

## PORÓWNANIE SKŁADU PIERWIASTKOWEGO KORZENI BURAKA ĆWIKŁOWEGO (*BETA VULGARIS* L.) W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY

ZOFIA NIZIOL-ŁUKASZEWSKA<sup>1</sup>, MARIA GAWĘDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Kosmetologii, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie,  
ul. Kielnarowa 386 A, 36-020 Tyczyn*

<sup>2</sup>*Katedra Roślin Warzywnych i Zielarskich, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,  
al. 29 Listopada 54, 31-425 Kraków*

**Synopsis.** Celem pracy była ocena zawartość makroelementów (Ca, K, Mg), mikroelementów (Cu, Fe) oraz metali ciężkich (Ni, Pb) w korzeniach buraków ćwikłowych w zależności od analizowanej odmiany. Analizie poddano 15 odmian buraków ćwikłowych: Astar F1, Boro F1, Ceryl, Chrobry, Czerwona Kula, Egipski, Karmazyn, Nabab F1, Nochowski, Opolski, Pablo F1, Patryk, Regulski Cylinder, Okrągły Regulski, Rywal. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2009–2010 na polach należących do Katedry Roślin Warzywnych i Zielarskich Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Wykazano istotne różnice w zawartości Ca, Mg i Fe pomiędzy poszczególnymi odmianami. W wyniku przeprowadzonych analiz wykazano wysoką zawartości makroskładników (Ca, K, Mg) dla odmiany Patryk i Karmazyn. Największą zawartość mikroskładników (Cu, Fe) stwierdzono dla odmiany Egipski. Buraki ćwikłowe odmiany Astar F1 oraz Opolski cechowały się mniejszą zdolnością do kumulacji metali ciężkich niż pozostałe badane odmiany.

**Słowa kluczowe:** burak ćwikłowy, odmiana, makroelementy, mikroelementy, metale ciężkie, akumulacja

### WSTĘP

Składniki mineralne są to pierwiastki, które w głównej mierze są dostarczane wraz z pożywieniem i pełnią istotne funkcje w naszym organizmie. Z punktu widzenia prawidłowego funkcjonowania organizmu ważne jest dobranie odpowiednio zróżnicowanej diety [Ziemiański 2001]. Istotna jest nie tylko ilość spożywanych pokarmów, lecz także stosunek poszczególnych pierwiastków dostarczanych w spożywanych produktach [Kotowska i Wybieralski 1999]. Zarówno makro jak i mikroelementy pełnią w organizmie ściśle określone funkcje, a ich poziom oraz wzajemne proporcje w tkankach i komórkach decydują o stanie zdrowia [Śmigielska i in. 2005]. Zawarta w burakach miedź wspomaga wzrost, rozwój oraz reguluje przemianę materii. Magnez i potas mają korzystny wpływ na nadciśnienia i inne choroby układu sercowo-naczyniowego. Natomiast wysoka zawartość żelaza powoduje, że burak jest zalecany osobom cierpiącym na hemofilię, anemię czy białaczkę. Wysoka zawartość składników mineralnych alkalizujących powoduje działanie odkwaszające na organizm [Kołota i Adamczewska-Sowińska 2006]. Ważnym czynnikiem jest także odpowiednia proporcja makro i mikroelementów w warzywach. Szczególnie istotny jest stosunek K:Mg, Ca:Mg oraz K:(Ca+Mg). Według Francke i Klasa [2009] dla pierwiastków Ca:Mg powinien on wynosić 3. Zarówno niedobór, jak i nadmiar składników mineralnych może niekorzystnie wpływać na zdrowie człowieka

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* zofniz@gmail.com

[Gawęcki i Hryniewiecki 2008]. Liczne badania naukowe dowodzą, że niektóre pierwiastki takie, jak wapń, potas, fosfor, żelazo, magnez, selen, miedź, cynk, wykazują działanie antagonistyczne w stosunku do ołowiu, natomiast magnez, wapń, cynk, miedź, selen, mangan, i żelazo w stosunku do kadmu [Grembecka 2007]. Odpowiedni dobór posiłków bogatych w makro i mikroelementy umożliwia prawidłowy rozwój organizmu, a także w pewnym stopniu ogranicza szkodliwe działanie niekorzystnych substancji zawartych w pożywieniu [Grembecka 2008].

