

ANTIOXIDANT COMPOUNDS CONTENT IN SELECTED ONION BULBS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION

Summary

Yellow and red onion contain a numerous flavonoids as quercetin, and derivatives. Those compounds are located mostly in internal fresh leaves. Beside of flavonoids the red onion contains also anthocyanins mostly in external dry skin, but also in internal fresh leaves.

Onions are a perfect source of sulphur which is an essential element in many metabolic processes.

To research have been choose five onion cultivars: Sochaczewska, Wolska, Wenta, Red Baron, Sterling. Dry matter, total and reducing sugars, flavonoids, vitamin C and anthocyanins content were determined. Obtained results show, that organic onion contained more flavonoids, vitamin C and anthocyanins in comparison to conventional ones.

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW ANTYOKSYDACYJNYCH W WYBRANYCH ODMIANACH CEBULI Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Cebula żółta i czerwona jest bogata w liczne związki flawonowe w postaci kwercetyny oraz jej pochodnych. Związki te zlokalizowane są w mięsistych łuskach wewnętrznych. Cebula, szczególnie ta o czerwonej barwie, zawiera też liczne związki z grupy antocyjanów, które umiejscowione są w łuskach suchych okrywających oraz częściowo w zewnętrznej warstwie łusek mięsistych. Ponadto stanowi źródło licznych związków siarkowych, często niezbędnych w procesach metabolicznych.

Do doświadczenia wybrano 5 odmian cebuli: Sochaczewska, Wolska, Wenta, Red Baron, Sterling. W cebulach oznaczono zawartość suchej masy oraz związków o charakterze antyoksydacyjnym: flawonoidów, witaminy C oraz antocyjanów. Zgromadzone wyniki wskazują, że cebule uprawiane metodami ekologicznymi zawierały więcej flawonoidów w przeliczeniu na kwercetynę, witaminy C oraz antocyjanów w przeliczeniu na delfinidynę w porównaniu do odmian uprawianych metodami konwencjonalnymi.

Wstęp

Żywność ekologiczna jest towarem coraz bardziej poszukiwanym przez współczesnego konsumenta. Jest ona dla niego synonimem bezpieczeństwa, kontrolowanej produkcji oraz dobrego smaku.

Liczba gospodarstw ekologicznych w Polsce szybko wzrasta – w roku 2005 w systemie kontroli i certyfikacji zarejestrowanych było ogółem 7183 gospodarstwa rolne o łącznej powierzchni 167 740 ha [14]. Zatem w stosunku do poprzedniego roku 2004, kiedy w systemie kontroli i certyfikacji zarejestrowanych było 3670 gospodarstw, nastąpiło podwojenie liczby gospodarstw ekologicznych.

Dobrym przykładem szybkiego rozwoju produkcji ekologicznej w Europie może być także Holandia, w której w okresie tylko jednego roku 1998 – 1999 na produkcję ekologiczną przekwalifikowało się 200 gospodarstw. W chwili obecnej jest tam 1216 gospodarstw ekologicznych, z czego ponad 900 jest certyfikowanych. Łączna powierzchnia upraw ekologicznych w roku 1999 stanowiła 23 tys. ha [13]. Sprzedaż ekologicznych warzyw i owoców wzrosła w latach 2001 – 2004 o 2%, przynosząc obrót rynkowy w wartości 51 mln dolarów [1].

Powierzchnia upraw cebuli w Polsce w roku 2002 przekroczyła 30 tys. ha i zajmuje 3 miejsce po kapuście i marchwi, a jej produkcja wykazuje wyraźną tendencję wzrostową [19]. Niestety uprawa cebuli w systemie ekologicznym stanowi tylko nieznaczny odsetek całości produkcji roślinnej.

Warzywa i owoce z produkcji ekologicznej zawierają więcej związków biologicznie czynnych. Pomidory z uprawy ekologicznej odznaczały się istotnie wyższą zawartością witaminy C, flawonoidów oraz betakarotenu [16]. Również Caris-Veyrat i in. (2004) wykazali, że pomidory uprawiane metodami ekologicznymi zawierały więcej witaminy C, karotenoidów i polifenoli w porównaniu do pomidorów konwencjonalnych [3]. Nawożenie ekologiczne miało pozytywny wpływ na gromadzenie się witaminy C oraz betakarotenu w korzeniach marchwi [9].

