

Dr hab. Renata KAZIMIERCZAK

Dr hab. Ewelina HALLMANN

Mgr inż. Urszula ZDUŃSKA

Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

WPŁYW SYSTEMU PRODUKCJI NA ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W PRZYPRAWACH ZIOŁOWYCH ®

The impact of production systems on the content of selected bioactive
compounds in the herbal spices ®

Słowa kluczowe: przyprawy ziołowe, produkcja ekologiczna, produkcja konwencjonalna, flawonoidy, kwasy fenolowe, witamina C.

Celem pracy przedstawionej w artykule było porównanie zawartości związków o właściwościach przeciwutleniających w przyprawach ziołowych pochodzących z ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji. Materiał do badań stanowiły dostępne na polskim rynku suszone przyprawy ziołowe: majeranek, oregano, lubczyk i kmin rzymski, w których oznaczono zawartość suchej masy metodą wagową, witaminy C metodą miareczkowania oraz związków fenolowych metodą HPLC. Uzyskane wyniki potwierdziły wyższą zawartość suchej masy, witaminy C i sumy kwasów fenolowych w certyfikowanych przyprawach pochodzących z produkcji ekologicznej w porównaniu do przypraw konwencjonalnych. Przyprawy konwencjonalne natomiast zawierały większą sumę flawonoidów. Ze względu na wysoką zawartość ważnych dla zdrowia związków bioaktywnych zioła z upraw ekologicznych powinny stanowić element wzbogacający dietę i być polecane w profilaktyce zdrowotnej.

Key words: herbal spices, organic production, conventional production, flavonoids, phenolic acids, vitamin C.

The aim of this article was to compare the antioxidant substances content in the herbal spices coming from organic and conventional production. The analyzes were done on four kind of dry spices available on the Polish market: marjoram, oregano, lovage and cumin. The following parameters were determined in herbs: dry matter by drying at 105 °C, vitamin C by the titration method and phenols content by the HPLC method. The results showed that the organic spices contained significantly more of dry matter, total phenolic acids, and vitamin C. Conventional spices contained more of total flavonoids. Herbal spices coming from the organic production create a valuable source of bioactive compounds and should be recommended as a preventive treatment.

WSTĘP

Rolnictwo ekologiczne to zrównoważony system produkcji rolniczej, którego celem jest dbałość o środowisko, utrzymanie gleby w odpowiednim stopniu żyzności i wytwarzanie wysokiej jakości żywności. Płody rolne są produkowane naturalnymi metodami, które nie powodują ich zanieczyszczenia, utraty wartości odżywczej oraz właściwości zdrowotnych [26].

Według licznych doniesień naukowych surowce i produkty roślinne z rolnictwa ekologicznego mają z reguły wyższą wartość odżywczą, sensoryczną, lepiej się przechowują i są pozbawione szkodliwych dla zdrowia pozostałości nawozów sztucznych i pestycydów [3, 5, 7, 9, 14, 20].

Rosnące zagrożenie ze strony żywności produkowanej z wykorzystaniem chemizacji na skalę globalną sprawia, że konsumenci poszukując na rynku żywnościowym produktów

pełnowartościowych, zdrowych i wolnych od zanieczyszczeń, wybierają coraz częściej żywność z rolnictwa ekologicznego, która stanowi dla nich synonim wysokiej jakości zdrowotnej i sensorycznej oraz bezpieczeństwa [23].

Teoria równowagi węglowo-azotowej (C/N) tłumaczy fakt wyższej zawartości substancji bioaktywnych o charakterze antyoksydacyjnym w roślinach w ekologicznym systemie produkcji. W myśl jej założeń rośliny uprawiane przy łatwym dostępie nawozów, a szczególnie azotowych, wytwarzają więcej związków zawierających azot, takich jak: aminokwasy, peptydy, białka i niektóre alkaloidy. Natomiast rośliny uprawiane w systemie ekologicznym, gdzie stosuje się nawożenie organiczne, ukierunkowują swój metabolizm na produkcję związków bezazotowych takich jak: węglowodany, związki fenolowe i witamina C oraz inne substancje o charakterze antyoksydantów [5].

