

ESTIMATION OF NUTRITIVE AND SENSORY VALUE OF TOMATOES AND TOMATO JUICES FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

Summary

In 2006 year the experiment on the organic and conventional tomato has been carried out in Organic Foodstuffs Division. Four tomato cultivars have been used in the study: three standard tomato cultivars (Rumba, Gigant and Kmicic) and one cherry tomato cultivar Koralik. Tomato plants were cultivated in two certified organic and conventional private farms in Mazovia region. The fertilization and plant protection in the experimental farms have been organized according to the organic and conventional farming rules. The samples of the ripe tomato fruits have been collected and chemically analysed. The results obtained showed that the content of nutritive compounds such as total and reducing sugars and bioactive compounds such as vitamin C, beta-carotene and phenolic acids was significantly higher in tomato fruits from organic than conventional cultivation. The second experiment was carried out on tomato juices that have been prepared from the organic and conventional tomato fruits. The results obtained showed that most of the sensory attributes of the tomato juices and overall sensory quality have been evaluated much better when tomatoes have been grown in the conventional farms.

OCENA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ I SENSORYCZNEJ POMIDORÓW ORAZ SOKU POMIDOROWEGO Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Do doświadczenia wybrano pomidory standardowe odmiany: Rumba, Gigant i Kmicic oraz jedną odmianę typu cherry Koralik. Rośliny pomidorów były uprawiane w dwóch certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. Całość nawożenia i ochrony roślin została przeprowadzona zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego. Próbkki dojrzałych owoców zostały zebrane w tej samej fazie dojrzałości we wszystkich gospodarstwach i przekazane do badań nad materiałem świeżym oraz do wykonania soku przecierowego pomidorowego. Zgromadzone wyniki wskazują, że pomidory ekologiczne zawierały więcej suchej masy, cukrów ogółem i redukujących, witaminy C, beta-karotenu, flawonoli i kwasów fenolowych. Natomiast owoce pomidorów konwencjonalnych zawierały więcej kwasów organicznych oraz likopenu. Następnie przeprowadzono analizę chemiczną i sensoryczną przygotowanego z owoców soku przecierowego pomidorowego. Otrzymane wyniki wskazują, że większość wyróżników sensorycznych, jak też jakość ogólna została wyżej oceniona, gdy surowiec pochodził z produkcji konwencjonalnej. Świeży sok przecierowy ekologiczny charakteryzował się wyższą zawartością suchej masy, witaminy C, likopenu, flawonoli oraz kwasów fenolowych. Natomiast produkt konwencjonalny zawierał więcej beta-karotenu i kwasu glutaminowego.

1. Wstęp

Rolnictwo ekologiczne to system gospodarowania polegający na jak najmniejszej ingerencji w środowisko naturalne. W systemie tym nie wolno używać syntetycznych nawozów oraz środków ochrony roślin (pestycydów). W zamian tego szeroko stosowane są nawozy naturalne (obornik, kompost, nawozy zielone) oraz naturalne metody ochrony roślin (wyciągi roślinne). Rośliny uprawiane w systemie ekologicznym powinny samodzielnie zwalczać choroby i szkodniki, dlatego też syntezują więcej związków o charakterze naturalnych pestycydów. Te związki chemiczne, zaliczane do grupy polifenoli, pojawiają się w większych ilościach w momencie ataku szkodników lub infekcji grzybowej [1]. Prowadzone badania wskazują, że warzywa i owoce z produkcji ekologicznej mogą zawierać więcej związków polifenolowych, witaminy C oraz flawonoli [2, 5, 7]. Jednak wyniki tych badań bywają zmienne. Jak podaje Sousa i in., ekologiczna kapusta zawierała istotnie mniej witaminy C w porównaniu do kapusty uprawianej metodami konwencjonalnymi, chociaż w próbkach ekologicznych było więcej związków fenolowych [19]. Wysoka zawartość związków z grupy polifenoli w codziennej diecie obniża ryzyko wystąpienia licznych chorób cywilizacyjnych, ponieważ związki te mają silne działanie przeciwtule-

nijące. Istnieje wiele badań wskazujących na zależność pomiędzy konsumpcją pomidorów oraz ich przetworów a ich profilaktycznym oddziaływaniem w chorobach nowotworowych. Między innymi Giovannucci i in. [3] wykazali, że konsumpcja pomidorów i zawartego w nich likopenu było pozytywnie skorelowane ze zmniejszeniem ryzyka wystąpienia raka prostaty. W innym doświadczeniu wykazano, że konsumpcja pomidorów była pozytywnie skorelowana z zawartością likopenu w osoczu badanych oraz z niższym ryzykiem wystąpienia różnych postaci raka [4]. Nie prowadzono do chwili obecnej badań porównujących skład chemiczny soków z pomidorów ekologicznych i konwencjonalnych. Jednak podobne badania dotyczące przecieru z jabłek ekologicznych i konwencjonalnych wykazały, że po procesie pasteryzacji produkty ekologiczne były i tak nadal zasobniejsze w związki biologicznie czynne niż przecieri konwencjonalne [8].

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.

2. Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2006. Do badań wybrano cztery odmiany pomidorów: trzy odmiany standar-

dowe (Rumba, Gigant i Kmicic) oraz jedną odmianę typu cherry Koralik. Pomidory były uprawiane w dwóch certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. Dla każdego gospodarstwa ekologicznego dobrano sąsiadujące z nim gospodarstwo konwencjonalne o podobnej wielkości i typie produkcji. W gospodarstwach ekologicznych do nawożenia pomidorów użyto dobrze rozłożony obornik koński w ilości 30 t/ha oraz obornik bydłowy w ilości 30 t/ha. Bilans nawozowy NPK przedstawiał się następująco: azot /N/ 135 kg; fosfor /P/ 39 kg; potas /K/ 158 kg; wapń /Ca/ 64,2 kg; na hektar powierzchni. W gospodarstwie ekologicznym do ochrony roślin wykorzystano preparat Biobit 3.2 WP, Biosept 33 SL oraz Miedzian 50 WP. W drugim gospodarstwie ekologicznym szczegółowy bilans NPK wyniósł: azot /N/ 92 kg; fosfor /P/ 45 kg; potas /K/ 127 kg; wapń /Ca/ 56 kg; na hektar powierzchni. W omawianym gospodarstwie ekologicznym nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami szkodnikami. W pierwszym gospodarstwie konwencjonalnym 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. Pomidory konwencjonalne były chronione preparatem Bravo 500 SC oraz Amistar 250 SC. W drugim gospodarstwie konwencjonalnym do nawożenia użyto nawozy mineralne Poliwap, Polimag 405 oraz saletrę amonową. Szczegółowy bilans NPK wyniósł: azot /N/ 175 kg; fosfor /P/ 112 kg; potas /K/ 25 kg; wapń /Ca/ 90 kg, magnez /Mg/ 15 kg na hektar powierzchni. Do ochrony zastosowano preparaty Sumilex 500 SC, Nurelle 500 SC., Topsin M 500 SC.

Próbki dojrzałych owoców zostały zebrane (w tej samej fazie dojrzałości we wszystkich gospodarstwach) i w ilości 20 kg do badań nad materiałem świeżym oraz do wykonania soku pomidorowego. W świeżych owocach oznaczono zawartość suchej masy metodą wagową (PN-A-75101-03:1990), cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących

kwasów organicznych metodą miareczkowania (PN-A-75101-04:1990), witaminy C metodą Tillmansa (PN-A-75101-11:1990), flawonoli Christa-Müllera, kwasów fenolowych metodą kolorymetryczną oraz karotenoidów (z podziałem na frakcje likopenu i beta-karotenu) metodą chromatografii kolumnowej [16, 18]. Następnie przeprowadzono analizę chemiczną i sensoryczną przygotowanego z owoców soku przecierowego pomidorowego. W analizie profilowej oznaczono następujące wyróżniki: zapachowe: kwaśny, pomidorowy, piekący, słodki i inny oraz smakowe: kwaśny, słodki gorzki, obcy. Ponadto wyznaczono wyczuwalność cząstek owoców, gęstość, barwę oraz jakość ogólną. Nie oceniono jakości sensorycznej owoców świeżych pomidora z uwagi na problemy techniczne, szybkie przetrwanie owoców po zbiorze oraz trudności z dobraniem panelu do oceny (okres urlopowy).

3. Wyniki

Zgromadzone wyniki analizy chemicznej świeżych owoców pomidora wskazują, że zastosowana metoda uprawy miała istotny wpływ na syntezę cukrów ogółem i redukujących oraz kwasów organicznych w owocach pomidora (tab. 1). Zawartość suchej masy w owocach pomidora była zależna głównie od badanej odmiany. W obu systemach uprawnych odmiany Koralik i Kmicic charakteryzowały się jedną z najwyższych zawartości suchej masy w owocach. Zawartość suchej masy w soku była wyraźnie wyższa niż w świeżych owocach, szczególnie w przypadku pomidorów ekologicznych (tab. 2). Świeże pomidory z produkcji ekologicznej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością cukrów ogółem, redukujących i mniejszą zawartością kwasów organicznych (tab. 1). W przypadku cukrów ogółem i redukujących najwięcej ich znaleziono w owocach odmiany Kmicic. Najwięcej kwasów organicznych stwierdzono w owocach odmiany Koralik w obu systemach uprawy i były to różnice istotne statystycznie.

Tab. 1. Zawartość suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz kwasowość w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

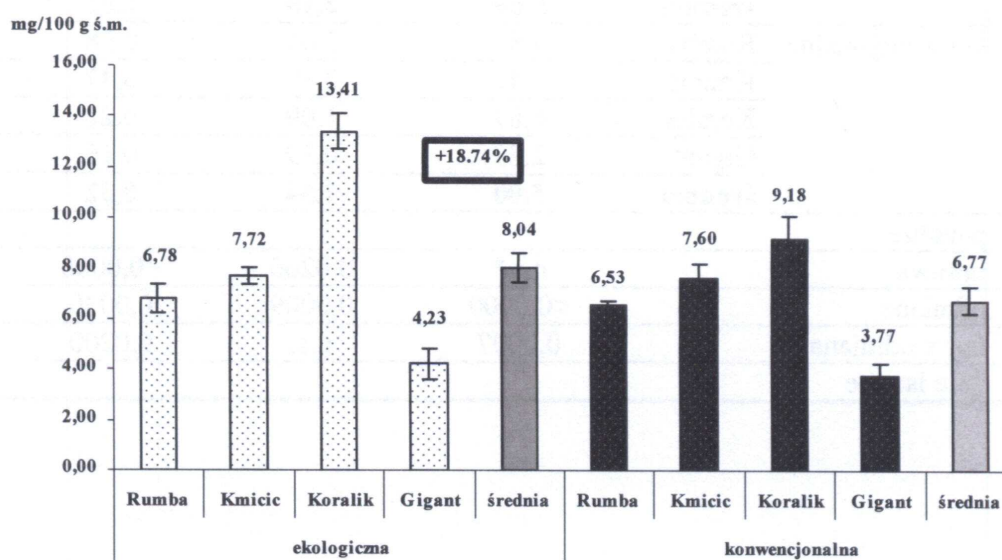
Table 1. The content of dry matter, total and reducing sugars in tomato and acidity fruits from organic and conventional production

