

BIOACTIVE SUBSTANCES CONTENT IN SELECTED SPECIES OF MEDICAL PLANTS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

Summary

The purpose of this work was to compare the content of bioactive substances in organic and conventional spice plants. The research material consisted of following species of spice plants: lemon balm, lovage, mint, thyme and sage. The plants were cultivated in organic and conventional farms. As a result of the research it was concluded that spice plants from organic production in comparison with spice plants from conventional production contained significantly higher level of dry matter and total phenolic acids, but plants from conventional production contained more vitamin C and total flavonoids. Because of the high content of important bioactive compounds, herbs should be recommended to improve our diet and for prophylaxis of health, especially organically produced herbs, which have a particularly diverse composition of phenolic compounds.

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W ROŚLINACH ZIELARSKICH Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Celem pracy było porównanie zawartości antyoksydantów w roślinach zielarskich pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Materiał do badań stanowiły świeże zioła (melisa, lubczyk, mięta, tymianek i szalwia), pochodzące z dwóch gospodarstw (certyfikowanego ekologicznego i konwencjonalnego). Wyniki wykazały, że zioła z produkcji ekologicznej w porównaniu do ziół konwencjonalnych zawierały więcej suchej masy i kwasów fenolowych ogółem. Zioła konwencjonalne odznaczały się natomiast średnio wyższą zawartością witaminy C i flawonoidów ogółem. Ze względu na dużą zawartość ważnych dla zdrowia związków bioaktywnych, zioła powinny być polecane w profilaktyce zdrowotnej, dotyczy to zwłaszcza ziół z produkcji ekologicznej, które odznaczają się szczególnie urozmaiconym składem związków fenolowych.

1. Wstęp

Rośliny zielarskie stanowią nieodzowny element sztuki kulinarnej. Stanowią niezastąpiony dodatek do potraw poprawiający ich smak i aromat, dzięki czemu cieszą się bogatym zastosowaniem w gastronomii, medycynie, przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym. Swoje niezwykle właściwości zawdzięczają występującym w nich substancjom biologicznie czynnym, do których należą między innymi: olejki eteryczne, związki fenolowe, garbniki, gorycze, kwasy organiczne i śluzy. Świeże zioła zawierają również enzymy, witaminy, fitoncyny oraz inne substancje czynne. Występujące w roślinach zielarskich związki o działaniu przeciwutleniającym, do których należą m.in. kwasy fenolowe, flawonoidy i witamina C, chronią organizm ludzki przed występowaniem niektórych chorób powodowanych przez wolne rodniki, które są związkami wysoce reaktywnymi. Wolne rodniki występują w każdym żywym organizmie, ale niebezpieczne stają się wtedy, gdy ich ilość przekroczy pewne dopuszczalne granice. Stają się wówczas przyczyną wielu różnych schorzeń, m.in. chorób sercowo-naczyniowych, miażdżycy, choroby Alzheimera, choroby Parkinsona, oraz starzenia się organizmu. Innym następstwem wolnych rodników są uszkodzenia DNA, które prowadzą do występowania chorób nowotworowych. Organizm ludzki może się bronić przed niekorzystnym działaniem wolnych rodników dzięki różnym endogennym strukturalom obronnym, jak również dzięki antyoksydantom egzogennym. W naturze występuje wiele związków o właściwościach przeciwutleniających, które chronią organizm przed destrukcyjnym działaniem reaktywnych form tle-

nu [2, 10, 13].

Wyniki badań naukowych potwierdzają, że prawidłowo zbilansowana dieta, bogata m.in. w związki polifenolowe, witaminy, fosfolipidy, tokoferole zmniejsza ryzyko wystąpienia nowotworów oraz chorób układu krążenia. Polifenole, do których należą flawonoidy i kwasy fenolowe zaliczane są do najbardziej efektywnych przeciwutleniaczy. Wykazują dużą efektywność w „zmiataniu” wolnych rodników, dzięki obecności grup hydroksylowych w swojej budowie. Aktywność przeciwutleniająca polifenoli wiąże się ze zdolnością oddawania przez nie wodoru i wytwarzania trwalszej postaci rodników [8, 10].