Burak ćwikłowy należy do gatunków kumulujących znaczne ilości metali ciężkich [Lipecki i Libik 2003] i roślina ta wykazuje jednocześnie duże zróżnicowanie odmianowe. Akumulacja metali ciężkich zachodzi w roślinie na skutek pobierania jonów z roztworu glebowego przez korzenie oraz w wyniku osiadania pyłów na blaszkach liściowych i ich transporcie do wnętrza [Grant i in. 1998]. Szczególnie duże zagrożenie dla człowieka stanowią buraki ćwikłowe uprawiane na terenach, na których występuje duża ilość pyłów przemysłowych bogatych w kadm i ołów [Sękara i Poniedziałek 1999a].

Spośród metali ciężkich do najbardziej niebezpiecznych dla zdrowia człowieka zaliczane są rtęć, kadm i ołów [Bartodziejska i in. 2011]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003, dopuszczalna zawartość metali ciężkich w warzywach dla Cd wynosiła  $0,08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , Pb –  $0,10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , Hg –  $0,02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.m.}$ , As –  $0,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.w.m.}$  Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE z dnia 29 kwietnia 2011 roku normy te wynoszą dla Cd i Pb  $0,10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ ś.w. m.}$  Metale ciężkie zawarte w warzywach w sposób ciągły konkurują z makro i mikroelementami o miejsca aktywne enzymów czy nośników. Spadek zawartości składników mineralnych w produktach narażonych na działanie metali ciężkich jest zwykle pierwszym efektem negatywnego wpływu metali ciężkich na roślinę [Gawęda 1998].

Celem pracy było wytypowanie odmian, które cechowały się wysoką zawartością makro i mikroelementów oraz określenie kumulacji metali ciężkich przez badane odmiany buraków ćwikłowych.

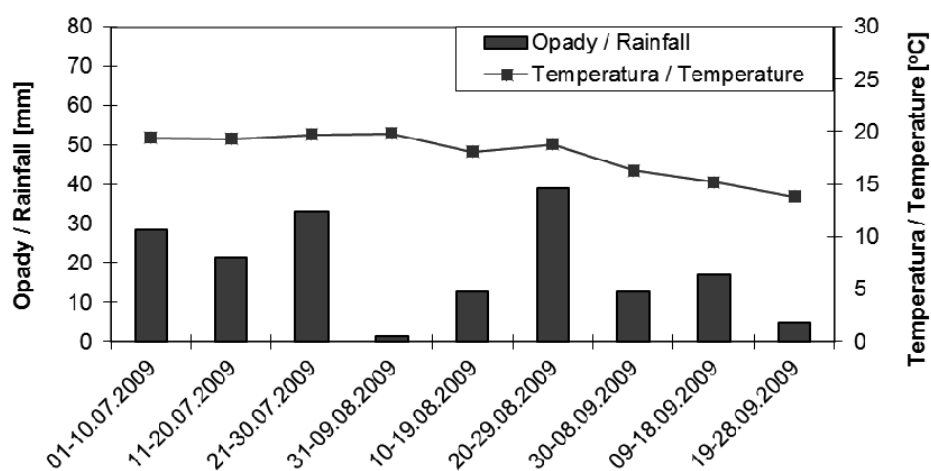
## MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie zostało założone na polu należącym do Katedry Roślin Warzywnych i Zielarskich Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w latach 2009–2010. Zlokalizowane było w bliskiej odległości (około 500 m) od ruchliwej drogi oraz torów kolejowych w Mydlnikach ( $50^{\circ}08' \text{ N}$ ,  $19^{\circ}85' \text{ E}$ ) koło Krakowa. W każdym roku przed wysiewem nasion pobrano próbki gleby na ocenę zawartości przyswajalnych form składników mineralnych. Charakterystykę właściwości chemicznych gleb przedstawia tabela 1. Doświadczenie założono na glebie brunatnej właściwej. Ocenie poddano 15 odmian buraków ćwikłowych: Astar F1, Boro F1, Ceryl, Chrobry, Czerwona Kula, Egipski, Karmazyn, Nabab F1, Nochowski, Opolski, Pablo F1, Patryk, Regulski Cylinder, Okrągły Regulski, Rywal.

