

Ewelina HALLMANN¹, Małgorzata SIKORA¹, Ewa REMBIAŁKOWSKA¹, Krystian MARSZAŁEK², Janusz LIPOWSKI²

¹ SGGW, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa,

Zakład Żywności Ekologicznej

ul. Nowoursynowska 159c, bud. 32, 02-776 Warszawa

e-mail: ewelina_hallmann@sggw.pl

² Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Zakład Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych

ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

e-mail: lipowski@ibprs.pl

THE INFLUENCE OF PASTEURIZATION PROCESS ON NUTRITIVE VALUE OF CARROT JUICES FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

Summary

The modern consumer is interested in organic preserves. It is connected with perception of organic production as friendly for human health and environment. Organic food is produced without dangerous contaminants as pesticides and mineral fertilizers. The carrot is a good source of carotenoids. It contains well known beta-carotene and lutein. Additionally carrot contains phenolic acids as: chlorogenic, p-coumaric, or ferulic. The thermal processing of food can negatively impact on nutritive value of preserves. So, it is very important to use vegetables of the highest value to prepare preserves. The aim of the work has been to show impact of cultivation system, variety and preserves method on quality parameters of carrot juice. The results obtained has shown that organic carrot juice contains significantly more vitamin C, lutein and caffeic acid in comparison to conventional one. Carrot juice prepared from Flacoro cultivar has contained significantly more vitamin C, p-coumaric, ferulic and benzoic acids in comparison to juice from Perfekcja variety. Pasteurization process has changed significantly nutritive value of examined carrot juices. After pasteurization carrot juice has contained a higher level of dry matter, reducing sugars, organic acids, lutein and caffeic acids and also less total sugars, vitamin C, phenolic acids as: chlorogenic, ferulic and benzoic in comparison to fresh carrot juice.

WPLYW PROCESU PASTERYZACJI NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ SOKU MARCHWIOWEGO Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Przetwory ekologiczne cieszą się dużym zainteresowaniem ze strony konsumentów. Jest to związane z postrzeganiem produkcji ekologicznej jako bardziej przyjaznej dla zdrowia człowieka jak też dla środowiska. Żywność z rolnictwa ekologicznego nie posiada w swoim składzie pozostałości niebezpiecznych dla zdrowia substancji chemicznych. Marchew jest bardzo dobrym źródłem karotenoidów. Zawiera szeroko znany beta-karoten oraz mniej znaną, lecz również bardzo ważną luteinę. Ponadto w swoim składzie marchew zawiera cenne związki polifenolowe takie jak kwas chlorogenowy, p-kumarynowy czy ferulowy. Proces termicznego utrwalania żywności może wywierać negatywny efekt na wartość odżywczą produktu końcowego. Dlatego rzeczą niezmiernie ważną jest wykorzystanie do przetwórstwa surowców jak najwyższej, jakości, aby produkt przetworzony również był zasobny w liczne składniki odżywcze. Celem pracy było określenie wpływu metody uprawy i odmiany marchwi oraz procesu przetwarzania na wartość odżywczą soku. Otrzymane wyniki wskazują, że sok ekologiczny charakteryzował się istotnie wyższą zawartością witaminy C, luteiny oraz kwasu kawowego w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Sok otrzymany z marchwi odmiany Flacoro zawierał istotnie więcej witaminy C, kwasu p-kumarynowego, ferulowego oraz benzoowego w porównaniu z sokiem otrzymanym z marchwi odmiany Perfekcja. Proces pasteryzacji zmienił istotnie i pozytywnie wartość odżywczą badanych soków marchwiowych. Po pasteryzacji stwierdzono, że sok marchwiowy charakteryzował się istotnie wyższą zawartością suchej masy, cukrów redukujących, kwasów organicznych, luteiny, kwasu kawowego oraz zawierał istotnie mniej cukrów ogółem, witaminy C, kwasu chlorogenowego, ferulowego i benzoowego w porównaniu do soku świeżego.

