy szparaga zostały najpierw wymyte pod wodą i posortowane, gdyż do analizy wykorzystywano jedynie pędy o średnicy od 12 do 20 mm szerokości, a następnie

poddane procesowi blanszowania (100°C, 4 min). W dalszej części badań pędy poddano procesowi obróbki kulinarnej, przy czym stosunek ilościowy materiału do wody w każdym przypadku stanowił 1:2. Z kolei czas obróbki stanowił odpowiednio 17 min dla gotowania tradycyjnego oraz 4 min dla gotowania w kuchence mikrofalowej. Materiał badawczy został następnie zamrożony w temperaturze -80°C celem poddania go procesowi liofilizacji oraz ponownie rozdrobniony w młynku elektrycznym. Tak otrzymany liofilizat został poddany dalszym analizom w kierunku oznaczenia suchej masy oraz zawartości anionów nieorganicznych, takich jak: chlorki, fosforany (V), siarczany (VI) oraz azotany (III) i (V). Wszystkie analizy przeprowadzono w dwóch powtórzeniach.

Celem oznaczenia zawartości anionów nieorganicznych w próbkach szparaga lekarskiego odważano 0,5 g surowca z dokładnością do 0,001 g i ekstrahowano 50 ml wody dejonizowanej na łaźni ultradźwiękowej w temperaturze 80°C przez 30 min. Następnie próbki wirowano z prędkością 4500 obr./min przez 20 min, ciecz nad osadu zlewano do kolbek miarowych i uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 50 ml. Analizę chromatograficzną poprzedzało przesączenie próbek ekstraktu przez filtry strzykawkowe MCE o średnicy porów 0,22 μm .

Do analiz stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8. Fazę ruchomą sporządzono, rozcieńczając 100-krotnie roztwór wyjściowy węglanu i wodorowęglanu sodu (0,8 mol Na_2CO_3 /0,1 mol NaHCO_3) i wprowadzono do kolumny analitycznej AS 14A. Stosowano przepływ izokratyczny o natężeniu przepływu strumienia fazy ruchomej 1 ml/min. Rozdzielenie chromatograficzne prowadzono na kolumnie analitycznej IonPack AS 14A firmy Thermo Scientific wraz z kolumną ochronną AS 14G. Kolumnę termostatowano w temperaturze 30°C. Stosowano detekcję konduktometryczną, a temperatura celki pomiarowej wynosiła 35°C. Do tłumienia przewodnictwa fazy zastosowano supresor ASRS-4 mm. Częstotliwość rejestracji danych ustalono na 5.0 Hz.

Chromatogramy opracowywano w programie Chromeleon 6.8. Analizę zawartości anionów nieorganicznych prowadzono w oparciu o własną, zwalidowaną procedurę analityczną. Określona została liniowość odpowiedzi detektora na określone stężenia roztworów wzorcowych w zakresie od 10 do 80,0 mg/l dla badanych anionów – chlorków, fosforanów (V), siarczanów (VI) oraz azotanów (III) i (V), przy jednoczesnym doświadczalnym wykazaniu liniowości wskaźników detektora dla prognozy 25%. Precyzję opisaną

metody analitycznej potwierdzano poprzez dwukrotne powtarzanie nastrzyku zestawu wzorców i kaędej z próbek.

Swoistoć metody została potwierdzona poprzez porównanie czasów retencji pików uzyskanych dla badanych próbek z czasami retencji wzorców siedmiu anionów nieorganicznych, w tym chlorków, fosforanów (V), siarczanów (VI) oraz azotanów (III) i (V). Przeprowadzoną analizę poprzedziło wykonanie kalibracji z uęciem zestawu wzorców siedmiu anionów nieorganicznych, w tym chlorków, siarczanów (VI), fosforanów (III) oraz azotanów (III) i (V) i wykreęlenie pięciopunktowej krzywej kalibracyjnej. Dla kaędej próbki nastrzyki powtarzano dwukrotnie.