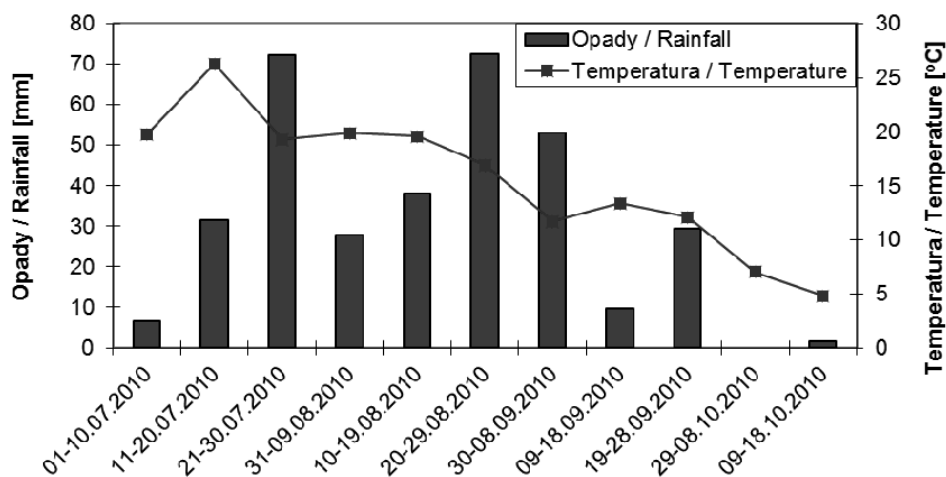
Tabela 1. Właściwości chemiczne gleby w latach 2009–2010  
Table 1. Chemical properties of soil in 2009–2010

Rok Year	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	pH	Zasolenie Solution
	(mg·l <sup>-1</sup> )						(1M KCl)	(g NaCl·l <sup>-1</sup> )
2009	12	73	58	180	906	110	6,9	0,27
2010	19	50	67	215	1350	152	7,0	0,33

Nasiona wysiewane były w obu latach badań w dniu 01.07 siewnikiem w rzędach co 40 cm. Przerwykę wykonano po około 2–4 tygodniach, średnio co około 10 cm; na 1 m<sup>2</sup> przypadało 25 roślin. Poletka doświadczalne miały powierzchnię 6 m<sup>2</sup> i zostały rozmieszczone w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. W trakcie okresu wegetacji systematycznie odchwaszczano poletka. Zbiór wykonano w roku 2009 we wrześniu, a w roku 2010 w październiku. Zebrane korzenie zostały przewiezione do laboratorium i przygotowane do dalszych analiz. Do badań laboratoryjnych pobierano po 30 sztuk korzeni każdej odmiany; analizy wykonywano w trzech powtórzeniach. Zawartość składników w przygotowanym materiale roślinnym po wcześniejszej mineralizacji na sucho przeprowadzono metodą ASA [Pinta 1977].



Rys. 1. Średnia temperatura oraz suma opadów w roku 2009, dla okresów 10 dniowych  
Fig. 1. Average temperatures and rainfall sum in 2009, for periods of 10 days



Rys. 2. Średnia temperatura oraz suma opadów w roku 2010, dla okresów 10 dniowych  
Fig. 2. Average temperatures and rainfall sum in 2010, for periods of 10 days

Pierwszy rok prowadzonych doświadczeń charakteryzował się wyjątkowo niekorzystnym układem warunków atmosferycznych, z przewagą nadmiernych opadów deszczu w całym okresie wegetacji. W ostatniej dekadzie lipca i sierpnia pole było zalane. W porównaniu do danych meteorologicznych z wielolecia odnotowano bardzo duże rozbieżności w zakresie panujących temperatur. Niesprzyjające warunki atmosferyczne w 2010 roku spowodowały opóźnienie zbioru korzeni o około miesiąc w porównaniu do roku poprzedniego (rys. 1 i 2).

