

ANNA CZECH, ELŻBIETA RUSINEK, DARIUSZ BARTOSZEK

## ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W WYBRANYCH WARZYWACH Z REJONU LUBELSZCZYZNY

### THE TRACE ELEMENTS CONTENT IN THE SELECTED VEGETABLES FROM THE LUBLIN AREA

Katedra Biochemii i Toksykologii  
Akademia Rolnicza  
20-934 Lublin, ul. Akademicka 13  
Kierownik: prof. dr hab. *J. Truchliński*

*Metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA) oznaczono zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza w próbkach świeżych warzyw (rzodkiewki, sałaty, szczypioru, szpinaku, szczawiu) z rejonu Lubelszczyzny. Zawartość badanych pierwiastków w próbkach analizowanych warzyw można uznać za niskie, nie stanowiące zagrożenia dla zdrowia człowieka.*

**Słowa kluczowe:** miedź, cynk, mangan, żelazo, warzywa, zawartość, ASA  
**Key words:** copper, zinc, manganese, iron, vegetables, contents, ASA

#### WSTĘP

Dla organizmu człowieka niezbędnych jest około 15 składników mineralnych, będących ważnymi elementami struktur fizjologicznych i biorących udział w różnych procesach metabolizmu. Biopierwiastki mają wpływ na fizyczną i chemiczną integralność komórek i tkanek przez zachowanie odpowiednich potencjałów bioelektrycznych, jak też są nieodzowne do produkcji hormonów i enzymów. Choć nie spełniają funkcji energetycznych, okazują się niezbędne do życia. Składniki mineralne powinny być dostarczone wraz z pożywieniem w odpowiednich ilościach i proporcjach. Zarówno ich nadmiar jak i niedobór w diecie może spowodować zaburzenia procesów metabolicznych [1, 6, 7, 8, 10]. Warzywa jako pełnowartościowe produkty żywnościowe są ważnym elementem diety człowieka, a przede wszystkim źródłem składników mineralnych. Zawartość biopierwiastków w warzywach jest uzależniona od wielu czynników m.in. właściwości odmianowych roślin, czasu wegetacji, warunków środowiskowych, miejsca pozyskania itp. W dostępnym piśmiennictwie nie ma wiele informacji na temat zawartości pierwiastków śladowych w warzywach z rejonu wschodniej Polski. Dlatego celowe było oznaczenie, zawartości pierwiastków śladowych (miedź, cynk, mangan i żelazo) w wybranych gatunkach warzyw na Lubelszczyźnie w zależności od miejsca pozyskania (ogródki działkowe w centrum Lublina, ogródki działkowe poza Lublinem, supermarket, targowisko).

## MATERIAŁ I METODY

Oznaczono zawartość wybranych pierwiastków śladowych w świeżych warzywach: rzodkiewce, salacie, szczypiorze, szpinaku i szczawiu. Warzywa zebrano w maju 2004 roku w stanie pełnej dojrzałości konsumpcyjnej. Analizowane próbki warzyw pochodziły z obszarów potencjalnie nie narażonych na zanieczyszczenia przemysłowe, z dala od tras szybkiego ruchu (ogródki działkowe poza miastem – usytuowane 20 km od centrum Lublina, supermarket – warzywa pozyskane ze szklarni) oraz z terenów potencjalnie zanieczyszczonych z uwagi na bliską odległość od szosy (ogródki działkowe w centrum Lublina – 100 m od trasy szybkiego ruchu, targowisko – uprawy gruntowe przy trasie wylotowej z Lublina). Przeanalizowano 100 próbek, po 5 dla każdego badanego warzywa. Oznaczenia wykonano w dwukrotnym powtórzeniu.