1. Wstęp

Wiele badań prowadzonych w Polsce i Europie wskazuje, że warzywa uprawiane w systemie ekologicznym charakteryzują się wyższą wartością odżywczą i zawartością związków biologicznie czynnych w porównaniu z warzywami konwencjonalnymi. Związane jest to z różnymi zasadami nawożenia i ochrony stosowanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. W systemie ekologicznym nie stosuje się nawozów sztucznych i syntetycznych środków ochrony roślin. Natomiast szeroko stosowane są nawozy naturalne: kompost, obornik oraz nawozy zielone,

naturalne metody ochrony: wrogowie naturalni, rośliny pułapkowe, pułapki feromonowe, tablice lepowe. W związku z innym systemem gospodarowania rośliny w systemie ekologicznym wykształcają własny system ochrony w postaci wzmożonej syntezy związków biologicznie czynnych, głównie związków fenolowych. Są one nazywane „naturalnymi pestycydami” [17]. Z licznych badań wynika, że związki te mają pozytywny wpływ na zdrowie człowieka [5]. Marchew jadalna (*Daucus carota*) zawiera błonnik oraz cukry proste (glukozę i fruktozę). Jest też cennym źródłem związków karotenoidowych: beta-karotenu, alfa-karotenu i luteiny. Zawiera również związki fenolowe z grupy feno-

lokwasów (kwas chlorogenowy i izochlorogenowy) [2]. Marchew z produkcji ekologicznej może być cennym surowcem do produkcji soków. Marchew ekologiczna charakteryzowała się mniejszą zawartością suchej masy, ale jednocześnie wytworzyła więcej cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących, jak też więcej beta-karotenu w porównaniu z marchwią konwencjonalną [1]. Podobne zależności w zawartości suchej masy, cukrów i beta-karotenu w ekologicznych odmianach marchwi uzyskały Rembiałkowska i Hallmann [13]. Zawartość związków biologicznie czynnych w korzeniach marchwi i jej przydatność do produkcji soków jest uzależniona od wielu czynników zewnętrznych (warunki agrotechniczne, warunki pogodowe w danym roku uprawy) oraz od czynnika wewnętrznego, jakim jest odmiana. Proces pasteryzacji ma za zadanie ochronę produktu przed rozwojem toksycznych drobnoustrojów. Niestety, zastosowana obróbka termiczna wpływa również negatywnie na zawartość związków biologicznie czynnych w sokach marchwiowych. Dlatego podjęto badania nad wpływem systemu uprawy oraz metody pasteryzacji na jakość soków przecierowych z marchwi.

2. Materiał i metody badań

Dwie odmiany marchwi Perfekcja i Flacoro uprawiano w dwóch gospodarstwach ekologicznych (certyfikowanych) oraz położonych w tym samym rejonie typowych gospodarstwach konwencjonalnych. W gospodarstwach ekologicznych zastosowano następujący system nawożenia i ochrony roślin:

Gospodarstwo ekologiczne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzeski, woj. mazowiecki). Lokalizacja geograficzna 51°30' N 20°55' E. Do nawożenia użyto kompost (25t/ha). Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 113 kg, fosfor /P/ 42 kg, potas /K/ 90 kg; wapń /Ca/ 95 kg, magnez /Mg/ 31 kg na hektar powierzchni. Dodano też preparat zwiększający żyzność gleby (EM) + wyciąg z pokrzywy i czosnku do ochrony przed chorobami grzybowymi.

Gospodarstwo ekologiczne nr 2 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzeski, woj. mazowiecki). Lokalizacja geograficzna 51°19' N 20°58' E. Do nawożenia użyto kompost (25 t/ha). Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 113 kg; fosfor /P/ 43 kg; potas /K/ 31 kg; wapń /Ca/ 94 kg, magnez /Mg/ 20 kg na hektar powierzchni. Nie stosowano żadnej ochrony przed chorobami i szkodnikami.

Gospodarstwo konwencjonalne nr 1 było położone w miejscowości Kaszewska Wola (gm. Stara Błotnica, pow. białobrzeski, woj. mazowiecki). Lokalizacja geograficzna 51°19' N 20°58' E. Do nawożenia użyto superfosfat pojedynczy, Hydrokompleks. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 160 kg; fosfor /P/ 162 kg; potas /K/ 71 kg; wapń /Ca/ 82 kg, magnez /Mg/ 59 kg na hektar powierzchni. Do ochrony przed chwastami zastosowano Stomp 330 EC, Sumilex 500 SC, Sumi Alpha 050 EC.