Niezwykle istotnymi witaminami o właściwościach przeciwutleniających są karotenoidy i witamina C. Karotenoidy mogą uczestniczyć w ochronie organizmu przed uszkodzeniami wywołanymi działaniem reaktywnych form tlenu, dzięki czemu m.in. powodują zmniejszenie ryzyka zachorowania na choroby nowotworowe, odgrywają ważną rolę w prawidłowym działaniu systemu immunologicznego organizmu, a także mają wpływ na ekspresję genów. Sądzi się również, że wprowadzanie do organizmu tych związków wpływa zapobiegawczo na powstawanie niektórych chorób, np. zmniejszając ryzyko chorób naczyniowych serca, udaru mózgu, chorób aparatu widzenia, takich jak zaćma. Ponadto są związkami opóźniającymi procesy starzenia się organizmu [1, 9, 30].

Witamina C uczestniczy w usuwaniu reaktywnych form tlenu i azotu, przez co odpowiada za utrzymanie właściwego stanu oksydo-redukcyjnego organizmu. Ponadto hamuje peroksydację hemoglobiny oraz hamuje powstawanie nitrozo-

amin, które zwiększają ryzyko powstania raka żołądka. Bardzo ważną funkcją przeciwutleniającą tej witaminy jest również regeneracja tokoferolu [6, 20, 22 32].

Obserwowany w ostatnich latach intensywny rozwój przyjaznego dla środowiska kierunku produkcji rolnej, jakim jest produkcja ekologiczna, jest wynikiem zwiększonego zapotrzebowania na żywność wyprodukowaną w sposób naturalny, bez użycia środków chemii rolnej. Głównym celem produkcji ekologicznej jest zaspokajanie potrzeb konsumentów na produkty wyprodukowane w sposób chroniący środowisko naturalne, które odznaczają się jednocześnie bardzo wysoką jakością [18, 21].

Zakaz stosowania nawozów syntetycznych i pestycydów w produkcji ekologicznej sprzyja uruchamianiu przez rośliny w obronie przed patogenami własnych systemów obronnych, polegających m.in. na produkcji wtórnych metabolitów, do których należą związki fenolowe. Na wytwarzanie tych związków przez rośliny wpływa również zawartość azotu w glebie. W podłożu o mniejszej dostępności azotu, co ma miejsce w systemie ekologicznym, gdzie azot dostarczany jest do gleby w postaci nawozów organicznych, rośliny wytwarzają w pierwszej kolejności związki zawierające węgiel, w tym cukry proste i złożone oraz wtórne metabolity roślinne. Natomiast w środowisku, gdzie dostępność azotu jest większa, co ma miejsce w produkcji konwencjonalnej na skutek stosowania łatwo rozpuszczalnych w wodzie nawozów azotowych, rośliny produkują głównie związki azotowe, takie jak: aminokwasy, białka oraz alkaloidy [4].

Wyniki wielu badań naukowych wykazują, że rośliny pochodzące z upraw ekologicznych odznaczają się wyższą zawartością suchej masy oraz związków antyoksydacyjnych w porównaniu do roślin uprawianych metodą konwencjonalną. Jednocześnie w literaturze można spotkać wyniki badań, które nie potwierdzają takich różnic [3]. Dlatego też celem niniejszej pracy było porównanie wpływu metod stosowanych w rolnictwie ekologicznym i konwencjonalnym na zawartość związków o charakterze antyoksydacyjnym w wybranych gatunkach ziół przyprawowych.

2. Materiał i metody badań

Doświadczenie wykonano w 2010 roku w Laboratorium Zakładu Żywności Ekologicznej SGGW w Warszawie.

Do badań wyselekcjonowano pięć gatunków roślin zielarskich: mięta pospolita, szalwia lekarska, melisa lekarska, tymianek pospolity i lubczyk ogrodowy. Wybór ziół został podyktowany ich dużą wartością prozdrowotną i częstym wykorzystywaniem przez konsumentów. Surowiec stanowiły świeże zioła zebrane z czteroletnich plantacji, pochodzące z dwóch niezależnych gospodarstw – certyfikowanego gospodarstwa ekologicznego oraz z gospodarstwa konwencjonalnego. Certyfikowane gospodarstwo ekologiczne położone jest w miejscowości Rozalin, gmina Nadarzyn, natomiast konwencjonalne w miejscowości Szczytno, gmina Żałuski. Obydwa gospodarstwa są zlokalizowane na terenie województwa mazowieckiego. Zbiór ziela poszczególnych gatunków został przeprowadzony ręcznie na początku września 2010 roku w okresie osiągnięcia przez rośliny fazy dojrzałości zbiorczej, odpowiadającej dojrzałości użytkowej poszczególnych gatunków. Próbkę do badań pobrano z plantacji w sposób losowy, z kilku miejsc na poszczególnych poletkach.

