

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W MARCHWI Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ W KONTEKŚCIE PROFILAKTYKI ZDROWOTNEJ

THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN CARROTS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION IN THE CONTEXT OF HEALTH PREVENTION

Małgorzata Sikora, Ewelina Hallmann, Ewa Rembiałkowska

Zakład Żywności Ekologicznej, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Słowa kluczowe: *substancje bioaktywne, marchew, uprawa ekologiczna, uprawa konwencjonalna, kwasy fenolowe, beta-karoten, luteina*

Key words: *bioactive compounds, carrot, organic cultivation, conventional cultivation, phenolic acids, beta-carotene, lutein*

STRESZCZENIE

Korzenie marchwi są dobrym źródłem błonnika, kwasów fenolowych oraz karotenoidów, z których najliczniej występują beta – karoten oraz luteina. Dlatego marchew jest tak ważna w promocji zdrowia. Istnieją podstawy naukowe pozwalające przypuszczać, że warzywa z produkcji ekologicznej oraz wykonane z nich przetwory zawierają więcej składników odżywczych. Jednakże wyniki badań są zmienne. Dlatego uznano za celowe podjęcie prezentowanych badań. Celem pracy była ocena zawartości związków bioaktywnych w korzeniach marchwi uprawianej w systemie ekologicznym oraz konwencjonalnym. Do doświadczenia wybrano dwie odmiany marchwi: Flacoro i Perfekcja, pochodzące z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Próbkę korzeni marchwi zostały zebrane w tym samym czasie we wszystkich gospodarstwach i przekazane do wykonania badań. Wyniki analiz wskazują, że marchew uprawiana w systemie ekologicznym zawierała istotnie więcej suchej masy, witaminy C, kwasów fenolowych oraz karotenoidów w porównaniu do marchwi konwencjonalnej.

ABSTRACT

Carrot roots are good source of diet fiber, phenolic acids and also carotenoids, in that beta-carotene and lutein. Therefore carrot is an important in a preventive nutrition. According to many researchers vegetables from organic production and their products contain more beneficial nutrients than conventional vegetables. However the results in this field are not fully consistent. The research has been established to solve the rising doubts. The aim of work was to evaluate the level of bioactive compounds in organic and conventional carrot roots. Two varieties of carrots from organic and conventional system have been chosen to study: Flacoro and Perfekcja. The samples of the roots have been selected in the same time and passed on to the chemical analysis. The results obtained showed that organic carrots contained significantly more dry matter, vitamin C, phenolic acids and carotenoids in comparison to the conventional ones.

WSTĘP

Rolnictwo ekologiczne charakteryzuje się całkowitym zakazem używania nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Na szeroką skalę stosuje się komposty, nawozy zielone oraz obornik. Do ochrony roślin stosuje się tylko naturalne metody,

jakimi są wrogowie naturalni, pułapki feromonowe oraz wyciągi roślinne. Rośliny uprawne zaatakowane przez szkodniki i patogeny rozpoczynają syntezę związków, najczęściej związków fenolowych, które mają silne właściwości cytotoksyczne [4]. Związki te są nazywane „naturalnymi pestycydami” i w dużych stężeniach są toksyczne dla owadów i grzybów [4]. Jak wynika z nie-

Adres do korespondencji: Ewa Rembiałkowska, Zakład Żywności Ekologicznej, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, tel. 022 593 70 38, fax 022 593 70 36, e-mail: ewa_rembialkowska@sggw.pl

licznych badań warzywa z produkcji ekologicznej charakteryzują się często wyższą zawartością suchej masy, związków fenolowych oraz witaminy C w porównaniu z tymi samymi roślinami uprawianymi w systemie konwencjonalnym [5, 8, 9]. Konieczna jest jednak większa ilość badań tej dziedzinie, dlatego uznano za celowe podjęcie badań nad marchwią z produkcji ekologicznej. Marchew jest warzywem bardzo bogatym w błonnik oraz karotenoidy (*beta*-karoten, luteinę), zawiera też witaminę C, jak również kwasy fenolowe [2]. Błonnik jest ważnym związkiem pomocnym w utrzymaniu prawidłowej funkcji jelit [18]. *Beta*-karoten jest znany jako doskonały wymiatacz wolnych rodników i chroni nasz organizm przed stresem oksydacyjnym [10]. Luteina jest karotenoidem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania oka [3].