Wyniki poddano jedno i dwuczynnikowej analizie wariancji w układzie niezależnym. Otrzymane dane opracowano testem Tukeya HSD na poziomie istotności  $p=0,05$ . Analizy statystyczne wykonano w programie komputerowym StatSoft, Statistica 9.0.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Ocena zawartości składników mineralnych w korzeniach buraków cukrowych wykazała istotne zróżnicowanie w zależności od analizowanej odmiany, składnika oraz roku badań. Zawartość makroelementów (na podstawie średnich z lat 2009–2010) w analizowanych burakach ćwikłowych wahała się w następujących granicach Ca ( $1,25 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.} - 1,81 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.}$ ), K ( $17,01 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.} - 27,25 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.}$ ), Mg ( $1,26 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.} - 2,07 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.}$ ) (tab. 2.) Według Grembeckiej i in. [2008] zawartość potasu w korzeniach buraków ćwikłowych była niższa niż w przeprowadzonym doświadczeniu i wynosiła  $151-153 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$

Tabela 2. Zawartość Ca, K i Mg w korzeniach buraków ćwikłowych w latach 2009–2010 ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ s.m.}$ )  
Table 2. The content of Ca, K and Mg in the roots of red beet harvested in 2009–2010 ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ DM}$ )

Odmiany Cultivars	Ca			K			Mg		
	2009	2010	średnia mean	2009	2010	średnia mean	2009	2010	średnia mean
Astar F1	1,33	1,28	1,31	22,8	23,1	22,9	1,43	1,27	1,35
Boro F1	0,96	1,53	1,25	16,7	19,3	18,0	1,18	1,33	1,26
Ceryl	1,73	1,56	1,65	25,3	24,3	24,8	1,96	1,76	1,86
Chrobry	1,53	1,62	1,58	26,8	25,7	26,3	2,06	1,08	1,57
Czerwona Kula	1,58	1,65	1,62	24,9	24,0	24,5	1,99	1,67	1,83
Egipski	1,42	1,43	1,43	26,7	27,3	27,0	2,31	1,68	2,00
Karmazyn	1,75	1,87	1,81	25,5	26,3	25,9	1,99	1,54	1,77
Nabab F1	1,84	1,56	1,70	23,1	24,8	23,9	1,92	1,42	1,67
Nochowski	1,55	1,45	1,50	26,6	27,9	27,3	1,97	1,79	1,88
Opolski	1,90	1,32	1,61	23,2	24,6	23,9	1,86	1,31	1,59
Pablo F1	1,07	1,42	1,25	18,7	19,3	19,0	1,74	1,72	1,73
Patryk	1,62	1,49	1,56	23,7	24,2	24,0	2,29	1,84	2,07
Regulski Cylinder	1,13	1,89	1,51	16,7	17,4	17,0	1,19	1,64	1,42
Regulski Okrągły	1,88	1,50	1,69	27,3	27,0	27,2	2,46	1,63	2,05
Rywal	1,38	1,62	1,50	17,8	18,3	18,1	1,25	1,48	1,37
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,26	0,30	0,52	4,8	r.n.	r.n.	0,52	0,27	0,76

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Niezależnie od odmiany średnia zawartość miedzi i żelaza w korzeniach buraka ćwikłowego w latach badań wahała się dla analizowanych pierwiastków odpowiednio w zakresach 5–10 do 10,43  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. oraz 40,68 do 110,16  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. (tab. 3.) Badania przeprowadzone przez Sękarę i Poniedziałek [1999a,b] dla odmiany Czerwona Kula wykazały, że zawartość Cu i Fe wynosiła odpowiednio dla Cu 6,88–10,75  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., dla Fe 109,6–181,0  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Analizy wykonane w naszym laboratorium na korzeniach buraka ćwikłowego dla odmiany Czerwona Kula wykazały zawartość pierwiastków na poziomie Cu – 8,97  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m., Fe – 58,6  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m.. Według Potarzyckiego i in. [1997] w korzeniach buraków ćwikłowych zawartość Cu wynosiła 9,7  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. .