W obu gospodarstwach rośliny zielarskie były uprawiane na glebach III klasy bonitacyjnej. W gospodarstwie ekologicznym stosowano nawożenie organiczne w postaci prze-

kompostowanego obornika w ilości 15 t/ha. Całościowy bilans nawożeniowy wyniósł: azot /N/ 80 kg, fosfor /P/ 45 kg, potas /K/ 105 kg na hektar powierzchni. W gospodarstwie konwencjonalnym do nawożenia zastosowano nawóz wieloskładnikowy w ilości 700 kg/ha, zgodnie z zapotrzebowaniem pokarmowym roślin zielarskich. Bilans składników mineralnych przedstawiał się następująco: azot /N/ 95,2 kg, fosfor /P/ 13,3 kg i, potas /K/ 112 kg na hektar powierzchni.

Wielkość pobranych do badań prób laboratoryjnych wynosiła min. 0,2 kg. Do analiz wykorzystano części użytkowe poszczególnych gatunków ziół (mięta pospolita, szalwia lekarska, melisa lekarska i tymianek - liście oraz ulistnione szczyty pędów, lubczyk ogrodowy - liście). W świeżych ziołach oznaczono: zawartość suchej masy metodą wagową wg PN- R-04013:1988, zawartość witaminy C metodą miareczkowania wg PN-A-75101-11:1990 oraz zawartość związków fenolowych metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC z identyfikacją związków fenolowych według wzorców firmy Fluca i Sigma Aldrich (metoda własna). Aby uniknąć strat w zawartości związków biologicznie czynnych w materiale roślinnym, natychmiast po zbiorze zioła zostały zamrożone w temperaturze -80°C , a następnie poddano je liofilizacji, po czym przeprowadzono badania analityczne.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego STATGRAPHICS 5.1. Do obliczeń użyto analizy wariancji dwuczynnikowej, z wykorzystaniem testu Tukey'a. Poziom istotności otrzymanych wyników wynosił 95% ($\alpha = 0,05$), co oznacza, że alfa praktyczne (p-value) musi przyjmować wartość poniżej $\alpha = 0,05$, aby różnica była istotna statystycznie.

Badanymi czynnikami były metoda uprawy (ekologiczna i konwencjonalna) i gatunek rośliny. Wartość współczynnika p-value podano przy rysunkach i tabelach. W przypadku, gdy obliczony współczynnik był nieistotny statystycznie, wynik analizy statystycznej oznaczano jako n.s. (nie istotny statystycznie). Dodatkowo obliczono odchylenia standardowe (s.d.) dla badanej próby. Każdą analizę przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Różnice procentowe obrazujące zmiany zawartości badanych składników w materiale roślinnym obliczono na podstawie wzoru Worthington [33]: $[(\text{eko.} - \text{konw.}) / \text{konw.} \times 100\%]$.

3. Wyniki i dyskusja

Wyniki badań przeprowadzone na wybranych gatunkach roślin zielarskich wskazują na istotnie wyższą zawartość suchej masy w surowcach pochodzących z upraw ekologicznej (23,94 mg 100 g⁻¹ ś.m.) w stosunku do surowców konwencjonalnych (19,93 mg 100 g⁻¹ ś.m.) (tab. 1). Potwierdzają to badania ziół przeprowadzone przez Seidler-Łożykowską i wsp. [27] oraz Kazimierczak i wsp. [17], w których odnotowano wyższą zawartość suchej masy w materiale roślinnym pochodzącym z upraw ekologicznych. Badania suszonych przypraw ziołowych pochodzących z zakupu [15] wykazały również wyższą zawartość suchej masy w produktach, które posiadały certyfikat produkcji ekologicznej w porównaniu do pochodzących z produkcji konwencjonalnej. Wyższą zawartość suchej masy w surowcach ekologicznych w stosunku do konwencjonalnych potwierdzono ponadto w badaniach cebuli [11], jabłek [24], buraków ćwikłowych [28] oraz świeżego soku marchwiowego [29]. Przeciwnie wyniki uzyskano w badaniach owoców [16] i przetworów z czarnej porzeczki [14] oraz dwóch odmian marchwi Perfekcja i Flacoro [26], w których więcej suchej masy stwierdzono w produktach konwencjonalnych.