		sucha masa	cukry ogółem	cukry redukujące	kwasowość
	odmiana	(g/100 g.s.m.)	(g/100 g.s.m.)	(g/100 g.s.m.)	(g/100 g.s.m.)
ekologiczne	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
	średnia	5,09	2,18	1,01	0,56
konwencjonalne	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
	średnia	5,00	1,54	0,32	0,59
p-value					
uprawa		n.s.*	0,0260	<0,0000	0,0250
odmiana		<0,0000	0,0009	0,0030	<0,0000
upr x odmiana		0,0007	n.s.	0,0200	0,0001
*nie istotne					

Tab. 2. Zawartość suchej masy, witaminy C oraz kwasu glutaminowego w soku pomidorowym z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Table 2. The content of dry matter, vitamin C and glutamic acid in tomato juice from organic and conventional production

		sucha masa	witamina C	kwas glutaminowy
	odmiana	(g/100 g.ś.m.)	(mg/100 g.ś.m.)	(mg/100 g.ś.m.)
ekologiczne	Rumba	8,71	7,23	1,88
	Kmicic	6,32	8,94	3,66
	Koralik	11,70	16,33	3,13
	Gigant	6,82	4,78	4,33
	średnia	8,39	9,32	3,25
konwencjonalne	Rumba	6,09	7,78	3,04
	Kmicic	5,49	8,52	3,03
	Koralik	8,90	9,03	3,46
	Gigant	4,29	3,48	2,80
	średnia	6,19	7,20	3,41
p-value				
uprawa		0,0000	0,0000	0,0200
odmiana		0,0000	0,0000	0,0000
upr x odmiana		0,002	0,0000	n.s.



Rys. 1. Zawartość witaminy C w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Fig. 1. The content of vitamin C in tomato fruits from organic and conventional production

p-value: uprawa – 0,001, odmiana – <0,001, upr x odm. – <0,001

Pomidory ekologiczne zawierały istotnie więcej witaminy C w owocach w porównaniu do owoców konwencjonalnych (rys. 1), a wśród badanych odmian najwięcej witaminy C stwierdzono w owocach odmiany Koralik w obu systemach uprawy. Sok przecierowy ekologiczny nadal zawierał istotnie więcej witaminy C w porównaniu z produktem konwencjonalnym (tab. 2). Najwięcej witaminy C stwierdzono w produkcie wykonanym z owoców odmiany Koralik w obu systemach uprawy. Świeże owoce z produkcji konwencjonalnej zawierały istotnie więcej likopenu w porównaniu do owoców ekologicznych (rys. 2).

Wśród badanych odmian najwięcej tego barwnika stwierdzono w owocach odmiany Kmicic w obu systemach uprawy. Po przetworzeniu owoców na sok zawartość likopenu w produktach obniżyła się i wtedy okazało się, że sok ekologiczny zawierał istotnie więcej likopenu (tab. 3).

Podobnie jak w przypadku świeżych owoców, tak i w przypadku soku najwięcej likopenu stwierdzono w produkcie wykonanym z owoców odmiany Kmicic i były to różnice istotne statystycznie. Ekologiczne owoce pomidorów charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością beta-karotenu. Wśród badanych odmian najwięcej beta-karotenu stwierdzono w owocach odmiany Rumba i to w obu systemach uprawy (rys. 3). Po przetworzeniu owoców na sok okazało się, że zawartość beta-karotenu była istotnie wyższa w produktach konwencjonalnych. Produktem o najwyższej zawartości tego barwnika był sok przygotowany z owoców odmiany Koralik w obu systemach uprawy (tab. 3). Pomidory z produkcji ekologicznej zawierały istotnie więcej flawonoli w porównaniu do owoców z produkcji konwencjonalnej. Wśród badanych odmian najwięcej tych związków biologicznie czynnych stwierdzono w owocach odmiany

Koralik (rys. 4). Po przetworzeniu owoców na sok zawartość flawonoli nieznacznie obniżyła się w produktach z obu systemów: ekologicznego i konwencjonalnego, nie mniej nadal produkt ekologiczny był bogatszy we flawonole w porównaniu do konwencjonalnego (tab. 3). Owoce pomidorów ekologicznych charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwasów fenolowych w porównaniu z pomidorami konwencjonalnymi (rys. 5).

