

## ESTIMATION OF FRUITS QUALITY OF SELECTED TOMATO CULTIVARS (*Lycopersicon esculentum* Mill) FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION WITH SPECIAL CONSIDERATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS CONTENT

### Summary

There is growing interest for organic farming in Europe and other parts of the world. Consumers are constantly looking for the safe foods rich in the numerous beneficial substances, foods with the controlled quality. There are scientific foundations allowing to assume that vegetables and fruits from the organic production can contain more beneficial substances (such as polyphenols and vitamin C) than plant crops from the conventional production. Few research studies seem to confirm this hypothesis but still the knowledge in this respect is insufficient. Therefore it was found useful to conduct the presented studies comparing the content of bioactive compounds in the tomato fruits cultivated in the organic vs. conventional way. The research study has comprised the standard cultivars Rumba, Kmicic and Gigant and cherry-tomato cultivar Koralik. The results obtained have shown that organic tomatoes contained more total and reducing sugars and more organic acids. Moreover in the organic fruits significantly more bioactive compounds such as vitamin C, betacarotene, flavonols and phenolic acids have been found. Only the content of lycopene was higher in the conventional fruits.

## BADANIE I OCENA JAKOŚCI OWOCÓW WYBRANYCH ODMIAN POMIDORÓW (*Lycopersicon esculentum* Mill) Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH

### Streszczenie

Rolnictwo ekologiczne cieszy się coraz większym zainteresowaniem w Europie oraz w innych częściach świata. Istnieją podstawy naukowe pozwalające przypuszczać, że warzywa i owoce z produkcji ekologicznej mogą zawierać więcej korzystnych dla zdrowia związków (takich np. jak polifenole i witamina C) niż surowce z produkcji konwencjonalnej. Dlatego uznano za celowe podjęcie prezentowanych badań, porównujących zawartość związków biologicznie czynnych w owocach pomidorów standardowych Rumba, Kmicic i Gigant oraz w odmianie drobnoowocowej Koralik. W dojrzałych owocach oznaczono zawartość suchej masy, cukrów ogółem, bezpośrednio redukujących, kwasów organicznych oraz zawartość związków biologicznie czynnych: witaminy C, karotenoidów z rozdziałem na frakcje betakarotenu i likopenu, flawonoli, jak też kwasów fenolowych. Otrzymane wyniki wskazały, że pomidory ekologiczne zawierały więcej suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz kwasów organicznych. Jednocześnie w owocach tych stwierdzono istotnie więcej związków bioaktywnych takich jak witamina C, betakaroten oraz flawonole. Jedynie zawartość likopenu była wyższa w pomidorach konwencjonalnych.

### Wstęp

Warzywa i owoce poza dostarczeniem konsumentowi energii oraz innych wartości odżywczych zaopatrują organizm w związki biologicznie aktywne. Pomidory są cennym źródłem niezmiernie ważnych antyoksydantów (karotenoidów, flawonoli, witaminy C, tokoferolu) [3], [4]. Karotenoidy są grupą bioaktywnych związków, które w roślinach pełnią między innymi funkcje obronne [1]. Główny pigment pomidorów – likopen jest odpowiedzialny za występowanie charakterystycznego czerwonego zabarwienia owoców [20]. Ludzki organizm nie potrafi syntetyzować likopenu, dlatego należy go dostarczać razem z dietą. W dojrzałych pomidorach likopen stanowi 80–90% wszystkich karotenoidów. Zawartość karotenoidów w owocach pomidora zależy od odmiany, stanu dojrzałości owocu, warunków środowiska [20]. Wysoka temperatura wpływa negatywnie na formowanie się likopenu w owocach pomidora. Zawartość tego barwnika w pomidorach trzech badanych odmian była o 30% niższa w miesiącach letnich w porównaniu do miesięcy zimowych [23]. Istnieje wiele badań wskazujących na zależność pomiędzy konsumpcją pomidorów oraz ich przetworów a ryzykiem występowania chorób nowotworowych. Między innymi Giovannucci i in. (1995) wykazali, że przyjmowanie likopenu było pozytywnie skorelowane ze zmniejszeniem ryzyka wystąpienia raka prosta-

ty [5]. W innym doświadczeniu wykazano, że konsumpcja pomidorów jest pozytywnie skorelowana z zawartością likopenu w osoczu badanych oraz z niższym ryzykiem wystąpienia różnych postaci raka [6].