Uzyskane wyniki, jak również wyniki innych autorów, w których stwierdza się wyższą zawartość suchej masy w surowcach z produkcji ekologicznej, można tłumaczyć faktem stosowania nawozów mineralnych w uprawach konwencjonalnych, w wyniku czego wzrasta ilość plonów i jednocześnie następuje wzrost ilości wody w komórkach roślin, co jest przyczyną spadku zawartości suchej masy [5].

W badaniu własnym stwierdzono, że lubczyk i szalwia z uprawy ekologicznej zawierały mniej witaminy C, odpowiednio o 106,2 i 20,88 mg 100 g⁻¹ ś.m. w stosunku do ziół z uprawy konwencjonalnej. Gatunkiem najbardziej zasobnym w tę witaminę był lubczyk, który zawierał średnio 113,01 mg 100 g⁻¹ kwasu L-askorbinowego i wyższą jego zawartość u tego gatunku, jak również u szalwii wykazano w uprawie konwencjonalnej (tab. 1). Uzyskane wyniki w tym zakresie są przeciwne do uzyskanych przez Kazimierczak i wsp. [17], dotyczących tych samych gatunków roślin zielarskich. Badacze zajmujący się analizą surowców roślinnych, zwracają uwagę, że na zawartość witaminy C w roślinach niewątpliwie ma wpływ sposób uprawy, gdzie jednym z decydujących czynników jest nawożenie roślin. Ich wyniki z reguły potwierdzają, że stosowanie wysokich dawek nawozów azotowych ma negatywny wpływ na syntezę oraz gromadzenie witaminy C w roślinach. Dowiedli tego m.in. Toor i Savage [31] stwierdzając, że pomidory, w uprawie których stosowano nawóz organiczny odznaczały się wyższą zawartością witaminy C. Z ich wynikami korespondują badania nad ekologicznymi i konwencjonalnymi owocami porzeczki

czarnej [16], cebulą [11], papryką i pomidorami [12], ziemniakami [23] oraz korzeniami buraków [28], w wyniku których stwierdzono większą zasobność w witaminę C, gdy surowce pochodziły z upraw ekologicznych, gdzie nie stosowano nawozów azotowych. Również badania własne nad melisą, miętą i tymiankiem potwierdzają tę regułę. Natomiast badania marchwi z różnych systemów uprawy, podobnie jak badania własne dotyczące lubczyka i szalwii, dały wyniki na korzyść surowców konwencjonalnych [26].

Niejednoznaczność w wynikach dotyczących zawartości witaminy C w płodach rolnych z rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego stanowi potwierdzenie tezy, że na koncentrację tej witaminy w roślinach wpływa wiele czynników pozauprawowych związanych z warunkami środowiskowymi. Należy także podkreślić, że w przypadku trzech z pięciu badanych ziół zawartość witaminy C była wyraźnie wyższa, gdy pochodziły z uprawy ekologicznej. W pozostałych dwóch gatunkach ziół było odwrotnie, co rzutowało na średni rezultat.

Kolejną grupą oznaczonych w badaniach własnych związków były związki fenolowe – flawonoidy i kwasy fenolowe. Wyniki tych badań wskazują większą zawartość sumy kwasów fenolowych w roślinach ekologicznych (33,49 mg 100 g⁻¹ ś.m.) w porównaniu z konwencjonalnymi (32,52 mg 100 g⁻¹ ś.m.). Jednakże należy podkreślić odmienną reakcję szalwii na warunki uprawy, gdyż w uprawie konwencjonalnej rośliny zgromadziły więcej kwasów fenolowych niż w uprawie ekologicznej (tab. 2).