Cebula (*Allium cepa* L) jest wspaniałym źródłem związków flawonoidowych pochodnych kwercetyny, a jej czerwone odmiany zawierają dodatkowo antocyjany, głównie z grupy cyjanidyn [4, 6]. Związki flawonoidowe są bardzo silnymi przeciwutleniaczami, dlatego konsumpcja warzyw bogatych w te związki może ograniczyć występowanie takich chorób jak zawał serca, niektóre postacie nowotworów, a także miażdżycę, gdyż flawonoidy obniżają zawartość złego cholesterolu w tętnicach [1, 7]. Dzięki zawartości związków fenolowych oraz siarkowych cebula wykazuje silne działanie antyoksydacyjne i antymutagenne w stosunku do takich substancji jak benzopiren [17]. Niestety w dostępnej literaturze brak jest prac na temat zawartości związków bioaktywnych w cebuli uprawianej metodami ekologicznymi. Można jedynie przypuszczać na podstawie badań przeprowadzonych na innych warzywach z upraw ekologicznych, iż cebula w uprawie ekologicznej będzie miała wyższą wartość odżywczą w porównaniu do cebul uprawianych metodami konwencjonalnymi. Dlatego za ce-

lowe uznano przeprowadzenie poniższych badań nad wartością odżywczą cebuli z uprawy ekologicznej.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2005. Pięć odmian cebuli: dwie o czerwonych cebulach Wenta i Red Baron, dwie odmiany o żółtych cebulach Sochaczewska i Wolska oraz jedna odmiana biała Sterling były uprawiane na poletkach doświadczalnych z zachowaniem wytycznych stosowanych w rolnictwie ekologicznym (Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o rolnictwie ekologicznym).

Na poletkach ekologicznych w roku poprzedzającym doświadczenie zastosowano obornik bydlęcy oraz w okresie wzrostu stosowano rozcieńczoną gnojówkę oraz roztwór preparatu Humvit BIO (nr certyfikatu NE/46/2005). Całkowity bilans składników mineralnych w układzie ekologicznym przedstawiał się następująco: 47,5 kg N/ha, 15,1 kg P/ha, 50,5 kg K/ha. Nie stosowano żadnych biologicznych środków ochrony roślin, ponieważ nie wystąpiły żadne symptomy chorób czy żerowania szkodników, które wymagałyby interwencji. Na poletkach konwencjonalnych zastosowano w roku poprzedzającym na jesieni 2004 nawóz potasowy (siarczan potasu), zgodnie z konwencjonalnym programem nawożenia stosowanym w uprawie cebuli polowej. Na wiosnę roku 2005 zastosowano nawóz mineralny azofoskę. Całościowy bilans składników mineralnych przedstawiał się następująco: 80 kg N/ha, 52, kg P/ha oraz 74 kg K/ha. Na poletkach konwencjonalnych również nie stosowano żadnej ochrony chemicznej przed chorobami i szkodnikami.

W cebulach oznaczono zawartość suchej masy metodą wagową (PN-90 A-75101/ 03), cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących metodą Lufa – Schoorla (PN-90 A-75101/07), flawonoidów metodą Christa – Müllera (Strzelecka i in. 1978), witaminy C metodą Tillmansa (PN-90 A - 75101/11) oraz antocyjanów metodą spektrofotometryczną (Fuleki i Francis 1968).

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej dwuczynnikowej z zastosowaniem testu Tukay'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Zgromadzone wyniki dotyczące zawartości suchej masy oraz cukrów w badanych odmianach cebul przedstawiono w tab. 1.

Rodzaj uprawy miał istotny wpływ na gromadzenie się suchej masy w cebulach. Gdy cebule pochodziły z uprawy ekologicznej stwierdzono w nich 12,84% suchej masy, podczas gdy w cebulach konwencjonalnych było jej tylko 11,94%. Jednocześnie można było zaobserwować, że odmiany o cebulach czerwonych charakteryzowały się wyższą zawartością suchej masy w porównaniu do odmian żółtych (tab. 1) i było to odpowiednio 13,62% oraz 13,07% w uprawie ekologicznej oraz 12,94% oraz 11,87% w uprawie konwencjonalnej. Odmiana o białych cebulach Sterling charakteryzowała się istotnie najniższą zawartością suchej masy w obu rodzajach uprawy i było to odpowiednio 10,81% oraz 10,09%.