Wiedza o wartości odżywczej i zawartości związków antyoksydacyjnych w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej jest wciąż niewystarczająca. Dlatego uznano za celowe podjęcie prezentowanych badań.

### Materiał i metody

Do doświadczenia wykorzystano trzy odmiany pomidora standardowego: Kmicic, Gigant i Rumba oraz jedną odmianę drobnoowocową Koralik. Pole uprawy pomidorów znajdowało się w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym w Sękocinie Nowym (gmina Raszyn), województwo mazowieckie. Do nawożenia użyto dobrze rozłożony obornik koński w ilości 30 t/ha (w pierwszym roku przygotowania gleby, to jest w roku 2005). Szczegółowy bilans NPK przedstawiono poniżej. Do ochrony roślin wykorzystano preparat Biobit 3.2 WP (do zwalczania gąsienic) oraz Biosept 33 SL (wyciąg z grapefruita) do ochrony przed patogenami glebowymi. Jeden raz zastosowano preparat Miedzian 50 WP, zapobiegawczo przeciwko pojawieniu się zarazy ziemniaczanej. Obornik koński zawiera: 4,5 kg czyste-

go N / tonę; 1,30 kg czystego P / tonę; 5,25 kg czystego K / tonę; 2,14 kg czystego Ca / tonę. Na tej podstawie obliczono, że na hektar powierzchni uprawy zastosowano: 135 kg azotu /N/, 39 kg fosforu /P/, 158 kg potasu /K/ i 64,2 kg wapnia /Ca/.

Rok 2005 jest rokiem startowym uwalniania się składników pokarmowych z nawozów organicznych. Zgodnie z wyliczeniami Siebeneichera (1997), z masy organicznej przekompostowanej (obornik) uwalnia się następująca ilość NPK: rok 0: 14,1%, 21,5%, 12,7%, a następnie w latach 1-3: 25%, 44,7%, 27%. Daje to następujący bilans wykorzystania składników NPK: 19 kg N, 4,9 kg P oraz 34 kg K. W latach kolejnych jest to ilość następująca: 29 kg N, 9,2 kg P, 55,4 kg K.

Pomidory konwencjonalne były uprawiane na glebie gliniastej w okolicach Warszawy. Do nawożenia zastosowano nawozy mineralne w ilości zgodnej z zasadami uprawy pomidorów w polu. Bilans składników mineralnych przedstawiał się następująco: azot /N/ 155 kg; fosfor /P/ 87 kg; potas /K/ 208 kg; wapń /Ca/ 250 kg; magnez /Mg/ 90 kg na hektar powierzchni. Aby uzyskać te wartości zastosowano następujące nawozy mineralne: 350 kg amofoski, 234 kg saletry amonowej, 465 kg siarczanu potasu, 1190 kg wapnia węglowego z dodatkiem magnezu. Pomidory były chronione od wystąpienia zarazy ziemniaczanej preparatem Bravo 500 SC oraz Amistar 250 S.C., wykonano sześć oprysków ochronnych w okresie wegetacyjnym.

W owocach świeżych, w pełni dojrzałych, oznaczono zawartość następujących składników odżywczych: suchej masy metodą wagową (PN-90 A 75101/03), cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących metodą Luffa – Shoerla (Fortuna i in. 2001), kwasowości ogólnej (PN-90 A 75101/04), witaminy C metodą Tillmansa (PN-90 A 75101/11), flawonoli ogółem metodą Christa – Müllera (Strzelecka i in. 1978), karotenoidów metodą chromatografii kolumnowej (Saniawski i Czapski 1983), kwasów fenolowych ogółem (Farmakopea Polska wyd. VI). Otrzymane wyniki poddano dwuczynnikowej analizie statystycznej z zastosowaniem testu Tukay'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki

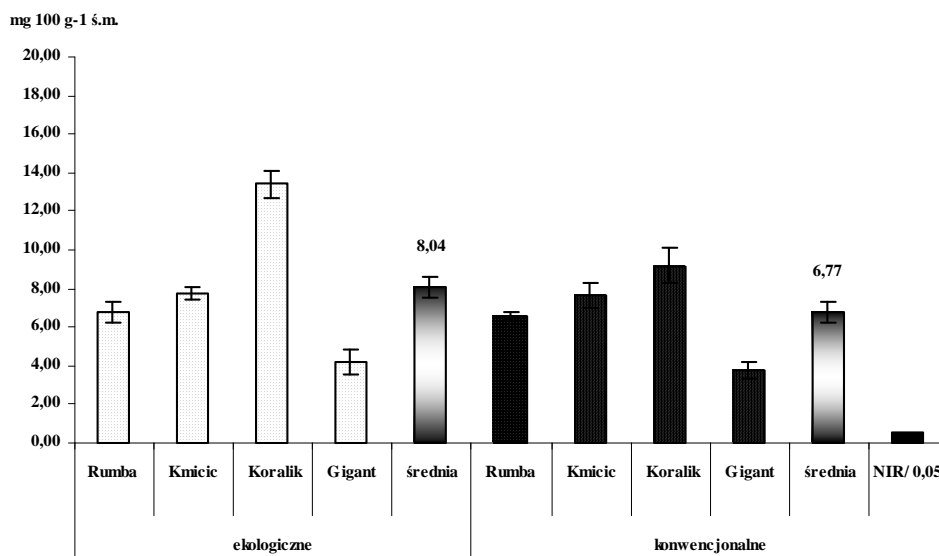
Zgromadzone wyniki analizy chemicznej owoców pomidorów (tab. 1) wskazują, że zastosowana metoda uprawy nie miała istotnego wpływu na zawartość suchej masy w owocach pomidora. Zarówno w uprawie ekologicznej, jak i w konwencjonalnej uzyskano bardzo zbliżone zawartości suchej masy. Natomiast badana odmiana w sposób istotny determinowała zdolność do gromadzenia się suchej masy w owocach. Wśród pomidorów ekologicznych i konwencjonalnych najwięcej suchej masy w owocach wytworzył Koralik - odpowiednio 7,86% oraz 6,87%, a następnie Kmicic – 5,25% oraz 5,42% (tab.1). W owocach ekologicznych stwierdzono istotnie więcej cukrów ogółem jak też cukrów redukujących (tab.1). Również zastosowana odmiana miała istotny wpływ na gromadzenie się cukrów ogółem w owocach. Najwięcej cukrów ogółem wytworzyły odmiany Kmicic i Koralik (2,75% oraz 2,62%) w uprawie konwencjonalnej oraz Rumba i Kmicic w uprawie konwencjonalnej (2,05% i 2,82%). W uprawie konwencjonalnej zaobserwowano większe różnice pomiędzy odmianami. Najwięcej cukrów redukujących zaobserwowano w odmianie Kmicic (0,47%) zaś najmniej w odmianie Gigant (0,16%).

Poziom zawartości kwasów organicznych był podobny w pomidorach ekologicznych i konwencjonalnych (tab. 1). Najwięcej kwasów organicznych stwierdzono w odmianie Koralik w obu rodzajach uprawy. Sposób uprawy miał istotny wpływ na zawartość witaminy C w owocach pomidora (rys. 1). W owocach z uprawy ekologicznej stwierdzono średnio 8,04 mg witaminy C 100 g<sup>-1</sup> ś.m. zaś w konwencjonalnych średnio 6,77 mg witaminy C 100 g<sup>-1</sup> ś.m. Najbardziej zasobna w witaminę C była odmiana Koralik w obu rodzajach uprawy, zaś kolejną odmianą o wysokiej zasobności w witaminę C była odmiana Kmicic (rys. 1).

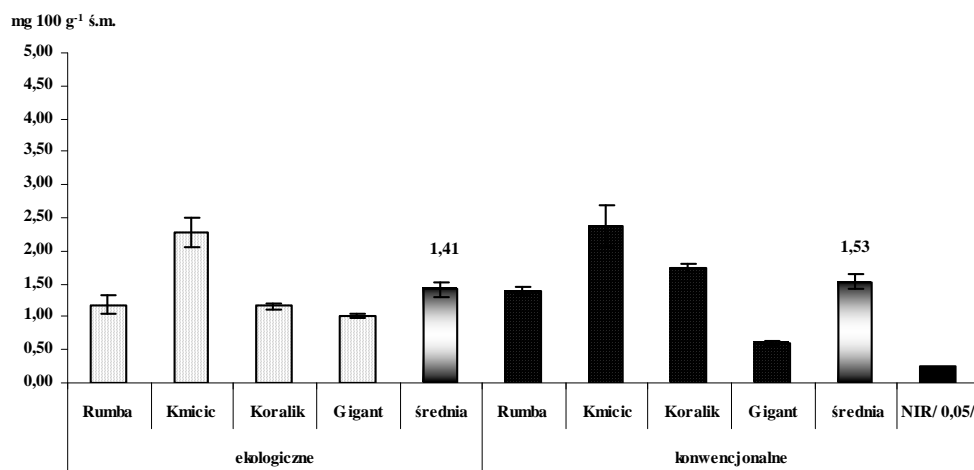
Pomidory ekologiczne charakteryzowały się nieznacznie niższą zawartością likopenu w owocach w porównaniu do pomidorów konwencjonalnych (rys. 2), chociaż różnice te nie były istotne statystycznie. Najwięcej likopenu stwierdzono w owocach odmiany Kmicic. W systemie ekologicznym było to 2,28 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m., zaś w systemie konwencjonalnym 2,38 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m. (rys. 2).

