

## THE ESTIMATION OF NUTRITIVE AND SENSORY VALUE OF THE PASTEURIZED TOMATO JUICE FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

### Summary

*The aim of work was to analyze the nutritive value of tomato juices with a special focus on the bioactive compounds. The ripe tomato fruits of 3 varieties (Merkury, Rumba and Picolino) cultivated in the organic and conventional systems have been picked in the same time, processed into juice and pasteurized. The obtained products have been analyzed chemically in order to determine the nutritive value and the content of bioactive compounds (vitamin C, flavonoids and carotenoids). The sensory profile analyze of the juices has been simultaneously carried out. The results obtained indicated that organic tomato juice contained significantly more vitamin C, total phenolic acids, gallic and chlorogenic acids in comparison with the conventional juice. Organic tomato juice obtained higher sensory notes for sweet taste; it was also significantly denser and had better palpable fruit particles comparing with the conventional juice. The organic juice received at the same time higher notes of tomato taste and general quality. Tomato juice obtained from Picolino cultivar fruits contained significantly more total sugars, vitamin C, beta-carotene and organic acids and less free amino acids than juice made of other tomato cultivars. Considering the higher content of the important bioactive compounds and better taste, the organic tomato juice should be recommended for everyday consumption.*

## OCENA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ ORAZ SENSORYCZNEJ PASTERYZOWANEGO SOKU POMIDOROWEGO Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

### Streszczenie

*Celem pracy było zbadanie wartości odżywczej soków pomidorowych ze szczególnym uwzględnieniem zawartości związków biologicznie czynnych. Dojrzałe owoce pomidorów trzech odmian (Merkury, Rumba i Picolino), uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym, zostały zebrane w tym samym czasie i przetworzone na sok oraz poddane procesowi pasteryzacji. Po otrzymaniu produktu został on poddany analizie chemicznej, w celu określenia wartości odżywczej oraz związków biologicznie czynnych (witaminy C, flawonoidów, karotenoidów). Jednocześnie przeprowadzono analizę sensoryczną (profilową) badanych soków. Zgromadzone wyniki badań chemicznych soku pomidorowego wskazują, że ekologiczny sok pomidorowy charakteryzował się istotnie wyższą zawartością witaminy C, sumy kwasów fenolowych oraz kwasu galusowego i chlorogenowego w porównaniu do soku konwencjonalnego. Ekologiczne soki pomidorowe cechowały się istotnie wyższą notą sensoryczną dla zapachu słodkiego, były też istotnie gęstsze i miały lepiej wyczuwalne cząstki owoców w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Jednocześnie soki ekologiczne miały istotnie wyższe noty oceny smaku pomidorowego i jakości ogólnej. Sok pomidorowy otrzymany z owoców odmiany Picolino zawierał istotnie więcej cukrów ogółem, witaminy C, beta-karotenu i kwasów organicznych oraz mniej wolnych aminokwasów niż sok otrzymany z pozostałych odmian pomidorów. Z uwagi na wyższą zawartość ważnych związków bioaktywnych oraz lepszy smak ekologicznych soków pomidorowych należy polecać je do codziennej konsumpcji.*

### 1. Wstęp

W systemie ekologicznym produkcja płodów rolnych polega na całkowitym wykluczeniu stosowania łatwo rozpuszczalnych nawozów mineralnych oraz pestycydów. W zamian za to szeroko stosowane są nawozy naturalne (obornik, kompost, nawozy zielone) oraz naturalne metody ochrony roślin (wyciągi roślinne, pułapki feromonowe i wrogowie naturalni). Jednocześnie ograniczenie stosowania środków ochrony roślin sprawia, że rośliny samodzielnie starają się zwalczać choroby i szkodniki. Dlatego też syntetyzują więcej związków o charakterze naturalnych pestycydów. Te związki chemiczne, zaliczane do grupy polifenoli, są syntetyzowane przez rośliny w większych ilościach w momencie ataku szkodników lub infekcji grzybowej [2]. Licznie prowadzone krajowe i zagraniczne badania wskazują, że warzywa i owoce z produkcji ekologicznej mogą zawierać więcej związków polifenolowych, witaminy C oraz flawonoli [3, 7, 9, 13, 17]. Pomidory są bardzo dobrym

źródłem karotenoidów (likopen oraz beta-karoten) oraz związków flawonoidowych (rutyna, kwercetyna, kempferol oraz ich formy glikozydowe), jak też witaminy C. Niestety świeże pomidory nie są dostępne przez cały rok, dlatego produkcja soków może dostarczyć w okresie zimowym cennych związków biologicznie czynnych. Związki te jako przeciwutleniacze mają ogromne znaczenie dla zdrowia człowieka, gdyż niwelują zły wpływ wolnych rodników i chronią organizm przed stresem oksydacyjnym [1]. W badaniach Caris-Veynard i in. wykazano, że ekologiczne pomidory były zasobniejsze w likopen, beta-karoten oraz witaminę C, jak też rutynę i naringeninę w porównaniu do pomidorów konwencjonalnych [3]. Podobne wyniki otrzymali Chassy i in., którzy wykazali, że gdy pomidory dwóch odmian były uprawiane w ekologicznym systemie, zawierały istotnie więcej witaminy C oraz związków fenolowych, jak też flawonoli: kwercetyny i kempferolu [4]. Nieocenionym uzupełnieniem badań nad wartością odżywczą pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej jest anali-

