

## ESTIMATION OF THE NUTRITIVE VALUE OF TWO RED BEET (*BETA VULGARIS*) VARIETIES FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION

### Summary

*The aim of this work was to determine and to compare the nutritional value of red beets from organic and conventional crop production system. Two varieties of beets were used in the experiment: Czerwona Kula and Regulski Cylindryczny. The content of dry matter, sugars, organic acids, phenolic acids, flavonols and vitamin C has been determined in the roots of red beets. The result of the experiment revealed that red beets originated from organic cultivation contained significantly more dry matter, reducing sugars and organic acids in comparison with red beets from conventional cultivation. Examined varieties also differed between each other. The root of the red beet from variety of Czerwona Kula contained significantly more of dry matter, reducing sugars, organic acids. However, Regulski Cylindryczny variety contained a bit more of ferulic and chlorogenic acids and also myricethin and quercetin D-glucoside. There were no statistically significant differences in the contents of total sugars, phenolic compounds and vitamin C in the red beets from different crop production.*

## OCENA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ DWÓCH ODMIAN BURAKÓW ÓWIKLOWYCH (*BETA VULGARIS*) Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

### Streszczenie

*Celem pracy było oznaczenie i porównanie wartości odżywczej buraków ówikłowych z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. W doświadczeniu wykorzystano dwie odmiany buraków ówikłowych: Czerwona Kula i Regulski Cylindryczny. W korzeniach buraków ówikłowych oznaczono zawartość suchej masy, cukrów, kwasów organicznych, kwasów fenolowych, flawonoli i witaminy C. Zgromadzone wyniki wskazały, że buraki ówikłowe pochodzące z uprawy ekologicznej zawierały istotnie więcej suchej masy, cukrów redukujących i kwasów organicznych w porównaniu do buraków ówikłowych z uprawy konwencjonalnej. Badane odmiany również różniły się pomiędzy sobą. W korzeniach buraków odmiany Czerwona Kula było istotnie więcej suchej masy, cukrów redukujących i kwasów organicznych. Natomiast odmiana Regulski Cylindryczny zawierała nieco więcej kwasów ferulowego i chlorogenowego oraz d-glikozydu kwercetyny i myricetyny, ale nie była to istotna różnica. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w zawartości cukrów ogółem, kwasów fenolowych, flawonoli oraz witaminy C w korzeniach buraków z różnych systemów uprawy.*

### 1. Wstęp

Rolnictwo ekologiczne ukierunkowane jest na wytwarzanie produktów wysokiej jakości przez zastosowanie technik bezpiecznych dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi. Rosnące, zarówno w Polsce jak i na świecie, zainteresowanie produktami pochodzącymi z upraw ekologicznych powoduje rozwój tego systemu gospodarowania. Wielu producentów i przetwórców upatruje w produkcji ekologicznej szansę na rozwój i zapełnienie niszy rynkowej powstałej na skutek zwiększonego zainteresowania konsumentów żywnością wysokiej jakości, jaką jest żywność ekologiczna. Natomiast jednym z głównych motywów zainteresowania konsumentów produktami ekologicznymi jest troska o zdrowie własne i rodziny, co potwierdzają liczne doniesienia naukowe [3, 12].

Ekologiczna uprawa roślin polega na zastosowaniu właściwego płodozmianu uwzględniającego rośliny zwiększające zawartość materii organicznej w glebie, tzw. strukturotwórcze (np. rośliny motylkowe), nawożenie upraw nawozami wytworzonymi w sposób naturalny w gospodarstwie takimi jak kompost czy obornik oraz nawozami mineralnymi pochodzenia naturalnego, takimi jak np. dolomity, bazalt i kainit. Ochrona roślin przed chorobami, szkodnikami i chwastami w rolnictwie ekologicznym odbywa się metodami mechanicznymi, bez stosowania konwencjonalnych środków ochrony oraz z wykorzystaniem metod agrotechnicznych, np. poprzez stosowanie wła-

ściwego następstwa i sąsiedztwa roślin. W celu ochrony przed patogenami stosuje się wyłącznie preparaty biologiczne i wyciążi roślinne [22].