Tab. 1. Zawartość suchej masy i witaminy C w wybranych roślinach zielarskich z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (średnia ± s.d.)*

Table 1. Dry matter and vitamin C content in chosen spice plants from organic and conventional cultivation (average ± s.d.)*

Wyszczególnienie	Gatunek	Sucha masa	Witamina C
		g 100 g ⁻¹ ś.m.	mg 100 g ⁻¹ ś.m.
Zioła ekologiczne	melisa	25,21	76,34
	mięta	18,38	48,00
	lubczyk	20,74	59,91
	tymianek	30,98	76,78
	szalwia	24,41	43,67
	średnia*	23,94±4,48	60,94±14,73
Zioła konwencjonalne	melisa	18,91	32,14
	mięta	17,51	32,21
	lubczyk	20,23	166,11
	tymianek	20,31	33,67
	szalwia	22,71	64,55
	średnia	19,93±1,83	65,74±53,71
Średnia dla gatunku	melisa	22,06	54,24
	mięta	17,94	40,11
	lubczyk	20,48	113,01
	tymianek	25,64	55,23
	szalwia	23,56	54,11
różnica eko/konw**		20,12	- 7,29
p-value			
uprawa		<0,0001	0,0154
gatunek		<0,0001	<0,0001
uprawa x gatunek		<0,0001	<0,0001

* średnia ± odchylenie standardowe

** obliczone ze wzoru [(eko-konw)/konw]*100% wg Worthington [33]

Tab. 2. Zawartość sumy kwasów fenolowych i flawonoidów w roślinach zielarskich z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej (średnia \pm s.d.)*

Table 2. Total contents of the phenolic acids and flavonoids compounds in chosen spice plants from organic and conventional cultivation (average \pm s.d.)*

Wyszczególnienie	Gatunek	Kwasy fenolowe	Flawonoidy
		mg 100 g ⁻¹ ś.m.	
Zioła ekologiczne	melisa	25,81	56,24
	mięta	19,71	11,13
	lubczyk	26,04	47,37
	tymianek	30,02	80,14
	szałwia	65,89	54,97
	średnia*	33,49 \pm 17,13	49,97 \pm 23,12
Zioła konwencjonalne	melisa	17,18	42,49
	mięta	15,58	7,35
	lubczyk	21,78	43,70
	tymianek	22,93	88,26
	szałwia	85,12	74,84
	średnia	32,52 \pm 27,39	51,33 \pm 29,25
Średnia dla gatunku	melisa	21,50	49,37
	mięta	17,65	9,24
	lubczyk	23,91	45,53
	tymianek	26,47	84,20
	szałwia	75,50	64,91
różnica eko/konw**		2,99	- 2,64
p-value			
uprawa		0,0207	0,0034
gatunek		<0,0001	<0,0001
uprawa x gatunek		<0,0001	<0,0001

*średnia \pm odchylenie standardowe

** obliczone ze wzoru [(eko-konw)/konw]*100% wg Worthington [33]

Z uzyskanymi wynikami korespondują wyniki badań świeżego tymianku, szałwii, mięty, melisy i lubczyku [17] oraz dostępnych na rynku suszonych przypraw pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej [15].

W przypadku flawonoidów stwierdzono, że średnia zawartość tych związków była większa w przypadku ziół z uprawy konwencjonalnej (51,33 mg 100 g⁻¹ ś.m.) niż ziół ekologicznych (49,97 mg 100 g⁻¹ ś.m.). Jednak reakcja poszczególnych gatunków była różna. U melisy, mięty i lubczyku uzyskano więcej flawonoidów w surowcu pochodzącym z uprawy ekologicznej, z kolei w tymianku i szałwii przeważnie z uprawy konwencjonalnej. Badania analogicznych surowców, które pochodziły z tych samych gospodarstw z poprzedniego okresu wykazały wyższą sumaryczną zawartość flawonoli i flawononów należących do grupy flawonoidów w surowcach ekologicznych [15]. Wyniki badań porzeczki czarnej i jej przetwoów [14], cebuli [11], pomidorów [25], buraków ćwikłowych [28], brzoskwiń [7] i winogron [19] wykazały również, że surowce z ekologicznego systemu uprawy zawierały więcej flawonoidów w stosunku do surowców z uprawy konwencjonalnej.

W wyniku analizy jakościowej związków z grupy flawonoidów w badanym materiale z obu systemów uprawy zidentyfikowano rutynę, która występowała we wszystkich gatunkach ziół, kwercetynę (w melisie i mięcie) D-glikozyd kwercetyny (w mięcie, lubczyku i tymianku), kempferol (w lubczyku i szałwii), D-glikozyd kempferolu (w melisie, mięcie, tymianku i szałwii), myricetynę (w melisie i tymianku) oraz luteolinę (w melisie, tymianku i szałwii). Największą ilością zidentyfikowanych flawonoidów odznaczały się tymianek i melisa, które zawierały po pięć z siedmiu zidentyfikowanych związków (rys. 1).