Adres do korespondencji – Corresponding author: Renata Kazimierzczak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Nowoursynowska 159 c, 02-776 Warszawa, e-mail: renata_kazimierzczak@sggw.pl

Zioła mają szerokie zastosowanie w leczeniu, kosmetyce oraz w żywieniu, dlatego dużą uwagę przywiązuje się do zawartości w nich korzystnych dla zdrowia związków bioaktywnych. Zioła przyprawowe pełnią nie tylko rolę składnika poprawiającego jakość sensoryczną posiłków, ale również pobudzają apetyt, poprawiają funkcjonowanie układu trawiennego, zapobiegają nowotworom, wzmacniają odporność, oddziałują na układ nerwowy i krwionośny. Właściwości zawdzięczają obecności przeciwutleniaczy, takich jak: flawonoidy, kwasy fenolowe i witamina C [24].

Witamina C należy do najważniejszych przeciwutleniaczy. Dzięki właściwościom przeciwutleniającym chroni organizm przed stresem oksydacyjnym [8]. Neutralizuje wolne rodniki, które powstają pod wpływem promieniowania UV, dzięki czemu chroni fotoreceptory i zmniejsza ryzyko zaćmy, a także opóźnia rozwój retinopatii cukrzycowej [25]. Inną ważną funkcją witaminy C jest regulacja produkcji prostaglandyn. Badania wykazały, że kwas askorbinowy uszczelnia naczynia i zmniejsza odczyny alergiczne oraz wpływa na podwyższenie odporności organizmu poprzez syntezę interferonu. Ponadto ma korzystny wpływ na obniżenie nadciśnienia tętniczego, bierze udział w profilaktyce miażdżycy, poprzez obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i LDL, jednocześnie podwyższając poziom cholesterolu HDL. Bierze również udział w detoksykacji organizmu z ozonu, dwutlenku azotu czy dymu tytoniowego, dzięki czemu przeciwdziała zatruciom układu oddechowego. Badania epidemiologiczne wykazały, że kwas askorbinowy obniża zachorowalność na nowotwory, w tym: raka przełyku, krtani, żołądka, jelita grubego, odbytu, szyjki macicy i piersi. Mechanizm antynowotworowego działania witaminy C polega min. na hamowaniu lizosomalnych glikozydaz, które ułatwiają rozprzestrzenianie się nowotworów [18].

Flawonoidy jako naturalne antyoksydanty odgrywają pozytywną rolę w zapobieganiu chorobom układu krwionośnego, gdyż efektywnie przeciwdziałają utlenianiu LDL. Poprzez hamowanie aktywności fosfodiesterazy i cyklooksygenazy skuteczniej od aspiryny zmniejszają agregację płytek krwi, co ma decydujące znaczenie w profilaktyce miażdżycy [22]. Wspólnie z witaminą C flawonoidy biorą udział w tworzeniu poprzecznych wiązań pomiędzy łańcuchami polipeptydowymi włókien kolagenu, wzmacniając w ten sposób naczynia krwionośne. Wykazują także działanie przeciwnowotworowe, polegające na zdolności wyłapywania wolnych rodników oraz neutralizacji uszkodzeń komórek wywoływanych przez wolne rodniki oraz tlen cząsteczkowy i nadtlenki, co przemawia za faktem, że związki te powinny być dostarczane w diecie codziennie [16, 17].

Kwasy fenolowe dzięki właściwościom przeciwutleniającym wykazują działanie przeciwmiażdżycowe, przeciwnowotworowe i przeciwbakteryjne. Eliminują reaktywne formy tlenu, zmiatają wolne rodniki, powodują chelatowanie jonów metali oraz inhibicję enzymów z grupy oksydaz. Dzięki temu organizm człowieka jest chroniony przed stresem oksydacyjnym i rozwojem chorób cywilizacyjnych. Udowodniono, że kwas ferulowy, kawowy i chlorogenowy wykazują zdolność redukcji i dezaktywacji substancji o charakterze mutagennym i kancerogennym jak np. aflatoksyna B₁. Z kolei kwas galusowy i kawowy zapobiegają powstawaniu mutagennych nitrozoamin [6, 22].