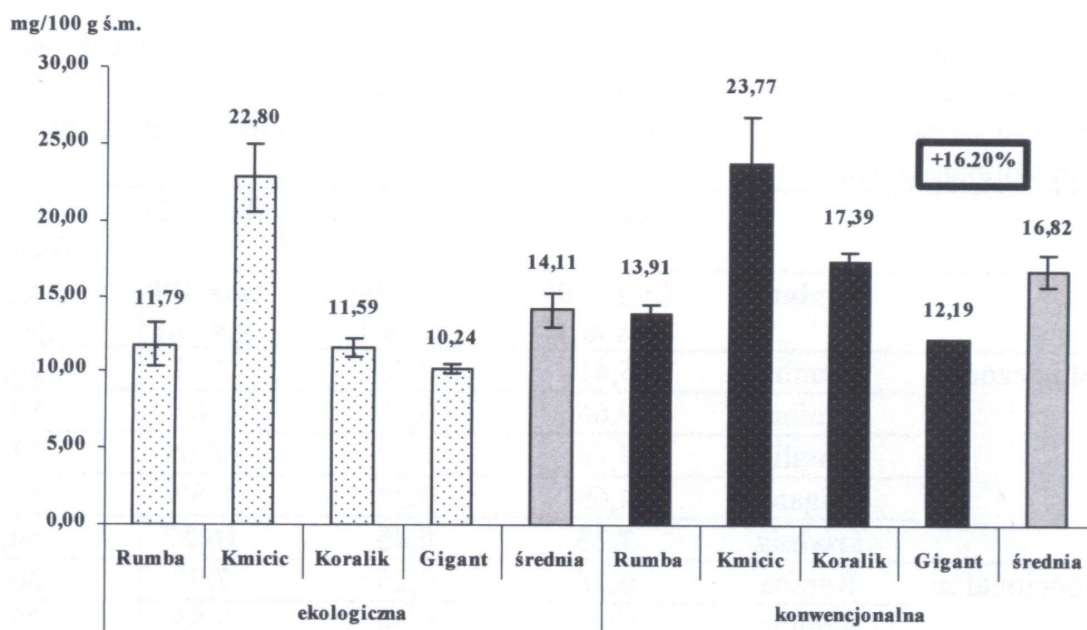
Po przetworzeniu świeżych owoców na sok zawartość flawonoli nieznacznie wzrosła w produktach z obu systemów uprawy, a różnice te były istotne statystycznie (tab. 3). W systemie ekologicznym i konwencjonalnym sok pomidorowy wytworzony z owoców odmian Koralik i Gigant charakteryzował się najwyższą zawartością kwasów fenolowych (tab. 3). Wśród badanych wyróżników zapachowych

soku pomidorowego jedynie zapach typowy pomidorowy był istotnie zależny od zastosowanej metody uprawy. Pomimo to próbki soku konwencjonalnego zostały ocenione wyżej niż próbki soku ekologicznego. Przy ocenie zapachu kwaśnego, piekącego oraz słodkiego uzyskano podobne wyniki (rys. 6). Ocena sensoryczna barwy soku przecierowego była istotnie zależna od metody uprawy i podobnie jak w przypadku oceny zapachów to próbki konwencjonalnego soku przecierowego otrzymały wyższą notę punktową (rys. 7). W ocenie gęstości soku oraz wyczuwalności cząstek owoców próbki konwencjonalne otrzymały także wyższe noty punktowe w porównaniu do próbek ekologicznych (rys. 7). Wszystkie badane wyróżniki smakowe (smak kwaśny, pomidorowy, słodki, gorzki) oraz jakość ogólna produktu zostały lepiej ocenione dla próbek konwencjonalnych (rys. 8).

Tab. 3. Zawartość karotenoidów, flawonoli oraz kwasów fenolowych w soku pomidorowym z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Table 3. The content of carotenoids, flavonols and phenolic acids in tomato juice from organic and conventional production

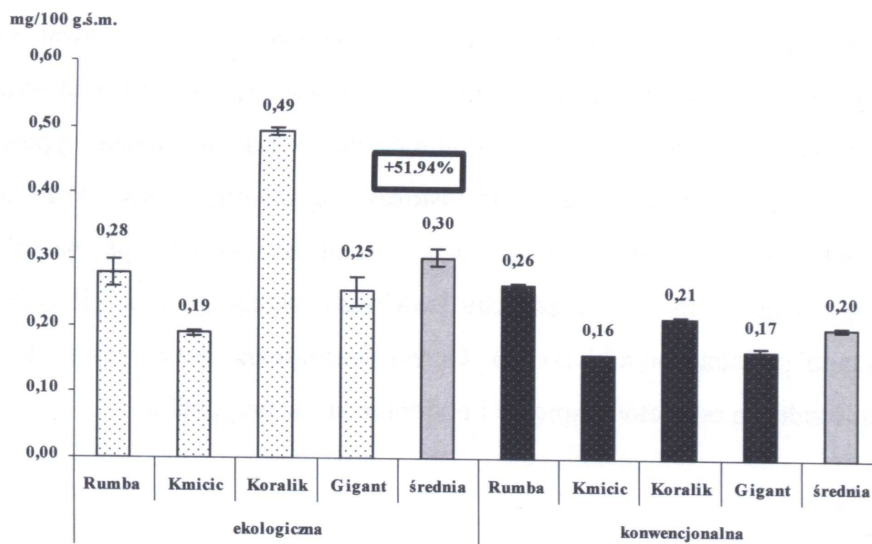
		likopen (mg / 100 g.œ.m.)	betakaroten (mg/100 g.œ.m.)	flawonle (mg/100 g.œ.m.)	kwasy fenolowe (mg/100 g.œ.m.)
ekologiczne	Rumba	5,41	0,26	7,95	36,30
	Kmicic	9,66	0,17	8,61	59,81
	Koralik	9,18	1,12	16,68	53,93
	Gigant	4,69	0,24	7,82	53,93
	średnia	7,23	0,45	10,27	50,99
konwencjonalne	Rumba	6,18	0,25	7,95	30,43
	Kmicic	10,63	0,54	7,55	22,20
	Koralik	7,73	1,08	16,28	48,06
	Gigant	2,56	0,56	6,23	44,53
	średnia	6,78	0,61	9,50	36,30
p-value					
uprawa		0,0009	0,0000	0,0320	0,0000
odmiana		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
upr x odmiana		0,0006	0,0000	n.s.	0,0000