Gospodarstwo konwencjonalne nr 2 było położone w miejscowości Sewerynow (gm. Przytyk, pow. radomski, woj. mazowiecki). Lokalizacja geograficzna 51°28' N 20°54' E. Do nawożenia użyto obornik krowi (15t/ha), Polidap, Polifag, oraz saletrę amonową. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 141 kg; fosfor /P/ 75 kg; potas /K/ 176 kg; wapń /Ca/ 45 kg, magnez /Mg/ 60 kg na

hektar powierzchni. W celu ochrony przed chwastami zastosowano Afalon 450 SC.

Marchew w ilości 25 kg zebrano jednocześnie ze wszystkich gospodarstw i przeznaczono do wyrobu soków przecierowych. Korzenie zostały ręcznie umyte i posortowane, rozdrobnione i rozparzone z wodą w stosunku 1:1. Następnie woda została odparowana (w 90°C). Otrzymaną pulpę marchwiową przetarto przez sita o średnicy oczek 1,2 mm. Kolejnym etapem było kupażowanie (zagęszczanie soku) oraz mieszanie. 1 dm³ soku marchwiowego zawierał 540 g przecieru marchwiowego, 46 g cukru oraz 2 g kwasu cytrynowego oraz uzupełniono do 1 dm³ wodą. Wybrane próbki, zgodnie z wytycznymi doświadczenia poddano pasteryzacji w temp. 92-93°C w czasie 20 min.

W tak przygotowanych próbkach soku zmierzono zawartość: suchej masy metodą wagową [10], cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących [6], kwasów organicznych [11], witaminy C [12], karotenoidów metodą HPLC [8], polifenoli metodą HPLC. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej dwuczynnikowej z zastosowaniem testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, dodatkowo wyliczono odchylenie standardowe dla prób oraz podano p-value.

3. Wyniki badań

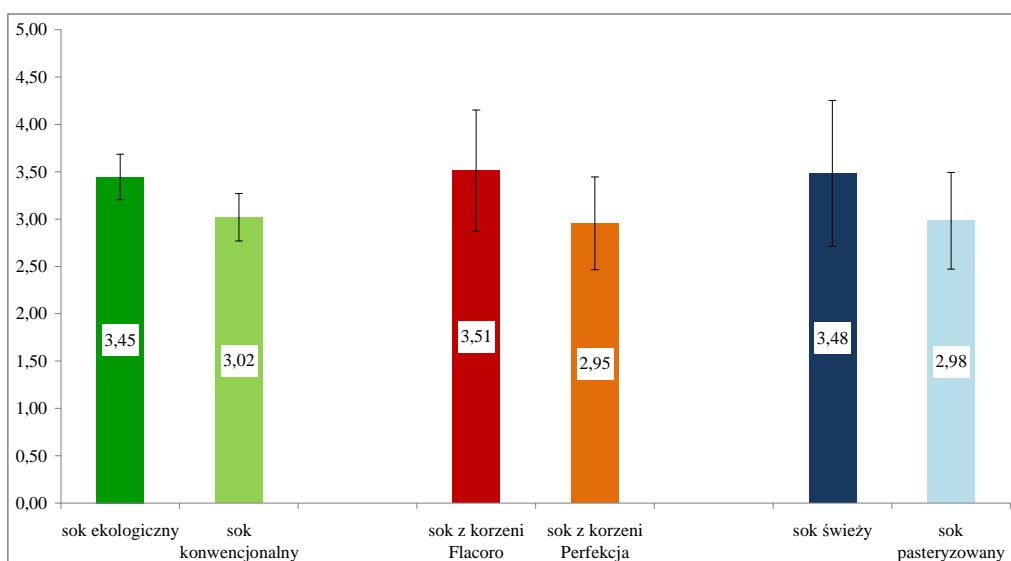
Zawartość suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz kwasów organicznych w sokach świeżych i pasteryzowanych przedstawiono w tab.1. Otrzymane wyniki wskazują, że zawartość suchej masy w końcowym produkcie zależała istotnie od procesu pasteryzacji. W sokach poddanych obróbce termicznej stwierdzono istotnie więcej suchej masy w porównaniu z sokami świeżymi. Nie stwierdzono różnic w zawartości suchej masy pomiędzy sokami ekologicznymi i konwencjonalnymi oraz pomiędzy sokami wykonanymi z różnych odmian marchwi. Soki ekologiczne charakteryzowały się istotnie niższą zawartością cukrów ogółem w porównaniu z sokami konwencjonalnymi. Jednocześnie stwierdzono, że proces pasteryzacji miał istotny wpływ na zawartość cukrów w końcowym produkcie. Sok pasteryzowany zawierał istotnie mniej cukrów ogółem w porównaniu z sokiem świeżym (tab. 1).