Większość badań mających na celu potwierdzenie różnic w zawartości związków biologicznie czynnych w surowcach pochodzących z rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego wskazuje na wyższą zasobność w składniki o działaniu prozdrowotnym płodów ekologicznych, jednak nie wszystkie dają spójne i jednoznaczne wyniki. Stąd też potrzeba prowadzenia dalszych badań w tym zakresie z udziałem różnych surowców i produktów.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących porównania zawartości witaminy C, kwasów fenolowych, flawonoidów i suchej masy w dostępnych na rynku przyprawach ziołowych pochodzących z ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły suszone przyprawy ziołowe pochodzące z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, które zakupiono w specjalistycznym sklepie z żywnością ekologiczną i w supermarkecie z żywnością konwencjonalną. Badaniom poddano majeranek, oregano, lubczyk i kmin rzymski, w których oznaczono zawartość: suchej masy metodą wagową (PN-R-04013:1988), flawonoidów i kwasów fenolowych metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC, z identyfikacją związków fenolowych według wzorców firmy Fluca i Sigma Aldrich [10] oraz witaminy C (kwasu L-askorbinowego) metodą miareczkową (PN-A-75101-11:1990).

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego STATGRAPHICS 5.1. Zastosowano analizę dwuczynnikową wariancji ANOVA z wykorzystaniem parametrycznego testu post hoc Tukey'a ($\alpha=0,05$). Badanymi czynnikami były metoda produkcji oraz gatunek przyprawy. Wartość współczynnika p podano przy rysunkach i tabelach. Dodatkowo obliczono odchylenia standardowe (SD) dla badanych grup ziół (zioła ekologiczne, zioła konwencjonalne). Każdą analizę przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Różnice procentowe obrazujące zmiany zawartości badanych składników w przyprawach obliczono na podstawie wzoru Worthington [26]: $[(EKO - KONW) / KONW \times 100\%]$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Stwierdzono istotnie wyższą zawartość suchej masy w przyprawach ziołowych z produkcji ekologicznej w porównaniu do konwencjonalnych (tab. 1). Dane literaturowe w większości potwierdzają teorię wyższej zawartości suchej masy w surowcach pochodzących z uprawy ekologicznej, która wynika z faktu, że na skutek intensywnego nawożenia mineralnego stosowanego w rolnictwie konwencjonalnym rośliny gromadzą większą ilość wody w komórkach, przy jednoczesnym obniżeniu zawartości suchej masy [4]. Z wynikami badań własnych korespondują wyniki Seidler-Łożykowskiej i in. [21], którzy badali świeże ziele bazylii oraz majeranku odmiany Miraż. Natomiast przeciwne wyniki, nie potwierdzające wpływu systemu produkcji na zawartość suchej masy uzyskano w badaniu różnych gatunków suszonych przypraw ziołowych [11].

Tabela 1. Zawartość suchej masy, witaminy C oraz sumy flawonoidów i kwasów fenolowych w wybranych przyprawach ziołowych z produkcji ekologicznej (eko) i konwencjonalnej (konw)

Table 1. The content of dry matter, vitamin C and sum of flavonoids and phenolic acids in the selected herbal spices from organic (org) and conventional (conv) production systems

	Gatunek Species	Sucha masa Dry matter (g 100 g ⁻¹)*	Witamina C Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)*	Flawonoidy Flavonoids (mg 100 g ⁻¹)*	Kwasy fenolowe Phenolic acids (mg 100 g ⁻¹)*
Produkcja ekologiczna Organic production	kmin rzymski / cumin	90,94±0,18	0,54±0,02	2,16±0,01	3,12±0,01
	lubczyk / lovage	96,07±0,65	2,93±0,80	2,83±0,05	3,32±0,02
	majeranek / marjoram	95,69±0,69	0,76±0,06	0,60±0,00	1,85±0,03
	oregano / oregano	92,72±0,83	1,27±0,06	1,71±0,00	1,09±0,00
	średnia ^{**} / mean	93,86±2,46	1,37±0,98	1,82±0,85	2,34±0,96
Produkcja konwencjonalna Conventional production	kmin rzymski / cumin	90,72±0,65	0,45±0,03	2,40±0,01	3,77±0,00
	lubczyk / lovage	93,91±0,93	0,93±0,04	2,65±0,04	1,77±0,06
	majeranek / marjoram	92,27±0,33	0,49±0,04	0,61±0,00	2,01±0,01
	oregano / oregano	93,42±0,78	1,28±0,08	1,72±0,02	1,17±0,01
	średnia ^{**} / mean	92,58±1,52	0,79±0,36	1,84±0,83	2,18±1,01
Różnica eko/konw ^{**} / Org/conv difference ^{**}		+1,38	+74,64	-1,13	+7,50
p-value					
system produkcji production system		0,0126	<0,0001	0,0490	<0,0001
gatunek species		0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
system produkcji x gatunek production system x species		0,0230	<0,0001	<0,0001	<0,0001