Rolnictwo konwencjonalne stanowi natomiast sposób gospodarowania uwzględniający wykorzystanie wszystkich dostępnych środków w celu maksymalizacji plonów, a co za tym idzie – zwiększania wydajności roślin i zwierząt. W produkcji roślinnej cel ten osiąga się zazwyczaj poprzez stosowanie środków chemii rolnej wspomagających wzrost i jednocześnie zapobiegających chorobom i szkodnikom roślin uprawnych. Ten sposób gospodarowania wykorzystuje ogromne nakłady środków produkcji i paliwa, czego efektem jest wzrost plonów oraz postęp w produkcji rolnej. Jednocześnie wiążą się z nim liczne zagrożenia ekologiczne, takie jak duże zużycie pestycydów czy nadmierne wykorzystanie możliwości produkcyjnych gleby, co w rezultacie może prowadzić do jej wyjałowienia.

W konwencjonalnej uprawie roślin, w przeciwieństwie do ekologicznej, nie przykładana jest dużej wagi do płodozmianu jako podstawy w produkcji roślinnej, a składniki mineralne niezbędne do wzrostu roślin uprawnych dostarcza się bezpośrednio korzeniom roślin w postaci łatwo rozpuszczalnych nawozów sztucznych [10].

Ekologiczne płody rolne odznaczają się na ogół wyższą wartością odżywczą i zdrowotną niż pochodzące z rolnictwa konwencjonalnego, na co ma wpływ wiele czynników, w tym m.in.: metoda uprawy, odmiana, stopień dojrzałości

oraz warunki w okresie wegetacji. Jednym z kluczowych czynników związanych z metodą uprawy jest nawożenie, wpływające na jakość i skład chemiczny warzyw i innych produktów roślinnych [7, 11].

Polska zajmuje czwarte miejsce w Europie w produkcji warzyw ogólem, natomiast udział Polski w uprawie buraka ćwikłowego stanowi aż 85% produkcji w Unii Europejskiej. Duża część zbiorów buraka ćwikłowego znajduje zastosowanie w przemyśle przetwórczym m.in. w: produkcji ćwikły, konserw, mrożonek, soków pitnych, barszczu i sałatek [9, 13].

Korzenie buraka ćwikłowego są zasobne w węglowodany i kwasy organiczne oraz są dobrym źródłem związków bioaktywnych o właściwościach antyoksydacyjnych, takich jak: antocyjany, kwasy fenolowe i witamina C [4]. Istnieje wiele badań naukowych potwierdzających m.in. wyższą zawartość cukrów, kwasów organicznych, witaminy C, związków fenolowych i suchej masy w surowcach ekologicznych w porównaniu z pochodzącymi z rolnictwa konwencjonalnego, ale znane są również publikacje zawierające przeciwstawne wyniki.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu metod uprawy buraków ćwikłowych (*Beta vulgaris*) na ich wartość odżywczą na przykładzie dwóch odmian: Czerwona Kula i Regulski Cylindryczny, pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

## 2. Materiał i metody badań

Doświadczenie wykonano w 2010 roku w Laboratorium Zakładu Żywności Ekologicznej SGGW w Warszawie.

Do analiz wykorzystano dwie odmiany buraków ćwikłowych: Czerwona Kula i Regulski Cylindryczny. Materiał do badań stanowiły korzenie buraków pozyskane z czterech certyfikowanych gospodarstw ekologicznych (Nr 1-4) i czterech gospodarstw konwencjonalnych (Nr 5-8) zlokalizowanych w okolicach Radomia. Dla każdego gospodarstwa ekologicznego dobrano sąsiadujące z nim gospodarstwo konwencjonalne o podobnej wielkości i typie produkcji. W trakcie okresu wegetacyjnego zebrano wszystkie informacje dotyczące nawożenia i ochrony roślin.

Nawożenie i ochronę roślin w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych przedstawiono poniżej:

- Eko 1 – jest położone w miejscowości Orońsko (gm. Orońsko, pow. szydłowski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°18' N 20°59' E. Do nawożenia użyto obornik w ilości 15 t/ha. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 97 kg; fosfor /P/ 65 kg; potas /K/ 180 kg; wapń /Ca/ 175 kg, magnez /Mg/ 40 kg na hektar powierzchni. Nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

- Eko 2 – jest położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°30' N 20°55' E. Do nawożenia użyto kompost z odpadów gospodarskich i mączkę bazaltową. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 110 kg; fosfor /P/ 50 kg; potas /K/ 120 kg; wapń /Ca/ 150 kg, magnez /Mg/ 40 kg na hektar powierzchni. Do ochrony zastosowano następujące preparaty dozwolone w produkcji ekologicznej: Bioczos BR, Biohumus EKO oraz wyciąg z pokrzywy do ochrony przed chorobami grzybowymi.