Pobrane do oznaczeń próbki warzyw przygotowano i mineralizowano metodą suchą w temperaturze 450°C, a następnie roztrawiano w 6N kwasie solnym. W otrzymanym mineralizacie oznaczono zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej ASA. Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej testem analizy wariancji jednozynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Miedź, cynk, mangan i żelazo uznawane są jako jedne z najważniejszych pierwiastków śladowych niezbędnych do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu człowieka. W ostatnich latach obserwuje się jednak w produktach spożywczych pochodzenia roślinnego niskie zawartości tych pierwiastków [11]. Dopuszczalny poziom badanych pierwiastków śladowych, w warzywach do chwili obecnej nie został określony wraz z wejściem w życie nowego Rozporządzenia Ministra Zdrowia [9].

W tabeli I przedstawiono zawartość miedzi i cynku w wybranych warzywach z rejonu Lubelszczyzny. W warzywach pochodzących z ogródków działkowych w centrum Lublina największą zawartość miedzi zanotowano w szczypiorze (1,07 mg kg<sup>-1</sup> ś.m), zaś najmniejszą w rzodkiewce (0,23 mg kg<sup>-1</sup> ś.m). W salacie, szpinaku i szczawiu ilości tego biopierwiastka kształtowały się na zbliżonym poziomie (0,66±0,02 mg kg<sup>-1</sup> ś.m). Nieco odmienne rezultaty uzyskano w warzywach pochodzących z ogródków działkowych poza Lublinem. Średnia zawartość miedzi w warzywach z tego rejonu wahała się w granicach od 0,31 mg kg<sup>-1</sup> ś.m. (dla sałaty) do 0,78 mg kg<sup>-1</sup> ś.m. (dla szczawiu). Najwyższą zawartość miedzi w warzywach pochodzących z supermarketu oraz targowiska odnotowano w szczawiu i szpinaku, natomiast niższą o około 66±3,5% w rzodkiewce (Tab. I). W przypadku cynku najwyższą zawartość stwierdzono w szpinaku i rzodkiewce, warzywach pochodzących z ogródków działkowych w centrum Lublina, natomiast niższą o około 41±3,5% w salacie. Średnia zawartość cynku w rzodkiewce, szczypiorze, szpinaku oraz szczawiu pozyskanych z ogródków działkowych poza Lublinem kształtowała się na zbliżonym poziomie (2,33±0,18 mg kg<sup>-1</sup> ś.m.) i była o około 50% wyższa w porównaniu z sałatą. Natomiast w warzywach z supermarketu najwyższą zawartością cynku charakteryzował się szczaw oraz szczypior; była ona o około 39% wyższa od pozostałych. Średnia zawartość cynku w rzodkiewce, salacie i szczypiorze z targowiska kształtowała się na zbliżonym poziomie (2,77±0,20 mg kg<sup>-1</sup> ś.m.) i była o około 16% wyższa w porównaniu do szpinaku oraz o około 18% niższa w stosunku do szczawiu.

Wyniki uzyskane przez *Kowalską-Pylka* i wsp. [5] dotyczące zawartości miedzi i cynku w salacie i szczypiorze były zbliżone do uzyskanych w prezentowanej pracy i kształtowały

Tabela I. Zawartość miedzi i cynku w wybranych warzywach ( $\text{mg kg}^{-1}$  świeżej masy)  
 Copper and zinc contents in the selected vegetables ( $\text{mg kg}^{-1}$  of fresh mass)