Tab. 1. Skład chemiczny owoców czterech odmian pomidora z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
Tab. 1. Nutritive value of four tomato cultivars from organic and conventional cultivation

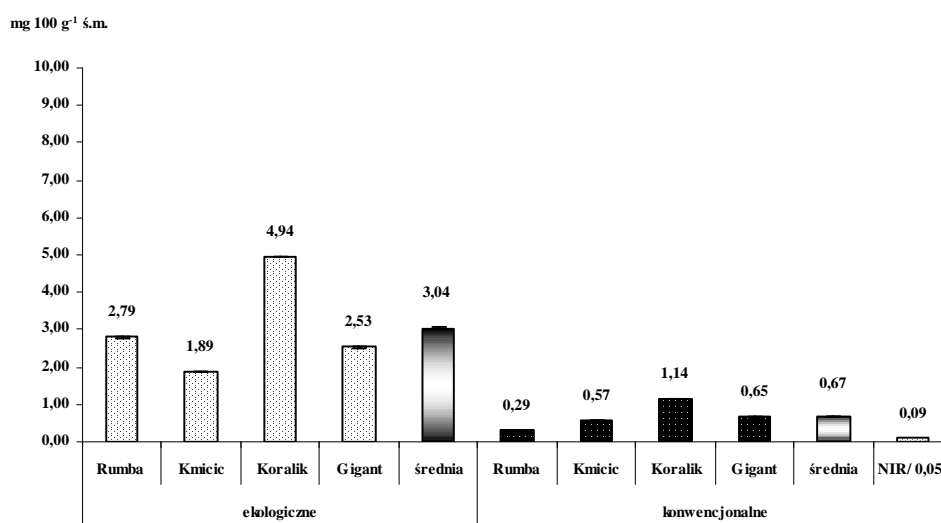
Uprawa	Odmiana	Sucha masa (%)	Cukry ogółem (%)	Cukry redukujące (%)	Kwasowość (%)
ekologiczna	Rumba	3,90	1,82	0,92	0,41
	Kmicic	5,25	2,75	1,02	0,53
	Koralik	7,86	2,62	1,06	0,83
	Gigant	3,34	1,50	1,06	0,48
	<b>średnia</b>	<b>5,09</b>	<b>2,18</b>	<b>1,01</b>	<b>0,56</b>
konwencjonalna	Rumba	4,81	2,05	0,38	0,38
	Kmicic	5,42	2,82	0,47	0,49
	Koralik	6,87	1,09	0,26	0,93
	Gigant	2,89	0,19	0,16	0,54
	<b>średnia</b>	<b>5,00</b>	<b>1,54</b>	<b>0,32</b>	<b>0,59</b>
NIR <sub>0,05</sub> / uprawa		n.s.	0,63	0,09	n.s.
NIR <sub>0,05</sub> / odmiana		0,81	1,19	n.s.	0,06
NIR <sub>0,05</sub> / upr x odm.		0,53	0,55	0,07	0,02



Rys. 1. Zawartość witaminy C w owocach pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
 Fig. 1. Vitamin C content in tomato fruit from organic and conventional cultivation



Rys. 2. Zawartość likopenu w owocach pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
 Fig. 2. Lycopene content in tomato fruit from organic and conventional cultivation



Rys. 3. Zawartość betakarotenu w owocach pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
 Fig. 3. Beta-carotene content in tomato fruit from organic and conventional cultivation

W pomidorach stwierdzono znacznie więcej betakarotenu w owocach ekologicznych w porównaniu do tych uprawianych metodami konwencjonalnymi (rys. 3).