Rodzaj uprawy miał również istotny wpływ na gromadzenie się cukrów ogółem w badanych odmianach cebul (tab.1). W uprawie ekologicznej stwierdzono średnio 4,09%, zaś w uprawie konwencjonalnej tylko 3,20%.

W przypadku zawartości cukrów ogółem cebule żółtych odmian wytworzyły więcej cukrów ogółem w porównaniu do cebul czerwonych i było to odpowiednio 4,59% i 3,21% w uprawie ekologicznej oraz 4,37% oraz 1,70% w uprawie konwencjonalnej. Najwięcej cukrów ogółem wytworzyła odmiana Wolska; w uprawie ekologicznej było to 5,16%, zaś w uprawie konwencjonalnej aż 5,33%.

Sposób uprawy nie miał wpływu na gromadzenie się cukrów redukujących w badanych odmianach cebul (tab. 1). Cebule z uprawy ekologicznej zawierały 1,6 razy więcej cukrów redukujących w porównaniu do cebul konwencjonalnych i było to odpowiednio o 0,43% oraz 0,26%. Czerwone cebule z uprawy ekologicznej zawierały więcej cukrów redukujących 0,48%, podczas gdy żółte - 0,25%. Natomiast w uprawie konwencjonalnej czerwone cebule zawierały 0,21% cukrów redukujących, zaś żółte 0,24%.

Wśród badanych odmian najwyraźniej na nawożenie ekologiczne zareagowała odmiana Sterling, gdyż w tych cebulach z uprawy ekologicznej stwierdzono najwięcej cukrów redukujących – 0,69%, podczas gdy w uprawie konwencjonalnej tylko 0,42%.

Cebule z uprawy ekologicznej wytworzyły więcej związków fenolowych w porównaniu do cebul konwencjonalnych i było to średnio odpowiednio 71,36 mg% oraz 64,69 mg% w przeliczeniu na kwercetynę (rys. 1).

Cebule czerwonych odmian (Wenta i Red Baron) charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością flawonoli w porównaniu do cebul żółtych w obu rodzajach uprawy i było to odpowiednio 95,26 mg% i 82,85 mg% w uprawie ekologicznej oraz 84,63 mg% oraz 76,87 mg% w uprawie konwencjonalnej. Wśród badanych odmian najwięcej kwercetyny stwierdzono w cebulach odmiany Red Baron – 126,85 mg% w uprawie ekologicznej oraz 112,65 mg% w uprawie konwencjonalnej. Najmniej kwercetyny znaleziono w białej cebuli odmiany Sterling i było to odpowiednio 0,56 mg% w uprawie ekologicznej oraz 0,48 mg% w uprawie konwencjonalnej.

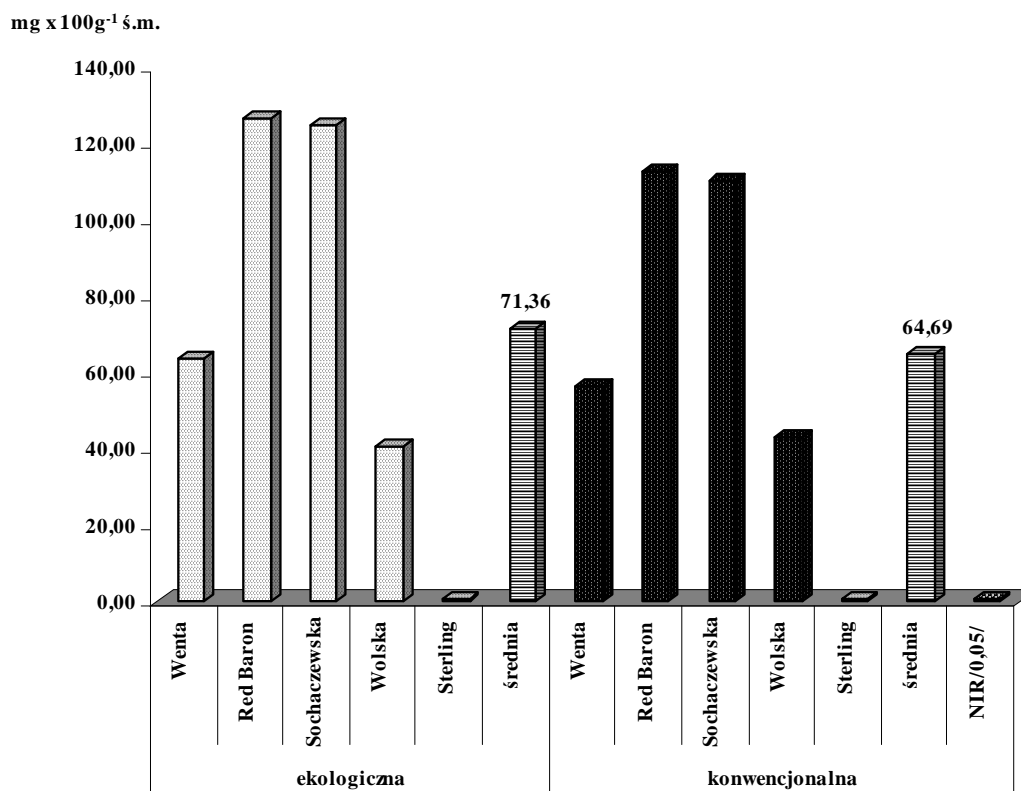
Cebule z uprawy ekologicznej wytworzyły istotnie więcej witaminy C, w porównaniu do cebul z uprawy konwencjonalnej (rys. 2) i było to odpowiednio 14,20 mg% oraz 7,25 mg%.