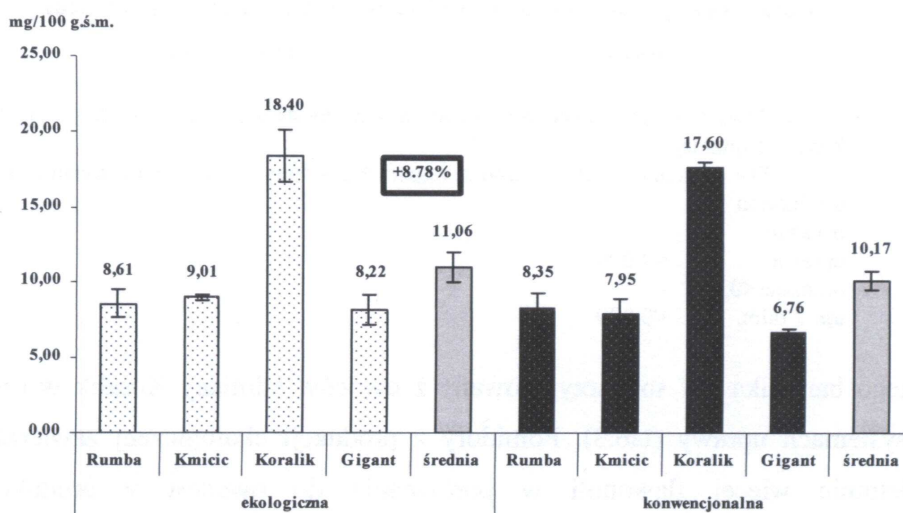
Rys. 2. Zawartość likopenu w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Fig. 2. The content of lycopene in tomato fruits from organic and conventional production

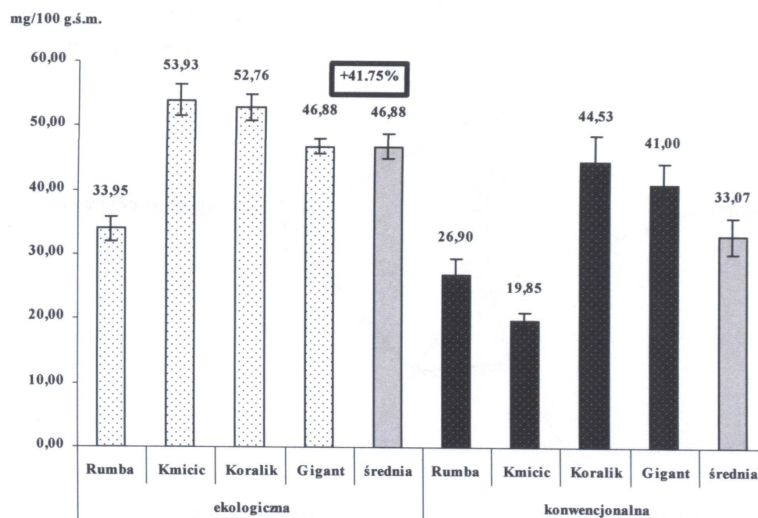
p-value: uprawa – 0,004, odmiana – <0,000, upr x odm. – n.s.



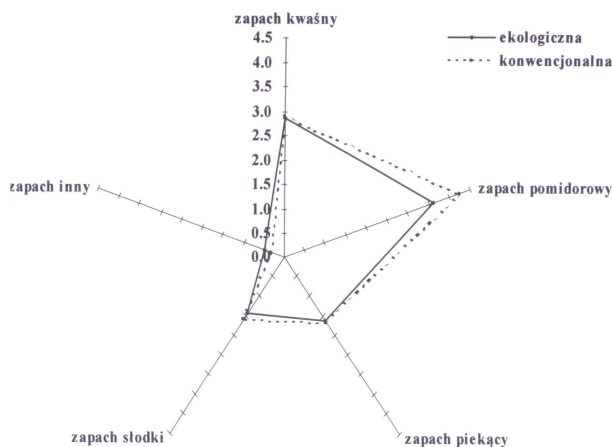
Rys. 3. Zawartość beta-karotenu w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 3. The content of beta-carotene in tomato fruits from organic and conventional production
 p-value: uprawa – <0,000, odmiana – <0,000, upr x odm. – <0,000



Rys. 4. Zawartość flawonoli w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 4. The content of flavonols in tomato fruits from organic and conventional production
 p-value: uprawa – 0,03, odmiana – <0,001, upr x odm. – n.s.