- Eko 3 – jest położone w miejscowości Stara Błotnica (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzeski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°19' N 20°58' E (rys. 1).

W uprawie nie stosowano żadnego nawożenia. Do ochrony zastosowano wyciąg z pokrzywy.

- Eko 4 – jest położone w miejscowości Radzanów (gm. Radzanów, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 52°56' N 20°05' E (rys.1). Do nawożenia użyto nawozy zielone na bazie peluszeki w ilości 20 t/ha. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 110 kg; fosfor /P/ 20 kg; potas /K/ 88 kg; wapń /Ca/ 130 kg, magnez /Mg/ 25kg na hektar powierzchni. Nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

- Konw 5 – jest położone w miejscowości Sewerynów (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°28' N 20°54' E. Do nawożenia użyto obornik bydlęcy w ilości 50 t/ha, Polidap. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 250 kg; fosfor /P/ 145 kg; potas /K/ 160 kg; wapń /Ca/ 210 kg, magnez /Mg/ 60 kg na hektar powierzchni. W celu ochrony przed chwastami zastosowano dozwolony w produkcji ekologicznej Afalon 450 SC.

- Konw 6 – jest położone w miejscowości Suków (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 50°48' N 20°41' E. Do nawożenia użyto obornik bydlęcy 20t/ha oraz kredę ogrodniczą. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 130 kg; fosfor /P/ 35 kg; potas /K/ 125 kg; wapń /Ca/ 160 kg, magnez /Mg/ 90 kg na hektar powierzchni. Nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

- Konw 7 – jest położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzeski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°19' N 20°58' E. Do nawożenia użyto obornik bydlęcy 30 t/ha, saletrę wapniową oraz kredę ogrodniczą. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 220 kg; fosfor /P/ 55 kg; potas /K/ 145 kg, wapń /Ca/ 200 kg, magnez /Mg/ 75 kg na hektar powierzchni. Nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

- Konw 8 – jest położone w miejscowości Suków (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 50°48' N 20°41' E. Do nawożenia użyto obornik bydlęcy 12t/ha, nawóz mineralny Polimag S. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 125 kg; fosfor /P/ 35 kg; potas /K/ 130 kg; wapń /Ca/ 60 kg, magnez /Mg/ 38 kg na hektar powierzchni. Do ochrony przed chwastami zastosowano dozwolony w produkcji ekologicznej preparat Stomp 330 EC.

Po zbiorze korzeni buraków oznaczono w nich zawartość suchej masy, a następnie korzenie poddano procesowi liofilizacji z zastosowaniem liofilizatora Labconco 2,5 kg lodu/dobę w temp. -40°C i przy zastosowaniu ciśnienia 0.040 mBar. Zliofilizowane próbki zmielono i przetrzymywano w zamrożeniu (-80°C), aby nie dopuścić do strat związków biologicznie czynnych. Dla potrzeb doświadczenia przeliczono zawartość badanych związków na świeżą masę.

W korzeniach buraków oznaczono zawartość:

- suchej masy metodą wagową (PN-R-04013:1988),
- cukrów ogółem i redukujących (metoda Luffa-Schoorla),
- kwasów organicznych metodą potencjometryczną według Normy (PN-90 A 75101/04),
- witaminy C metodą Tillmansa (PN-A-75101-11:1990),
- polifenoli metodą chromatografii cieczowej HPLC (metoda własna) z identyfikacją poszczególnych związków fenolowych.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego STATGRAPHICS 5.1.

Do obliczeń użyto analizy wariancji dwuczynnikowej ANOVA dla gatunku, z wykorzystaniem testu parametrycznego Tukey'a ( $\alpha = 0,05$ ).

Badanymi czynnikami doświadczenia były: metoda uprawy (ekologiczna i konwencjonalna) oraz odmiana buraka (Czerwona Kula i Regulski Cylindryczny). Wartość współczynnika p-value podano w tabelach. W przypadku, gdy obliczony współczynnik był nieistotny statystycznie, wynik analizy statystycznej oznaczano jako n.s. (nieistotny statystycznie). Dodatkowo obliczono odchylenia standardowe (s.d.) dla średniej próby. Każdą analizę przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Różnice procentowe obrazujące zmiany zawartości badanych składników w burakach obliczono na podstawie wzoru Worthington [23]: [(eko.-konw.)/konw. x 100%].