za sensoryczna, zarówno świeżych owoców, jak też przetworów (soki, przeciera, sosy). Niestety w literaturze światowej istnieją tylko nieliczne i kontrowersyjne informacje dotyczące badań sensorycznych owoców pomidorów ekologicznych i konwencjonalnych. Pomidory z systemu ekologicznego (w zależności od czasu zbioru owoców i sezonu uprawy) charakteryzowały się nieznacznie ciemniejszym miąższem i mączystością owoców (tylko w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia), jak też większą kwasowością i jakością ogólną, ale tylko przy późnym zbiorze owoców i też w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia. W drugim roku badań większość parametrów sensorycznych była lepiej oceniona dla pomidorów konwencjonalnych [23]. Podobne wyniki uzyskano w innym doświadczeniu z oceną sensoryczną pomidorów ekologicznych. Badane owoce ekologiczne charakteryzowały się lepszym wybarwieniem owoców i smakiem słodkim, ale też były bardziej gorzkie w porównaniu z pomidorami konwencjonalnymi [12]. Jednak w innych badaniach konsumenckich nad jakością ekologicznych pomidorów stwierdzono, że owoce pomidorów konwencjonalnych charakteryzowały się bardziej wyrównanym wybarwieniem owoców oraz lepszym smakiem w porównaniu z pomidorami ekologicznymi [26]. Ponieważ w dostępnej literaturze brak jest informacji na temat badań wartości odżywczej i sensorycznej soków pomidorowych, dlatego za celowe uznano podjęcie prezentowanych badań.

## 2. Materiał i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w roku 2007. Do badań wybrano trzy odmiany pomidorów: dwie odmiany standardowe (Merkury oraz Rumba) oraz jedną odmianę typu cherry, Picolino. 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 trakcie okresu wegetacyjnego zebrano wszystkie informacje dotyczące nawożenia i ochrony roślin.

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

Gospodarstwo ekologiczne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°30' N 20°55' E. Do nawożenia użyto nawozy zielone, nawóz Patentkali (dopuszczony do stosowania w systemie ekologicznym) oraz mączkę bazaltową. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 180 kg; fosfor /P/ 0 kg; potas /K/ 210 kg; wapń /Ca/ 140 kg, magnez /Mg/ 215 kg na hektar powierzchni, z dodatkiem wszystkich niezbędnych mikroelementów. Do ochrony zastosowano następujące preparaty: Bioczys BR do ochrony przed zarazą ziemniaka, wyciąg ze skrzypu polnego, Antifung 20 SL.

Gospodarstwo ekologiczne nr 2 było położone w miejscowości Radzanów (gm. Radzanów, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 52°56' N 20°05' E. Do nawożenia użyto kompost roślinny, preparat humit-bio (sypki), w celu polepszenia jakości gleby. Jednocześnie zastosowano gnojówkę z pokrzywy, aby wzmocnić rośliny i uodpornić je na szkodniki gryzące liście. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł azot /N/ 160 kg, fosfor /P/ 49kg oraz potas /K/ 130 kg. Niestosowano żadnej dodatkowej ochrony roślin.

Gospodarstwo konwencjonalne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzegi, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°19' N 20°58' E. Do nawożenia użyto obornik bydłocy, kredę ogrodniczą, saletrę wapniową – magnezową oraz wieloskładnikowy Nawóz Poly-Feed. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 250 kg; fosfor /P/ 110 kg; potas /K/ 155 kg; wapń /Ca/ 230 kg, magnez /Mg/ 14 kg na hektar powierzchni. Do ochrony zastosowano następujące preparaty Nemrod 25 EC do ochrony przed mączniakiem, Karate Zeon 050 SC do ochrony przed stonką ziemniaczaną, wciornastkami, przedziorkami i mszycami.

Gospodarstwo konwencjonalne nr 2 było położone w miejscowości Sewerynow (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowieckie). Lokalizacja geograficzna 51°28' N 20°54' E. Do nawożenia użyto nawozy mineralne Polidap, Polifag, saletrę wapniową i saletrę amonową. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 185 kg; fosfor /P/ 142 kg; potas /K/ 62 kg; wapń /Ca/ 70 kg, magnez /Mg/ 15 kg na hektar powierzchni. Razem z nawozem Polidap o Polimag wprowadzono do gleby cały zestaw niezbędnych mikroelementów. Do ochrony zastosowano następujące preparaty Sumilex 500 SC do ochrony przed szarą pleśnią, Nurelle 500 SC do ochrony przed mszycami, Topsin M 500 SC do ochrony przed brunatną plamistością i septoriozą liści.