Odmianą o najwyższej zawartości betakarotenu w owocach, w obu systemach uprawy była odmiana Koralik, której owoce zawierały odpowiednio 4,94 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m. oraz 1,14 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m. barwnika w owocach.

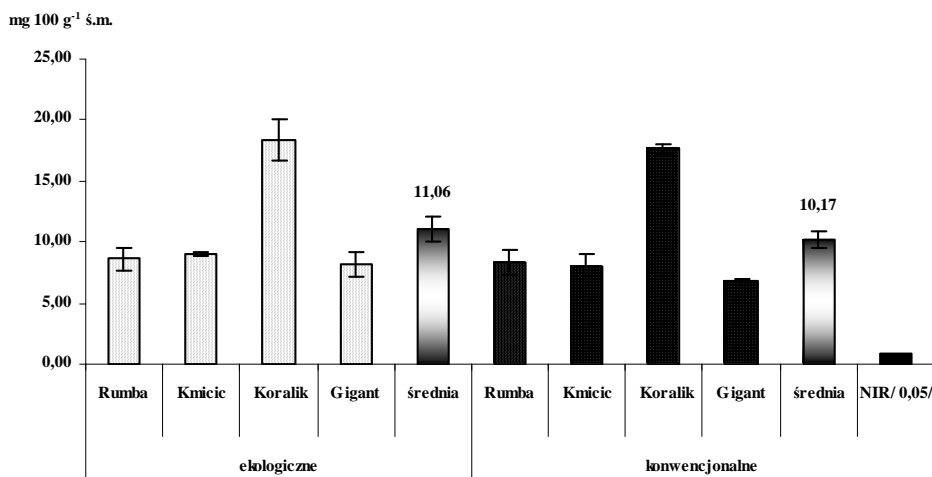
Pomidory ekologiczne charakteryzowały się nieznacznie wyższym poziomem flawonoidów w owocach, jednak były to różnice istotne statystycznie (rys. 4). Odmianą o najwyższej zawartości flawonoli w owocach w obu systemach uprawy okazała się odmiana Koralik, która zawierała odpowiednio 18,40 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m. oraz 17,60 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m. flawonoli. Drugą odmianą o najwyższej zawartości kwercetyny w owocach w systemie ekologicznym była odmiana Kmicic (9,01 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.), zaś w systemie konwencjonalnym Rumba (8,35 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.). Na zawartość kwasów fenolowych w owocach pomidora miał istotny wpływ zarówno sposób uprawy, jak też zastosowana odmiana.

Pomidory ekologiczne zawierały więcej kwasów fenolowych w porównaniu do pomidorów konwencjonalnych (rys. 5). W uprawie ekologicznej odmianą o najwyższej

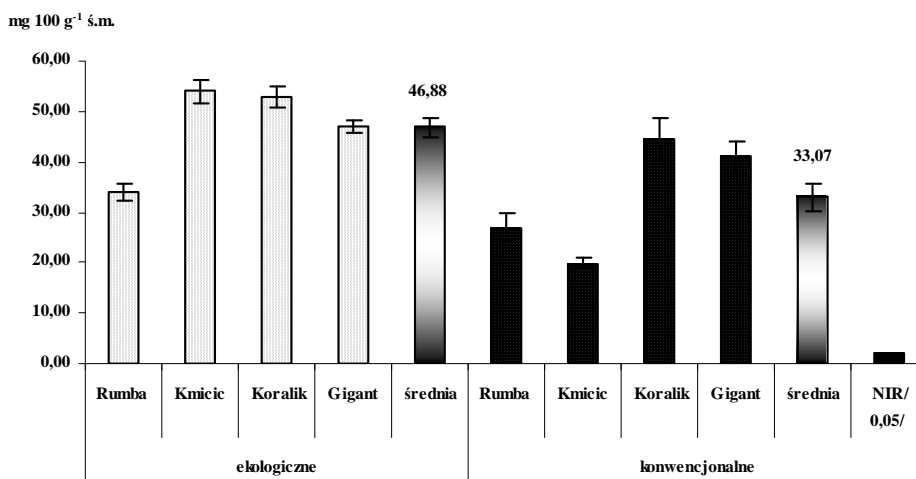
zawartości kwasów fenolowych była odmiana Kmicic (53,93 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.), zaś w systemie konwencjonalnym była to odmiana Koralik (44,53 mg 100 g<sup>-1</sup> ś.m.).