### 3. Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że zawartość suchej masy w korzeniach buraków ćwikłowych z uprawy ekologicznej była istotnie wyższa (17,40 g/100 g ś. m.) w porównaniu z burakami z uprawy konwencjonalnej (14,10 g/100 g ś. m.). Różnica ta wynosiła ponad 23%. Więcej suchej masy stwierdzono w korzeniach odmiany Czerwona Kula, w porównaniu do odmiany Regulski Cylindryczny (tab. 1).

Podobne wyniki uzyskano w badaniach Rembiałkowskiej i wsp. [18], gdzie zawartość suchej masy w burakach ćwikłowych z uprawy ekologicznej wynosiła 14,44 g/100g ś.m. i była istotnie wyższa w porównaniu z zawartością w surowcach z uprawy konwencjonalnej. Również Elkner i wsp. [2] zaobserwowali wyższą zawartość suchej masy w korzeniach buraków ćwikłowych z uprawy ekologicznej (15,11 g/100 g ś. m.) w stosunku do uprawianych metodą konwencjonalną (13,95 g/100 g ś. m.). Potwierdzają to również badania prze-

prowadzone przez Jabłońską-Ceglarek i Rosę [8]. Natomiast wpływ odmiany na zawartość suchej masy w burakach potwierdzili Rembiałkowska i wsp. [18]. Podobnie jak w badaniu własnym więcej suchej masy zawierała odmiana Czerwona Kula. Petronienė i Viškelis [15] wykazali również, że zawartość suchej masy w burakach ćwikłowych zależała istotnie od odmiany.

W przypadku zawartości cukrów ogółem w przeprowadzonych badaniach nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie (tab. 1). Natomiast Elkner i Kosson [2] wykazali wyższą zawartość cukrów ogółem (ok. 10%) w burakach z uprawy ekologicznej. Podobne wyniki uzyskali Jabłońska-Ceglarek i Rosa [8], z których wynika, że większą tendencję do gromadzenia cukrów ogółem mają buraki z uprawy ekologicznej, które nawożono nawozami organicznymi.

W badaniu własnym wykazano, że zawartość cukrów redukujących była wyższa w burakach z uprawy ekologicznej (2,36 g/100 g ś. m.) w porównaniu z burakami z uprawy konwencjonalnej (1,83 g/100 g ś. m.) (tab. 1). Potwierdzają to wyniki badań Jabłońskiej-Ceglarek i Rosy [8], w których stwierdzono większą tendencję do gromadzenia cukrów redukujących w burakach z uprawy ekologicznej, które nawożono nawozami zielonymi.

Zawartość kwasów organicznych w badanych burakach była zależna od sposobu uprawy i od odmiany. Uzyskane wyniki wykazały, że buraki z uprawy ekologicznej zawierały więcej kwasów organicznych (0,20 g/100 g ś. m.) w porównaniu z burakami z uprawy konwencjonalnej (0,15 g/100 g ś.m.). Zasobniejsza w kwasy organiczne była odmiana Czerwona Kula. Potwierdzają to wyniki badań pomidorów prowadzone przez Elkner i Kosson [2]. Podobne tendencje zaobserwowano w przypadku soku marchwiowego, w którym istotnie większą zawartością kwasów organicznych odznaczały się pasteryzowane soki ekologiczne w porównaniu do soków konwencjonalnych [6].

Tab. 1. Zawartość suchej masy, cukrów ogółem i redukujących, kwasów organicznych oraz witaminy C w badanych odmianach buraka ćwikłowego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej

Table 1. Content of dry matter, total sugars and reducing sugars, organic acids and vitamin C in two varieties of red beet from organic and conventional crops

