

THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN SELECTED KIND OF COFFEE FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

Summary

Coffee is very important ingredient of daily menu of the most consumers in Poland and world. Coffee's components are refreshing and stimulating for human organism, moreover containing the range of phenolic substances they are healthful. The aim of work was to compare the content of bioactive compounds as phenolic acids and flavonoides in the coffees from the organic and conventional production. The results show that in the instant coffees the differences between organic vs conventional production system are much higher than in the ground coffees. Organic instant coffees contained significantly more caffeine, chlorogenic acid, epigallocatechin gallate, rutin, D-glycoside of quercetin, myricetin, and naringin than conventional instant coffees. Conventional instant coffees contained significantly more flavon-3-ols and caffeic acid than organic instant coffees. Organic ground coffees contained significantly more dry matter and significantly less rutin and D-glycoside of quercetin than conventional ground coffees. Instant coffees contained significantly and much more almost all of the analyzed substances than ground coffees except rutin that was significantly more abundant in ground coffees. The reason for such big differences is probably completely different production procedure of the instant coffees. The studies on the content of the bioactive compounds in the coffees from organic vs conventional production should be continued in view of total lack of such scientific data and high importance of coffee in the everyday consumption.

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W WYBRANYCH TYPACH KAWY Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Kawa jest bardzo ważnym elementem codziennego jadłospisu konsumentów w Polsce i na świecie. Jej składniki działają ożywczo i pobudzająco na organizm człowieka, ponadto jako bogaty wachlarz związków fenolowych działają prozdrowotnie. Celem pracy było porównanie zawartości związków bioaktywnych z grupy kwasów fenolowych i flawonoidów w kawach z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. Otrzymane wyniki wskazują, że w przypadku kaw typu instant stwierdzono wystąpienie znacznie większych różnic w zawartości związków biologicznie czynnych w zależności od systemu produkcji polowej niż w przypadku kaw mielonych. Ekologiczne kawy typu instant zawierały istotnie więcej kofeiny, kwasu chlorogenowego, galusanu epigalokatechiny, rutyny, D-glikozydu kwercetyny, myricetyny i naringiny w porównaniu z konwencjonalnymi kawami typu instant. Konwencjonalne kawy typu instant zawierały istotnie więcej flawon-3-oli oraz kwasu kawowego w porównaniu z kawami ekologicznymi typu instant. Ekologiczne kawy mielone zawierały istotnie więcej suchej masy, natomiast istotnie mniej rutyny i D-glikozydu kwercetyny w porównaniu z kawami mielonymi z produkcji konwencjonalnej. Kawy typu instant zawierały istotnie więcej prawie wszystkich analizowanych substancji w porównaniu z kawami mielonymi z wyjątkiem rutyny, której było istotnie więcej w kawach mielonych. Przyczyną tych różnic jest prawdopodobnie zupełnie inny sposób produkcji kaw typu instant. Należy kontynuować badania nad zawartością związków bioaktywnych w kawach z produkcji ekologicznej z uwagi na zupełny brak tego typu danych w literaturze oraz bardzo duże znaczenie kawy w codziennym spożyciu konsumentów.

1. Wstęp

Ojczyzną kawy jest Etiopia (dawniejsza Abisynia). W dawnych czasach owoce kawy były spożywane przez wojowników przed bitwami jako środek pobudzający, likwidujący zmęczenie oraz dodający energii i sił. Z Etiopii sadzonki kawowca trafiły do Jemenu (Arabii) i właśnie od tego miejsca powstała jej łacińska nazwa *Coffea arabica* L. Dzięki pomysłowości mieszkańców Półwyspu Arabskiego ludzie poznali sposób prażenia surowych ziaren kawy i nauczyli się przygotowywać aromatyczny napar [19]. Początkowo napar otrzymywano przez gotowanie surowych i rozkruszonych w moździerzu ziaren. Znacznie później zaczęto prażyć ziarna na rozgrzanych kamieniach [1]. Do Europy moda na prażenie i picie kawy dotarła dopiero kilkaset lat później [9, 13]. Gdy wojska tureckie opuściły Wiedeń po przegranej bitwie, wśród pozostawionych ogromnych lu-

