

*Agnieszka Baran, Czesława Jasiewicz*

## ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W RZODKIEWCE ZAKUPIONEJ NA PLACACH TARGOWYCH KRAKOWA

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie  
Kierownik: prof. dr hab. *F. Gambuś*

*Celem badań była ocena zawartości i rozmieszczenia wybranych składników mineralnych w różnych częściach rzodkiewki pochodzącej z placów targowych Krakowa. Zawartość wybranych pierwiastków (P, Mg, Ca, Na, K, Fe i Mn) w miąższu, skórce i liściach rzodkiewki oznaczono po suchej mineralizacji i roztworzeniu popiołu w  $\text{HNO}_3$ , metodą ICP-EAS. Zawartość badanych pierwiastków w rzodkiewce była uzależniona od analizowanej części rośliny. Spośród badanych pierwiastków, liście rzodkiewki zawierały najwięcej Ca, następnie  $K > P > Na > Mg > Fe > Mn$ , skórka najwięcej K, w dalszej kolejności  $P > Ca > Mg > Na > Fe > Mn$ . Z kolei w miąższu zawartość badanych pierwiastków przedstawiała się następująco:  $K > P > Ca > Na > Mg > Fe > Mn$ . Optymalną zawartość wapnia, magnezu, potasu, sodu oraz manganu dla roślin stwierdzono w miąższu i skórce oraz żelaza w miąższu.*

Hasła kluczowe: liście, skórka, miąższ rzodkiewki, składniki mineralne .  
Key words: leaves, skin, radish flesh, macroelements, selected elements.

Żywność stanowi integralną część środowiska, w którym żyje człowiek. Jest ona źródłem niezbędnych składników odżywczych (1, 2, 3). Pierwiastki takie, jak potas, wapń, magnez, sód, fosfor, żelazo i mangan w określonych ilościach są niezbędne do właściwego przebiegu procesów fizjologicznych w organizmach żywych, jednak w ilościach nadmiernych mogą również stanowić zagrożenie dla zdrowia (1). W żywności pochodzenia roślinnego znaczną pozycję zajmują warzywa, które są zaliczane do pożądaných składników diety człowieka, są podstawowym źródłem witamin oraz soli mineralnych (4). Dlatego też powinny odznaczać się wysoką jakością. Rzodkiewka to pierwsza nowalijka pojawiająca się na rynku warzywnym, uprawiana od wczesnej wiosny do późnej jesieni. Zaliczana jest do warzyw o dużej wartości odżywczej. Jest ona dość dobrym źródłem witaminy C (20,6 mg/100 g). Oprócz tego dostarcza również niewielkich ilości witaminy B1, B2 i PP oraz takich składników mineralnych jak żelazo ( $0,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), wapń, siarka, magnez, miedź i mangan. Zestawienie w jednym produkcie żelaza, miedzi i manganu może korzystnie wpływać na procesy krwiotwórcze w organizmie, dlatego rzodkiewki są polecane osobom cierpiącym na niedokrwistość (5). Częścią jadalną tej rośliny są zgrubienia łodygowe, także młode liście. Większość dotychczasowych badań dotyczyło wpływu warunków przyrodniczych i agrotechnicznych na zawartość metali