## Dyskusja

Zawartość suchej masy w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej była do tej pory badana przez niewielu autorów. Toor i in. (2006) nie stwierdzili pod tym względem istotnych różnic pomiędzy pomidorami z obu systemów, podobnie jak Rembiałkowska i in. (2005) [18], [22]. Natomiast Caris-Veyrat i in. (2004) wykazali istotnie wyższą zawartość suchej masy we wszystkich trzech badanych odmianach pomidorów z uprawy ekologicznej w porównaniu do owoców konwencjonalnych [2]. W prezentowanych badaniach jedynie owoce pomidora cherry odmiany Koralik zawierały istotnie więcej suchej masy w systemie ekologicznym, natomiast dla pozostałych odmian nie stwierdzono różnic. Jak wynika z badań innych autorów, warzywa korzeniowe z produkcji ekologicznej zwykle zawierają więcej suchej masy niż surowce konwencjonalne [11], [7], [16].



Rys. 4. Zawartość flawonoli /kwercetiny/ w owocach pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
Fig. 4. Flavonols content /quercetin/ in tomato fruits from organic and conventional cultivation



Rys. 5. Zawartość kwasów fenolowych /kw. galusowy/ w owocach pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej  
Fig. 5. Fenolic acids content /gallic acid/ in tomato fruits from organic and conventional cultivation

W niniejszej pracy stwierdzono istotnie więcej cukrów ogółem oraz redukujących w pomidorach z produkcji ekologicznej. W poprzednich badaniach uzyskano inne wyniki, mianowicie więcej cukrów ogółem, natomiast mniej cukrów redukujących w pomidorach ekologicznych niż w konwencjonalnych. Przy tym wynik ten powtórzył się zarówno dla owoców zbieranych na początku okresu owocowania, jak też na końcu tego okresu [18]. Nie znaleziono żadnych innych badań porównujących zawartość cukrów w pomidorach z systemu ekologicznego i konwencjonalnego. Natomiast większość badań dotyczących innych surowców (jabłek, marchwi, buraków, porzeczki) wykazała wyższą zawartość cukrów ogółem w ziemiopłodach ekologicznych [17]. Prezentowane badania wykazały istotnie wyższą zawartość witaminy C w pomidorach z produkcji ekologicznej niż konwencjonalne. Podobne wyniki uzyskano w poprzednich badaniach, i to zarówno na początku okresu owocowania, jak też na końcu tego okresu [18]. Zbliżone wyniki uzyskali Caris-Veyrat i in. (2004), przy czym dotyczyło to nie tylko wyników podawanych w przeliczeniu na świeżą masę, lecz także przeliczanych na suchą masę. Potwierdziło się to jednak tylko dla 2 z 3 badanych odmian pomidorów, podczas gdy w trzeciej odmianie Paola więcej witaminy C zawierały owoce konwencjonalne [2]. Również Premuzic i in. (1998) oraz Toor i in. (2006) wykazali istotnie więcej witaminy C w pomidorach z uprawy ekologicznej [15], [23]. Powyższe dane pozwalają na uogólnienie wniosku, że pomidory z systemu ekologicznego zawierają więcej witaminy C. Jedną z możliwych interpretacji tego zjawiska jest taka, że nawożenie azotowe, które ma miejsce w rolnictwie konwencjonalnym, prowadzi do nadmiernego rozrostu części zielonej rośliny, oraz bujnego przyrostu liści. Powoduje to efekt zacienienia owoców i w efekcie zmniejsza intensywność syntezy witaminy C w owocach [15]. Pomidory uprawiane przy mniejszym dostępie światła w okresie jesiennym zawierały istotnie mniej witaminy C w porównaniu do tych samych odmian uprawianych przy pełnym dostępie światła słonecznego na wiosnę [13].

Bardzo ważnym czynnikiem stymulującym syntezę witaminy C w roślinach jest ponadto nawożenie. Wiele prezentowanych wcześniej badań potwierdziło tezę, że zastosowanie wysokich dawek nawozów azotowych negatywnie wpłynęło na syntezę i gromadzenie się witaminy C w owocach pomidorów [10].