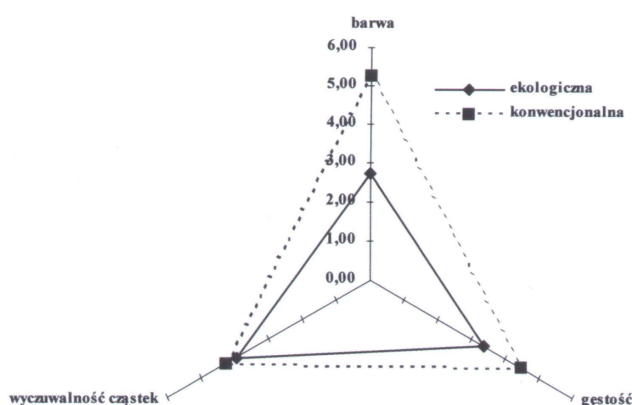


Rys. 5. Zawartość kwasów fenolowych w owocach pomidorów z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 5. The content of phenolic acids in tomato fruits from organic and conventional production
 p-value: uprawa – <0,000, odmiana – <0,000, upr x odm. – <0,000



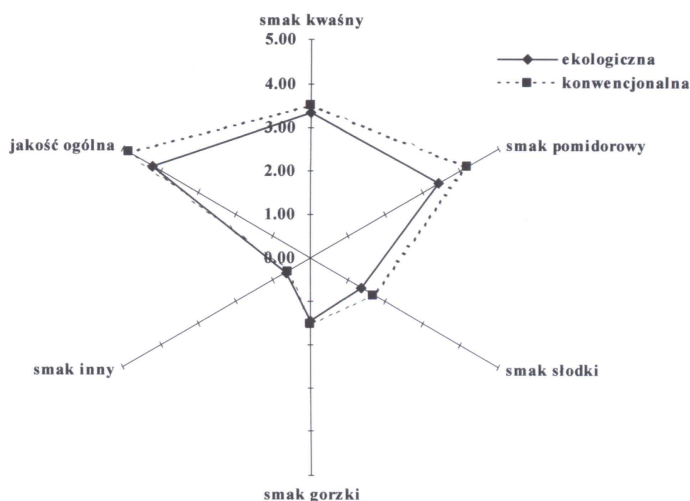
Rys. 6 Ocena sensoryczna wybranych wyróżników zapachowych dla przecieru pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 6. Sensory evaluation of selected odour features of tomato juice from organic and conventional production

p-value (zapach pomidorowy): uprawa – 0,01, odmiana – 0,04, upr x odm. – n.s.



Rys. 7. Ocena sensoryczna wybranych wyróżników tekstury i barwy dla soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 7. Sensory evaluation of selected textural and colour features of tomato juice from organic and conventional production

p-value	barwa	wyczuwalność cząstek	gęstość
uprawa	0,0000	n.s.	0,0000
odmiana	n.s.	0,0000	0,0000
upr x odm.	n.s.	0,0000	0,0000



Rys. 8. Ocena sensoryczna wybranych wyróżników smaków i jakości ogólnej dla przecieru pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej
 Fig. 8. Sensory evaluation of selected taste features and overall quality of tomato juice from organic and conventional production

p-value	smak kwaśny	pomidorowy	gorzki	smak inny	jakość ogólna
odmiana	n.s.	0,0020	n.s.	n.s.	0,0118
uprawa	<0,000	0,0050	<0,0000	n.s.	0,0000
upr x odm.	<0,000	0,0120	<0,0000	0,0030	0,0000

4. Dyskusja

Pomidory z produkcji ekologicznej są przedmiotem badań już od kilku lat. W swoich badaniach Caris-Veyrat i in. wykazali istotnie wyższą zawartość suchej masy we wszystkich trzech badanych odmianach pomidorów z uprawy ekologicznej w porównaniu do owoców konwencjonalnych [2]. Podobne wyniki uzyskały Hallmann i Rembiałkowska, które wykazały, że pomidory ekologiczne charakteryzowały się większą tendencją do gromadzenia suchej masy [9]. W prezentowanej pracy stwierdzono, że na zawartość suchej masy w owocach pomidora miała istotny wpływ tylko badana odmiana. Wśród badanych odmian świeżych owoców pomidora najwięcej suchej masy stwierdzono w owocach odmiany Koralik i było to odpowiednio 7,86 g 100g⁻¹.ś.m. oraz 6,87 g 100g⁻¹.ś.m. odpowiednio w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. Zaś wśród pomidorów standardowych była to odmiana Kmicic (5,25 g 100g⁻¹.ś.m. oraz 5,42 g 100g⁻¹.ś.m.). Toor i in. nie stwierdzili pod względem zawartości suchej masy w owocach istotnych różnic pomiędzy pomidorami z obu systemów uprawy [20].

Wyniki badań przedstawione w niniejszej pracy wskazują, że świeże owoce pomidorów ekologicznych zawierały istotnie więcej cukrów ogółem i redukujących. Nie znaleziono innych badań dotyczących zawartości tych związków w owocach pomidorów ekologicznych, jednak w innych gatunkach warzyw stwierdzono większą zawartość cukrów, gdy warzywa pochodziły z produkcji ekologicznej [14].