Czerwone cebule wytworzyły 5 razy więcej witaminy C w uprawie ekologicznej oraz 4 razy więcej w uprawie konwencjonalnej w stosunku do cebul żółtych. Odmianą najbardziej zasobną w kwas askorbinowy była odmiana Wenta, której cebule w uprawie ekologicznej wytworzyły 29,78 mg% oraz w uprawie konwencjonalnej 16,69 mg%. Uzyskane wyniki wskazują, że cebula odmiany Sterling w obu rodzajach uprawy wytworzyła więcej witaminy C niż żółte odmiany i było to w obu systemach 5,12 mg%.

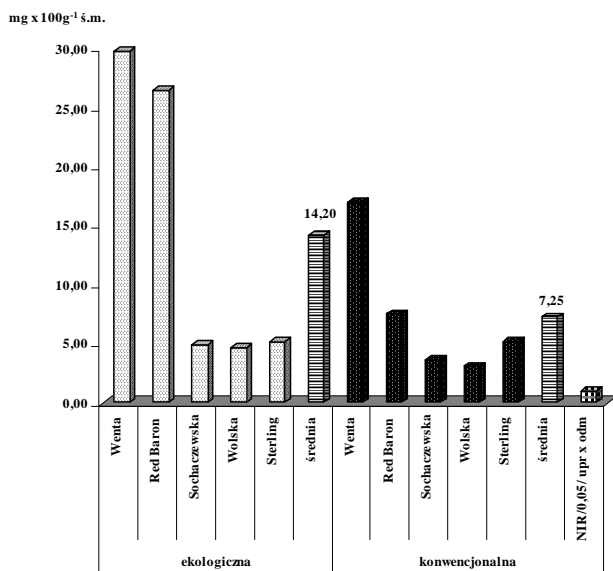
Rodzaj uprawy miał także wpływ na gromadzenie się związków antocyjanowych w badanych odmianach czerwonych cebul. W uprawie ekologicznej wytworzyły średnio 14,61 mg% zaś w uprawie konwencjonalnej 8,37 mg% antocyjanów (rys. 3). Na nawożenie ekologiczne wyraźniej zareagowała odmiana Red Baron, gdyż cebule w uprawie ekologicznej zawierały 16,29 mg% antocyjanów; w przypadku odmiany Wenta różnice były mniejsze.

Tab. 1. Zawartość suchej masy oraz cukrów w badanych odmianach cebul z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej
 Table 1. Dry matter and total and reducing sugars content in investigated onion cultivars from organic and conventional cultivation