W przypadku zawartości cukrów redukujących stwierdzono, że tylko proces pasteryzacji miał istotny wpływ na zawartość cukrów redukujących. Sok pasteryzowany zawierał istotnie więcej cukrów redukujących w porównaniu z sokiem świeżym. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości cukrów redukujących pomiędzy sokami wykonanymi z różnych odmian marchwi. Na zawartość kwasów organicznych w sokach marchwiowych wpłynęły istotnie dwa czynniki: odmiana oraz proces pasteryzacji. Sok wykonany z marchwi odmiany Flacoro charakteryzował się istotnie wyższą kwasowością w porównaniu z sokiem z marchwi Perfekcja. Sok pasteryzowany zawierał istotnie więcej kwasów organicznych w porównaniu z sokiem świeżym (tab. 1). Zawartość witaminy C w sokach marchwiowych istotnie zależała od pochodzenia soku, odmiany marchwi i procesu pasteryzacji (rys. 1). Sok marchwiowy z produkcji ekologicznej zawierał istotnie więcej witaminy C w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Sok otrzymany z marchwi odmiany Flacoro charakteryzował się istotnie wyższą zawartością witaminy C w porównaniu z sokiem z drugiej badanej odmiany. Po pasteryzacji stwierdzono istotny ubytek witaminy C.

Tab. 1. Zawartość suchej masy, cukrów i kwasów organicznych (w g/100 g ś.m.) w wybranych sokach marchwiowych (wartości średnie ± odchylenie standardowe)

Table 1. The content of dry matter, total and reducing sugars and organic acids (in g/100 f.w.) in selected carrot juices (average value ± standard deviation)

Rodzaj soku / Kind of juices	sucha masa /dry matter	cukry ogółem /total sugars	cukry redukujące /reducing sugars	kwasowość /acidity
sok ekologiczny /organic juice	8,19 ± 0,20	4,75 ± 0,85	2,03 ± 0,33	0,22 ± 0,01
sok konwencjonalny /conventional juice	7,99 ± 0,35	5,46 ± 0,75	2,00 ± 0,35	0,22 ± 0,02
sok z korzeni Flacoro /Flacoro juice	8,16 ± 0,40	4,92 ± 1,05	1,94 ± 0,35	0,23 ± 0,01
sok z korzeni Perfekcja /Perfekcja juice	8,02 ± 0,54	5,29 ± 0,45	2,08 ± 0,46	0,21 ± 0,06
sok świeży /fresh juice	7,47 ± 0,73	5,42 ± 0,87	1,87 ± 0,31	0,20 ± 0,03
sok pasteryzowany /pasteurized juice	8,72 ± 0,47	4,79 ± 0,80	2,15 ± 0,41	0,23 ± 0,05
p-value				
pochodzenie soku /origin of juice	n.s.*	0,0025	n.s.	n.s.
odmiana marchwi /variety of carrot	n.s.	n.s.	n.s.	0,0308
przetworzenie /processing	<0,0001	0,006	0,0126	0,015
*n.s. statistically not significant				



Rys. 1. Zawartość witaminy C w wybranych sokach marchwiowych

Fig. 1. The content of vitamin C in selected carrot juices

p-value	uprawa	odmiana	przetworzenie
	0,050	0,0123	0,0236

Zawartość beta-karotenu w sokach marchwiowych istotnie zależała od pochodzenia soku i badanej odmiany marchwi. Sok ekologiczny charakteryzował się istotnie wyższą zawartością beta-karotenu w porównaniu z sokiem konwencjonalnym (tab. 2). Sok z odmiany Perfekcja zawierał istotnie więcej beta-karotenu w porównaniu z sokiem z odmiany Flacoro. Zawartość luteiny w badanych sokach marchwiowych zależała istotnie od pochodzenia soku i metody przetworzenia soku. Sok ekologiczny zawierał istotnie więcej luteiny w porównaniu z sokiem konwencjonalnym. Po pasteryzacji stwierdzono istotnie więcej luteiny w porównaniu z sokiem świeżym (tab. 2). Zawartość kwasów fenolowych zależała istotnie od pochodzenia soku, odmiany marchwi oraz procesu przetworzenia produktu (tab. 2). Sok ekologiczny charakteryzował się istotnie wyższą zawartością kwasu kawowego oraz istotnie niższą zawartością kwasu chlorogenowego, p-kumarynowego, synapisowego oraz ferulowego. Sok otrzymany z korzeni odmiany Flacoro zawierał istotnie więcej kwasu chlorogenowego, p-kumarynowego i ferulowego w porównaniu z sokiem z drugiej badanej odmiany Perfekcja. Sok świeży zawierał