### Przygotowanie soków pomidorowych

Owoce pomidorów zostały przywiezione z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych w tym samym czasie tak, aby były w tej samej fazie dojrzałości. Około 15 kg owoców zostało dokładnie umytych, rozdrobnionych i rozparzonych na jednolitą masę (przez około 20 min.). Następnie pulpę owocową przetarto dokładnie przez sito i na gorąco wekowano w słoikach. Kolejnym etapem pracy była pasteryzacja przetworów przez 20 min w temp 70°C. Tak przygotowany produkt, po ochłodzeniu, poddano ocenie chemicznej oraz sensorycznej. W próbkach soków zmierzono zawartość suchej masy metodą wagową [14]. Następnie próbki soków zostały zliofilizowane przy użyciu liofilizatora Labconco 2.5 z zastosowaniem parametrów temp. -40°C oraz ciśnienie 0,050 mBar. Liofilizaty soków były przetrzymywane w temp -80°C, aby zapobiec stratom związków biologicznie czynnych. W próbkach soków oznaczono następujące parametry: cukry ogółem i redukujące metodą Luffa – Schoorla [6], kwasy organiczne metodą potencjometryczną [15], witaminę C metodą Tillmansa [16], karotenoidy metodą HPLC [8], polifenole metodą HPLC (metoda własna), wolne aminokwasy metodą kolorymetryczną [19]. Analizę sensoryczną przeprowadzono metodą profilowania sensorycznego (QDA) [21]. Analizę statystyczną wykonano z użyciem programu Statgraphics 5.1. Wykorzystano dwuczynnikową analizę wariancji z zastosowaniem testu Tukey'a ( $\alpha = 0,05$ ). Dodatkowo w tabelach podano odchylenie standardowe dla próby średniej oraz różnicę pomiędzy próbką soku ekologicznego i konwencjonalnego wyliczoną ze wzoru: [(eko-konw.)/konw.] x 100% [25].

## 3. Wyniki badań

W tab.1. podano średnie zawartości suchej masy, cukrów oraz kwasów organicznych dla dwóch badanych gospodarstw ekologicznych i dwóch gospodarstw konwencjonalnych.

Zgromadzone wyniki wskazują, że soki z produkcji konwencjonalnej charakteryzowały się istotnie wyższą (+1,08%) zawartością suchej masy w porównaniu z sokami ekologicznymi. Soki wykonane z owoców odmiany Picolino charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością cukrów ogółem w porównaniu z pozostałymi rodzajami soków. Soki z produkcji konwencjonalnej charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwasów organicznych (+3,63%) w porównaniu z sokami ekologicznymi. Konwencjonalny sok z odmiany Picolino zawierał istotnie więcej kwasów organicznych w porównaniu z ekologicznym sokiem otrzymanym z owoców Rumba.

Zawartość witaminy C, wolnych aminokwasów, likopenu oraz beta-karotenu przedstawiono w tab. 2.

Zgromadzone wyniki wskazują, że sok ekologiczny charakteryzował się istotnie wyższą (+14,51%) zawartością witaminy C w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Sok otrzymany z owoców odmiany Picolino zawierał istotnie więcej witaminy C w porównaniu z pozostałymi rodza-

jami soków. Konwencjonalny sok otrzymany z owoców Merkury charakteryzował się istotnie niższą zawartością witaminy C w porównaniu z ekologicznym sokiem otrzymanym z owoców odmiany Picolino. Sok konwencjonalny charakteryzował się istotnie wyższą (32,49%) zawartością wolnych aminokwasów w porównaniu z sokiem ekologicznym. Jednocześnie stwierdzono, że sok otrzymany z owoców odmiany Merkury charakteryzował się istotnie wyższą zawartością wolnych aminokwasów w porównaniu z pozostałymi badanymi rodzajami soków. Sok konwencjonalny z owoców odmiany Merkury zawierał istotnie więcej wolnych aminokwasów w porównaniu z ekologicznym sokiem otrzymanym z owoców odmiany Picolino (tab. 2). Istotnie więcej beta-karotenu, w porównaniu do pozostałych badanych soków, zawierał sok otrzymany z owoców odmiany Picolino. Sok ekologiczny otrzymany z owoców Picolino zawierał istotnie więcej beta-karotenu w porównaniu z sokiem konwencjonalnym otrzymanym z owoców odmiany Merkury (tab. 2).

Tab. 1. Zawartość suchej masy, cukrów oraz kwasów organicznych w sokach pomidorowych pasteryzowanych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Tab. 1. The content of dry matter, sugars and total acidity in pasteurized tomato juices from organic and conventional production

Rodzaj soku /kind of juices/	Odmiana /variety/	Sucha masa /dry matter/	Cukry /sugars/		Kwasy organiczne /total acidity/
			Ogółem / total	Redukujące / reducing	
g/100g.ś.m.					
sok pomidorowy ekologiczny /organic tomato juice/	Merkury	4,98	3,97	2,42	0,30
	Rumba	4,85	4,18	2,15	0,24
	Picolino	6,14	5,99	3,04	0,30
	średnia ± sd	5,33 ± 0,66	4,71 ± 1,38	2,54 ± 0,43	0,28 ± 0,04
sok pomidorowy konwencjonalny /conventional tomato juice/	Merkury	5,00	4,75	2,02	0,25
	Rumba	5,20	3,50	2,02	0,23
	Picolino	5,94	5,68	2,96	0,38
	średnia ± sd	5,38 ± 0,56	4,64 ± 1,06	2,33 ± 0,68	0,29 ± 0,07
różnica eko/konw (w%)* difference (org/conv)		-1,07%	+1,50%	+8,79%	-3,50%
p-value					
uprawa		0,0350	n.s.	n.s.	0,0018
odmiana		n.s.	<0,0001	n.s.	n.s.
uprawa x odmiana		n.s.	n.s.	n.s.	<0,0001

n.s. (nieistotne statystycznie), \*wyliczono ze wzoru [(eko-konw)/konw]\*100%

Tab. 2. Zawartość witaminy C, wolnych aminokwasów oraz karotenoidów w sokach pomidorowych pasteryzowanych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Tab. 2. The content of vitamin C, free amino acids and carotenoids in pasteurized tomato juices from organic and conventional production