* średnia ± odchylenie standardowe

* mean ± standard deviation

** obliczone ze wzoru [(eko-konw)/konw]*100% wg Worthington [2001]

** calculated according to the formula [(org-conv)/conv]*100% under Worthington [2001]

Źródło: Badania własne

Source: The own study

W prezentowanych badaniach stwierdzono, że istotnie zasobniejsze w witaminę C były zioła ekologiczne (tab. 1). Pozytywny wpływ produkcji ekologicznej na zawartość witaminy C w przyprawach ziołowych potwierdziły badania Kazimierzak i in. [11]. Podobne wyniki na korzyść surowców ekologicznych uzyskano w przypadku slipek [15], owoców kiwi [1], cebuli [9] oraz marchwi [19]. Istnieją jednak doniesienia wykazujące brak różnic pomiędzy surowcami z obu systemów produkcji lub wyższą zawartość witaminy C w płodach konwencjonalnych. W badaniu brokułów nie stwierdzono różnicy pomiędzy zawartością kwasu askorbinowego w produkcji ekologicznej i konwencjonalnej [27], z kolei w kukurydzy konwencjonalnej wykazano o 34% wyższą zawartość witaminy C niż w kukurydzy ekologicznej [2].

Przeprowadzona analiza zawartości kwasów fenolowych i flawonoidów wykazała różnice pomiędzy przyprawami z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Istotnie lepszym źródłem kwasów fenolowych okazały się przyprawy ziołowe pochodzenia ekologicznego, natomiast więcej flawonoidów zawierały przyprawy konwencjonalne (tab. 1). Wyższe zawartości flawonoidów w surowcu konwencjonalnym niż ekologicznym uzyskali również Kazimierzak i in. [13] w świeżym ziele melisy, mięty, lubczyku, tymianku i szałwii. Natomiast badania analogicznych surowców, które

pochodziły z tych samych gospodarstw (z poprzedniego okresu wegetacyjnego) nie wykazały różnic na korzyść ziół konwencjonalnych, bowiem stwierdzono w nich wyższą sumaryczną zawartość flawonoidów w surowcach ekologicznych [12]. Więcej kwasów fenolowych ogółem w ziołach ekologicznych stwierdzono w badaniach świeżego tymianku, szałwii, mięty, melisy i lubczyku [11]. Niestety w literaturze brak jest innych doniesień z zakresu zawartości kwasów fenolowych w przyprawach ziołowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Badania jeżyn, truskawek, kukurydzy i kapusty chińskiej wykazały zbieżne z prezentowanymi wyniki, potwierdzające istotnie wyższą zawartość związków fenolowych w surowcach ekologicznych w porównaniu z konwencjonalnymi [2, 28].

Aby stwierdzić, które z badanych przypraw ziołowych cechował najbardziej bogaty i zróżnicowany skład związków fenolowych, badany materiał roślinny poddano analizie jakościowej. Z grupy kwasów fenolowych w produktach wykryto: kwas kawowy, kwas chlorogenowy, kwas galusowy, kwas ferulowy i kwas p-kumarynowy. Największą różnorodnością kwasów fenolowych odznaczał się majeranek, który zawierał cztery z pięciu wykrytych związków, kmin rzymski i oregano zawierały po dwa związki, natomiast w lubczyku kwasy fenolowe były reprezentowane jedynie przez kwas p-kumarynowy (rys.1).