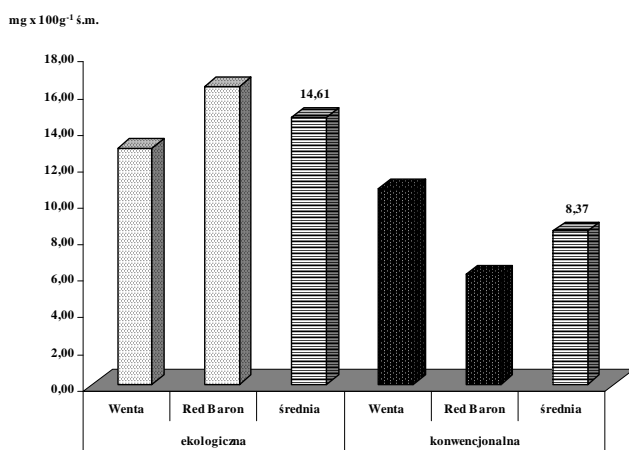
		sucha masa (%)	cukry (%)	
			ogółem	redukujące
ekologiczna	Wenta	13,59	4,56	0,35
	Red Baron	13,66	1,87	0,61
	Sochaczewska	13,54	4,03	0,15
	Wolska	12,60	5,16	0,35
	Sterling	10,81	4,85	0,69
średnia		12,84	4,09	0,43
konwencjonalna	Wenta	12,93	2,06	0,19
	Red Baron	12,95	1,34	0,23
	Sochaczewska	11,50	3,41	0,08
	Wolska	12,24	5,33	0,40
	Sterling	10,09	3,84	0,42
średnia		11,94	3,20	0,26
NIR _{/0,05/ uprawa}		0,54	0,54	n.s.
NIR _{/0,05/ odmiana}		1,25	0,85	n.s.
NIR _{/0,05/ upr x odm}		0,52	0,24	n.s.



Rys. 1. Zawartość flawonoidów w badanych odmianach cebul z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 1. Flavonoids content in investigated onion bulbs from organic and conventional cultivation



Rys. 2. Zawartość witaminy C w badanych odmianach cebul z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 2. Vitamin C content in investigated onion bulbs from organic and conventional cultivation



Rys. 3. Zawartość antocyjanów w badanych odmianach cebul z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 3. Antocyanins content in investigated onion bulbs from organic and conventional cultivation

Dyskusja

Cebule z uprawy ekologicznej były zasobniejsze w związki fenolowe. Wyniki te są zbliżone do tych podawanych przez *Toor i in.* (2006), którzy stwierdzili, że pomidory nawożone obornikiem kurzym oraz nawozami zielonymi charakteryzowały się wyższą aktywnością antyoksydacyjną oraz wyższą zawartością związków przeciwutleniających w porównaniu do pomidorów uprawianych z zastosowaniem nawozów mineralnych z zawartością formy amonowej [21]. W przeprowadzonym doświadczeniu cebule z poletek ekologicznych zawierały średnio o 11% więcej flawonoidów w stosunku do cebul z uprawy konwencjonalnej. Podobną tendencję stwierdzili *Hamouz i in.* (2005) w badanych odmianach ziemniaków. Odmiany z pola ekologicznego zawierały o 10,2% więcej polifenoli, niż te z pola konwencjonalnego [8]. Gromadzenie się większych ilości związków

fenolowych w warzywach z produkcji ekologicznej może być nie tylko efektem innego nawożenia i w konsekwencji innej gospodarki składnikami pokarmowymi, ale również może być również formą odpowiedzi rośliny na atak szkodników. W swoim doświadczeniu *Yong i in.* (2005) wykazali, że warzywa liściowe (sałata, kalarepa i kapusta pekińska) uprawiane metodami ekologicznymi zawierały więcej związków fenolowych, ale ich gromadzenie się było najprawdopodobniej odpowiedzią roślin na atak szkodników, gdyż warzywa ekologiczne były silniej zaatakowane przez szkodniki niż konwencjonalne [22].

W prezentowanym doświadczeniu własnym nie zauważono żadnych symptomów żerowania szkodników, czyli zwiększona synteza związków fenolowych była odpowiedzią bardziej na nawożenie zastosowane w uprawie niż na ochronę przed szkodnikami czy chorobami.

Uzyskane wyniki są zgodne z założeniami teorii C/N. Teoria równowagi węgla i azotu mówi, że rośliny uprawiane przy łatwym dostępie do nawozów mineralnych, szczególnie azotu, będą wytwarzały więcej związków azotowych (aminokwasy, peptydy, białka, niektóre alkaloidy). Natomiast te pochodzące z upraw ekologicznych, gdzie nawożenie stosuje się w postaci organicznej, nastawiają swój metabolizm na produkcję związków węglowych takich jak cukry, związki fenolowe, witamina C [2].