Metoda uprawy	Odmiana	Sucha masa	Cukry ogółem	Cukry redukujące	Kwasy organiczne	Witamina C
		g 100 g <sup>-1</sup> ś.m.				
Ekologiczna	Czerwona Kula	18,59	4,79	2,41	0,20	35,44
	Regulski Cylindryczny	16,21	4,33	2,32	0,19	34,48
	Średnia*	17,40 ±1,75	4,56 ±1,28	2,36 ±0,17	0,20 ±0,04	34,96 ±6,26
Konwencjonalna	Czerwona Kula	14,89	4,20	1,97	0,18	33,93
	Regulski Cylindryczny	13,32	4,93	1,68	0,11	29,70
Średnia		14,10 ±1,93	4,57 ±1,05	1,83 ±0,27	0,15 ±0,06	31,81 ±5,12
Różnica eko/konw** w (%)		+23,36	-0,13	+29,47	+35,92	+9,89
Średnia dla odmiany	Czerwona Kula	33,48	8,99	4,38	0,38	69,37
	Regulski Cylindryczny	29,53	9,26	4,00	0,30	64,18
p-value						
uprawa		<0.0001	n.s.***	<0.0001	0,0004	n.s.
odmiana		0,0001	n.s.	0,0022	0,0049	n.s.
interakcja		n.s.	n.s.	n.s.	0,0307	n.s.

\* średnia ± odchylenie standardowe, \*\* wyliczone ze wzoru Worthington [23], \*\*\* n.s. nieistotne statystycznie

Źródło: Badanie własne

Na podstawie wyników badań własnych stwierdzono, że sposób uprawy i odmiana nie miały istotnego wpływu na za-

wartość witaminy C w burakach ćwikłowych (tab. 1). Odmiana Czerwona Kula charakteryzowała się tylko nieznacznie wyższą zawartością tej witaminy. Przeciwnie, wyniki prezentują badania Jabłońskiej-Ceglarek i Rosy [7], w których stwierdzono, że na wyższą zawartość witaminy C w korzeniach buraków ćwikłowych uprawianych ekologicznie wpływają nawozy zielone w formie przedplonów. Również badania Hallmann i Rembiałkowskiej [5], przeprowadzone na pomidorach wykazały, że wyższą zawartością witaminy C odznaczały się pomidory z uprawy ekologicznej w stosunku do pochodzących z uprawy konwencjonalnej. Potwierdzają to ponadto Premuzic i wsp. [16] oraz Toor i wsp. [21], którzy wykazali

również istotny wpływ ekologicznego sposobu uprawy na wyższą zawartość witaminy C w pomidorach. Podobne wyniki zanotowano w badanych korzeniach marchwi [20], w owocach papryki, dyni i cukinii [2].

Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno sposób uprawy, jak i odmiana nie wpływały na zawartość sumy kwasów fenolowych i flawonoli (tab. 2 i 3) w korzeniach buraków. W przypadku poszczególnych kwasów fenolowych (kwasu chlorogenowego i ferulowego) i zidentyfikowanych flawonoli (d-glikozydu kwercetyny i myricetyny) zaobserwowano nieznacznie większą zawartość wszystkich tych związków w odmianie Regulski Cylindryczny.

Tab. 2. Zawartość kwasów fenolowych w badanych odmianach buraka ćwikłowego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej (mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.)

Table 2. The phenolic acids content in two varieties of red beet from organic and conventional crops (mg 100 g<sup>-1</sup> f.m.)

Metoda uprawy	Odmiana	Kwasy fenolowe		
		Suma	Kwas chlorogenowy	Kwas ferulowy
Ekologiczna	Czerwona Kula	26,52	6,75	13,26
	Regulski Cylindryczny	31,55	6,27	15,78
	Średnia*	29,04 ±17,57	14,52 ±8,78	14,52 ±8,78
Konwencjonalna	Czerwona Kula	27,23	5,49	13,62
	Regulski Cylindryczny	30,35	6,45	15,17
	Średnia	28,79 ±13,50	14,40 ±6,75	14,40 ±6,75
Różnica eko/konw** w (%)		+0,86	+0,86	+0,86
Średnia dla odmiany	Czerwona Kula	53,75	12,24	26,88
	Regulski Cylindryczny	61,9	12,72	30,95
p-value				
uprawa		n.s.***	n.s.	n.s.
odmiana		n.s.	n.s.	n.s.
uprawa x odmiana		n.s.	n.s.	n.s.

\* średnia ± odchylenie standardowe, \*\* wyliczone ze wzoru Worthington 2001, \*\*\* n.s. nieistotne statystycznie

Źródło: Badanie własne

Tab. 3. Zawartość flawonoli w badanych odmianach buraka ćwikłowego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej (mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.)

Table 3. The flavonols content in two varieties of red beet from organic and conventional crops (mg 100 g<sup>-1</sup> f.m.)