ciężkich, szczególnie kadmu i ołowiu w warzyw uprawianych w rejonach objętych znaczną emisją zanieczyszczeń przemysłowych oraz pochodzących z upraw towarowych (6, 7, 8). Celowa, zatem wydawała się ocena zawartości i rozmieszczenia makroelementów i wybranych pierwiastków śladowych (żelaza i manganu) w różnych częściach rzodkiewki pochodzącej z placów targowych Krakowa.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na przełomie kwietnia i maja 2008 r. Przedmiotem badań była rzodkiewka (*Raphanus sativus* L). Do badań wytypowano 5 placów targowych znajdujących się na terenie Krakowa. W większości przypadków rzodkiewka pochodziła z gospodarstw ogrodniczych i rolniczych oddalonych o ok. 20 – 30 km od aglomeracji miejskiej (Krakowa). W sposób losowy pobrano do badań 40 próbek rzodkiewki. Zakupiony materiał roślinny myto, rozdzielono na części: liście, skórkę i miąższ oraz suszono w temp. 80°C w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza. Po wysuszeniu, rozdrobniono i poddano mineralizacji na sucho. Popiół roztworzono w kwasie HNO<sub>3</sub> w stosunku 1:2 uzyskując roztwór, w którym oznaczono zawartość wybranych pierwiastków. Zawartość wapnia, magnezu, potasu, fosforu i sodu w rzodkiewce oznaczono metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA), natomiast żelaza i manganu metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w indukcyjnie sprzężonej plazmie argonowej (ISP-AES). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy wykorzystaniu jednoczynnikowej analizy wariancji (test F *Snedecora*) i testu NIR. Test NIR zastosowano, gdy wykazano brak równości pomiędzy średnimi. Analizę wariancji prowadzono przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Podano średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe (SD) oraz współczynnik zmienności (V%). Przy opracowaniu wyników wykorzystano program statystyczny Statistica 9.0.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Skład chemiczny rzodkiewki był zróżnicowany w zależności od badanej części (tab. I). Największą zawartość wapnia, magnezu sodu, potasu, żelaza i manganu oznaczono w liściach rzodkiewki, natomiast fosforu w miąższu. Spośród badanych pierwiastków, liście rzodkiewki zawierały najwięcej Ca, następnie K > P > Na > Mg > Fe > Mn, skórka najwięcej K, w dalszej kolejności P > Ca > Mg > Na > Fe > Mn. Z kolei w miąższu zawartość badanych pierwiastków przedstawiała się następująco: K > P > Ca > Na > Mg > Fe > Mn. W rzodkiewce stwierdzono duże zróżnicowanie w zawartości badanych pierwiastków. Największe zróżnicowanie spośród analizowanych pierwiastków, niezależnie od badanej części rzodkiewki wykazano dla sodu następnie > Mn > Fe > Ca > Mg > K > P.

Zawartość wapnia w liściach rzodkiewki mieściła się w granicach od 8,58 do 37,25 g w skórce od 1,15 do 5,88 g oraz w miąższu od 1,19 do 8,91 g Ca · kg<sup>-1</sup> s.m. Wykazano istotne zróżnicowanie zawartości wapnia w rzodkiewce w zależności od analizowanej części. Największą zawartość tego makroelementu wykazano w liś-

ciach, następnie w miąższu, a najmniejszą w skórce. Liście rzodkiewki zawierały 9-razy więcej wapnia niż skórka oraz 7-razy więcej niż miąższ (tab. I). W przypadku magnezu jego zawartość w liściach wyniosła od 1,92 do 7,08 g, w skórce od 0,59 do 2,03 g, natomiast w miąższu od 0,49 do 3,07 g  $Mg \cdot kg^{-1}$  s.m. Wyniki dotyczące zawartości magnezu wskazują na istotnie największą zawartość tego pierwiastka w liściach a najmniejszą w skórce (tab. I). Liście rzodkiewki zawierały blisko 3-krotnie więcej magnezu niż skórka i 2-krotnie więcej niż miąższ. Zawartość potasu w rzodkiewce wahała się od 10,80 do 32,00 g (liście), od 8,56 do 31,48 g (skórka) oraz od 5,64 do 25,06 g (miąższ)  $K \cdot kg^{-1}$  s.m. Rozmieszczenie tego pierwiastka w rzodkiewce było następujące: liście > skórka > miąższ (tab. I). Liście zawierały o 13% więcej potasu w stosunku do skórki oraz o 20% w stosunku do miąższu, przyczym zależności ten nie były istotnie statystyczne (tab. I). W liściach rzodkiewki stwierdzono od 2,71 do 5,61 g P, w skórce od 4,41 do 8,21 g P oraz w miąższu od 2,44 do 8,97 g P  $\cdot kg^{-1}$  s.m. Istotnie największą zawartość fosforu stwierdzono w skórce, następnie w miąższu, a najmniej tego makroelementu wykazano w liściach. Skórka zawierała o 33% więcej fosforu niż liście i o 39% więcej niż miąższ (tab. I). Zawartość sodu w rzodkiewce wahała się od 0,22 do 15,02 g w liściach, od 0,22 do