Celem pracy była ocena zawartości związków bioaktywnych w korzeniach marchwi pochodzącej z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

MATERIAŁ I METODY

Marchew użyta do doświadczenia była uprawiana w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych położonych w okolicach Radomia. Do doświadczenia wybrano dwie odmiany marchwi Perfekcja i Flacoro w ilości po 10 kg z każdej odmiany. We wszystkich gospodarstwach marchew była uprawiana zgodnie z wytycznymi dla rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego. W dojrzałych korzeniach zmierzono zawartość: suchej masy metodą wagową [12], witaminy C metodą *Tillmansa* [13], kwasów fenolowych metodą kolorymetryczną [16], karotenoidów metodą chromatografii kolumnowej [15]. Wyniki dotyczące analiz chemicznych poddano analizie statystycznej przy pomocy analizy wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

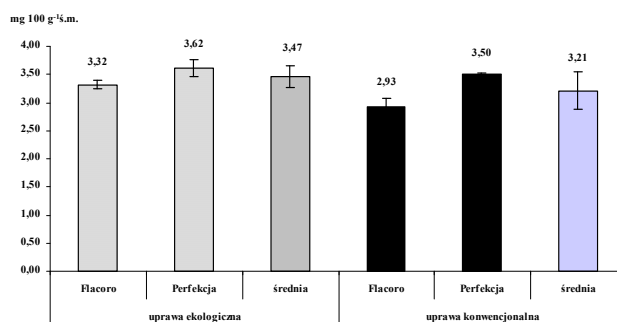
Zgromadzone wyniki wskazują, że przy ocenie średniej z dwóch badanych odmian, marchew ekologiczna charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością suchej masy w korzeniach w porównaniu z marchwią konwencjonalną (tabela 1).

Badane odmiany marchwi różniły się istotnie pomiędzy sobą w zawartości suchej masy w korzeniach: odmiana Perfekcja zawierała istotnie więcej suchej masy niż odmiana Flacoro. Na zawartość witaminy C w marchwi istotny wpływ miała także zastosowana metoda uprawy. Marchew ekologiczna zawierała istotnie więcej tego związku w korzeniach. Nie stwierdzono natomiast istotnej różnicy pomiędzy badanymi odmianami pod względem zawartości witaminy C. Marchew

Tabela 1. Zawartość suchej masy, witaminy C oraz kwasów fenolowych w korzeniach marchwi
Content of dry matter, vitamin C and phenolic acids in carrot roots

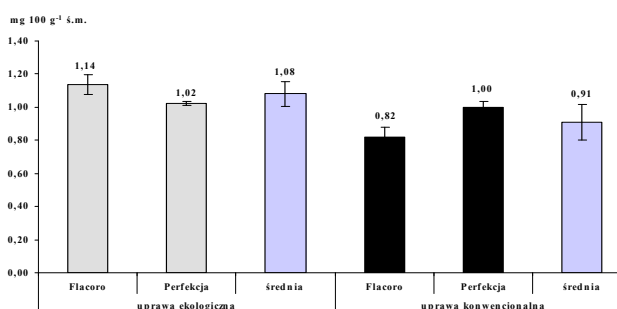
	Odmiana	Sucha masa (mg·100g ⁻¹ ś.m.)	Witamina C (mg·100g ⁻¹ ś.m.)	Kwasy fenolowe (mg·100g ⁻¹ ś.m.)
uprawa ekologiczna	Flacoro	11,28	4,91	141,79
	Perfekcja	11,51	4,45	154,96
	średnia	11,40	4,68	148,37
uprawa konwencjonalna	Flacoro	10,51	3,98	79,35
	Perfekcja	11,49	4,25	65,03
	średnia	11,00	4,11	72,19
p-value				
uprawa		0,0007	0,0000	0,0000
odmiana		0,0000	n.s.	n.s.
interakcja		0,0008	0,0006	0,0003
n.s. nie istotne statystycznie				

ekologiczna zawierała również istotnie więcej kwasów fenolowych w porównaniu z marchwią konwencjonalną i była to różnica duża, bo dwukrotna (tabela 1). Zgromadzone wyniki wskazują, że na zawartość *beta*-karotenu



Ryc. 1. Zawartość *beta*-karotenu w korzeniach marchwi z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej (p-value uprawa 0,0040, odmiana 0,0001, interakcja n.s.)