pów znalazły się worki z zielonymi ziarnami, których nikt nie chciał, bo nie znano sposobów jej przygotowania. Jednak po kilku latach kawa stała się symbolem Wiednia, a z tej europejskiej stolicy kultury dotarła do Polski. W przypadku upraw ekologicznych owoce kawowca zbiera się ręcznie. Najczęściej stosowaną metodą jest zrywanie pojedynczych, zupełnie dojrzałych owoców [19]. Owoce po zbiorze poddaje się obróbce mającej na celu wyłuskanie ziaren z owocni. Odbywa się to metodą tzw. suchą lub moką. Metoda sucha polega na rozsypywaniu jagód kawowca na dużej powierzchni i poddaniu ich działaniu słońca. Owoce należy co jakiś czas przewracać, tak by po upływie około 3-4 tygodni można było oddzielić wysuszone ziarna od resztek miąższu. Druga metoda, nazywana moką, polega na oddzielaniu ziarna od okrywającej go owocni. Obróbka „na mokro” wymaga specjalnego sprzętu, który mechanicznie usuwa skórkę i miąższ owocu [16]. Ziarna te na-

stępnie leżakują w basenach w temperaturze około 30°C przez okres 1-3 dni, gdzie podlegają fermentacji mlekowej. W wyniku fermentacji pozostały miąższ jest oddzielany i wyplukiwany wodą [7]. Aby uniknąć tzw. przefermentowania, należy usunąć ziarna o małych rozmiarach przed umieszczeniem w basenach fermentacyjnych. Podwyższenie temperatury do 45-50°C powoduje skrócenie procesu fermentacji mlekowej do około 4-5 godzin, a zastosowanie enzymów pektynowych do około 3 godzin. Kawa rozpuszczalna została stworzona dopiero w latach 30. XX wieku, gdy produkcja kawy w Brazylii znacznie przekroczyła zapotrzebowanie na nią. Wielkim wyzwaniem dla producentów kawy było stworzenie takiego produktu, by dało się go długo przechowywać bez straty walorów smakowo-zapachowych. Wyzwanie to podjęła firma Nestle. Opracowała urządzenia do proskowania kawy [21]. Ziarna kawy mają niezwykle złożony skład chemiczny, który zależy od pochodzenia, wysokości upraw, stopni szerokości geograficznej uprawy, pochylenie zbocza, jakości gleby, formy uprawy oraz sposobu oczyszczania. Na skład chemiczny kawy wpływ ma również stopień jej upalania [1]. W skład kawy wchodzi około 900 różnych substancji. Oprócz najbardziej znanej kofeiny występują w niej kwasy organiczne, olejki eteryczne, związki fenolowe, witaminy. Polifenole zawarte w kawie to głównie kwasy: chlorogenowy, chinowy i kawowy. W kawie palonej występuje ich około 8%. Są ważnym składnikiem kształtującym smak i aromat kawy [18]. Posiadają one wiele korzystnych zdrowotnie właściwości. Ich działanie przeciwnowotworowe związane jest z aktywnością antyoksydacyjną i wyłapywaniem oraz wygaszaniem wolnych rodników. Wykazują także właściwości hamujące modyfikację oksydacyjną LDL i w związku z tym odkładanie cholesterolu w ścianie naczyń krwionośnych i tworzenie blaszki miażdżycowej [11]. Najbardziej rozpowszechniony jest kwas kawoilochinowy, nazywany inaczej kwasem chlorogenowym. Najwyższą zawartość tego związku stwierdzono w kawie zielonej [5]. Ziarna kawowe zawierają około 8% tych związków. Jest to cecha zależna od gatunku i dojrzałości ziarna. Największe ilości kwasu chlorogenowego występują w ziarnach niedojrzałych. W miarę dojrzewania ziarna zawartość kwasów chlorogenowych ulega zmniejszeniu [4]. Kwasy fenolowe nadają produktom cierpki i gorzki smak oraz są odpowiedzialne za właściwości ściągające [8]. Kolejnym, niemniej ważnym związkiem czynnym występującym w kawie jest kofeina. Jest ona najbardziej znanym składnikiem kawy i jednocześnie jednym z najlepiej zbadanych naukowo składników żywności [14]. Zawartość kofeiny w ziarnach kawy zależy od jej gatunku. Gatunek *Robusta* charakteryzuje się około 2-krotnie większą ilością kofeiny niż gatunek *Arabica* [12]. Po metabolizowaniu kofeina wydalana jest z organizmu głównie z moczem. Osiąga maksymalne stężenie we krwi po około 15-120 minutach i utrzymuje się przez około cztery godziny [20]. Dawka śmiertelna kofeiny wynosi 10 g (około 80 filiżanek kawy). Spożycie kofeiny w ilości około 300 mg/dobę zwykle nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka. Typowa porcja naparu w jednej filiżance (150 ml) kawy filtrowanej zawiera około 80 mg kofeiny. 125 ml kawy rozpuszczalnej zawiera około 60 mg kofeiny, natomiast kawa bezkofeinowa zawiera jedynie śladowe ilości kofeiny od 1 do 4 mg [1]. Ponieważ w dostępnej literaturze brak jest informacji na temat zawartości związków biologicznie czynnych w kawach z upraw ekologicznych, dlatego za celowe uznano podjęcie prezentowanych badań.