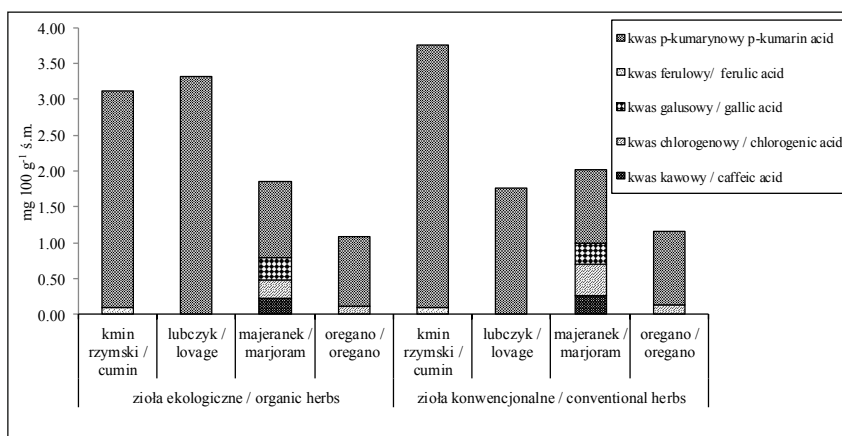
Analiza jakościowa związków z grupy flawonoidów pozwoliła na zidentyfikowanie następujących substancji: rutyna, kwercetyna, myricetyna, kempferol, D-glikozyd kwercetyny, D-glikozyd kempferolu oraz luteolina i apigenina. Największą ilością substancji z grupy flawonoidów odznaczały się lubczyk i kmin rzymski, które zawierały odpowiednio siedem i sześć z ośmiu zidentyfikowanych składników. Najmniej zróżnicowanym składem pod względem występujących flawonoidów charakteryzował się majeranek zawierający dwa związki z tej grupy – kwercetynę i kempferol (rys. 2).

Części ze zidentyfikowanych związków nie wykryto w niektórych z badanych próbek, co uniemożliwiło analizę statystyczną wyników w odniesieniu do wpływu sposobu uprawy i gatunków roślin na zawartość poszczególnych substancji.

Podsumowując można stwierdzić, że wyniki prezentowanych badań są zgodne z większością publikowanych rezultatów w zakresie jakości produktów ekologicznych. Jednocześnie trzeba pamiętać, że oprócz systemu produkcji ważnymi czynnikami jakości są: odmiana uprawianej rośliny oraz warunki środowiskowe (typ gleby, klimat, pogoda) [7]. W związku z tym konieczne jest dalsze prowadzenie badań w tym zakresie.

WNIOSKI

1. Analiza wybranych przypraw ziółowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej wykazała zróżnicowany poziom związków przeciwutleniających, przy czym przyprawy z produkcji ekologicznej były zasobniejsze w witaminę C i kwasy fenolowe, natomiast przyprawy konwencjonalne odznaczały się wyższą zawartością flawonoidów.
2. Ekologiczny sposób produkcji wpływał dodatkowo na zawartość suchej masy w produktach.
3. Niezależnie od systemu produkcji, z której pochodziły przyprawy, najwięcej witaminy C i flawonoidów zawierał lubczyk, natomiast najlepszym źródłem kwasów fenolowych okazał się kmin rzymski, przy czym kwasy fenolowe w jego składzie reprezentowane były jedynie przez kwasy p-kumarynowy i ferulowy.
4. W wyniku analizy jakościowej związków fenolowych zawartych w przyprawach stwierdzono, że najbardziej urozmaiconym składem flawonoidów odznaczały się kmin rzymski i lubczyk, natomiast majeranek zawierał najbogatszy skład kwasów fenolowych.
5. Przyprawy ziółowe, a zwłaszcza pochodzące z produkcji ekologicznej stanowią cenne źródło związków o charakterze antyoksydacyjnym, dzięki czemu mogą wpływać na poprawę zdrowia, dlatego powinny być polecane w codziennej diecie.