Przedstawione badania wskazują, że zawartość likopenu jest wyższa w pomidorach produkowanych konwencjonalnie. Podobne wyniki uzyskano w poprzednio prowadzonych badaniach Rembiałkowska i in. (2005), jak również w badaniach Caris-Veyrat i in. (2004). W tej ostatniej pracy dotyczyło to jednak tylko wyników podanych w przeliczeniu na świeżą masę; po przeliczeniu na suchą masę wyniki przedstawiały się rozbieżnie. Także Toor i in. (2006) uzyskali średnio wyższą zawartość likopenu w pomidorach uprawianych konwencjonalnie. Autorzy wiążą to z faktem, że niedobór siarki występujący w nawozach ekologicznych może hamować biosyntezę likopenu w pomidorach, jednak podkreślają, że wymaga to dalszych badań [23].

W prezentowanych badaniach wykazano znacznie wyższą zawartość betakarotenu w pomidorach z uprawy ekologicznej. Podobne wyniki otrzymano w poprzednich badaniach Rembiałkowska i in. (2005), jak też w pracy Caris-Veyrat i in. (2004), gdzie wyniki były takie same również po przeliczeniu ich na suchą masę. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Lucariniego i in. (1999) także wyka-

zano, że konwencjonalne pomidory były zasobniejsze w betakaroten, szczególnie, gdy wyniki przedstawiono w suchej masie [18], [2], [8].

Interpretacja tego faktu nie jest łatwa, ponieważ synteza karotenoidów związana jest z obecnością azotu w glebie. Kaack i in. udowodnili dla marchwi, że im więcej łatwo dostępnego mineralnego azotu było w glebie na początku uprawy marchwi, tym więcej betakarotenu zawierały jej korzenie. Tymczasem gleba w uprawie ekologicznej zawiera azot trudniej przyswajalny niż w uprawie konwencjonalnej. Wynika z tego, że kwestia zawartości betakarotenu w surowcach ekologicznych wymaga dalszych badań [9].

W niniejszej pracy stwierdzono niewielką, lecz statystycznie istotną różnicę na korzyść pomidorów ekologicznych co do zawartości flawonoli. Podobne wyniki uzyskano w poprzednich badaniach Rembiałkowska i in. (2005), oraz w badaniach Caris-Veyrat i in. (2004). Potwierdza to często stwierdzaną prawidłowość wyższej zawartości tych związków w surowcach ekologicznych (Rembiałkowska 2004). Wiąże się to z teorią GDBH mówiącą, że rośliny w systemie ekologicznym mając do dyspozycji mniej łatwo dostępnego azotu wytwarzają więcej cennych związków bioaktywnych, w tym flawonoli, niż rośliny w systemie konwencjonalnym [2], [17].

Zawartość flawonoli w owocach jest ponadto silnie zależna od badanej odmiany. Dwie odmiany Koralik oraz Kmicic miały tendencję do tworzenia większej ilości kwercetyny niż pozostałe odmiany, i to w obu systemach uprawy (rys. 4). Podobne wyniki uzyskali Martinez-Valverde i in. (2002), którzy wykazali, że zawartość kwercetyny była silnie zależna od uprawianej odmiany [14].

Uzyskane wyniki świadczą, że pomidory ekologiczne zawierały istotnie więcej kwasów fenolowych niż te z uprawy konwencjonalnej. Podobne wyniki otrzymali Toor i in. (2006), ponieważ więcej rozpuszczalnych związków fenolowych zawierały pomidory z uprawy ekologicznej. Wykazały też one wyższą aktywność antyoksydacyjną [22].

Natomiast odwrotne wyniki uzyskano w pracy Caris-Veyrat i in. gdzie więcej kwasu chlorogenowego zawierały wszystkie trzy badane odmiany pomidorów z uprawy konwencjonalnej (przy przeliczeniu na suchą masę) [2]. Należy zaznaczyć, że dotychczas większość badań wskazuje na wyższą zawartość związków fenolowych w surowcach ekologicznych, co wiąże się ze wspomnianą wcześniej teorią GDBH [17].

W przedstawianych badaniach odmiana typu cherry Koralik zarówno w uprawie ekologicznej, jak i konwencjonalnej charakteryzowała się jednocześnie najwyższą zawartością witaminy C, betakarotenu, kwasów fenolowych jak też flawonoli. Podobne tendencje stwierdzono w poprzednio prowadzonych badaniach Rembiałkowskiej i in. (2005), jak też w pracach innych autorów [12], [18]. Wynika z tego, że pomidory typu cherry mogą być szczególnie cennym źródłem związków antyoksydacyjnych w codziennej diecie.