Miejsce pozyskania	Rodzaj warzywa	Zawartość ( $\text{mg kg}^{-1}$ świeżej masy)	
		miedź	cynk
ogródki działkowe w centrum Lublina	rzodkiewka	0,18-0,30 $\bar{x}$ 0,23 $\pm$ 0,05	1,55-2,4 $\bar{x}$ 1,95 $\pm$ 0,4
	sałata	0,44-0,75 $\bar{x}$ 0,64 $\pm$ 0,1	0,98-1,44 $\bar{x}$ 1,21 $\pm$ 0,23
	szczypior	0,77-1,34 $\bar{x}$ 1,07 $\pm$ 0,25	1,37-2,09 $\bar{x}$ 1,71 $\pm$ 0,34
	szpinak	0,48-0,90 $\bar{x}$ 0,68 $\pm$ 0,22	1,84-2,58 $\bar{x}$ 2,19 $\pm$ 0,35
	szczaw	0,45-0,83 $\bar{x}$ 0,65 $\pm$ 0,18	1,61-2,06 $\bar{x}$ 1,79 $\pm$ 0,18
ogródki działkowe poza Lublinem	rzodkiewka	0,24-0,40 $\bar{x}$ 0,32 $\pm$ 0,08	2,03-2,71 $\bar{x}$ 2,33 $\pm$ 0,3
	sałata	0,25-0,42 $\bar{x}$ 0,31 $\pm$ 0,06	1,05-2,07 $\bar{x}$ 1,56 $\pm$ 0,51
	szczypior	0,37-0,61 $\bar{x}$ 0,49 $\pm$ 0,12	1,93-3,23 $\bar{x}$ 2,51 $\pm$ 0,58
	szpinak	0,6-0,92 $\bar{x}$ 0,76 $\pm$ 0,16	1,53-2,93 $\bar{x}$ 2,23 $\pm$ 0,7
	szczaw	0,6-0,96 $\bar{x}$ 0,78 $\pm$ 0,18	1,82-2,72 $\bar{x}$ 2,26 $\pm$ 0,44
supermarket	rzodkiewka	0,33-0,74 $\bar{x}$ 0,52 $\pm$ 0,22	2,33-3,60 $\bar{x}$ 2,97 $\pm$ 0,64
	sałata	0,56-1,05 $\bar{x}$ 0,81 $\pm$ 0,25	2,36-3,40 $\bar{x}$ 2,87 $\pm$ 0,51
	szczypior	0,48-0,95 $\bar{x}$ 0,72 $\pm$ 0,24	3,11-4,45 $\bar{x}$ 3,79 $\pm$ 0,68
	szpinak	1,00-1,68 $\bar{x}$ 1,34 $\pm$ 0,35	1,36-3,42 $\bar{x}$ 2,38 $\pm$ 0,72
	szczaw	1,05-1,84 $\bar{x}$ 1,46 $\pm$ 0,38	3,58-4,12 $\bar{x}$ 3,83 $\pm$ 0,25
targowisko	rzodkiewka	0,26-0,38 $\bar{x}$ 0,34 $\pm$ 0,04	2,00-3,10 $\bar{x}$ 2,61 $\pm$ 0,53
	sałata	0,40-0,72 $\bar{x}$ 0,56 $\pm$ 0,16	2,22-3,25 $\bar{x}$ 2,74 $\pm$ 0,52
	szczypior	0,65-1,05 $\bar{x}$ 0,85 $\pm$ 0,20	2,65-3,30 $\bar{x}$ 2,97 $\pm$ 0,32
	szpinak	1,0-1,64 $\bar{x}$ 1,32 $\pm$ 0,31	1,91-2,89 $\bar{x}$ 2,39 $\pm$ 0,48
	szczaw	0,78-1,30 $\bar{x}$ 1,03 $\pm$ 0,25	2,38-4,41 $\bar{x}$ 3,38 $\pm$ 1,0

$\bar{x}$  – wartość średnia (mean value)

się odpowiednio: w sałacie  $0,57 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $2,29 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , a w szczypiorze  $0,67 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $2,52 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  Podobne tendencje zaobserwowano w badaniach *Kocjana* i wsp. [4]. Natomiast w badaniach *Lipińskiej* i wsp. [7] zawartość miedzi w sałacie z siedleckich ogródków działkowych była niższa ( $0,281 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ), a cynku (średnio  $3,62 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ) aż 3-krotnie wyższa w porównaniu do prezentowanych wyników. W badaniach warzyw pochodzących z ogródków działkowych na terenie województwa gdańskiego i elbląskiego wykonanych przez *Falandysza* i wsp. [2, 3] zawartość miedzi w szczypiorze, sałacie i rzodkiewce była niższa, a cynku wyższa od wyników uzyskanych w badaniach własnych.