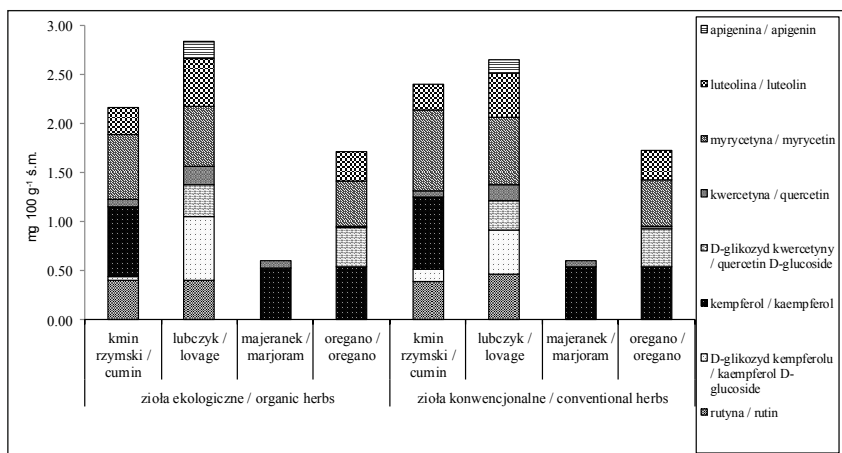


Rys. 1. Analiza jakościowa kwasów fenolowych oznaczonych w przyprawach ziółowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (w mg 100 g⁻¹ ś.m.).

Fig. 1. The qualitative analysis of phenolic acids determined in organic and conventional herbal spices (in mg 100 g⁻¹ of fresh matter).

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 2. Analiza jakościowa flawonoidów oznaczonych w przyprawach ziółowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (w mg 100 g⁻¹ ś.m.).

Fig. 2. The qualitative analysis of flavonoids determined in organic and conventional herbal spices (in mg 100 g⁻¹ of fresh matter).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

LITERATURA

- [1] AMODIO M.L., G. COLELLI, J.K. HASEY, A.A. KADER. 2007. „A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits”. J Sci Food Agric. 87: 1228-1236.
- [2] ASAMI D.K., Y.J. HONG, D.M. BARRETT, A.E. MITCHELL. 2003. „Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices”. J. Agric. Food Chem. 51 (5): 1237-1241.