Metoda uprawy	Odmiana	Flawonole		
		Suma	D-glikozyd kwercetyny	Myricetyna
Ekologiczna	Czerwona Kula	6,75	3,30	1,74
	Regulski Cylindryczny	6,27	2,83	1,79
	Średnia*	6,51 ±2,33	3,07 ±2,32	1,76 ±1,03
Konwencjonalna	Czerwona Kula	5,49	2,78	1,33
	Regulski Cylindryczny	6,45	3,75	1,36
	Średnia	5,97 ±3,54	3,27 ±2,64	1,35 ±0,72
Różnica eko/konw** w (%)		+8,96	-6,18	+30,90
Średnia dla odmiany	Czerwona Kula	12,24	6,08	3,07
	Regulski Cylindryczny	12,72	6,58	3,15
p-value				
uprawa		n.s.***	n.s.	n.s.
odmiana		n.s.	n.s.	n.s.
uprawa x odmiana		n.s.	n.s.	n.s.

\* średnia ± odchylenie standardowe, \*\* wyliczone ze wzoru Worthington 2001, \*\*\* n.s. nieistotne statystycznie

Źródło: Badanie własne

W badaniach Owsikowskiego i wsp. [14] przeprowadzonych na cebuli również nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości związków fenolowych między cebulą z ekologicznej i konwencjonalnej uprawy. Natomiast z doświadczeń przeprowadzonych na korzeniach marchwi przez Rembiałkowską i wsp. [19] wynika, iż korzenie, pochodzące z upraw ekologicznych odznaczały się większą zawartością kwasów fenolowych w porównaniu do korzeni marchwi konwencjonalnej. Również badania przeprowadzone na pomidorach przez Hallmann i Rembiałkowską [5], Rembiałkowską i wsp. [17] oraz Caris-Veyrat i wsp. [1] wskazują na niewielką, lecz statystycznie istotną różnicę w zawartości kwasów fenolowych i flawonoli w pomidorach ekologicznych. Zawartość związków fenolowych w owocach pomidorów zależała istotnie także od odmiany.

#### 4. Wnioski

1. Buraki ćwikłowe z uprawy ekologicznej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością suchej masy, cukrów redukujących i kwasów organicznych w porównaniu do buraków z uprawy konwencjonalnej. Poziom cukrów ogółem był jednakowy w burakach z obu systemów uprawy.
2. Badane odmiany buraka ćwikłowego częściowo różniły się pomiędzy sobą. W korzeniach odmiany Czerwona Kula było istotnie więcej suchej masy, cukrów redukujących oraz kwasów organicznych. Natomiast odmiana Regulski Cylindryczny zawierała więcej kwasów fenolowych i flawonoli, jednak różnice nie były istotne statystycznie.
3. Stwierdzono tendencję w kierunku nieznacznie wyższej zawartości kwasów fenolowych, flawonoli i witaminy C w burakach ekologicznych w porównaniu do konwencjonalnych.
4. Korzenie buraków ze względu na wysoką zawartość ważnych dla zdrowia związków bioaktywnych mogą być polecane w profilaktyce zdrowotnej, dotyczy to zwłaszcza buraków pochodzących z ekologicznego systemu uprawy.

#### 5. Literatura

[1] Caris-Veynard C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grasselly D., Buret M., Mikolajczak M., Guillard J-C., Bouteloup-Demange C., Borel P.: Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomato and derived purees, consequence on antioxidant plasma status in humans. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, s. 6503-6509.

[2] Elkner K., Kosson K.: Opracowanie metod przetwórstwa warzyw z upraw ekologicznych i ocena ich jakości. Streszczenie wyników badań z zakresu rolnictwa ekologicznego realizowanych w 2008 roku. Warszawa: Wydawnictwo IMUZ, 2009, s. 7-13.

[3] Gąstoł M., Domagała-Świątkiewicz I., Krośniak M.: Właściwości prozdrowotne produktów i przetworów uzyskanych metodami ekologicznymi i konwencjonalnymi – analiza porównawcza. Sprawozdanie z badań podstawowych prowadzonych w 2009 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie przetwórstwa. Kraków: Wydawnictwo MRiRW, 2009.

[4] Grajek W.: Przeciwnutleniające w żywności: aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2007, s. 141-147; 151-171 i 313-316.

[5] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Badanie i ocena jakości owoców wybranych odmian pomidorów (*Lycopersicon esculentum Mill*) z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej ze szczególnym uwzględnieniem związków bioaktywnych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2007, Vol. 52(3), s. 55-60.