istotnie więcej kwasu ferulowego i benzoowego w porównaniu z sokiem pasteryzowanym (rys. 2).

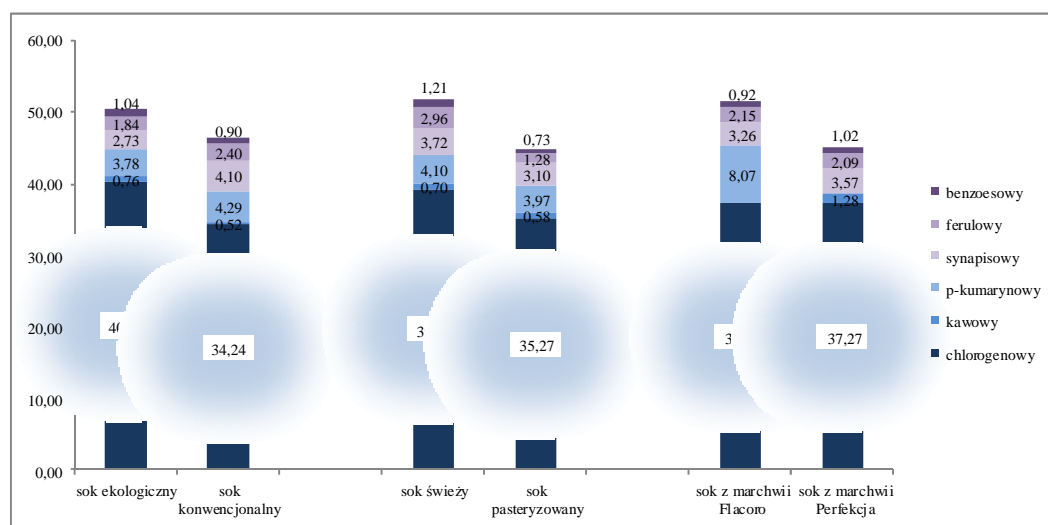
4. Dyskusja

Ze względu na wysoką zawartość błonnika oraz cukrów prostych sok marchwiowy jest polecany w codziennej diecie. Jednocześnie dostarcza do organizmu cenne związki biologicznie czynne jak karotenoidy czy związki fenolowe [7]. Odmiany marchwi przeznaczone do produkcji soków powinny charakteryzować się wysoką zawartością suchej masy, cukrów prostych, dzięki czemu sok uzyskany będzie słodki i gęsty oraz karotenoidów, co warunkuje właściwą ciemnopomarańczoną barwę produktu. Marchew z produkcji ekologicznej zawierała nieznacznie mniej suchej masy, ale jednocześnie więcej cukrów ogółem i cukrów redukujących w porównaniu z marchwią konwencjonalną [13]. Zbliżone wyniki otrzymał Abele [1], który podał, że marchew ekologiczna charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy oraz cukrów ogółem i bezpośrednio redukujących [1].

Tab. 2. Zawartość beta-karotenu i luteiny (w mg/100 g ś.m.) w wybranych sokach marchwiowych (wartość średnia ± odchylenie standardowe)

Table 2. The content of beta-carotene and lutein (in mg/100g f.w.) in selected carrot juices

Rodzaj soku /Kind of juices	Beta-karoten /beta-carotene	Luteina /lutein
sok ekologiczny /organic juice	1,78 ± 0,20	0,24 ± 0,02
sok konwencjonalny /conventional juice	1,54 ± 0,10	0,22 ± 0,01
sok z korzeni Flacoro /Flacoro juice	1,52 ± 0,45	0,23 ± 0,02
sok z korzeni Perfekcja /Perfekcja juice	1,79 ± 0,40	0,23 ± 0,02
sok świeży /fresh juice	1,73 ± 0,40	0,22 ± 0,03
sok pasteryzowany /pasteurized juice	1,59 ± 0,44	0,24 ± 0,02
p-value		
pochodzenie soku /juice origin	0,0415	0,0008
odmiana marchwi /carrots variety	0,0249	n.s.
przetworzenie /processing	*n.s.	0,0012
*n.s. nie istotne statystycznie /statistically not significant		