Beta-carotene content in carrot roots from organic and conventional cultivation p-value cultivation 0,0040, cultivar 0,0001, interaction n.s.



Ryc. 2. Zawartość luteiny w korzeniach marchwi z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej (p-value uprawa 0,0002, odmiana n.s., interakcja 0,0007)

Lutein content in carrot roots from organic and conventional cultivation p-value cultivation 0,0002, cultivar n.s., interaction 0,0007

w marchwi istotny wpływ miały zarówno metoda uprawy, jak też badana odmiana (ryc. 1). Marchew ekologiczna była zasobniejsza w ten karotenoid w porównaniu do marchwi konwencjonalnej. W obu systemach uprawy odmiana Perfekcja charakteryzowała się wyższą zawartością *beta*-karotenu w porównaniu z odmianą Flacoro (ryc. 1). Na zawartość luteiny w korzeniach marchwi istotny wpływ miała tylko zastosowana metoda uprawy. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości luteiny pomiędzy badanymi odmianami (ryc. 2).

DYSKUSJA

Marchew należy do warzyw bogatych w błonnik oraz karotenoidy. W niektórych przypadkach marchew o fioletowych korzeniach może też zawierać likopen oraz antocyjany [17]. Głównym czynnikiem determinującym zawartość karotenoidów w korzeniach jest typ marchwi (np. typ wysokokarotenowy, typ baby-carrots) oraz jej odmiana, nie mniej ważne są również warunki agrotechniczne. W typowych odmianach marchwi zawartość *beta*-karotenu kształtuje się na poziomie 0,18 - 18,5 mg·100g⁻¹ś.m., natomiast *alfa*-karoten jest stwierdzany na poziomie 0,05 - 3,1 mg·100g⁻¹ś.m. Likopen jest wykrywany tylko w korzeniach o czerwonym zabarwieniu, w ilości 6,1 mg·100g⁻¹ś.m. Luteiny zaś jest z reguły tylko śladowa ilość w marchwi pomarańczowej (51 mg·100g⁻¹ś.m.) oraz znacznie wyższa zawartość w marchwi żółtej (1,1 mg·100g⁻¹ś.m.) [2]. W marchwi o korzeniach fioletowych odnaleziono też antocyjany [17]. W badanych odmianach z uprawy ekologicznej uzyskano, 47 mg·100g⁻¹ś.m. *beta*-karotenu oraz 3,21 mg·100g⁻¹ś.m. *beta*-karotenu dla marchwi konwencjonalnej. Wiadomo jednocześnie, że żadna z badanych odmian nie należy do typu marchwi wysokokarotenoidowej, dlatego taka zawartość barwników karotenoidowych mieści się w charakterystycznym dla marchwi zakresie.

Jednocześnie stwierdzono, że badana marchew była bogata w luteinę; zawierała jej aż 1,08 mg·100g⁻¹ś.m. w uprawie ekologicznej oraz 0,91 mg·100g⁻¹ś.m. w uprawie konwencjonalnej (ryc. 1). W swojej pracy Kaack i wsp. [7] wykazali zależność pomiędzy zawartością azotu mineralnego w glebie w momencie kiełkowania marchwi, a jakością korzeni. Przy dużej zawartości azotu korzenie marchwi zawierały mniej witaminy C, a więcej *beta*-karotenu. Podobnie podaje Rembalińska [14], która stwierdziła również więcej *beta*-karotenu w marchwi z produkcji konwencjonalnej (14,49 mg·100g⁻¹ś.m.) niż ekologicznej (13,55 mg·100g⁻¹ś.m.). Otrzymałe różnice nie były istotne statystycznie. Na zawartość *beta*-karotenu w korzeniach marchwi duży wpływ mają warunki pogodowe. Z pracy Evers [6] wynika, że w latach o wyższej średniej temperaturze i większej