W tabeli II przedstawiono wyniki oznaczania zawartości manganu i żelaza w wybranych warzywach z rejonu Lubelszczyzny. Najwyższą zawartość manganu w próbkach warzyw pochodzących z ogródków działkowych w centrum Lublina stwierdzono w szpinaku ( $8,46 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ), natomiast znacznie niższą o około 95% w rzodkiewce. W pozostałych warzywach zawartość tego pierwiastka kształtowała się na poziomie  $3,51 \pm 0,87 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  Średnia zawartość manganu w rzodkiewce i sałacie z terenów działkowych poza miastem była zbliżona i wynosiła  $0,89 \pm 0,07 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , była ona wyższa o ok. 65% od zawartości tego pierwiastka w szpinaku, natomiast niższa odpowiednio o ok. 66% i 84,8% w stosunku do szczypioru i szczawiu. W szpinaku i rzodkiewce pochodzących z supermarketu zawartość manganu kształtowała się na poziomie  $1,24 \pm 0,22 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , natomiast była znacznie wyższa w szczypiorze, szczawiu i sałacie odpowiednio o ok. 74%, 168% i aż o 240%. Średnia zawartość manganu w szczawiu i szczypiorze z targowiska kształtowała się na poziomie  $2,20 \pm 0,02 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  i była ona znacznie wyższa w stosunku do sałaty, rzodkiewki i szpinaku, odpowiednio o ok. 21%, 111% i 323% (Tab. II).

Zawartość żelaza w sałacie, szczypiorze i szpinaku zebranych na terenach ogródków działkowych w centrum Lublina kształtowała się na zbliżonym poziomie ( $4,67 \pm 0,55 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ) i była około 64% wyższa od ilości tego pierwiastka w rzodkiewce i niższa o ok. 61% od szczawiu (Tab. 2). Średnia zawartość tego biopierwiastka w warzywach z ogródków działkowych poza Lublinem wahała się średnio w granicach od  $5,22 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  (dla sałaty i szczypioru) do  $11,18 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  (dla szczawiu). W próbkach warzyw pochodzących z supermarketu najwyższy średni poziom żelaza stwierdzono w szczawiu ( $19,02 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ), natomiast niższy o 70% dla szczypioru. W warzywach pozyskanych na targowisku najniższą zawartość tego pierwiastka zanotowano w szczypiorze i sałacie ok.  $5,59 \pm 0,05 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$  i była ona znacznie niższa w stosunku do szpinaku i szczawiu, odpowiednio o ok. 61% i 70% (Tab. 2).

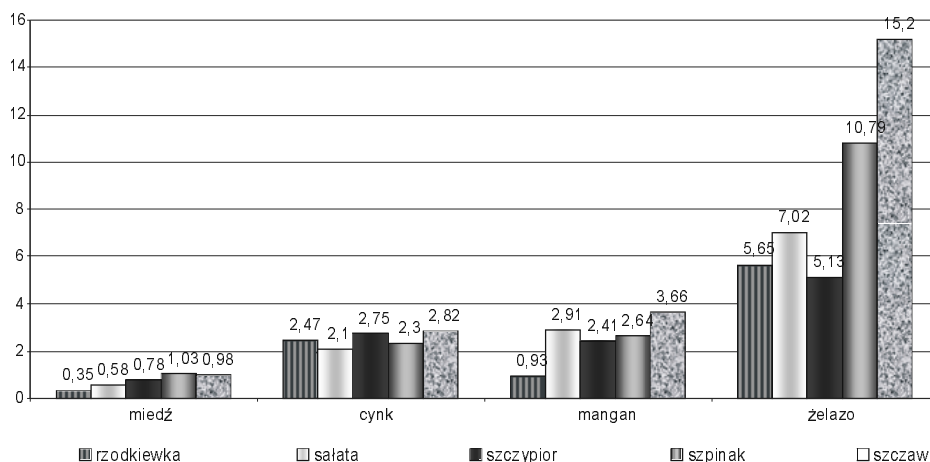
Uzyskane w prezentowanej pracy wyniki zawartości manganu w sałacie i szczypiorze są około 2-krotnie wyższe, a żelaza około 2-krotnie niższe w porównaniu do badań *Falandysza* i wsp. [2]. Natomiast zawartość manganu w rzodkiewce jest zbliżona do zawartości stwierdzanych przez *Falandysza* i wsp. [3], natomiast zawartość żelaza w rzodkiewce jest 2-krotnie niższa.