Rys. 2. Zawartość kwasów fenolowych w wybranych sokach marchwiowych

Fig. 2. The content of phenolic acids in selected carrot juices

p-value	chlorogenowy	kawowy	p-kumarynowy	synapisowy	ferulowy	benzoesowy
uprawa	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
odmiana	n.s.	<0,0001	<0,0001	n.s.	0,046	n.s.
przetworzenie	0,0045	<0,0001	0,0001	n.s.	<0,0001	<0,0001

W badaniach, omówionych w artykule, otrzymano nieznacznie wyższą zawartość suchej masy w soku ekologicznym oraz soki te w stanie świeżym charakteryzowały się wyższą zawartością cukrów redukujących (tab. 1). Jednak zawartość cukrów ogółem była istotnie wyższa w sokach konwencjonalnych. Zastosowanie wysokiej temperatury do pasteryzacji wpłynęło na zmiany zawartości i proporcji karotenoidów. Wzrost temperatury i czasu przechowania próbek soków przyczynia się do degradacji barwników w soku [4]. Zaobserwowano również, że zastosowanie wysokiej temperatury do pasteryzacji przyczynia się do zmiany izomeracji karotenoidów. Ubywa izomerów *trans*, a pojawiają się izomery *cis* [9]. Zawartość beta-karotenu w świeżych korzeniach marchwi jest uzależniona od wielu czynników, w tym agrotechnicznych i genetycznych. Odmiany marchwi o ciemnopomarańczowym zabarwieniu korzeni (*high-βC orange*) zawierają średnio nawet do 18,5 mg/100 g ś.m. beta-karotenu oraz 0,44 mg/100 g ś.m. luteiny, podczas gdy korzenie typowo pomarańczowe 12,8 mg/100 g ś.m. oraz 0,26 mg/100 g ś.m., odpowiednio beta-karotenu i luteiny [16]. Proces przetwarzania surowca (tworzenie pulpy marchwiowej oraz kupazowanie soku) przyczynia się do degra-

dacji beta-karotenu w produkcie końcowym, jakim jest sok świeży, a następnie proces pasteryzacji powoduje dalsze obniżenie się zawartości beta-karotenu w soku marchwiowym. W prezentowanej pracy zawartość beta-karotenu w soku marchwiowym świeżym z produkcji ekologicznej oraz konwencjonalnej utrzymywała się na mniejszym poziomie i wyniosła odpowiednio 1,76 mg/100 g ś.m. oraz 1,54 mg/100 g ś.m. zaś luteiny 0,24 mg/100 g ś.m. oraz 0,22 mg/100 g ś.m. Jak podają Stracke i in. [14] marchew ekologiczna zawierała 12,1 mg/100 g ś.m. beta-karotenu, zaś konwencjonalna 11,6 mg/100 g ś.m. Spożywanie przetworzonej (gotowanej) marchwi ekologicznej i konwencjonalnej przez grupę 36 mężczyzn nie wpłynęła znacząco na poziom potencjału antyoksydacyjnego osocza, chociaż podniosła istotnie stężenie beta-karotenu w osoczu osób badanych, zarówno z grupy ekologicznej, jak i konwencjonalnej [14]. Podobne zależności w konsumpcji karotenoidów (likopenu i beta-karotenu) i ich późniejszym stężeniu w osoczu osób badanych, chociaż na pomidorach ekologicznych stwierdzili w swoim doświadczeniu Caris-Veynard i in. [3]. W korzeniach świeżej marchwi wykryto liczne kwasy fenolowe, z których najwięcej było kwasu

chlorogenowego (8,50 mg/100 g ś.m.), neochlorogenowego (3,80 mg/100 g ś.m.) oraz kawowego 2,08 mg/100 g ś.m.[2]. W prezentowanych badaniach w soku marchwiowym stwierdzono obecność sześciu różnych kwasów fenolowych (w tym chlorogenowy, kawowy, p-kumarynowy, synapisowy, benzoesowy i ferulowy). Ilościowo najczęściej było kwasu chlorogenowego i było to dla soku ekologicznego 19,03 mg/100 g ś.m. oraz dla soku konwencjonalnego 35,04 mg/100 g ś.m. (rys. 2).