## Wnioski

1. Pomidory z uprawy ekologicznej zawierały istotnie więcej cukrów ogółem, redukujących, witaminy C, betakarotenu, flawonoli oraz kwasów fenolowych.
2. Pomidory z uprawy konwencjonalnej charakteryzowały się wyższą zawartością kwasów organicznych oraz likopenu, chociaż różnice te były nieistotne statystycznie.

3. Warzywa uprawiane metodami ekologicznymi charakteryzowały się wyższą zawartością związków biologicznie czynnych niż te pozyskane z upraw konwencjonalnych.
4. Badane odmiany pomidorów różniły się znacznie pod względem jakości owoców
5. Odmiana drobnoowocowa Koralik zawierała istotnie więcej badanych związków bioaktywnych niż odmiany wielkoowocowe.

## Literatura

- [1] Bourn, D.; Prescott, J.: A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 2002, 42, 1-34
- [2] 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: 6503-6509
- [3] Crozier A., Lean M. E. J., McDonald M. S., Black Ch.: Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45: 590-595
- [4] Fanasca S., Colla G., Maiani G., Venneria E., Roupheal Y., Azzini E., Saccardo F.: Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *J. Sci. Food Agric.* 2006, 54: 4319-4325
- [5] Giovannucci E., Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Colitz G.A., Willett W.C.: Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer *J Nat. Canc. Inst.* 1995, 87: 1767-1776
- [6] Giovannucci E.: Tomato base-products, lycopene and cancer. Review of epidemiologic literature *J. Nat. Canc. Inst.* 1999, 91: 317-331
- [7] Granstedt A., Kjellenberg L.: Long - term Field Experiment in Sweden: Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Fertility and Crop Quality. W: *Agricultural Production and Nutrition* ( ed. W. Lockeretz), Proceedings of a Conference in Boston, 19-21 III 1997: 79-90
- [8] Lucarini M., Carbonaro M., Nicoli S., Aguzzi A., Cppelloni M., Ruggirei S., Di Lullo G., Gabelli L., Carnevale E.: *Agri Food Quality II: Quality management of Fruit and Vegetables*, Turku, Finland, The Royal Soc. Chem. Cambridge U.K. 1999: 306-310
- [9] Kaack K., Nielsen M., Christensen L.P., Thorup-Kristensen K.: 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.* 2002, 51: 125-136
- [10] Kaniszewski S., Elkner K., Rumpel J.: Effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield, nitrogen status in plants and quality of fruits of direct seeded tomatoes. *Acta Hort.* 1987, 200: 195-202
- [11] Kolbe H., Meineke S., Zhang W.-L.: Differences in organic and mineral fertilization on potato tuber yield and chemical composition compared to model calculations. *Agribiol. Res.* 1995, 48, 1: 63-73
- [12] Lenucci M.S., Cadinu D., Taurino M., Piro G., Dalessandro G.: Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 2606-2613
- [13] Liptay A., Papadopoulos P., Bryan H. H., Gull D.: Ascorbic acid levels in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) at low temperatures. *Agric. Biol. Chem.* 1986, 50 (12): 3185-3187
- [14] Martinez-Valverde I., Periago M.J., Provan G., Chesson E.: Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*) *J. Sci. Food Agric.* 2002, 82: 323-330
- [15] 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): 255-257
- [16] Rembiałkowska E.: Zdrowotna i sensoryczna jakość ziemniaków oraz wybranych warzyw z gospodarstw ekologicznych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 2000
- [17] Rembiałkowska E.: The impact of organic agriculture on food quality. *Agricultura* 2004, 19-26
- [18] 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: 193-202
- [19] Saniawski M., Czapski J.: The effect of methyl jasmonate on lycopene and beta - carotene accumulation in ripening red tomatoes. *Exper.* 1983, 39, 1373-1374
- [20] Shi J.: Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 2000, 39: 110-114
- [21] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: *Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych.* PZWŁ, Warszawa 1978
- [22] 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, 20-27
- [23] Toor R.K., Savage G.P., Lister C.E.: Seasonal variation in the antioxidant composition of greenhouse tomatoes. *J. Food Comp. Anal.* 2006, 19: 1-10.