ilości słonecznych godzin w ciągu dnia marchew ma skłonność do większej syntezy *beta*-karotenu. W prezentowanych badaniach stwierdzano wyraźnie więcej karotenoidów (*beta*-karotenu i luteiny) w marchwi z uprawy ekologicznej niż konwencjonalnej. Wynik ten jest raczej wyjątkiem niż regułą na tle rezultatów innych autorów. Zagadnienie to wymaga dalszych intensywnych badań. Ponadto w prezentowanej pracy stwierdzono istotnie wyższą zawartość witaminy C w marchwi z produkcji ekologicznej niż konwencjonalnej. Zbliżone wyniki (choć nieistotne statystycznie) uzyskał Abele [1], który w marchwi nawożonej konwencjonalnie stwierdził nieznacznie i nieistotnie więcej witaminy C (5,46 mg·100g⁻¹ś.m.) niż w marchwi z uprawy ekologicznej (5,22 mg·100g⁻¹ś.m.).

W niniejszej pracy stwierdzono istotne różnice w zawartości suchej masy pomiędzy korzeniami marchwi z obu systemów uprawy. Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach Pither i Hall [11], którzy stwierdzili większą zawartość suchej masy w marchwi ekologicznej w porównaniu do konwencjonalnej.

WNIOSKI

1. Marchew z produkcji ekologicznej, z uwagi na wyższą zawartość związków bioaktywnych oraz wysokie codzienne spożycie, może stać się potencjalnie ważnym źródłem tych związków w diecie naszego społeczeństwa.
2. Wybór marchwi oraz innych warzyw z produkcji ekologicznej może mieć istotne znaczenie w profilaktyce zdrowotnej.

PIŚMIENNICTWO

1. Abele U.: Productqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch, dynamisch Angewandte Wissenschaft (Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Foresten) Heft. 1987, 345.
2. Alasalvar C., Grigor J.M., Zhang D., Quantick P.C., Shahidi 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. Alves-Rodrigues A., Shao A.: The science behind lutein. Toxic. Letters. 2004, 150, 57-83.
4. 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.
5. Bourn D., Prescott J.: A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. Critic. Rev. Food Sci. and Nutrit. 2002, 42, 1-34.

6. Evers A.M.: Effects of different fertilization practices on the carotene content of carrot - Journal of Agricultural Science in Finland. 1989, 61, 7-14.
7. 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.
8. Lundegårdh B., Mårtensson A.: Organically produced plant foods – evidence of health benefits. Acta. Agric. Scand., Sect. Soil and Plant Sci. 2003, 53, 3-15.
9. Magkos F., Arvaniti F., Zampelas A.: Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. Internat. J. Food Sci. Nutrit. 2003, 54, 5, 357-371.
10. Maritim A., Dene B.A., Sanders R.A., Watkins III J.B.: Effects of β -Carotene on oxidative stress in normal and diabetic rats. J. Biochem. Molecular Toxicology. 2002, 16, 4, 203-208.
11. Pither R., Hall M.N.: Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruits and vegetables. Technical Memorandum 597, MAFF project 4350, Campden Food & Drink Research Association. 1990.
12. Polska Norma PN-A-75101-03:1990. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych – Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
13. Polska Norma PN-A-75101-11:1990. Przetwory owocowe i warzywne – Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości witaminy C.
14. Rembiałkowska E.: Badania porównawcze jakości marchwi i białej kapusty z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych, Roczn. AR Poznań, 1998, CCCIV, Ogrod. 27, 257-266
15. Saniawski M., Czapski J.: The effect of methyl jasmonate on lycopene and *beta*-carotene accumulation in ripening red tomatoes. Exper. 1983, 39, 1373-1374.
16. Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Wawelska E.: Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych. PZWL, Warszawa 1978.
17. Surlles R.L., Weng N., Simon P.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.
18. Wisker E., Schwejzera T.F., Daniel M., Feldheim W.: Fibre-mediated physiological effects of raw and processed carrots in humans. British J. Nutri. 1994, 72, 579-599.

Otrzymano: 03.09.2008

Zaakceptowano do druku: 12.05.2009