Rodzaj soku /kind of juices/	Odmiana /variety/	Witamina C /vitamin C/	Wolne aminokwasy /free amino acids/	Likopen /lycopene/	Beta-karoten /beta-carotene/
sok pomidorowy ekologiczny /organic tomato juice/	Merkury	12,68	435,20	6,97	0,28
	Rumba	14,64	453,55	6,23	0,26
	Picolino	15,02	294,27	9,64	0,35
	średnia ± sd	14,11 ± 1,46	394,34 ± 85,98	7,61 ± 2,24	0,30 ± 0,11
sok pomidorowy konwencjonalny /conventional tomato juice/	Merkury	10,47	550,58	6,43	0,17
	Rumba	12,67	527,28	5,52	0,24
	Picolino	13,83	489,52	8,27	0,34
	średnia ± sd	12,33 ± 1,75	522,46 ± 51,91	6,74 ± 2,24	0,25 ± 0,10
różnica eko/konw (w%)* difference (org/conv)		14,51%	32,49%	12,92%	19,32%
p-value					
uprawa		<0,0001	<0,0001	n.s.	n.s.
odmiana		<0,0001	<0,0001	n.s.	0,0007
uprawa x odmiana		0,0056	0,0136	n.s.	0,0018

n.s. (nieistotne statystycznie)

Soki ekologiczne charakteryzowały się istotnie wyższą (+23,23%) zawartością sumy kwasów fenolowych w porównaniu z sokami konwencjonalnymi (tab. 3).

Soki otrzymane z owoców odmiany Rumba charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością sumy flawonoli w porównaniu z pozostałymi rodzajami soków. Sok ekologiczny charakteryzował się istotnie wyższą (23,02%) zawartością kwasu galusowego w porównaniu do soku konwencjonalnego. Sok ekologiczny zawierał istotnie więcej (+33,61%) kwasu chlorogenowego w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Sok otrzymany z owoców odmiany Picolino charakteryzował się istotnie wyższą zawartością kwasu chlorogenowego w po-

równaniu z pozostałymi rodzajami soków. Sok otrzymany z owoców odmiany Rumba charakteryzował się istotnie wyższą zawartością rutyny w porównaniu do pozostałych rodzajów soków. Sok otrzymany z owoców odmiany Merkury charakteryzował się istotnie wyższą zawartością d-glikozydu kwercetyny w porównaniu do soków otrzymanych z pozostałych odmian pomidorów (tab. 4).

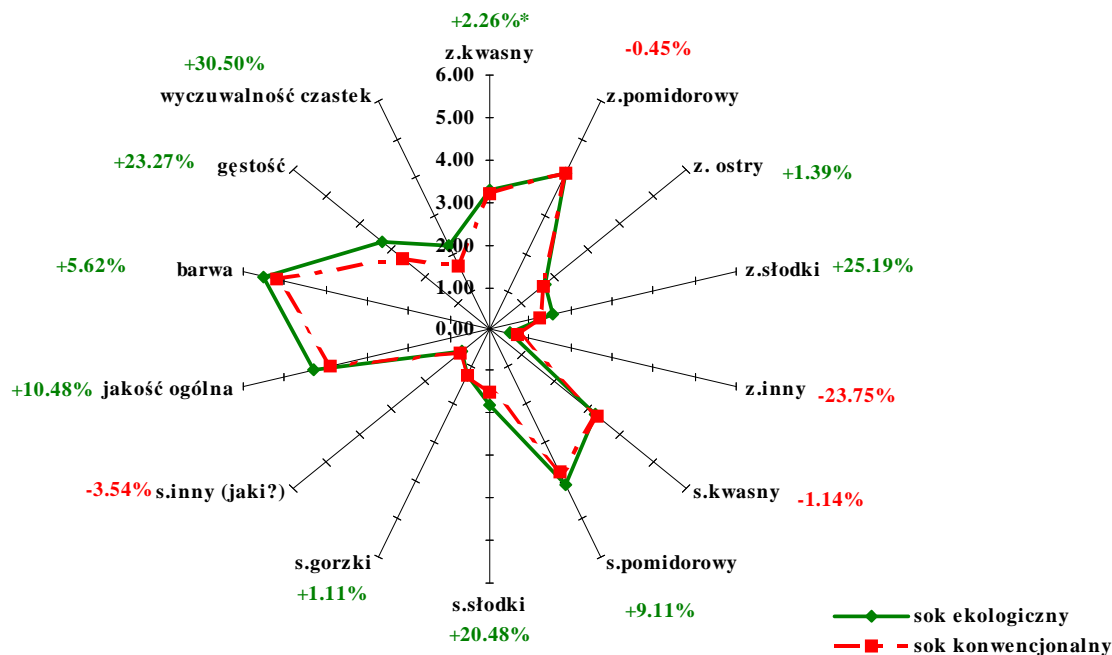
Analiza sensoryczna wykazała, że ekologiczny sok pomidorowy charakteryzował się istotnie wyższą wyczuwalnością zapachu słodkiego w porównaniu do soku konwencjonalnego (rys. 1., tab. 5).