Nie biorąc pod uwagę miejsca pozyskania warzyw można stwierdzić, że badane warzywa były największym źródłem żelaza, natomiast kumulowały nieznaczne ilości miedzi (Ryc. 1). Szczaw oraz szpinak cechował się wyższą zawartością miedzi i żelaza w porównaniu do pozostałych warzyw. Średnia zawartość cynku, nie biorąc pod uwagę miejsca pozyskania, we wszystkich badanych warzywach kształtowała się na zbliżonym poziomie ( $2,50 \pm 0,4 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ ). Najmniejszą zawartością manganu i miedzi cechowała się rzodkiewka w porównaniu do pozostałych warzyw (Ryc. 1).

Tabela II. Zawartość manganu i żelaza w wybranych warzywach (mg kg<sup>-1</sup> świeżej masy)  
Manganese and iron content in the selected vegetables (mg kg<sup>-1</sup> of fresh mass)

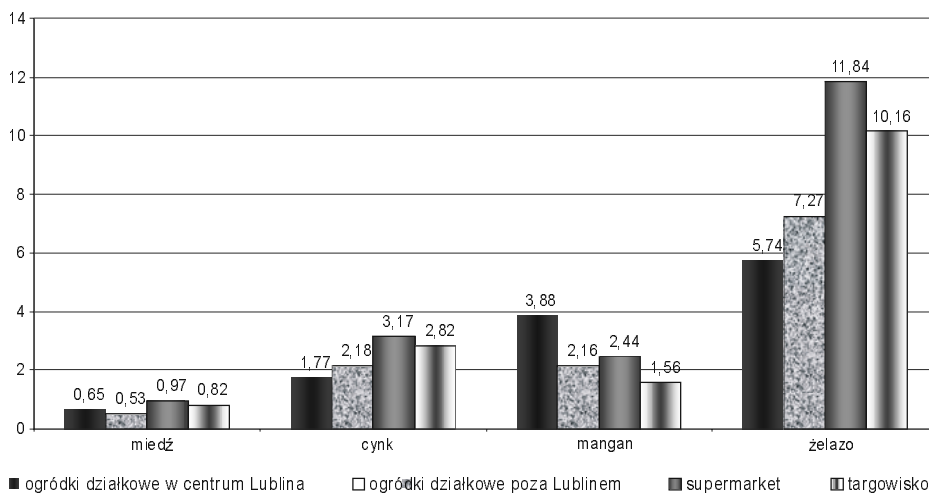
Miejsce pozyskania	Rodzaj warzywa	Zawartość (mg kg <sup>-1</sup> świeżej masy)	
		mangan	żelazo
ogródki działkowe w centrum Lublina	rzodkiewka	0,33 - 0,49 $\bar{x}$ 0,41 ± 0,08	2,0-3,65 $\bar{x}$ 2,85 ± 0,8
	sałata	3,81-5,45 $\bar{x}$ 4,62 ± 0,82	3,63-5,65 $\bar{x}$ 4,63 ± 1,03
	szczypior	2,55-2,81 $\bar{x}$ 2,64 ± 0,14	3,20-5,10 $\bar{x}$ 4,12 ± 0,95
	szpinak	6,56-10,32 $\bar{x}$ 8,46 ± 1,86	4,31-6,20 $\bar{x}$ 5,26 ± 0,96
	szczaw	2,71-3,80 $\bar{x}$ 3,26 ± 0,56	10,80-13,0 $\bar{x}$ 11,86 ± 1,04
ogródki działkowe poza Lublinem	rzodkiewka	0,62-1,05 $\bar{x}$ 0,82 ± 0,22	4,91-6,90 $\bar{x}$ 5,88 ± 0,98
	sałata	0,68-1,20 $\bar{x}$ 0,96 ± 0,26	4,71-5,85 $\bar{x}$ 5,28 ± 0,58
	szczypior	2,20-3,05 $\bar{x}$ 2,62 ± 0,38	4,25-6,15 $\bar{x}$ 5,16 ± 0,96
	szpinak	0,47-0,55 $\bar{x}$ 0,54 ± 0,04	7,83-10,00 $\bar{x}$ 8,84 ± 1,04
	szczaw	4,84-6,9 $\bar{x}$ 5,86 ± 1,06	9,65-12,72 $\bar{x}$ 11,18 ± 1,48
supermarket	rzodkiewka	0,92-2,0 $\bar{x}$ 1,46 ± 0,56	6,0-8,41 $\bar{x}$ 7,18 ± 1,18