Cebule czerwone zawierały więcej flawonoidów w porównaniu do cebul żółtych i białych i było to odpowiednio 89,93 mg%, 79,86 mg% oraz 0,52 mg% bez względu na metodę uprawy. Podobne wyniki otrzymali *Rhodes i in.* (1996), którzy w swoim doświadczeniu wykazali, że odmiany o czerwonych cebulach wytworzyły średnio 91,8 mg% flawonoidów, różowe odmiany 71,1 mg%, brązowa 80,30 mg%, zaś w białej cebuli poziom flawonoidów był na progu wykrywalności i było to 5 mg% [18]. Jednak zakres zawartości flawonoidów w żółtej cebuli może zawierać się w bardzo szerokim przedziale 25 – 109,6 mg%, zaś w czerwonej 16,8 – 69,9 mg% [11]. Zawartość antocyjanów w czerwonej cebuli wyniosła 14,61 mg% w uprawie ekologicznej i tylko 8,37 mg% w uprawie konwencjonalnej. Są to jednak niższe wartości, niż te które podaje *Fereras i in.* (1996), którzy stwierdzili zawartość antocyjanów w konwencjonalnej czerwonej cebuli na poziomie 23,34 mg%, zaś flawonoli było aż 94,28 mg% [4]. Wśród żółtych odmian cebuli stwierdzono dość duże różnice w zawartości flawonoli ogółem. Odmiana Sochaczewska z uprawy ekologicznej wytworzyła 125,04 mg% flawonoidów, podczas gdy druga odmiana żółta – Wolska tylko 40,67 mg%. Podobna zależność wystąpiła również wśród cebul pochodzących z pola konwencjonalnego. Zbliżone wyniki otrzymali *Marotti i Piccaglia* (2002). Wykazali oni, że w grupie żółtych cebul odmiany różniły się istotnie pod względem zawartości flawonoidów: odmiana Dorata Density zawierała 97,9 mg% zaś odmiana Festiwal tylko 52,58 mg% [12]. Natomiast *Sellappan i Akoh* (2002) podają znacznie niższe wartości zawartości flawonoidów w żółtej cebuli, gdyż jedynie 48,19 mg% w odmianie Yellow oraz 53,43 mg% w odmianie DPS 1030 [20]. Wśród czerwonych cebul Odmiana Red Baron wytworzyła 126,85 mg%, zaś odmiana Wenta 63,68 mg% w uprawie ekologicznej oraz 112,65 mg% oraz 56,57 mg% w uprawie konwencjonalnej. W swojej pracy *Marotti i Piccaglia* (2002) również uzyskali duże zróżnicowanie pomiędzy czerwonymi odmianami cebul. Odmiana Torpeda Rossa wytworzyła 76,29 mg%, a inna czerwona odmiana Rossa Lila tylko 48,69 mg% [12].

Badana biała odmiana Sterling wytworzyła tylko znikomą ilość flawonoidów – 0,52 mg% w uprawie ekologicznej oraz 0,42 mg% w uprawie konwencjonalnej. Również odmiana o białych cebulach Withe Hawk była tą o najniższej zawartości kwercetyny – 0,12 mg% [12]. Odmiana Red Baron była odmianą najbardziej zasobną we flawonoidy – 119,75 mg% bez względu na rodzaj uprawy. Jest to wynik nieznacznie niższy niż ten, który otrzymali Price i in. (1997), którzy wykazali, że na początku okresu przechowywania cebula odmiany Red Baron zawierała aż 191,7 mg% flawonoidów, zaś po 6 miesiącach przechowania wartość ta spadła do poziomu 123,9 mg% [15].

Wnioski

1. Cebula z uprawy ekologicznej zawierała istotnie więcej suchej masy, cukrów ogółem i redukujących, flawonoidów, witaminy C oraz antocyjanów w porównaniu do cebuli uprawianej metodami konwencjonalnymi.
2. Odmiany o czerwonych cebulach charakteryzowały się wyższą zawartością suchej masy, cukrów redukujących, flawonoidów oraz witaminy C w porównaniu do odmian o cebulach żółtych.
3. Odmiana Sterling o białych cebulach charakteryzowała się najniższą zawartością suchej masy, flawonoidów i witaminy C wśród wszystkich badanych odmian, jednak zawierała najwięcej cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących.
4. Pomiędzy cebulami należącymi do tej samej grupy kolorystycznej zaobserwowano znaczne różnice w zawartości flawonoidów oraz witaminy C.