Zgromadzone wyniki zostały opracowane statystycznie za pomocą analizy wariancji dwuczynnikowej (czynnikiem różnicującym grupy była odmiana szparagów oraz sposób zastosowanej obróbki technologicznej) przy wykorzystaniu programu Statistica v. 10.0. W dalszej części analizy statystycznej, w celu wskazania istotnych różnic pomiędzy badanymi odmianami zastosowano test *post hoc* typu Tukeya. Różnice uznano za istotne statystycznie przy $p < 0,05$.

Wyniki

W badanych próbkach pędów szparaga nie stwierdzono zawartości azotanów (III) i azotanów (V).

W tabeli 1 przedstawiono wyniki oznaczenia zawartości chlorków w białych pędach szparaga lekarskiego. Ze względu na stwierdzoną w pozostałych próbkach elucję chlorków z niezidentyfikowaną substancją, uniemoęliwiającą ilościowe określenie ich stęęzenia, za wynik dodatni przyjęto obecność chlorków w badanym materiale. Nie odnotowano istotnie statystycznej zależności ($p < 0,05$) pomiędzy zawartością chlorków w świeęzych oraz mrożonych białych pędach szparaga lekarskiego.

Tab. 1. Zawartość chlorków w badanych próbkach

Rodzaj obróbki technologicznej	Odmiana	Zawartość chlorków [mg/g suchej masy] (n = 2)	Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 2)
Świeęże gotowane tradycyjnie	białe	2,88	2,89 ^a ± 0,01
		2,90	
Mrożone gotowane tradycyjnie	białe	2,81	2,79 ^a ± 0,04
		2,76	
Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 4)			2,84 ± 0,07

Te same litery (a-g) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami eksperymentalnymi ($p > 0,05$)

W tabeli 2 przedstawiono wyniki chromatograficznego oznaczenia zawartości fosforanów w pędach szparaga lekarskiego, które poddano różnym metodom obróbki hydrotermicznej. Najwyższe stęęzenie fosforanów (3,89 mg/g suchej masy pędów) oznaczono dla białych świeęzych pędów szparaga lekarskiego. Spoęród zielonych pędów szparaga lekarskiego najwyższą zawartością fosforanów odznaczały się świeęże pędy poddane procesowi gotowania mikrofalowego (3,33 mg/g suchej masy pędów). Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować istotne statystycznie ($p < 0,05$) zróżnicowanie średniej zawartości fosforanów w zależności od odmiany, ale także metody zastosowanej obróbki hydrotermicznej badanych pędów szparaga lekarskiego (z wyjątkiem mrożonych pędów poddanych gotowaniu mikrofalowemu).

W tabeli 3 przedstawiono wyniki oznaczenia zawartości siarczanów (VI) w pędach szparaga lekarskiego, które poddano różnym metodom obróbki hydrotermicznej. Najwyższe stęęzenie siarczanów (2,12 oraz 2,50 mg/g suchej masy pędów) stwierdzono odpowiednio dla białych oraz zielonych mrożonych pędów szparaga lekarskiego niepoddanych procesowi obróbki hydrotermicznej. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować istotne statystycznie ($p < 0,05$) zróżnicowanie średniej zawartości siarczanów (VI) w zależności od odmiany, ale także metody zastosowanej obróbki hydrotermicznej badanych mrożonych pędów szparaga lekarskiego.

Dyskusja

Spoęród anionów nieorganicznych, przedmiotem wielu badań, w tym Biegańskiej-Marecik i wsp. (6), Gajewskiej i wsp. (7), Murawy i wsp. (8) oraz Raczuk i wsp. (9), jest zawartość azotanów (III) i azotanów (V) w warzywach, których ilość wyznacza się metodą kolorymetryczną zalecaną przez Polski Komitet