Tabela 3. Zawartość Cu i Fe w korzeniach buraków ćwikłowych zebranych w latach 2009–2010 ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m.)

Table 3. The content of Cu and Fe in the roots of red beet harvested in 2009–2010 ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  DM)

Odmiany Cultivars	Cu			Fe		
	2009	2010	średnia mean	2009	2010	średnia mean
Astar F1	9,10	2,20	5,65	91,7	42,2	67,0
Boro F1	6,80	3,40	5,10	45,4	53,2	49,3
Ceryl	11,58	5,17	8,38	88,2	57,3	72,7
Chrobry	11,66	6,92	9,29	98,4	70,0	84,2
Czerwona Kula	13,24	4,70	8,97	63,0	54,2	58,6
Egipski	12,79	8,07	10,43	128,4	92,0	110,2
Karmazyn	12,72	5,52	9,12	75,4	45,8	60,6
Nabab F1	10,42	3,12	6,77	66,9	46,3	56,6
Nochowski	13,60	3,85	8,73	100,0	42,4	71,2
Opolski	10,05	8,87	9,46	64,5	31,8	48,1
Pablo F1	8,74	6,07	7,41	47,6	59,7	53,6
Patryk	11,00	4,80	7,90	111,1	71,3	91,2
Regulski Cylinder	7,24	6,25	6,75	44,1	45,6	44,8
Regulski Okrągły	9,97	3,92	6,95	76,9	49,1	63,0
Rywal	8,13	3,20	5,67	44,8	36,6	40,7
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	1,22	2,09	r.n.	5,2	12,7	45,2

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

W analizowanych korzeniach buraków ćwikłowych (na podstawie średnich z lat 2009-2010) ilość metali ciężkich wynosiła Ni (0,51  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. – 1,39  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m.), Pb (3,15–6,92  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m) (tab. 4.). Na podstawie rozporządzenia Komisji UE z dnia 29 kwietnia 2011 roku normy dla metali ciężkich w szczególności dla ołowiu zostały rygorystycznie zaostrzone i wynoszą dla Cd i Pb 0,10  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. W przeliczeniu na suchą masę buraków norma ta wynosi średnio 0,67  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. W przeprowadzonych badaniach w przypadku ołowiu wykazano wyraźne przekroczenie dopuszczalnych norm we wszystkich badanych odmianach. W badaniach prowadzonych

Tabela 4. Zawartość Ni i Pb w korzeniach buraków ćwikłowych zebranych w latach 2009–2010 ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m.)  
 Table 4. The content of Ni and Pb in the roots of red beet harvested in 2009–2010 ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  DM)

Odmiany Cultivars	Ni			Pb		
	2009	2010	średnia mean	2009	2010	średnia mean
Astar F1	0,37	0,65	0,51	4,95	4,45	4,70
Boro F1	0,38	0,94	0,66	5,93	4,75	5,34
Ceryl	0,76	1,34	1,05	5,63	6,21	5,92
Chrobry	1,77	0,77	1,27	6,33	5,26	5,80
Czerwona Kula	0,72	1,23	0,98	5,20	4,32	4,76
Egipski	1,94	0,83	1,39	5,85	6,50	6,18
Karmazyn	0,78	1,36	1,07	4,65	5,34	5,00
Nabab F1	0,61	1,16	0,89	5,40	4,98	5,19
Nochowski	1,25	0,77	1,01	6,20	5,99	6,10
Opolski	0,53	0,93	0,73	5,48	5,08	5,28
Pablo F1	0,78	1,24	1,01	5,10	5,98	5,54
Patryk	1,34	0,97	1,16	5,28	4,18	4,73
Regulski Cylinder	0,18	1,30	0,74	6,53	7,30	6,92
Regulski Okrągły	1,71	0,83	1,27	4,93	4,75	4,84
Rywał	0,78	1,11	0,95	3,40	2,89	3,15
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,48	0,49	r.n.	1,69	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

przez Potarzyckiego i in. [1997] wykazano zawartość ołowiu na poziomie  $5,35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., a niklu  $3,17 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Według Sękary i Poniedziałek [1999a] wśród analizowanych warzyw (marchew, pietruszka, burak ćwikłowy) największą zawartość ołowiu stwierdzono w korzeniach buraków ćwikłowych i mieściła się ona w przedziale  $1,76\text{--}3,81 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. W przypadku niklu zawartość wahała się od  $1,19\text{--}3,80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.