Z grupy kwasów fenolowych w badanych ziołach wykryto: kwas ferulowy (w szałwii i lubczyku), kwas chlorogenowy (w lubczyku, tymianku i szałwii), kwas galusowy (w melisie, mięcie, lubczyku i tymianku), kwas kawowy (w tymianku) i kwas p-kumarynowy (w melisie, mięcie, lubczyku i szałwii). Największą ilość związków z grupy kwasów fenolowych odnotowano w przypadku lubczyku (rys. 2).

W wyniku analizy jakościowej flawonoidów i kwasów fenolowych w niektórych z badanych próbek nie wykryto części związków, dlatego analiza statystyczna odnosząca się do wpływu metody uprawy oraz gatunków roślin na zawartość poszczególnych związków była niemożliwa do przeprowadzenia.

Opierając się częściowo na uzyskanych wynikach badań własnych oraz wynikach badań innych autorów, można stwierdzić, że produkty pochodzące z produkcji ekologicznej z reguły zawierają więcej związków fenolowych w porównaniu do roślin pochodzących z uprawy konwencjonalnej. Jednak nie wszystkie wyniki badań potwierdzają tę zależność. Dlatego też konieczne są dalsze badania porównujące zawartość tych związków w różnych gatunkach roślin pochodzących z obu systemów uprawy.

4. Wnioski

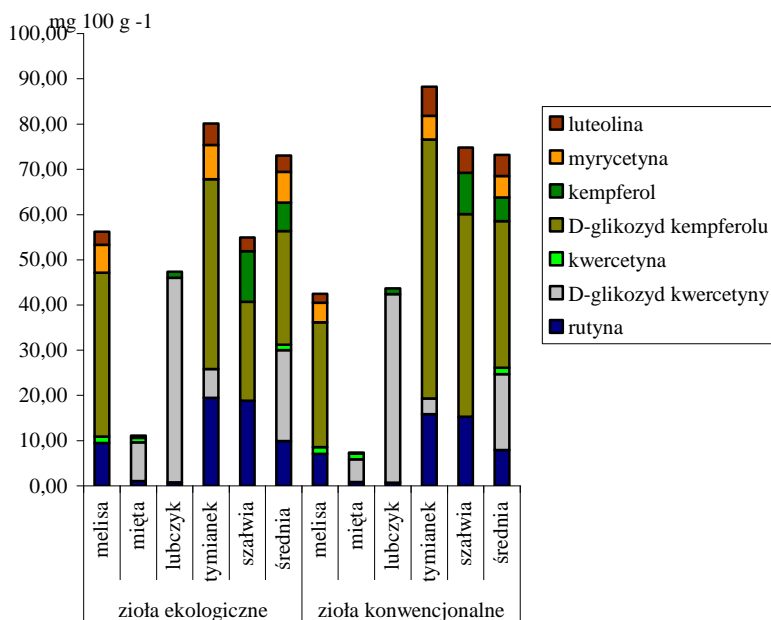
1. Stwierdzono wpływ sposobu uprawy na zawartość substancji biologicznie czynnych w badanych ziołach przyprawowych. Zioła z produkcji ekologicznej odznaczały się wyższą zawartością sumy kwasów fenolowych oraz suchej masy, natomiast w ziołach konwencjonalnych wykryto więcej witaminy C i flawonoidów ogółem.
2. Ekologiczny sposób produkcji wpływał pozytywnie na

występowanie w poszczególnych gatunkach większości związków z grupy kwasów fenolowych (kwas: galusowy, p-kumarynowy, ferulowy) i związków z grupy flawonoidów (rutyna, d-glikozyd kwercetyny, kempferol i myricetyna).

3. Analiza jakościowa związków fenolowych zawartych w ziołach wykazała, że najbardziej urozmaiconym składem flawonoidów odznaczały się tymianek i melisa, natomiast lubczyk zawierał największą ilość zidentyfikowanych kwasów fenolowych.