Tab. 3. Zawartość związków fenolowych (suma) w sokach pomidorowych pasteryzowanych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Tab. 3. The content of phenolic compounds (total) carotenoids in pasteurized tomato juices from organic and conventional production

Rodzaj soku /kind of juices/	Odmiana /variety/	Kwasy fenolowe (suma)	Flawonole (suma)
		mg/100g.ś.m.	
sok pomidorowy ekologiczny /organic tomato juice/	Merkury	63,81	1,65
	Rumba	64,73	3,44
	Picolino	70,52	2,24
	średnia ± sd	66,35 ± 8,58	2,44 ± 1,50
sok pomidorowy konwencjonalny /conventional tomato juice/	Merkury	51,95	0,63
	Rumba	54,82	2,90
	Picolino	54,77	1,89
	średnia ± sd	53,85 ± 3,36	1,81 ± 1,51
różnica eko/konw (w%)* difference (org/conv)		23,23%	35,13%
p-value			
uprawa		<0,0001	n.s.
odmiana		n.s.	0,0002
uprawa x odmiana		n.s.	n.s.

n.s. (nieistotne statystycznie), \*wyliczono ze wzoru [(eko-konw)/konw]\*100%



Rys. 1. Wyniki analizy sensorycznej soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Wskaźniki istotności statystycznej przedstawiono w tab. 4.

Fig. 1. The results of sensory analysis of tomato juices from organic and conventional production. Significant coefficients are presented in table 4

\*różnice w % wyliczono ze wzoru [(eko-konw)/konw]\*100%

Differences in % are calculated on the basis of formula [(eco-conv)/conv]\*100%

Tab. 4. Zawartość oznaczonych związków fenolowych w sokach pomidorowych pasteryzowanych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Tab. 4. The content of measured phenolic acids in pasteurized tomato juices from organic and conventional production

n.s. (nie istotne statystycznie), \*wyliczono ze wzoru [(eko-konw)/konw]\*100%

Rodzaj soku /kind of juices/	odmiana /variety/	kwasy fenolowe /fenolic acids/			flawonole /flavonoles/	
		galusowy /gallic/	chlorogenowy /chlorogenic/	p-kumarynowy /p-coumaric/	rutyna /rutin/	D-glikozyd kwercetyny /D-glucoside quercetin/
mg/100 g ś.m.						
sok pomidorowy ekologiczny /organic tomato juice/	Merkury	62,39	0,89	0,53	1,52	0,13
	Rumba	62,96	1,45	0,32	3,38	0,06
	Picolino	68,69	1,38	0,45	2,15	0,09
	<b>średnia ± sd</b>	<b>64,68 ± 8,61</b>	<b>1,24 ± 0,50</b>	<b>0,43 ± 0,20</b>	<b>2,35 ± 1,51</b>	<b>0,09 ± 0,03</b>
sok pomidorowy konwencjonalny /conventional tomato juice/	Merkury	50,89	0,69	0,37	0,55	0,08
	Rumba	53,46	0,99	0,37	2,81	0,09
	Picolino	53,38	1,10	0,28	1,80	0,08
	<b>średnia ± sd</b>	<b>52,58 ± 3,23</b>	<b>0,93 ± 0,32</b>	<b>0,34 ± 0,13</b>	<b>1,72 ± 1,51</b>	<b>0,08 ± 0,01</b>
różnica eko/konw (w%)* different (org/conv)		<b>23,02%</b>	<b>33,61%</b>	<b>27,41%</b>	<b>36,37%</b>	<b>9,92%</b>
<b>p-value</b>						
uprawa		<0,0001	0,02	n.s.	n.s.	n.s.
odmiana		n.s.	0,01	n.s.	0,0024	<0,0001
uprawa x odmiana		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,0001

Tab. 5. Wskaźniki istotności statystycznej dla wykonanej analizy sensorycznej soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej

Tab. 5. Coefficients of statistical significance for sensory analysis of tomato juices from organic and conventional production

p-value	z.kwasny acidity odour	z. pomidorowy tomato odour	z. ostry pungent odour	z. słodki sweet odour	z. inny different odour	s. kwasny acidity flavour	s. pomidorowy tomato flavour
dla uprawy for cultivation	n.s.	n.s.	n.s.	0.045	n.s.	n.s.	0.042
p-value	s.słodki sweet flavour	s.gorzki bitter flavour	s.inny (jaki?) different flavour	jakość ogólna total quality	barwa colour	gęstość density	wyczuwalność czastek feeling of pieces
dla uprawy for cultivation	n.s.	n.s.	n.s.	0.042	n.s.	0.0034	0.051

Sok ekologiczny charakteryzował się także istotnie większą gęstością i wyczuwalnością cząstek owoców w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Sok ekologiczny charakteryzował się istotnie bardziej wyczuwalnym smakiem pomidorowym oraz jakością ogólną w porównaniu z sokiem konwencjonalnym (rys. 1., tab. 4).