Tabela I. Zawartość wybranych pierwiastków w rzodkiewce

Table I. Content of selected elements in radish

Pierwiastek	Część rzodkiewki	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Min.-Max	V% <sup>1</sup>	NIR <sub>0,05</sub> <sup>2</sup>
Wapń	Liść	24,55 <sup>b</sup>	5,98	8,58–37,25	24	1,86
	Skórka	2,61 <sup>a</sup>	1,11	1,15–5,88	43	
	Miąższ	3,76 <sup>a</sup>	1,50	1,19–8,91	40	
Magnez	Liść	3,12 <sup>c</sup>	1,12	1,92–7,08	36	0,39
	Skórka	1,06 <sup>a</sup>	0,41	0,59–2,03	39	
	Miąższ	1,64 <sup>b</sup>	0,59	0,49–3,07	36	
Potas	Liść	19,11	5,47	10,80–32,00	29	n.i.
	Skórka	16,97	6,14	8,53–31,48	36	
	Miąższ	15,94	4,78	5,64–25,06	30	
Fosfor	Liść	3,96 <sup>a</sup>	0,80	2,71–5,61	20	0,58
	Skórka	5,52 <sup>b</sup>	1,02	4,14–8,97	18	
	Miąższ	4,15 <sup>a</sup>	1,45	2,44–8,21	35	
Sód	Liść	3,50 <sup>b</sup>	2,56	0,39–18,90	100	1,38
	Skórka	1,95 <sup>ab</sup>	2,70	0,22–15,02	138	
	Miąższ	1,25 <sup>b</sup>	1,30	0,11–6,78	104	
mg · kg <sup>-1</sup> s.m.						
Żelazo	Liść	955,5 <sup>b</sup>	570,6	296,0–2440,0	60	172,67
	Skórka	231,9 <sup>a</sup>	112,1	13,00–567,32	48	
	Miąższ	26,88 <sup>a</sup>	36,94	27,00–217,27	98	
Mangan	Liść	95,03 <sup>b</sup>	85,19	34,80–464,0	90	31,04
	Skórka	38,39 <sup>a</sup>	19,80	10,00–312,20	125	
	Miąższ	10,64 <sup>a</sup>	5,19	6,00–68,52	102	

<sup>1</sup> Współczynnik zmienności, <sup>2</sup> najmniejsza istotna różnica, <sup>3</sup> nieistotnie statystycznie.

15,02 g w skórce oraz w miąższu od 0,11 do 6,78 g  $\text{Na} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m.}$  Zawartość sodu w rzodkiewce, podobnie jak potasu kształtowała się następująco: liście > skórka > miąższ, przy czym różnice te były statystycznie istotne. W skórce rzodkiewki stwierdzono o 44% mniej, a w miąższu o 64% mniej sodu niż w liściach tej rośliny (tab. I). Zawartość żelaza w rzodkiewce mieściła się w zakresie od 269 do 2440 mg w liściach, następnie od 13 do 567,32 mg w skórce oraz od 27 do 217, 27 mg  $\text{Fe} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m}$  w miąższu. Z kolei zawartość manganu była następująca: w liściach od 34 do 464 mg, w skórce od 10 do 312,20 mg a w miąższu od 6 do 68,52 mg  $\text{Mn} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m.}$  Zatem podobnie jak dla wapnia i magnezu istotnie największą zawartość badanych metali oznaczono w liściach, mniejszą w skórce, a najmniejszą w miąższu. Skórka rzodkiewki zawierała 4-krotnie mniej żelaza i 2-krotnie mniej manganu niż liście. W miąższu relacje te były następujące 36-krotnie mniej żelaza i 9-krotnie mniej manganu w stosunku do liści (tab. I).

Interesującym uzupełnieniem powyższych danych są wyliczone współczynniki korelacji występujące między zawartością poszczególnych pierwiastków w rzodkiewce (tab. II). W liściach istotnie dodatnią korelację wykazano dla Mn i K, następnie Mg i Na oraz ujemną między zawartością Mn i Ca, oraz K a Ca i Na (tab. II). Badając korelację pomiędzy zawartością analizowanych pierwiastków w skórce rzodkiewki stwierdzono dodatni związek dla zawartości Fe i P, kolejne K i P, Mg, Ca oraz między Mg a Ca i Na (tab. II). W miąższu istotnie dodatnią korelację wykazano dla zawartości Mg a Ca, Na, K, następnie pomiędzy Ca a Na i K oraz Na i K (tab. II).