Tab. 2. Zawartość fosforanów (V) w badanych próbkach

Rodzaj obróbki technologicznej	Odmiana	Zawartość fosforanów [mg/g suchej masy] (n = 2)	Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 2)
Świeże	białe	3,89	3,89 ^a ± 0,01
		3,88	
Świeże	zielone	2,99	2,96 ^e ± 0,04
		2,94	
Świeże gotowane tradycyjnie	białe	2,56	2,55 ^{bc} ± 0,02
		2,54	
Świeże gotowane tradycyjnie	zielone	2,97	2,98 ^e ± 0,01
		2,99	
Świeże gotowane mikrofalowo	białe	1,72	1,69 ^a ± 0,04
		1,67	
Świeże gotowane mikrofalowo	zielone	3,35	3,33 ^f ± 0,03
		3,30	
Mrożone	białe	2,72	2,74 ^d ± 0,02
		2,75	
Mrożone	zielone	3,85	3,87 ^{bg} ± 0,03
		3,89	
Mrożone gotowane tradycyjnie	białe	1,62	1,61 ^a ± 0,01
		1,60	
Mrożone gotowane tradycyjnie	zielone	2,71	2,70 ^{cd} ± 0,02
		2,69	
Mrożone gotowane mikrofalowo	białe	2,60	2,62 ^{cd} ± 0,03
		2,64	
Mrożone gotowane mikrofalowo	zielone	2,69	2,67 ^{cd} ± 0,02
		2,66	
Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 24)			2,80 ± 0,69

Te same litery (a-g) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami eksperymentalnymi ($p > 0,05$)

Normalizacyjny (10). Uzyskane wyniki badań własnych są w tym względzie zgodne z klasyfikacją warzyw, odnośnie zawartości azotanów (III) i azotanów (V), podaną przez Santamaria (11). Wynika z niej, że szparag lekarski zaliczany jest do warzyw o niskiej zawartości

tychże anionów nieorganicznych, tj. < 2 mg/g świeżej masy pędów. Co więcej, uzyskane wyniki są zbieżne z rezultatami badań Shalaby i wsp. (12), którzy w swym badaniu z udziałem białych pędów szparaga lekarskiego odmiany Geynlim dowiedli także, iż

Tab. 3. Zawartość siarczanów w badanych próbkach

Rodzaj obróbki technologicznej	Odmiana	Zawartość siarczanów [mg/g suchej masy] (n = 2)	Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 2)
Świeże	białe	0,95	0,94 ^a ± 0,01
		0,94	
Świeże	zielone	1,32	1,29 ^b ± 0,04
		1,26	
Świeże gotowane tradycyjnie	białe	0,99	1,03 ^a ± 0,06
		1,08	
Świeże gotowane tradycyjnie	zielone	1,06	1,04 ^a ± 0,03
		1,02	
Świeże gotowane mikrofalowo	białe	1,03	1,05 ^a ± 0,02
		1,06	
Świeże gotowane mikrofalowo	zielone	0,90	0,88 ^a ± 0,03
		0,86	
Mrożone	białe	2,05	2,12 ^d ± 0,11
		2,20	
Mrożone	zielone	2,49	2,50 ^e ± 0,01
		2,50	
Mrożone gotowane tradycyjnie	białe	1,25	1,23 ^b ± 0,03
		1,21	
Mrożone gotowane tradycyjnie	zielone	0,96	0,96 ^a ± 0,00
		0,96	
Mrożone gotowane mikrofalowo	białe	1,52	1,50 ^c ± 0,03
		1,48	
Mrożone gotowane mikrofalowo	zielone	2,11	2,09 ^d ± 0,02
		2,07	
Średnia ± SD [mg/g suchej masy] (n = 24)			1,39 ± 0,54

Te same litery (a-g) oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami eksperymentalnymi ($p > 0,05$)

zawartość azotanów (V) (2,023-2,177 mg/g suchej masy) jest istotnie statystycznie uzależniona wyłącznie od cech genotypowych odmiany hodowlanej.