	sałata	3,28-5,10 $\bar{x}$ 4,22 ± 0,92	9,59-15,46 $\bar{x}$ 12,52 ± 2,92
	szczypior	1,50-2,80 $\bar{x}$ 2,16 ± 0,66	4,4-6,99 $\bar{x}$ 5,68 ± 1,28
	szpinak	0,81-1,25 $\bar{x}$ 1,02 ± 0,22	10,90-18,70 $\bar{x}$ 14,82 ± 3,87
	szczaw	2,45-4,21 $\bar{x}$ 3,32 ± 0,87	14,83-23,23 $\bar{x}$ 19,02 ± 4,17
targowisko	rzodkiewka	0,91-1,20 $\bar{x}$ 1,04 ± 0,14	5,53-7,85 $\bar{x}$ 6,68 ± 1,12
	sałata	1,31-2,3 $\bar{x}$ 1,82 ± 0,52	4,61-5,80 $\bar{x}$ 5,64 ± 1,09
	szczypior	1,71-2,70 $\bar{x}$ 2,22 ± 0,51	4,71-6,40 $\bar{x}$ 5,54 ± 0,88
	szpinak	0,4-0,65 $\bar{x}$ 0,52 ± 0,12	11,32-17,20 $\bar{x}$ 14,22 ± 2,92
	szczaw	1,72-2,69 $\bar{x}$ 2,18 ± 0,48	15,65-21,80 $\bar{x}$ 18,74 ± 3,04

$\bar{x}$  – wartość średnia (mean value)



Ryc. 1. Średnia zawartość wybranych pierwiastków śladowych w badanych warzywach ( $\text{mg kg}^{-1}$  świeżej masy)  
The average content of some trace elements in the tested vegetables ( $\text{mg kg}^{-1}$  of fresh mass)

Warzywa zakupione w supermarkecie charakteryzowały się wyższym poziomem miedzi, cynku i żelaza niż warzywa z obszarów potencjalnie zanieczyszczonych (ogródki działkowe w centrum Lublina, targowisko), a także w porównaniu do warzyw z ogródków działkowych poza Lublinem. Mogło być to spowodowane używaniem podczas uprawy nawozów mineralnych będących bogatym źródłem biopierwiastków (Ryc. 2). W warzywach uprawianych na terenie ogródków działkowych położonych w centrum Lublina stwierdzono naj-



Ryc. 2. Średnia zawartość wybranych pierwiastków śladowych w warzywach w zależności od miejsca pozyskania ( $\text{mg kg}^{-1}$  świeżej masy)  
The average content of some trace elements in vegetables in depending on place of collecting ( $\text{mg kg}^{-1}$  of fresh mass)

wyższy poziom manganu w porównaniu do pozostałych rejonów. Najmniejsze ilości tego metalu występowały w warzywach zakupionych na targowisku (Ryc. 2).