Znaczny procent warzyw spożywanych przez ludność miejską pochodzi z ogródków działkowych i upraw znajdujących się w podmiejskich gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych (9, 10). Warto zaznaczyć, że warzywa należą do roślin, które bardzo łatwo gromadzą w swoich tkankach nadmierne zawartości pierwiastków, które zmieniają ich skład chemiczny (11, 12, 13). Dlatego też uprawiane w rejonach narażonych na emisję zanieczyszczeń miejskich i przemysłowych mogą niespełniać kryteriów jakości dotyczących zawartości poszczególnych pierwiastków. Z badań *Epstein, Bloom* (14) wynika, że optymalna zawartość makroelementów w roślinach wynosi ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m.}$ ): Na ok. 0,01, K ok. 10, Ca ok. 5, Mg ok. 2. Z kolei biorąc pod uwagę inne badania, prawidłowa zawartość makroelementów w roślinach kształtuje się na poziomie: od 2,6 do 3,5 g P, od 17 do 20 g K, od 4,5 do 9,0 g Ca, 3 g Mg, od 1,5 do 2,5 g  $\text{Na} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m}$  (15). Według *Turskiego* i *Barana* (16) poziom zawartości żelaza w roślinach stanowi wartość 20 – 50  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s.m.}$ , a duża koncentracja tego metalu w surowcach może być efektem jego nadmiernej zawartości w powietrzu. Niemniej jednak wokół tych wartości mogą występować duże odchylenia w zależności od gatunku rośliny, rodzaju tkanki, czy warunków środowiska. Porównując otrzymane średnie zawartości badanych pierwiastków z podanymi wyżej wartościami stwierdzono optymalną zawartość wapnia, magnezu, potasu, sodu oraz manganu w miąższu i skórce oraz żelaza w miąższu badanej rzodkiewki. Zawartość fosforu w rzodkiewce była nieco większa niż podane wcześniej optimum. Ponadto porównując otrzymane wyniki z badaniami innych autorów dotyczących rozmieszczenia makroelementów w warzywach wykazano podobne relacje. W badaniach *Nurzyńskiego* i współpr. (17) stwierdzono, że liście kalarepy zawierały więcej wapnia, magnezu a mniej potasu i fosforu niż zgrubienia tej rośliny. Autor wykazał, że zawartość makroelementów w liściach kalarepy była następująca: 23,6 do 34,2 g Ca, od 2,1 do

3,4 g Mg, od 17,2 do 28,2 g K oraz od 1,2 do 1,4 g P · kg<sup>-1</sup> s.m., a w zgrubieniach odpowiednio od 3,5 do 5,7 g Ca, od 1,4 do 1,5 g Mg, od 26,3 do 33,8 g K oraz od 3,0 do 4,0 g P · kg<sup>-1</sup> s.m. (17). Zatem oprócz rozmieszczania makroelementów, również ich zawartość w badanej rzodkiewce była podobna jak w kalarepie (tab. I).

Tab e l a II. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy zawartością pierwiastków w rzodkiewce

Tab l e II. Simple coefficients of correlation between trace element contents in radish

Liście						
Pierwiastek	Fe	Mn	P	Mg	Ca	Na
Mn	0,05					
P	-0,31	0,11				
Mg	-0,18	-0,24	-0,21			
Ca	0,04	-0,46*	-0,34	0,16		
Na	0,18	-0,10	-0,18	0,65***	0,01	
K	-0,31	0,51**	0,35	-0,34	-0,58***	-0,48**
Skórka						
Pierwiastek	Fe	Mn	P	Mg	Ca	Na
Mn	0,09					
P	0,39*	0,08				
Mg	0,03	-0,16	0,48**			
Ca	-0,16	-0,15	0,08	0,68***		
Na	-0,11	-0,14	0,09	0,42*	0,16	
K	0,18	0,18	0,40*	0,59***	0,52**	-0,09
Miąższ						
Pierwiastek	Fe	Mn	P	Mg	Ca	Na
Mn	0,15					
P	0,29	-0,18				
Mg	0,23	-0,18	-0,02			
Ca	0,23	-0,02	-0,11	0,74***		
Na	-0,08	-0,03	-0,24	0,62***	0,40*	
K	0,26	0,00	0,03	0,81***	0,43*	0,38*

Istotne przy \*\*\*  $p \leq 0,001$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*  $p \leq 0,05$ .