Z kolei, zawartość siarczanów (VI) (0,083-0,715 mg/g suchej masy) okazała się być istotnie

statystycznie uzależniona zarówno od regionu ich uprawy, jak również od cech genotypowych odmiany hodowlanej. W piśmiennictwie brak jest jednak danych na temat zawartości azotanów (III) i azotanów (V) oraz wyżej wymienionych anionów nieorganicznych

w pędach szparaga lekarskiego oznaczonych metodą chromatografii jonowej. Jedyne wyniki analitycznych oznaczeń anionów nieorganicznych w wybranych próbkach warzyw oraz owoców przy wykorzystaniu techniki chromatografii jonowej zostały zawarte w monografiach Ubyszewskiej i wsp. (13), Sowy i wsp. (14) oraz Bilka i wsp. (15).

Badania marchwi zwyczajnej (*Daucus carota* L.) wykazały średnią zawartość poszczególnych anionów, tj. chlorków, azotanów (V) oraz fosforanów (V), na poziomie (odpowiednio): 7,03; 2,47 oraz 5,50 mg/g suchej masy. Co więcej, uzyskane wyniki wskazały na tendencję do kumulowania się chlorków oraz azotanów (V) w górnych częściach korzenia marchwi. Jony fosforanowe (V) charakteryzowały się natomiast równomiernością rozkładu we wszystkich częściach badanej marchwi (13).

Z kolei badania ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) wykazały średnią zawartość poszczególnych anionów, tj. chlorków, azotanów (V), fosforanów (V) oraz siarczanów (VI), na poziomie (odpowiednio): 0,42; 0,33; 1,89 i 0,54 mg/g świeżej masy. Uzyskane wyniki wskazują na tendencję do kumulowania się azotanów (V) w skórce ziemniaków, podczas gdy najwyższe stężenia chlorków, fosforanów (V) oraz siarczanów (VI) określono w środkowej części ziemniaka (miąższu) (14).

W przypadku badania składu chemicznego owoców pomidora szklarniowego czterech odmian, najwyższe stężenia anionów nieorganicznych odnotowano dla fosforanów, tj. od 0,85 mg/g dla odmiany Akron F1 do 1,31 mg/g surowca dla odmiany VIP F1 Pink King. Zawartość chlorków w badanych owocach pomidorów wynosiła średnio od 0,24 mg/g dla odmiany Akron F1 do 0,43 mg/g surowca dla odmiany Malinowy Olbrzym. Średnie zawartości azotanów (V) wynosiły od 0,07 mg/g dla odmiany Akron F1 do 0,11 mg/g surowca dla odmiany Malinowy Olbrzym, natomiast siarczanów (VI) od 0,17 mg/g dla odmiany VIP F1 Pink King do 0,23 mg/g surowca dla odmiany Akron F1. Najniższą stwierdzoną zawartością w badanym profilu anionów nieorganicznych odznaczały się fluorki. Ich średnia zawartość wynosiła od 0,04 mg/g dla odmiany Faworyt do 0,05 mg/g surowca dla odmiany Malinowy Olbrzym (15).

Biorąc pod uwagę powyższe dane, zarówno pędy szparaga, jak i ziemniaki oraz owoce pomidora należą do warzyw i owoców o niskiej zawartości azotanów (III) i azotanów (V), w przeciwieństwie do marchwi. Korzeń marchwi odznacza się także dwukrotnie wyższą zawartością chlorków oraz fosforanów (V) w porównaniu z pędami szparaga lekarskiego.

W badaniach własnych nie analizowano zawartości poszczególnych anionów nieorganicznych

w zależności od części pędu (górną, środek, dolną, skórka, miąższ), jednakże biorąc pod uwagę rezultaty dotyczące zawartości składników mineralnych (3), można wnioskować, iż górne części szparaga lekarskiego będą odznaczały się wyższą zawartością powyższych anionów.