5. Wnioski

1. Ekologiczny sok marchwiowy charakteryzował się istotnie wyższą zawartością witaminy C, beta-karotenu, luteiny oraz kwasu kawowego w porównaniu z sokiem konwencjonalnym.
2. Konwencjonalny sok marchwiowy zawierał istotnie więcej cukrów ogółem, kwasów chlorogenowego, p-kumarynowego, synapisowego i ferulowego w porównaniu z sokiem ekologicznym.
3. Sok otrzymany z korzeni marchwi Flacoro charakteryzował się istotnie wyższą zawartością kwasów organicznych, witaminy C, kwasów fenolowych: p-kumarynowego i ferulowego w porównaniu z sokiem otrzymanym z marchwi odmiany Perfekcja.
4. Sok otrzymany z korzeni marchwi Perfekcja charakteryzował się istotnie wyższą zawartością beta-karotenu oraz kwasu kawowego w porównaniu z sokiem z korzeni Flacoro.
5. Sok marchwiowy świeży zawierał istotnie więcej cukrów ogółem, witaminy C, kwasów fenolowych: chlorogenowego, p-kumarynowego, ferulowego i benzoesowego w porównaniu z sokiem pasteryzowanym.
6. Sok marchwiowy pasteryzowany charakteryzował się istotnie wyższą zawartością suchej masy, cukrów redukujących, kwasów organicznych oraz luteiny w porównaniu z sokiem świeżym.

6. Literatura

- [1] Abele U.: Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch, dynamisch. Angewandte Wissenschaft (Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Foresten), 1987, Heft 345.
- [2] Alasalvar C., Grigor J.M., Zhang D., Quantick P.C., Shahid F.: Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins, and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49, 1410-1416.
- [3] 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 Microcon-

stituent Content of Tomatoes and Derived Purees; Consequences on Antioxidant Plasma Status in Humans. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, 6503-6509.

- [4] Chen H. E., Peng H. Y., Chen B. H.: Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. *Food Chem.*, 1996, 57, 4, 497-503.
- [5] 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.
- [6] Fortuna T., Juszcak L., Sobolewska-Zielińska J.: Podstawy analizy żywności, Skrypt do ćwiczeń AR w Krakowie, 2003.
- [7] Hallmann E., Sikora M., Rembiałkowska E., Lipowski J., Marszałek K.: The effect of pasteurization on the nutritional value of Carnot juice from organic and conventional production. *New Concept of food evaluation*, publ. Perlan Techn., 200, 2, 94-103.
- [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., Schapendong 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] Marx M., Stuparic M., Schieber A., Carle R.: Effects of thermal processing on trans-cis-isomerization of β -carotene in carrot juices and carotene-containing preparations. *Food Chem.*, 2003, 83, 4, 609-617.
- [10] Polska Norma, PN-R-04013:1988, Analiza chemiczno-roślinna roślin. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.
- [11] Polska Norma, PN-A-75101-04:1990, Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [12] Polska Norma, PN-A-75101-11:1990, Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [13] Rembiałkowska E., Hallmann E.: The influence of cultivation methods on selected quality parameters and nutritive value of carrots (*Daucus carota*). *Żyw. Człow. i Met.*, 2007, 34, 550-556.
- [14] Strackea B.A., Rüfera C.E., Buba A., Brivibaa K., Seiferta S., Kunza C., Watzla B.: Bioavailability and nutritional effects of carotenoids from organically and conventionally produced carrots in healthy men. *Brit. J. Nutr.* Published online by Cambridge University Press, 20 Nov 2008 (<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=2713308>)
- [15] Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych. Warszawa: PZWL, 1978.
- [16] Surles R.L., Weng N., Simon Ph. W., Tanumihardjo S.A.: Carotenoid profiles and consumer sensory evaluation of specialty carrots (*Daucus carota*, L.) of various colors. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, 3417-3421.
- [17] Young J.E., Zhao X., Carey E.E., Welti R., Yang S.-S., Wang W.: Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2005, 49, 1136-1142.