Uzyskane wyniki pozwalają przypuszczać, że różnice w zawartości badanych pierwiastków w warzywach pochodzących z różnych stanowisk, mogą wynikać z odmiennych warunków klimatycznych, glebowych lub stopnia narażenia na zanieczyszczenia przemysłowe i komunikacyjne na danym terenie.

## WNIOSKI

1. Warzywa zakupione w supermarkecie charakteryzowały się wyższym poziomem miedzi, cynku i żelaza w porównaniu do warzyw pochodzących z ogródków działkowych w centrum i poza Lublinem oraz z targowiska.

2. Badane warzywa (rzodkiewka, sałata, szczypior, szpinak, szczaw) były bogatym źródłem żelaza, natomiast zawierały nieznaczne ilości miedzi.

3. Zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza w próbkach analizowanych warzyw można uznać za niskie, nie stanowiące zagrożenia dla zdrowia człowieka.

A. Czech, E. Rusinek, D. Bartoszek

## THE TRACE ELEMENTS CONTENT IN THE SELECTED VEGETABLES COMING FROM THE LUBLIN AREA

### Summary

The ASA method was used to determine the content of copper, zinc, manganese and iron in the selected vegetables (lettuce, radish, spinach, chives, sorrel) obtained from the following allotments: Lublin centre, the city surrounding and from the marketplace and the supermarket. The vegetables bought at the supermarket were characterized higher concentration of copper and zinc in comparison with the vegetables coming from the allotments in the Lublin centre, the city surrounding and also from the marketplace. All the tested vegetables were rich in iron, however accumulated insignificant amount of copper. The trace elements content in the tested vegetables were not significant and were not harmful to people's health.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Buloński R., Kot A.*: Oznaczanie zawartości magnezu w produktach spożywczych. *Roczn. PZH* 1986, 37, 211-216.
2. *Falandysz J., Kotecka W., Bona H.*: Zawartość manganu, miedzi, cynku i żelaza w warzywach liściastych na terenie woj. gdańskiego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1993, 26, 101-103.
3. *Falandysz J., Kotecka W., Bona H.*: Zawartość manganu, miedzi, cynku i żelaza w jadalnych bulwach, korzeniach i kłączach, owocach i nasionach warzyw na terenie woj. gdańskiego i elbląskiego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1993, 26, 97-99.
4. *Kocjan R., Kot A., Ptasieński H.*: Zawartość chromu, cynku, miedzi, niklu, kadmu i ołowiu w warzywach i owocach z terenów Stalowej Woli. *Roczn. PZH* 2002, 15, 31-38.
5. *Kowalska-Pyłka H., Kot A., Wierciński J., Kurska K., Walkuska G., Cybulski W.*: Zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w warzywach, owocach agrestu oraz glebie ogrodów działkowych Lublina. *Roczn. PZH* 1995, 46, 3-12.
6. *Kozłowski H.*: Metale w biologii, medycynie i środowisku. *Wiad. Chem.* 1994, 48, 24-35.

7. *Lipińska J., Oprządek K.*: Ocena zawartości metali w warzywach z siedleckich ogrodów działkowych. Roczn. PZH 1996, 47, 211-216.
8. Pierwiastki śladowe i ich diagnostyczne znaczenie. *Aura* 1999, 7-8, 34-35.
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003r. 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. z 2003, nr 37 poz. 326.
10. *Rychlik E.*: Zawartość składników mineralnych w dietach młodzieży. Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego”. Cz. I, Warszawa, listopad 2004, 382-387.
11. *Sienkiewicz-Cholewa U., Wróbel S.*: Rola miedzi w kształtowaniu wielkości i jakości plonów roślin uprawnych. *Post. Nauk Roln.* 2004, 5, 39-56.

Otrzymano: 2005.08.11