[6] Herbec M.: Ocena zawartości związków bioaktywnych w soku marchwiowym z rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego.

Praca magisterska pod kierunkiem dr inż. Eweliny Hallmann, 2009.

[7] Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R.: Przedplonowe nawozy zielone a zawartość witaminy C i białka w buraku ćwikłowym. *Czasopismo naukowe Hortorum Cultus: Ogródnictwo*. Lublin: Wydawnictwo Akademii Rolniczej, 2002, s. 5-11.

[8] Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R.: Wpływ następczy przedplonowych nawozów zielonych na plonowanie oraz zawartość suchej masy i cukrów w buraku ćwikłowym. *Hortorum Cultus*, Siedlce, 2003, 2 (1), s. 21-30.

[9] Kaniszewski S.: Stan obecny i perspektywy rozwoju produkcji warzyw w Polsce. *Folia Horticulturae*. Kraków: Wydawnictwo „Drukrol”, 2006, s. 7-29.

[10] Kuś J., Stalenga J.: Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolnej w Polsce. *Biuletyn Instytutu hodowli i aklimatyzacji roślin*, 2006, Nr 242, s. 15-25.

[11] Łaniewska-Trokenheim Ł.: Kryteria doboru szczepów bakterii fermentacji mlekowej i drożdży do produkcji fermentowanego soku z buraków ćwikłowych. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, 2002.

[12] Myczko A., Wójcicki Z., Wierzbicki K.: Znaczenie rozwoju infrastruktury rolnej. Kierunki rozwoju rolnictwa w Polsce na tle Wspólnej Polityki Rolnej. MRiRW, Puławy, 2009, s. 50-51.

[13] Nowak D., Syta M.: Wpływ sposobu przygotowania surowca do procesu suszenia na zawartość czerwonych barwników betalainowych w suszach z buraka czerwonego. *Czasopismo: Postępy techniki przetwórstwa spożywczego*. Wydane przez Wyższą Szkołę Menedżerską, Warszawa, 2007, s. 15-18.

[14] Owsikowski M., Gronowska-Senger A., Prędką A.: Badanie zawartości wybranych antyoksydantów w najczęściej spożywanych warzywach z upraw konwencjonalnych i ekologicznych. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. PZH, 2008, tom 59, Nr. 2, str. 223-230.

[15] Petronienė O.D., Viškelis P.: Įvairių veislių tipų ir grupių raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L.) biocheminė sudėtis. *Maisto chemija ir technologija*, 2004, T. 38, Nr 2. Baltai, Kauno rajonas.

[16] Premuzic Z., Bargiela M., Garcia A., Rendina A., Iorio A.: Calcium, Iron, Potassium, Phosphorus, and Vitamin C Content of Organic and Hydroponic Tomatoes. *HortScience*, 1998, 33(2), s. 255-257.

[17] Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A.: Nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional cultivation. *Culinary Arts and Sciences V. Global and National Perspectives* (ed. J. S. A. Edwards, B. Kowrygo, K. Rejman), 2005, s. 193-202.

[18] Rembiałkowska E., Hallmann E., Kaproń L., Sikora M.: Ocena wartości odżywczej, sensorycznej oraz przetwórczej wybranych gatunków warzyw z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej – kontynuacja badań. Streszczenie wyników badań z zakresu rolnictwa ekologicznego realizowanych w 2007 roku. Warszawa: Wydawnictwo MRiRW, 2008, s. 163-164.

[19] Rembiałkowska E., Hallmann E., Sikora M.: Ocena wartości odżywczej, sensorycznej oraz przetwórczej wybranych gatunków warzyw z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej – kontynuacja i poszerzenie badań. Streszczenie wyników badań z zakresu rolnictwa ekologicznego realizowanych w 2008 roku. Warszawa: Wydawnictwo MRiRW, 2009, s. 127-139.

[20] Sikora M., Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków bioaktywnych w marchwi z upraw ekologicznej i konwencjonalnej w kontekście profilaktyki zdrowotnej. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. PZH, 2009, tom 60, Nr 3, s. 217-220.

[21] Toor R. K., Savage G. P., Heeb A.: Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Comp. Anal.*, 2006, 19, s. 20-27.

[22] Tyburski J., Żakowska-Biemans S.: Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2007, s. 24-259.

[23] Worthington V.: Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables and Grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2001, 7/2, s. 161-173.