Wnioski

1. W badanych próbkach pędów szparaga nie stwierdzono zawartości azotanów (III) i azotanów (V).
2. Gotowanie tradycyjne jest najlepszą metodą obróbki hydrotermicznej białych pędów szparaga, gdyż w największym stopniu proces ten obniża w nich zawartość zarówno fosforanów (V), jak i siarczanów (VI).
3. Gotowanie mikrofalowe jest zalecaną metodą obróbki hydrotermicznej zielonych pędów szparaga, gdyż w największym stopniu obniża ono w nich zawartość zarówno fosforanów (V), jak i siarczanów (VI).
4. Metoda wysokosprawnej chromatografii jonowej (HPIC), dzięki wysokiej precyzji i automatyzacji pozwala na szybką i rutynową analizę próbek warzyw.

Badania oraz publikacja zostały sfinansowane dzięki środkom finansowym z dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, BM-4779/KTGik/2014.

Piśmiennictwo

1. Daningsih E. Crown development and related changes in morphology and physiology of asparagus plants associated with their productivity. Praca doktorska 2004.
2. Xiong G, Zhou M, Ye L i wsp. The change of functional components in *Asparagus officinalis* during storage period. Food Sci 2005; 26(9):537-9.
3. Cieślak E, Siembida A. Charakterystyka wartości odżywczej i właściwości prozdrowotnych szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.). Post Fitoter 2011; 4:275-81.
4. Guaadaoui A, Benaicha S, Elmajdoub N i wsp. What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. Int J Nutr Food Sci 2014; 3(3):174-9.
5. Balcerzak M, Janiszewska J. Wieloanionowa analiza materiałów środowiskowych techniką chromatografii jonowej. Ochr Środ Zasob Natur 2011; 50:78-87.
6. Biegańska-Marecik R, Walkowiak-Tomczak D, Radziejewska-Kubzdela E. Zmiany zawartości azotanów (V) i (III) w szpinaku mało przetworzonym, pakowanym i przechowywanym w atmosferze modyfikowanej. Żywn Nauka Technol Jakość 2008; 4(59):251-60.
7. Gajewska M, Czajkowska A, Bartodziejska B. Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych warzywach dostępnych w handlu detalicznym regionu łódzkiego. Ochr Środ Zasob Natur 2009; 40:388-95.
8. Murawa D, Banaszkiewicz T, Majewska E i wsp. Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych gatunkach warzyw i ziemniakach dostępnych w handlu w Olsztynie w latach 2003-2004. Brom Chem Toksykol 2008; 41(1):67-71.
9. Raczuk J, Wadas W, Głozak K. Nitrates

and nitrites in selected vegetables purchased at supermarkets in Siedlce, Poland. *Roczniki PZH* 2014; 65(1):15-20. **10.** PN-92/A-75112. Owoce, warzywa i ich przetwory. Oznaczenie zawartości azotanów i azotynów. **11.** Santamaria P. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric* 2006; 86:10-7. **12.** Shalaby T, Sator C, Haneklaus S i wsp. Influence of variety and cultivation on mineral elements and protein content of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Acta Hort* 2004; 629:313-9. **13.** Ubyszewska M, Janiszewska J, Balcerzak M. Oznaczanie nieorganicznych anionów w próbkach warzyw techniką chromatogra-

fii jonowej. [W:] Michalski R (red.). Wybrane zastosowanie chromatografii jonowej. Wyd Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania im Gen J Ziętka, Katowice 2010; 43-52. **14.** Sowa A, Janiszewska J, Balcerzak M. Ziemniaki – chemicznie, nieorganicznie i jonowo. [W:] Michalski R (red.). Chromatografia jonowa. Wyd Śląskiej Wyższej Szkoły Zarządzania im Gen J Ziętka, Katowice 2011; 90-101. **15.** Bilek M, Matłok M, Gorzelany J, Kaniuczak J. Zastosowanie metody HPLC-ELSD i HPIC-CD do oceny składu chemicznego owoców pomidora szklarniowego. *Bromat Chem Toksykol* 2014; 47(2):172-9.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 08.10.2015

zaakceptowano/accepted: 15.02.2016

Adres/address:

*mgr inż. Agnieszka Siembida

Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji

Wydział Technologii Żywności

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

ul. Balicka 122, 31-149 Kraków

tel.: +48 (12) 662-48-25

e-mail: agnieszka153@op.pl