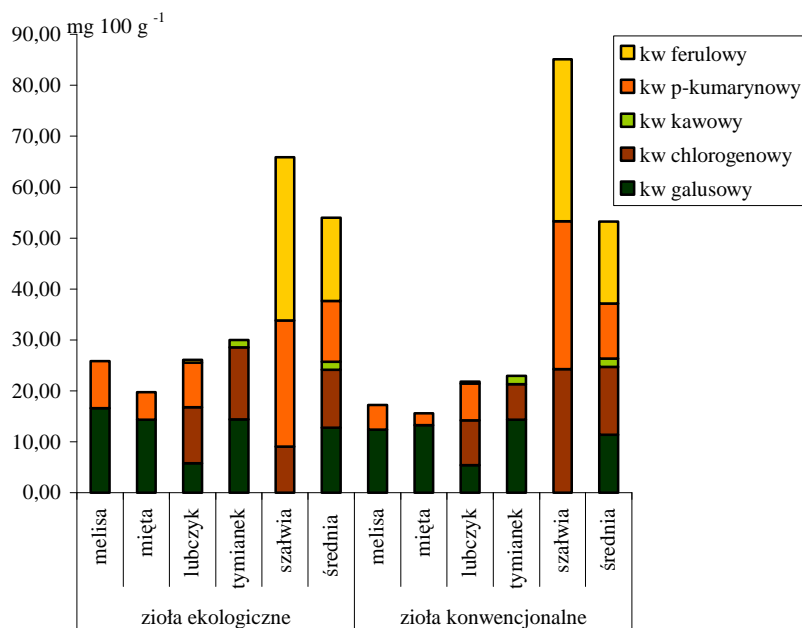
4. Niezależnie od systemu uprawy, z którego pochodziły badane zioła, pod względem zawartości kwasów fenolowych wyróżniała się szalwia, najwięcej flawonoidów stwierdzono w tymianku, natomiast surowcem, który zawierał najwięcej witaminy C był lubczyk.

5. Zioła są istotnym źródłem antyoksydantów w diecie, dzięki czemu mogą przyczynić się do poprawy zdrowia oraz chronić przed wieloma chorobami spowodowanymi działaniem wolnych rodników, dlatego powinny być polecane w profilaktyce zdrowotnej.



Rys. 1. Analiza jakościowa flawonoidów oznaczonych w roślinach zielarskich z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej w mg 100 g⁻¹ ś.m.

Fig. 1. Qualitative analysis of identified flavonoids in chosen spice plants from organic and conventional production in mg 100 g⁻¹ of fresh matter



Rys. 2. Analiza jakościowa kwasów fenolowych oznaczonych w roślinach zielarskich z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej w mg 100 g⁻¹ ś.m.

Fig. 2. Qualitative analysis of identified phenolic acids in chosen spice plants from organic and conventional production in mg 100 g⁻¹ of fresh matter