Literatura

- [1] Block G. 1992. A role for antioxidants in reducing cancer risks. *Nutrit. Review.* 50: 207 – 213.
- [2] Bryant J.P., Chapin III F.S., Klein D.R. 1983. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos.* 40: 357 – 368.
- [3] Caris-Veyrat C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grasselly D., Buret M., Mikołajczak M., Guillaud J.C., Boute-loup-Demange C., Borel P. 2004. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived Purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6503 – 6509.
- [4] Ferreras F., Gil M.I., Tomis-Barberin F.A. 1996. Anthocyanins and flavonoids from shredded red onion and changes during storage in perforated films. *Food Res. Internat.* 29, 3-4: 389-395.
- [5] Fuleki T. 1969. The anthocyanins of strawberry, rhubarb, radish and onion. *J. Food Sci.* 34: 365 – 369.
- [6] Fuleki T. 1971. The anthocyanins in red onion. *J. Food Sci.* 36: 101 – 104.
- [7] Gey K.F., Moser U.K., Jordan P., Stähelin H.B., Eichholzer M., Lüdin E. 1993. Increased risk of cardiovascular disease at suboptimal concentrations of essential antioxidants: an epidemiological update with special attention to carotene and vitamin C. *Am J. Clinical Nutrit.* 57: 787S – 797S.
- [8] Hamouz K., Lachman J., Dvořák P., Piviec V. 2005. The effect of ecological growing on the potatoes yield and quality. *Plant Soil Environ.* 51, (9): 397 – 402.
- [9] Kaack K., Nielsen M., Christensen L. P., Thorup-Kristensen K. 2001. Nutritionally important chemical constituents and yield of carrot (*Daucus carota* L.) roots grown organically using ten levels of green manure. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 51: 125 – 136.
- [10] Kolkman W. 2001. The Netherlands. Organic products. The Dutch market for organic food products. GAIN Report no. NL2015, 1 – 16.
- [11] Leighton T., Ginther C., Fluss L., Harter W. K., Cansado J., Notario V. 1992. Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in allium vegetables: their effects on malignant cell transformation. In *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health. II. Antioxidants and Cancer Prevention*, eds. Huang M.T., HO C.T., Lee C.Y. ACS Symposium Series 507. Am. Chem. Soc.: 220-238.
- [12] Marotti M., Piccaglia R. 2002. Characterization of flavonoids in different cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *JFS: Sens. Nutrit. Qualit. Food.*
- [13] Melita F. 2000. Organic farming in the Netherlands. Report of Ökologie und Lanbau, Bad Dürkheim, Germany 2000: 201 – 214.
- [14] Metera D. 2006. Organic Farming in Poland: Update July 2005. Country reports. www.organic-europe.net.
- [15] Price K.R., Bacon J.R., Rhodes M.J.C. 1997. Effect of storage and domestic processing on the content and composition of flavonol glucosides in onion (*Allium cepa* L.). *J. Agric. Food Chem.* 45: 938 – 942.
- [16] Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A. 2005. Nutritive quality of tomato fruit from organic and conventional cultivation (ICCAS Warszawa, 27 June-1 July 2005) Culinary Art and Sciences Global and National Perspectives. ISBN: 1-85899-179X, Publish SGGW, 193 - 202.
- [17] Ren H., Endo h., Hayashi T. 2001. The superiority of organically cultivated vegetables to general ones regarding antimutagenic activities. *Mutat. Res.* 496: 83–88.
- [18] Rhodes M.J.C., Price K.R. 1996. Analytical problems in the study of flavonoid compounds in onions. *Food Chem.* 57 (1): 113-117.
- [19] Rumpel J. 2003. Uprawa cebuli. Wyd. Hortpress, ISBN 83-89211-80-7, 3 – 12.
- [20] Sellappan S., Akoh C.C. 2002. Flavonoids and antioxidant capacity of Georgia-grown vidalia onions. *J. Agric. Food Chem.* 50: 5338 – 5342.
- [21] Toor R.K., Savage G.P., Heeb A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components in tomato. *J. Food Comp. Anal.* 19: 20 – 27.
- [22] Young J.E., Zhao X., Carey E.E., Welti R., Yang S.S., Wang W. 2005. Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Mol. Nutr. Food Res.* 49: 1136 – 1142.