W przeliczeniu na kg świeżej masy badana rzodkiewka w zgrubieniu (części konsumpcyjnej, miąższ + skórka) zawierała 0,32 g Ca, 0,14 g Mg, 1,65 g K, 0,48 g P, 0,16 g Na, 12,94 mg Fe i 2,45 mg Mn · kg<sup>-1</sup> s.m. Jak podają *Elmadfa* i *Muskat* (18) przeciętna zawartość makroelementów w rzodkiewce wynosi odpowiednio: 0,35 g Ca, 0,08 g Mg, 2,55 g K, 0,28 g P, 0,17 g Na, 12 mg Fe, od 0,05 do 2 mg Mn · kg<sup>-1</sup> s.m. W badaniach *Grembeckiej* i współpr. (4) rzodkiewka pochodząca z handlu detalicznego Trójmiasta zawierała porównywalne ilości potasu (1,36–1,72 g · kg<sup>-1</sup> s.m.) i dużo mniejszą zawartość manganu (0,3–0,6 mg · kg<sup>-1</sup> s.m.) w porówniu do badanej rzodkiewki zakupionej na placach targowych Krakowa.

Reasumując, warzywa są cennym elementem diety człowieka, uzupełniającym pożywienie w sole mineralne i witaminy. W związku z tym konieczne są badania monitoringowe oceniające jakość warzyw dostępnych w sprzedaży detalicznej.

## WNIOSKI

1. Zawartość badanych pierwiastków w rzodkiewce była uzależniona od analizowanej części rośliny. Największą zawartość magnezu, wapnia, sodu, potasu, żelaza i manganu oznaczono w liściach rzodkiewki, natomiast fosforu w miąższu.

2. Rozmieszczenie badanych pierwiastków w liściach rzodkiewki było następujące: Ca > K > P > Na > Mg > Fe > Mn, w skórce: K > P > Ca > Mg > Na > Fe > Mn oraz w miąższu: K > P > Ca > Na > Mg > Fe > Mn.

3. W rzodkiewce stwierdzono duże zróżnicowanie w zawartości badanych pierwiastków, największe zróżnicowanie spośród analizowanych pierwiastków wykazano dla sodu, żelaza i manganu, a najmniejsze dla magnezu i potasu.

4. Optymalną zawartość wapnia, magnezu, potasu, sodu oraz manganu dla roślin stwierdzono w miąższu i skórce oraz żelaza w miąższu.

A. Baran, Cz. Jasiewicz

CONTENTS OF SELECTED ELEMENTS IN RADISH  
FROM MARKETPLACES IN CRACOW

## Summary

The aim of this work was to assess the content and distribution of selected elements in various parts of radish from several marketplaces in Cracow. Five marketplaces had been selected. Contents of chosen elements (P, Mg, Ca, Na, K, Fe, Mn) in radish root body, peel and leaves were determined by ICP-EAS after the material had been dry mineralized and dissolved in HNO<sub>3</sub>. The contents of the individual elements varied depending on particular part of the plant and ranged from 2.44 to 8.97 g P; 0.49 to 7.08 g Mg; 1.15 to 37.25 g Ca; 0.11 to 18.90 g Na; 5.64 to 32.00 g K; 0.13 to 2440 mg Fe; and 0.06 to 464.40 mg Mn per kg of dry mass. The highest concentrations of magnesium, calcium, sodium, iron and manganese were found in radish leaves, while radish root bodies contained highest concentrations of phosphorus. Among studied minerals, radish leaves contained highest amounts of Ca, followed by K > P > Na > Mg > Fe > Mn; the corresponding order of mineral contents for the peel was K, followed by P > Ca > Mg > Na > Fe > Mn. For the radish body, the sequence was K > P > Ca > Na > Mg > Fe > Mn. The contents of the studied elements were found to vary considerably in the radish; the highest variations were found for sodium, iron and manganese, and the lowest ones for magnesium and potassium. Optimal concentrations of calcium, magnesium and manganese in the vegetable were found in the body and peel, while optimal iron content was detected in radish body.