#### 4. Dyskusja

Pomidor jest jednym z najczęściej uprawianych warzyw na świecie, nie tylko ze względu na szerokie zastosowanie kulinarne, ale także na cenną zawartość związków biologicznie czynnych. Na przestrzeni ostatnich lat wzrosło zainteresowanie konsumentów jakością i bezpieczeństwem spożywanej żywności. Pociągnęło to za sobą szereg badań porównujących płody rolne z różnych systemów uprawy. Dużą konkurencją dla systemu konwencjonalnego stała się uprawa ekologiczna, oferująca bezpieczniejszą żywność w odniesieniu do aspektów środowiskowych, społecznych i odżywczych [5]. Otrzymane wyniki analiz wskazują, że sok pomidorowy ekologiczny charakteryzował się istotnie niższą zawartością suchej masy. Wyniki te są zbliżone do tych, w których porównywano rynkowe soki warzywne z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Soki pomidorowe ekologiczne charakteryzowały się niższą zawartością suchej masy w porównaniu z sokami konwencjonalnymi [22]. Jednak w innym doświadczeniu uzyskano wyższą zawartość suchej masy w sokach ekologicznych [10]. Zawartość

suchej masy w sokach pomidorowych zależy głównie od zawartości suchej masy w owocach oraz od przeprowadzania procesu technologicznego pozyskiwania soku. Natomiast zawartość suchej masy w owocach pomidora zależy głównie od warunków uprawy. Soki pomidorowe charakteryzowały się wyższą zawartością cukrów ogółem i redukujących. Wyniki te są zbliżone do prezentowanych przez Hallmann i Rembiałkowską, które również uzyskały więcej suchej masy w sokach pomidorowych ekologicznych [10]. Natomiast sok pomidorowy ekologiczny charakteryzował się niższą kwasowością ogólną i te wyniki są zbliżone do wyników przedstawionych przez Hallmann i Rembiałkowską [10]. Zawartość witaminy C była wyższa w sokach ekologicznych. Zawartość tej witaminy w soku jest kształtowana przez wiele czynników pierwotnych jak zawartość witaminy C w surowcu (pomidorach) oraz procesu podgrzewania i pasteryzowania soku. Ponieważ witamina C jest bardzo wrażliwa na wysoką temperaturę i obecność tlenu, to wydaje się, że drobne krojenie owoców, kontakt z powietrzem oraz proces pasteryzacji może przyczynić się do spadków zawartości witaminy C w końcowym produkcie. Ponieważ nie znaleziono danych dotyczących zawartości witaminy C w sokach pomidorowych z produkcji ekologicznej, porównano jej zawartość w sokach do zawartości w owocach świeżych. Zawartość witaminy C w owocach pomidorów może być różna. W badaniach Rossi i in. wykazali, że pomidory ekologiczne charakteryzowały się znacznie niższą zawartością witaminy C 11,82 mg/100 g ś.m. w

porównaniu z pomidorami konwencjonalnymi 21,40 mg/100 g ś.m. [20]. Natomiast Caris-Veyrad i in. uzyskali wyższą zawartość witaminy C w pomidorach ekologicznych [3]. Swoją barwę sok pomidorowy zawdzięcza obecności likopenu oraz beta-karotenu. W prezentowanej pracy uzyskano wyższą zawartość obu barwników w soku ekologicznym. Zawartość likopenu w produkcie pomidorowym, jakim jest sok, zależy istotnie od badanej odmiany pomidorów, czyli od zawartości tego barwnika w świeżych owocach pomidora, jak też od procesów termicznych, jakim poddawana jest pulpa owocowa w trakcie przygotowywania soku. W swojej pracy Caris-Veyrad i wsp. wskazali, że pomidory ekologiczne charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością likopenu i to w dwóch latach prowadzenia doświadczenia, czyli 3,60 mg/100 g ś.m., a dla pomidorów konwencjonalnych – 3,46 mg/100 g ś.m. [3]. Odmienne wyniki prezentują Rossi i wsp., którzy stwierdzili, że pomidory ekologiczne zawierały 3,72 mg/100 g ś.m. likopenu, zaś pomidory konwencjonalne 4,98 mg/100 g ś.m. [20]. Podobnie podają Toor i wsp. (2006), którzy dla pomidorów ekologicznych uzyskali zawartość likopenu 18,30 mg/100 g ś.m. zaś dla pomidorów konwencjonalnych 20,80 mg/100 g ś.m. [24]. W przypadku zawartości drugiego barwnika, beta-karotenu, prezentowane wyniki są zbliżone z tymi prezentowanymi przez Rembiałkowską i in., którzy wykazali, że soki ekologiczne charakteryzowały się większą zawartością beta-karotenu 0,19 mg/100g ś.m. w porównaniu z sokami z produkcji konwencjonalnej 0,14 mg/100g ś.m. [18]. W prezentowanej pracy otrzymano wyższą zawartość sumy kwasów fenolowych i sumy flawonoli w sokach ekologicznych. Wyniki te są częściowo zgodne z prezentowanymi przez Rembiałkowską i in., którzy wykazali, że sok pomidorowy z produkcji ekologicznej zawierał więcej kwasów fenolowych (53,59 mg/100g ś.m.), w porównaniu z sokiem konwencjonalnym (22,66 mg/100g ś.m.). Jednocześnie stwierdzono, że soki konwencjonalne zawierały istotnie wyższą zawartość flawonoli ogółem i różnica pomiędzy sokami konwencjonalnymi i ekologicznymi wynosiła 25,37% na korzyść soków konwencjonalnych [18]. Związki fenolowe są określane jako „naturalne pestycydy”. Dlatego wyższa ich koncentracja w płodach rolnych z produkcji ekologicznej może być uwarunkowana brakiem ochrony chemicznej (stosowania pestycydów). Brak stosowania ochrony roślin uruchamia naturalny system ochrony w tkankach roślinnych i warunkuje większą syntezę związków fenolowych. Podobne wytłumaczenie różnic w zawartości związków fenolowych w roślinach prezentuje Young i wsp. [26]. W swojej pracy przedstawili zawartość związków fenolowych w warzywach niechronionych chemicznie. Rośliny te były atakowane przez szkodniki i zawierały w liściach znacznie więcej związków fenolowych niż chronione chemicznie ich konwencjonalne odpowiedniki [27]. W prezentowanych badaniach uzyskano wyższą zawartość kwasu chlorogenowego w soku pomidorowym ekologicznym. Zawartość tego związku w soku pomidorowym może być zależna od odmiany, z jakiej pozyskano sok. Sok z owoców odmiany drobnoowocowej Picolino charakteryzował się istotnie wyższą zawartością kwasu chlorogenowego. Zbliżone wyniki prezentuje Caris-Veynard i in. [3].