W przeprowadzonych badaniach buraki ćwikłowe odmiany Astar F1 oraz Opolski cechowały się mniejszą zdolnością do kumulacji metali ciężkich niż pozostałe badane odmiany. Na zdolność akumulacji metali wpływ mają głównie gatunek, odmiana lecz także warunki środowiskowe Lorenz i in. [1997]. Do podobnych wniosków doszła Sękara i Poniedziałek [1999b], które wykazały zależność pomiędzy kumulowaną ilością metali, a warunkami atmosferycznymi i glebowymi. Stwierdzono także istnienie korelacji pomiędzy zawartością metali w powierzchniowych warstwach gleb, a pobieraniem ich przez rośliny Burzyński [1987]. Według Szmałec i Mundała [2012] ilość ołowiu jest różna w korzeniach buraków ćwikłowych w zależności od miejsca uprawy. W burakach ćwikłowych znajdujących się blisko ruchliwej drogi zawartość Pb wynosiła  $0,048 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. Natomiast w ogrodzie przydomowym ilość tych Pb była znacznie niższa i wynosiła  $0,04 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.

Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości potasu, miedzi oraz badanych metali ciężkich w zależności od analizowanej odmiany buraków ćwikłowych.

## WNIOSKI

1. Zawartość wapnia, magnezu i żelaza w korzeniach buraków ćwikłowych była istotnie zróżnicowana w zależności od analizowanej odmiany. Czynniki odmianowe nie miały wpływu na kształtowanie różnic zawartości potasu, miedzi, niklu i ołowiu w korzeniach buraków.
2. W porównaniu do wartości granicznych niezależnie od analizowanej odmiany stwierdzono znaczne przekroczenie zawartości składników powyżej dopuszczalnych wartości normatywnych.
3. Spośród analizowanych odmian, najbardziej przydatne w uprawach zagrożonych ekologicznie są dwie odmiany: Astar F1 oraz Opolski, które charakteryzują się najmniejszą akumulacją metali ciężkich.

## PIŚMIENNICTWO

- Bartodziejska B., Gajewska M., Czajkowska A. 2010. Oznaczenie poziomu zanieczyszczeń metalami ciężkimi żywności pochodzącej z samodzielnej produkcji rolnej techniką spektrometrii absorpcji atomowej. *Ochr. Środ. Zasob. Nat.* 43: 38–44.
- Burzyński M. 1987. Wpływ ołowiu na procesy fizjologiczne roślin. *Wiad. Bot.* 31(2): 87–96.
- Francke A., Klasa A. 2009. The effect of cultivation method on the macronutrients content of shallot bulbs (*Allium ascalonicum* L.). *Veg. Crops Res. Bull.* 70: 163–170.
- Gawęcki J., Hryniewiecki L. 2008. Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywności. Wyd. PWN Warszawa: 385–391.
- Gawęda M. 1998. Rola niektórych składników podłoża w ograniczaniu kumulacji ołowiu przez wybrane gatunki warzyw korzeniowych i liściowych oraz ich znaczenie dla zachowania wartości biologicznej roślin. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. Hab.* 240: 6–11.
- Grant C.A., Buckley W.T., Bailey L.D., Selles F. 1998. Cadmium accumulation in crops. *Can. J. Plant Sci.* 78: 1–17.
- Grembecka M. 2007. Ocena bromatologiczna i chemometryczna żywności pochodzenia roślinnego na podstawie jej składu mineralnego. Akademia Medyczna w Gdańsku, Katedra i Zakład Botanologii. Rozprawa doktorska: 10–12. Pomorska Biblioteka Cyfrowa.
- Grembecka M., Szefer P., Gurzyńska A., Dybek K. 2008. Ocena jakości zdrowotnej wybranych warzyw na podstawie składu pierwiastkowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 3: 328–332.
- Kołota E., Adamczewska-Sowińska K. 2006. Burak ćwikłowy i liściowy. Hortpress. Warszawa: 12–15.
- Kotowska J., Wybieralski J. 1999. Kształtowanie się stosunków ilościowych między K, Ca i Mg w glebie oraz w roślinach. *Biul. Magnezol.* 4(1): 104–110.
- Lipecki J., Libik A. 2003. Niektóre składniki warzyw i owoców o wysokiej wartości biologicznej. *Folia Hort. Supl.* 1: 16–22.
- Lorenz S.E., Hamon R.E., Holm P.E., Dominques H.C., Sequeira E.M., Christensen T.H., McGrath S.P. 1997. Cadmium and zinc in plants and soil solutions from contaminated soils. *Plant Soil.* 189: 21–31.
- Pinta M. 1977. Absorpcyjna spektrometria atomowa: zastosowania w analizie chemicznej. Wyd. PWN Warszawa: ss. 657.
- Potarzycki J., Grzebisz W., Diatta J.B., Błochowiak A. 1997. Ocena możliwości uprawy warzyw w strefie wielkowiejskiej na przykładzie Poznania. *Rocz. AR, Poznań* 294, ser. Mel. Inż. Środ. 19(1): 211–218.
- Rozporządzenie Komisji UE NR 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13.01.2003 r. (Dz.U. Nr 37, poz. 325, z dn. 4.03.2003) w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych.
- Sękara A., Poniedziałek M. 1999a. Akumulacja metali ciężkich przez wybrane warzywa korzeniowe uprawiane wokół aglomeracji krakowskiej. Część I. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 466: 397–411.