- [3] **BARAŃSKI M., D. ŚREDNICKA-TOBER, N. VOLAKAKIS, CH. SEAL, R. SANDERSON, G.B. STEWART, CH. BENBROOK, B. BIAVATI, E. MARKELLOU, CH. GIOTIS, J. GROMADZKA-OSTROWSKA, E. REMBIAŁKOWSKA, K. SKWARŁO-SOŃTA, R. TAHVONEN, D. JANOVSÁ, U. NIGGLI, F. NICOT, AND C. LEIFERT. 2014.** "Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses". *Br J Nutr.* 112 (5): 794-811.
- [4] **BENBROOK CH. M. 2005.** Elevating Antioxidant Levels in Food through Organic Farming and Food Processing. *An Organic Center State of Science Review:* 26-47.
- [5] **BRANDT K., J.P. MØLGAARD. 2001.** „Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plants foods?” *J. Sci. Food Agr.* 18: 924-931.
- [6] **BOUAYED J., T. BOHN. 2012.** Dietary Derived Antioxidants: Implications on Health. W: Bouayed J., Bohn T. (red.). *Nutrition, well-being and health.* Wyd. InTech, Croatia (224): 1-22.
- [7] **FIJOL-ADACH E.B., B. FELEDYN-SZEWCZYK, R. KAZIMIERCZAK, J. STALENGA. 2016.** „Wpływ systemu produkcji rolnej na występowanie substancji bioaktywnych w owocach truskawki”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 18 (2): 26–32.
- [8] **GRAJEK W. 2004.** „Rola przeciwutleniaczy w zmniejszeniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia”. *ŻNTJ* 1: 3-11.
- [9] **HALLMANN E., E. REMBIAŁKOWSKA. 2007.** „Zawartość wybranych składników odżywczych w czerwonych odmianach cebuli z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej”. *ŻNTJ* 2 (51): 105-111.
- [10] **HALLMANN E. 2012.** „The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types”. *J. Sci Food Agric.* 92: 2840–2848.
- [11] **KAZIMIERCZAK R., E. HALLMANN, M. ZIĘTARA, E. REMBIAŁKOWSKA. 2010a.** „Zawartość związków przeciwutleniających w wybranych przyprawach z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej”. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Nauki Inżynierskie i Technologie* 2, 11:25.
- [12] **KAZIMIERCZAK R., E. HALLMANN, M. KAZIMIERCZYK, E. REMBIAŁKOWSKA. 2010b.** „Zawartość antyoksydantów w ziołach przyprawowych pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej”. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 55 (3): 164-170.
- [13] **KAZIMIERCZAK R., O. SOKOŁOWSKA, E. HALLMANN, E. REMBIAŁKOWSKA. 2011.** „Zawartość związków bioaktywnych w roślinach zielarskich z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej”. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 56 (3): 200-205.
- [14] **LUNDERGÅRDH B., A. MÅRTENSSON. 2003.** „Organically produced plant foods - evidence of health benefits”. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Science* 53: 3-15.
- [15] **LOMBARDI-BOCCIA G., M. LUCARINI, S. LANZI, A. AGUZZI, M. CAPPELLONI. 2004.** „Nutrients and Antioxidant Molecules in Yellow Plums (*Prunus domestica* L.) from Conventional and Organic Productions: A comparative Study”. *J. Agric. Food Chem.* 52 (1): 90-94.
- [16] **MAJEWSKA M., H. CZECZOT. 2009.** „Flawonoidy w profilaktyce i terapii”. *Farm. Pol.* 65 (5): 369-377.
- [17] **MAJEWSKA-WIERZBICKA M, H. CZECZOT. 2012.** „Anticancer activity of flavonoids”. *Polski Merkuriusz Lekarski* 33 (198): 364-369.
- [18] **PODSEDEK A. 2007.** Naturalne przeciwutleniacze występujące w żywności. Witamina C, budowa i właściwości. W: Grajek W. (red.) *Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne.* Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne: 163-177.
- [19] **REMBIAŁKOWSKA E., E. HALLMANN. 2007.** „Wpływ metod uprawy ekologicznej i konwencjonalnej na wybrane parametry wartości odżywczej marchwi (*Daucus carota*)”. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 1/2: 550-556.
- [20] **REMBIAŁKOWSKA E. 2007.** „Review: Quality of plant products from organic agriculture”. *J. Sci. Food Agr.* 87: 2757-2762.
- [21] **SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA K., K. KAŻMIER-CZAK, W.A. KUCHARSKI, R. MORDALSKI, W. BUCHWALD. 2006.** „Yielding and quality of Sweet basil and Marjoram herb from organic cultivation”. *J. Res. Appl. Agric. Engng.* 51 (2): 157-160.
- [22] **SZAJDEK A., J. BOROWSKA. 2004.** „Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego”. *ŻNTJ* 4 (44): 36-39.
- [23] **TYBURSKI J., S. ŻAKOWSKA-BIEMANS. 2007.** Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego. Warszawa: Wydawnictwo SGGW: 24-259.
- [24] **WOJDYŁO A., J. OSZMIĄŃSKI, R. CZEMERYŚ. 2007.** „Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs”. *Food Chem.* 105 (3): 940-949.
- [25] **WOLSKI T., O. KALISZ, M. GERKOWICZ, M. SMORAWSKI. 2007.** „Rola i znaczenie antyoksydantów w medycynie ze szczególnym uwzględnieniem chorób oczu”. *Postępy Fitoterapii* 2: 82-89.
- [26] **WORTHINGTON V. 2001.** „Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables and Grains”. *J Altern Complement Med.* 7/2: 161-173.
- [27] **WUNDERLICH S.M., C. FELDMAN, S. KANE, T. HAZHIN. 2008.** „Nutritional quality of organic, conventional, and seasonally grown broccoli using vitamin C as a marker”. *J. Agr. Food Chem.* 59 (1): 34-45.
- [28] **ZHAO X., K.A. WILLIAMS, W. WANG, E. CAREY. 2008.** „Comparison of phenolic acids in organically and conventionally grown pac choi (*Brassica rapa* L. *chinensis*)”. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 59 (1): 34-45.