5. Literatura

- [1] Anyżewska M.: Beta-karoten – właściwości i zastosowanie w lecznictwie. Cz. II Wiadomości Zielarskie 1996, 1, 11-12.
- [2] Bartosz G.: Druga twarz tlenu. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995, 33-93.
- [3] Bourn D., Prescott J.: A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2002 Jan;42(1),1-34.
- [4] Brandt K., Mølgaard J. P.: Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plants foods? *Journal Science Food Agriculture*, 2001, 18, 924-931.
- [5] Bulling W.: Qualitätsvergleich von „biologisch“ und „konventionell“ erzeugten Feldfrüchten. *Regierungspräsidium Stuttgart*, 1987.
- [6] Byer T., Perry G.: Dietary carotens, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancer. *Ann. Rev. Nutr.*, 1999, 12, 139-145.
- [7] Carbonaro M., Mattera M., Nicoli S., Bergamo P., Cappelloni M.: Modulation of antioxidant compounds in organic vs. conventional fruit (peach *Prunus persica* L., and pear *Pyrus communis* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50 (19), 9-11.
- [8] Czacot H.: Biological activities of flavonoids – a review. *Pol. J. Food. Nutr. Sci.*, 2000, 9 (50), 3-13.
- [9] Gabrielska J.: Karotenoidy, flawonoidy i związki metaloorganiczne – wpływ na utlenianie i strukturę błon fosfolipidowych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, 2001, 408.
- [10] Grajek W.: Przeciwtleniacze w żywności. Aspekty technologiczne, molekularne i analityczne. Warszawa, 2007, 15-26.
- [11] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Zawartość związków antyoksydacyjnych w wybranych odmianach cebuli z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, Vol. 51 (2), 42-46.
- [12] Hallmann E., Rembiałkowska E., Kaproń L.: Zawartość związków bioaktywnych w pomidorach i papryce z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie: Monografia, PIMR, 2005, cz. II.
- [13] Kalisz O., Wolski T., Gerkowicz M., Morawski M.: Reaktywne formy tlenu oraz ich rola w patogenezie niektórych chorób. *Ann. UMCS Sect. DD*, 2007, 62 (1), 87.
- [14] Kazimierzczak R., Hallmann E., Brodzka A., Rembiałkowska E.: Porównanie zawartości związków polifenolowych i witaminy C w dżemach z owoców wybranych odmian porzeczki czarnej *Ribes nigrum* L. z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2009, Vol. 54 (3), 123-129.
- [15] Kazimierzczak R., Hallmann E., Kazimierzczak M., Rembiałkowska E.: Zawartość antyoksydantów w ziołach przyprawowych pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2010, Vol. 55 (3), 164-170.
- [16] Kazimierzczak R., Hallmann E., Rembiałkowska E.: Porównanie wartości odżywczej owoców wybranych odmian czarnej porzeczki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie: Monografia 4, Poznań: PIMR, 2007, s. 139-147.
- [17] Kazimierzczak R., Hallmann E., Ziętara M., Rembiałkowska E.: Zawartość związków przeciwtleniających w wybranych uprawach z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Prace Naukowe Uniwersytetu we Wrocławiu, 92, Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2010, 2, 11-25.
- [18] Kuś J.: Systemy gospodarowania w rolnictwie. *Rolnictwo ekologiczne. Materiały szkoleniowe 45/95. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa*, 1996, 3-5, 20-35.
- [19] Levite D., Adrian M., Tamm L.: Preliminary results of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards. *Conference Proceedings*, 2000, 256-257.
- [20] Łata B.: Mechanizmy chroniące roślinę przed stresem oksydacyjnym wywołanym niekorzystnymi warunkami środowiska. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1998, 6, 115-128.
- [21] Łuczka-Bakuła W.: Rynek żywności ekologicznej. Warszawa: PWE, 2007.
- [22] Panyiotidis M., Collins A.R.: *Ex vivo* assessment of lymphocyte antioxidant status using the comet assay. *Free Radical Research*, 1997, 27, 533-537.
- [23] Rembiałkowska E., Zdrowotna i sensoryczna jakość ziemniaków oraz wybranych warzyw z gospodarstw ekologicznych. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2000.
- [24] Rembiałkowska E., Adamczyk M., Hallmann E.: Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej konwencjonalnej. *Bromat. Chem. Toksykol.- Suplement*, 2004, 33-39.
- [25] Rembiałkowska E., Hallmann E., Wasiak-Zys G.: Jakość odżywcza i sensoryczna pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2003, 30 (3/4), 893-899.
- [26] Rembiałkowska E., Hallmann E.: Wpływ metody uprawy ekologicznej i konwencjonalnej na wybrane parametry wartości odżywczej marchwi (*Daucus carota*). *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2007, 1/2, 550-556.
- [27] Seidler-Łożykowska K., Kaźmierczak K., Kucharski W.A., Mordalski R., Buchwald W.: Yielding and quality of Sweet basil and Marjoram herb from organic cultivation, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, Vol. 51(2), 157-160.
- [28] Sikora M., Hallmann E., Rembiałkowska E.: Porównanie zawartości składników odżywczych w korzeniach buraków ćwikłowych pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie: Monografia 5, Poznań: PIMR, 2008, s. 141-145.
- [29] Sikora M., Hallmann E., Rembiałkowska E., Lipowski J., Marszałek K.: Ocena wartości odżywczej i sensorycznej soków marchwiowych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie: Monografia 6, Poznań: PIMR, 2009, s. 83-90.
- [30] Szpetnar M., Pasternak K.: Wpływ karotenoidów na zdrowie człowieka. *Herba polonica*, 2003, 49 (3/4), 427-435.
- [31] Toor R. K., Savage G. P., Heeb A., Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Comp. Anal.*, 2006, 19, 20-27.
- [32] Wartanowicz M., Ziemiański Ś.: Stres antyoksydacyjny oraz mechanizmy obronne. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 1999, 1, 67-80.
- [33] Worthington V.: Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables and Grains, *J. Alternative Compl. Medicine*, 2001, 7, 2, 161-173.