W swoim doświadczeniu przebadali oni trzy odmiany pomidorów: Felicia, Isabela i Paola [3]. Owoce dwóch odmian w systemie ekologicznym charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwasu chlorogenowego, zaś w owocach trzeciej odmiany stwierdzono więcej badanego związku w owocach

konwencjonalnych i różnice te również były istotne statystycznie. Zawartość kwasu chlorogenowego i galusowego w sokach pomidorowych była istotnie wyższa, gdy soki otrzymano z owoców ekologicznych w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Zbliżone wyniki prezentują Caris-Veynard i in., którzy wśród trzech badanych odmian pomidorów Felicia, Isabela i Paola otrzymali istotne zróżnicowanie zawartości kwasu chlorogenowego, ale tylko dla jednej odmiany Isabela w owocach [3].

Bardzo dobrym uzupełnieniem oceny jakości soków ekologicznych i konwencjonalnych jest analiza sensoryczna. Niestety w literaturze światowej istnieją tylko nieliczne informacje dotyczące badań sensorycznych owoców pomidorów ekologicznych i konwencjonalnych i ich przetworów. W prezentowanych badaniach uzyskano wyższe noty oceny sensorycznej soku ekologicznego dla wyróżników takich jak: barwa produktu, wyczuwalność cząstek owoców, smak pomidorowy, słodki oraz jakość ogólna. Wyniki te są zbliżone do prezentowanych przez Thybo i in., którzy wykazali, że świeże pomidory z systemu ekologicznego (w zależności od czasu zbioru owoców i sezonu uprawy) charakteryzowały się nieznacznie ciemniejszym miąższem i mączystością owoców (tylko w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia), jak też większą kwasowością i jakością ogólną, ale tylko przy późnym zbiorze owoców i też w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia. W drugim roku badań większość parametrów sensorycznych była lepiej oceniona dla pomidorów konwencjonalnych [23]. Podobne wyniki uzyskali Johansson i in., którzy w swoim doświadczeniu zaobserwowali, że w ocenie sensorycznej pomidory ekologiczne charakteryzowały się lepszym wybarwieniem owoców, smakiem słodkim, ale też były bardziej gorzkie w porównaniu z pomidorami konwencjonalnymi [12]. W badaniach nad jakością sensoryczną owoców pomidorów Heeb i in. stwierdzili, że nawożenie ekologiczne zastosowane w uprawie pomidorów w pozytywny sposób wpłynęło na polepszenie smaku słodkiego i kwaśnego owoców, co dało wyższą akceptację konsumenta [11]. W literaturze brakuje całkowicie opisu, przebiegu i wyników badań sensorycznych, dotyczących soków pomidorowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Dlatego nie można było porównać badań własnych z wynikami innych autorów.

## 5. Wnioski

1. Ekologiczny sok pomidorowy charakteryzował się istotnie wyższą zawartością witaminy C, sumy kwasów fenolowych oraz kwasu galusowego i chlorogenowego w porównaniu do soku konwencjonalnego.
2. Ekologiczne soki pomidorowe charakteryzowały się istotnie wyższą notą sensoryczną dla zapachu słodkiego, były też istotnie gęstsze i miały lepiej wyczuwalne cząstki owoców w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Jednocześnie soki ekologiczne miały istotnie wyższe noty oceny smaku pomidorowego i jakości ogólnej.
3. Sok pomidorowy otrzymany z owoców odmiany Picolino zawierał istotnie więcej cukrów ogółem, witaminy C, beta-karotenu i kwasów organicznych oraz mniej wolnych aminokwasów niż sok otrzymany z pozostałych odmian pomidorów.