- Sękara A., Poniedziałek M. 1999b. Akumulacja metali ciężkich przez wybrane warzywa korzeniowe uprawiane wokół aglomeracji krakowskiej. Część II. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466: 413–428.
- Szmałec A., Mundała P. 2012. Zawartość Cd, Pb, Zn i Cu w warzywach korzeniowych uprawianych w wybranych ogrodach działkowych Krakowa. Ochr. Środ. Zas. Nat. 53: 31–40.
- Śmigiełska H., Lewandowicz G., Gawęcki J. 2005. Biopierwiastki w żywności. Przem. Spoż. 7: 29–32.
- Ziemiański Ś. (red.) 2001. Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Wyd. Lekarskie PZWL Warszawa: ss. 531.

Z. NIZIOŁ-ŁUKASZEWSKA, M. GAWĘDA

**COMPARISON OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF RED BEET (*BETA VULGARIS* L.) ROOTS DEPENDING ON THE CULTIVAR**

**SUMMARY**

The experiment was carried out from 2009–2010 in the experimental field of the Department of Vegetable and Medicinal Plants of the University of Agriculture in Krakow. The experiment was founded in brown soil. The study was performed with the 15 cultivars of red beets: Astar F1, Boro F1, Ceryl, Chrobry, Czerwona Kula, Egipski, Karmazyn, Nabab F1, Nochowski, Opolski, Pablo F1, Patryk, Regulski Cylinder, Okrągły Regulski and Rywał. The purpose of the thesis was the quality evaluation of the particular cultivars of red beets. The contents of macronutrients (Ca, K, Mg), microelements (Cu, Fe) and heavy metals (Ni, Pb) in red beets were defined. On the basis of the study (based on the average between 2009 and 2010) the essential differences of the contents of Ca, Mg and Fe between particular cultivars were displayed. As a result of performed analysis, high content of macronutrients (Ca, K, Mg) for cultivars Patryk and Karmazyn has been observed. The highest content of micronutrients (Cu, Fe) has been found for cultivar Egipski. Astar F1 and Opolski red beets demonstrated lesser ability to accumulate heavy metals than the other examined cultivars.

**Key words:** red beet, cultivar, macronutrients, microelements, heavy metals, accumulation

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.03.2015

Do cytowania – *For citation*:

Nizioł-Łukaszewska Z., Gawęda M. 2015. Porównanie składu pierwiastkowego korzeni buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.) w zależności od odmiany. *Fragm. Agron.* 32(2): 79–86.