Zawartość witaminy C w świeżych owocach była wyższa, gdy były one uprawiane ekologicznie (rys. 1). Podobne wyniki uzyskali Caris-Veyrat i in., przy czym dotyczyło to nie tylko wyników podawanych w przeliczeniu na świeżą masę, lecz także tych przeliczanych na suchą masę. Jednakże wynik taki stwierdzono dla dwóch z trzech badanych odmian pomidorów, podczas gdy w trzeciej odmianie więcej witaminy C zawierały owoce konwencjonalne [2]. Podobne wyniki co do zawartości witaminy C w pomidorach ekologicznych uzyskali również Premuzic i in. oraz Toor i in. [13, 20]. Wykazali oni istotnie więcej witaminy C w pomidorach z uprawy ekologicznej. Jedną z możliwych interpretacji tego zjawiska może być fakt stosowania mineralnego nawożenia azotowego w systemie konwencjonalnym. Podawanie roślinom łatwo przyswajalnego azotu 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 [13].

Przedstawione wyniki badań wskazują, że zawartość likopenu była wyższa w pomidorach produkowanych konwencjonalnie. Podobne wyniki uzyskano w poprzednio prowadzonych badaniach Rembiałkowskiej i in., jak również w badaniach Caris-Veyrat i in. [2, 15]. W tej drugiej pracy dotyczyło to jednak tylko wyników podanych w przeliczeniu na świeżą masę; po przeliczeniu na suchą masę wyniki przedstawiały się rozbieżnie. Wzrost zawartości barwników karotenoidowych, a w szczególności likopenu w świeżych owocach pomidora w uprawie konwencjonalnej można tłumaczyć tym, że przy dużej dostępności azotu w glebie, jeden z enzymów przemian karotenoidów Acetyl-CoA działa bardzo intensywnie i bardzo szybko przeprowadza przemianę beta-karotenu do likopenu [11].

Nie odnaleziono informacji o zawartości związków biologicznie czynnych w ekologicznych sokach. Jednocześnie w prezentowanej pracy stwierdzono istotny wpływ systemu uprawy i badanej odmiany na zawartość suchej masy w sokach ekologicznych. W soku pomidorowym zauważono nieznaczny spadek zawartości witaminy C w porównaniu do świeżych owoców. Jak podaje Odriozola-Serrano i in. w przecierze pomidorowym średnio było 10,37 mg 100 g⁻¹.ś.m. witaminy C oraz 7,23 mg 100 g⁻¹.ś.m. likopenu [12]. W badaniach uzyskano zbliżone wartości, dla witaminy C w sokach ekologicznych uzyskano wartość 9,32 mg 100 g⁻¹.ś.m., a dla konwencjonalnych 7,20 mg 100 g⁻¹.ś.m. Natomiast w przypadku likopenu było to odpowiednio 7,23 mg 100 g⁻¹.ś.m. oraz 6,78 mg 100 g⁻¹.ś.m. (tab. 2, 3). Po wyprodukowaniu soku pomidorowego zawartość likopenu nieznacznie zmieniła się, ponieważ to produkt ekologiczny zawierał więcej tego barwnika i było to średnio 7,23 mg 100g⁻¹.ś.m., zaś produkt konwencjonalny zawierał średnio 6,78 mg 100g⁻¹.ś.m. (tab. 3).

Na podstawie przeprowadzonej analizy sensorycznej stwierdzono, że sok konwencjonalny był oceniony jako istotnie ciemniejszy od soku ekologicznego. Jednak nie odnaleziono istotnej korelacji pomiędzy zawartością likopenu a barwą produktu (r^2 0,05 oraz 0,11 odpowiednio dla soku ekologicznego i konwencjonalnego). Okazało się jednak, że na barwę produktu pomidorowego istotny wpływ ma zawartość drugiego barwnika – beta-karotenu. Próbkę soku konwencjonalnego zawierały istotnie więcej tego barwnika i zostały ocenione lepiej pod względem barwy w porównaniu z próbkami ekologicznymi. Odnaleziono istotną korelację zawartości beta-karotenu i barwy produktu (0,34 i 0,79 dla soku ekologicznego i konwencjonalnego). W soku pomidorowym stwierdzono wyższą zawartość likopenu w produktach ekologicznych oraz jego spadek w produktach konwencjonalnych w porównaniu z owocami surowymi, a jednocześnie spadek zawartości beta-karotenu w próbkach soku ekologicznego i wzrost w produktach konwencjonalnych. Jak podają Slimestad i Verheul, przy temperaturze powyżej 32°C likopen jest przemieniany do beta-karotenu, czyli poddanie owoców podgrzewaniu, podczas wytwarzania soku mogło doprowadzić do zmian zawartości likopenu i beta-karotenu w przygotowanym produkcie. W trakcie przeprowadzania badań uzyskano wyższe noty sensoryczne dla soku pomidorowego, gdy był on wykonany z owoców konwencjonalnych [17].

Sok przecierowy pomidorowy z produkcji ekologicznej zawierał istotnie więcej flawonoli, chociaż nie został oceniony jako bardziej gorzki w ocenie sensorycznej. Chociaż odnaleziono silną korelację pomiędzy zawartością tych związków biologicznie czynnych oraz smakiem gorzkim dla soku (0,87 oraz 0,54 dla produktu ekologicznego i konwencjonalnego). Jak podaje Kohlmünzer [10], flawonole należą do grupy związków biologicznie czynnych o wyraźnym smaku gorzkim. Jednocześnie wysoka zawartość kwasów fenolowych w soku ekologicznym nie miała istotnego wpływu na odczucie smaku gorzkiego produktu. Jak podaje Hallmann [6] smak świeżych pomidorów jest silnie powiązany z zawartością kwasu glutaminowego. Podobnie w prezentowanej pracy stwierdzono silną zależność pomiędzy zawartością kwasu glutaminowego w soku pomidorowym z produkcji ekologicznej (0,68) oraz niską korelację w produktach konwencjonalnym (0,11).