## 6. Literatura

- [1] Bartosz G.: Druga twarz tlenu. Wyd. PWN, 2003, s. 15-45.
- [2] 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.
- [3] Caris-Veyrat C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grasselly D., Buret M., Mikolajczak M., Guillaud 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.
- [4] Chassy A.W., Bui L., Renaud E.N.C., van Horn M., Mitchell A.E.: Three year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J. Agric Food Chem.* 2006, 54, 8244–8252.
- [5] Ferrari A.A., De Nadai Fernandes E.A., Tagliaferro F.S., Bacchi M.A., Martins T.C.G.: Chemical composition of tomato seeds affected by conventional and organic production systems. *J. Radioanal. Nuclear Chem.* 2008, 278, 2, 399–402.
- [6] Fortuna T., Juszczak L., Sobolewska-Zielińska J.: Podstawy analizy żywności, Skrypt do ćwiczeń AR w Krakowie, 2003.
- [7] Hajslova J., Schulzova V., Slanina P., Janne K., Hellena K.E., Andersson Ch.: Quality of organically and conventionally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Additives and Contaminants.* 2005, 22, 6, 514–534.
- [8] Helsper J.P.F.G., Vos de C.H.R., Mass F.M., Jonker H.H., Broeck van der H.C., Jordi W., Pot C.S., Keizer L.C.P., Schapendonk A.H.C.M.: Response of selected antioxidants and pigments in tissues of *Rosa hybrida* and *Fuchsia hybrida* to supplemental UV – A exposure. *Physiol. Plant.* 2003, 117: 171–178.
- [9] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żyw. Człow. i Met.* 2007, XXXIV nr 1/2, 538–543.
- [10] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Ocena wartości odżywczej i sensorycznej pomidorów oraz soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Applic. Agric. Engng.*, 2008, Vol. 53(3), s. 88–95.
- [11] Heeb A., Lundegårdh B., Ericsson T., Savage G.P.: Nitrogen affects yield and taste of tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 2005, 85, 1405–1414.
- [12] Johansson L., Haglund Å., Berglund L., Leac P., Risvik E.: Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. *Food Sci Pref.*, 1999, 10, 289–298.
- [13] Kazmierczak R., Hallmann E., Rusaczek A., Rembiałkowska E.: Antioxidant content in black curarants from organic and conventional cultivation. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2008, 11, 2, 28–33.
- [14] Norma Polska PN-R-04013:1988. Analiza chemiczno-rolnicza roślin. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.
- [15] Norma Polska PN-A-75101-04:1990. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [16] Norma Polska PN-A-75101-11:1990. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [17] Rembiałkowska E., Hallmann E., Szafirowska A.: Nutritive quality of tomato fruit from organic and conventional cultivation (ICCAS Warszawa, 27 czerwca-1 lipca 2005) *Culinary Acta and Sciences Global and National Perspectives.* ISBN: 1-85899-179X, Publish. SGGW, 2005, 193–202.
- [18] Rembiałkowska E., Hallmann E., Sikora M.: Wpływ czynników agrotechnicznych i przetwórczych na zawartość odżywczą, sensoryczną i towaroznawczą przetworów warzywnych wykonanych z surowców ekologicznych i konwencjonalnych. Sprawozdanie z przeprowadzonych w 2009 roku badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie przetwórstwa produktów roślinnych, zwierzęcych metodami ekologicznymi. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, 2009.
- [19] Rosen H.: A modified ninhydrine colorimetric analysis for amino acids. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 1957, 67, 10–15.
- [20] Rossi F., Godani F., Bertuzzi T., Trevisan M., Ferrari F., Gatti S.: Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *Eur J. Nutr.* 2008, 47, 266–272.
- [21] Stone, H. & Sidel, J. L.: Sensory evaluation practices. Academic Press, Orlando. ISO 8586-2:1994. Sensory analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 2: Experts. ISO 8589:1998 Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms ISO 4121:1987 Sensory analysis - Methodology - Evaluation of food products by methods using scales. 1985.
- [22] Świdorski F., Żebrowska M., Waszkiewicz-Robak B., Hallmann E.: Poprawa jakości i konkurencyjności na rynku krajowym i innych krajów UE napojów wyprodukowanych na bazie soków owocowych i warzywnych z krajowych surowców ekologicznych, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, 2008.
- [23] Thybo A.K., Edelenbos M., Christensen L.P., Sørensen J.N., Thorup-Kristensen K.: Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *LWT* 2006, 39, 835–843.
- [24] Toor R.K., Savage G.P., Heeb A.: Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Comp. and Anal.* 2006, 19, 20–27.
- [25] Worthington V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *J Alternat. Complement. Med.* 7, 2, 161–173
- [26] Zhao X., Chambers E., Matta Z., Loughin T.M., Carey E.E.: Consumer sensory analysis of organically and conventionally grown vegetables. *J. Food Sci.* 2007, 72, 2, 87–91.
- [27] Young J.E., Zhao X., Carey E.E., Welti R., Yang Sh. Sh., Wang W.: Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Mol. Nutr. Food Res.* 2005, 49, 1136–1142.