## PISMIENICTWO

1. Rusinek E., Ognik K., Sembratowicz I., Truchliński J.: Wpływ warunków siedliska na bioakumulację makroelementów oraz pierwiastków śladowych w wybranych owocach z rejonu Lubelszczyzny. *J. Elementol.*, 2006; 11(2): 199-206. – 2. Nowak L., Kucharzewski A.: Zawartość arsenu i selenu w produktach roślinnych pochodzących z województwa łęckiego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 2000; 471, Cz. II: 1067-1074. – 3. Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S.: Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości korzeni marchewki. *Acta Agroph.*, 2006; 8(4): 779-790. – 4. Grembecka M., Szefer P., Gurzyńska A., Dybek K.: Ocena jakości zdrowotnej wybranych warzyw na podstawie ich składu pierwiastkowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; (41)3: 328-332. – 5. Dobrakowska-Kopecka Z., Doruchowski R.W., Gapińska M.: *Warzywnictwo*. PWRiL, Warszawa, 368 ss. 1999. – 6. Szymczak J., Iłow R., Regulska-Iłow B.: Zawartość ołowiu i kadmu w warzywach, zbożach, owocach i glebach pochodzących z terenów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu przemysłowym oraz szklarni. *Roczn. PZH*, 1993; 44(4): 331-346. – 7. Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S.: Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości ogórka. *Acta*

Agroph., 2007; 10(2): 273-285. – 8. *Golecz A., Breś W.*: Content of cadmium, lead and zinc in vegetables marked on the area of Poznań town (comparative study). Roczn. AR w Poznaniu, Ogrodnictwo, 2000; 31, cz.1: 265-269. – 9. *Bielińska E.J.*: Charakterystyka ekologiczna gleb ogrodów działkowych z terenów zurbanizowanych. Journal of Research and Application in Agricultural Engineering, 2006; 51(2): 13-16. – 10. *Wacławek W., Kwak A., Sztemberek-Gola I.*: Zanieczyszczenie chemiczne wody, gleby i roślin warzywnych pobranych z ogrodów działkowych Kędzierzyna-Koźła. Chem. i Inż. Ekolo., 1998; 5(12): 1163-1178.

11. *Jasiewicz Cz.*: Wpływ wzrastających dawek kadmu na plon i zawartość tego metalu w niektórych warzywach. Acta. Agr. Silv. S. Agr., 1993; 31: 64-69. – 12. *Curyło T., Jasiewicz Cz.*: Wpływ różnych nawozów organiczno-mineralnych na pobieranie metali ciężkich przez niektóre warzywa. Roczn. AR Poznań, 1998; 304(27): 39-49. – 13. *Tyksiński W., Kurdubska J.*: Różnice odmianowe w akumulacji kadmu i ołowiu przez rzodkiewkę (*Raphanus sativus L.*). Roczn. AR w Poznaniu, 2004; 344: 209-215. – 14. *Epstein E., Bloom A.J.*: Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sinecure Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, 2004; 47: 207-225. – 15. *Czuba R., Mazur T.*: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa, 360 ss. 1988. – 16. *Turski R., Baran St.*: Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Wyd. AR, Lublin. 1995. – 17. *Nurzyński J., Dzida K., Nowak L.*: Oddziaływanie nawożenia azotowego na plon i skład chemiczny kalarepy. Roczn. AR w Poznaniu, 2007; 383: 583-587. – 18. *Elmadfa I., Muskat E.*: Wielkie tabele kalorii i wartości odżywczych. Jak jeść rozsądnie i zdrowo. Wyd. MUZA, Warszawa, 119 ss. 2001.

Adres: 31-120 Kraków, Al. Mickiewicza 21.