5. Wnioski

Przeprowadzone badania upoważniają do wyprowadzenia następujących wniosków:

1. Świeże pomidory ekologiczne cechowały się istotnie większą zawartością cukrów ogółem i redukujących, witaminy C, beta-karotenu, flawonoli oraz kwasów fenolowych niż pomidory konwencjonalne. Natomiast w owocach konwencjonalnych stwierdzono więcej kwasów organicznych oraz likopenu.
2. Przetworzenie owoców na sok przecierowy spowodowało zmiany w składzie chemicznym produktu w porównaniu do świeżych owoców pomidora.
3. Po analizie chemicznej przecieru pomidorowego stwierdzono wzrost zawartości suchej masy, witaminy C, beta-karotenu, kwasów fenolowych oraz zaobserwowano spadek zawartości likopenu i flawonoli w porównaniu do owoców świeżych.
4. W ocenie sensorycznej zapachu, smaku oraz cech tekstury i barwy okazało się, że próbki konwencjonalnego soku przecierowego otrzymały znacznie wyższe noty punktowe w porównaniu z przecierem ekologicznym, przy czym różnice te były istotne statystycznie.
5. Barwa soku przecierowego pomidorów zależała istotnie od zawartości w nich beta-karotenu, ale tylko dla produktów konwencjonalnych. Nie uzyskano istotnych korelacji zawartości tego barwnika z barwą owocu dla soku przecierowego ekologicznego. Jednocześnie znaleziono bardzo silną korelację smaku gorzkiego soków ekologicznych z zawartością flawonoli w produkcji.
6. Pomidory oraz otrzymane z nich soki przecierowe z produkcji ekologicznej wykazały wyższą wartość odżywczą niż te z produkcji konwencjonalnej.
7. Należy prowadzić badania w kierunku selekcji owoców pomidora o dużej wartości odżywczej i jednocześnie wysokich walorach sensorycznych.

6. Literatura

- [1] Brandt K., Mølgaard J.P.: Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J. Sci. Food Agric.* 2001, 81, 924 – 931.
- [2] Caris-Veyrat 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 Tomatoes and Derived Purees; Consequences on Antioxidant Plasma Status in Humans. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 6503-6509.
- [3] 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.
- [4] Giovannucci E.: Tomato base-products, lycopene and cancer. Review of epidemiologic literature *J. Nat. Canc. Inst.* 1999, 91: 317-331.
- [5] Hajslova J., Schulzova V., Slanina P., Janne K., Hellena K.E., Andersson Ch.: Quality of organically and convention-

ally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives and Contaminants.* 2005, 22, 6, 514–534.

- [6] Hallmann E.: Ocena plonowania i jakości owoców trzech wybranych typów pomidora w uprawie na wleń mineralnej. Rozprawa doktorska, SGGW, 2003.
- [7] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żyw. Człow. i Met.* XXXIV 2007, nr 1/2, 538-543.
- [8] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Influence of thermal processing on bioactive compounds content in apple puree prepared from organic fruits of old and new apple cultivars, *Polish Journal of Natural Sciences, Supplement.* 2007, 4, 37-42.
- [9] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Badanie i ocena jakości owoców wybranych odmian pomidorów (*Lycopersicon esculentum* Mill) z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej z szczególnym uwzględnieniem związków bioaktywnych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering,* 2007, 52, 55-60.
- [10] Kohlmünzer S.: *Farmakognozja.* Warszawa: Wyd. Lek. PZWL, 1998.
- [11] Lacatus V., Botez C., Chelu M., Popescu N., Voican V.: Chemical composition of tomato and sweet pepper fruits cultivated on active substrates. *Acta Hort.* 1995, 412, 168-175.
- [12] Otriozola-Serrano I., Saliova-Fortuny R., Martin-Belloso O.: Changes of health-related compounds through cold storage of tomato juice stabilized by thermal or high intensity pulsed electric field treatments. *Inn. Food Sci. Emerg. Tech.* 2008, 9, 272-279.
- [13] Premuzic Z., Bargiela M., Garcia A., Rendina A., Iorio A.: Calcium, iron, potassium, phosphorus, and vitamin C content of organic and hydroponic tomatoes. *Hort Science* 1998, 33, 2, 255-257.
- [14] Rembiałkowska E.: The impact of organic agriculture on food quality. *Agricultura,* 2004, 19-26.
- [15] 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.
- [16] Saniawski M., Czapski J.: The effect of methyl jasmonate on lycopene and b - carotene accumulation in ripening red tomatoes. *Exper.* 1983, 39, 1373-1374.
- [17] Slimestad R., Verheul M.J.: Seasonal variations in the level of plant constituents in greenhouse production of cherry tomatoes *J. Agric Food Chem.* 2005, 53, 3114-3119.
- [18] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: *Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych.* Warszawa: PZWL, 1978.
- [19] Sousa C., Valentao P., Rangel J., Lopes G., Pereira J.A., Ferreres F., Seabra R.M., Andrade P.B.: Influence of two fertilization regimens on the amounts of organic acids and phenolic compounds of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. Costata DC). *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 9128-9132.
- [20] 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.