2. Materiał i Metody

Do doświadczenia wybrano osiem różnych kaw mielonych (4 ekologiczne o nazwach: Brazylia, Peru, Meksyk i Wiedeń oraz 4 konwencjonalne: Tchibo Exclusive, Tchibo Mild, Tchibo Family oraz Tchibo Family Mild), jak też sześć rodzajów kaw instant (2 ekologiczne: Eco Freak i Destination oraz 4 konwencjonalne Tchibo Exclusive, Tchibo Mild, Tchibo Family oraz Tchibo Family Mild). Próbkę kaw poddano pomiarowi suchej masy metodą wagową [17] oraz przygotowano 1% napary, które poddano analizie na zawartość związków fenolowych i kofeiny metodą HPLC. Napar z kawy nastrzyknięto do próbki i inkubowano ją w łaźni ultradźwiękowej przez 15 min. Następnie próbkę poddano wirowaniu (6000 rpm w temp 3°C przez czas 15 min). Określoną ilość supernatantu nastrzyknięto na kolumnę. Zastosowano przepływ faz ruchomych 1ml/min (acetonitryl+woda MiliQ), czas wykrycia 36 min, długość fali 280–360 nm. Poszczególne związki fenolowe i kofeinę zidentyfikowano na podstawie wzorców zakupionych w Fluka oraz Sigma Aldrich (99,99% czystości). Ze względu na różne rodzaje kaw (niepokrywające się rodzaje kaw z upraw ekologicznych i konwencjonalnych) zastosowano analizę jednoczynnikową z zastosowaniem nieparametrycznego testu Duncana na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu STATGRAPHICS 5.1. Zastosowano dwuczynnikową analizę wariacji z zastosowaniem nieparametrycznego testu Duncana ($\alpha=0,05$). Różnice pomiędzy średnią zawartością badanych związków pomiędzy kawami ekologicznymi i konwencjonalnymi wyliczono ze wzoru [(ekokonw.)/konw]*100%.

3. Wyniki

W tab. 1 zestawiono wyniki porównujące zawartość suchej masy, kofeiny, sumy kwasów fenolowych, sumy flawonoli oraz sumy flawon-3-oli.

Wyniki wskazują, że kawy ekologiczne, zarówno mielone, jak też instant zawierały istotnie więcej suchej masy w porównaniu z kawami konwencjonalnymi. W przypadku pozostałych badanych składników nie wystąpiły statystycznie istotne różnice. Zanotowano jedynie tendencje w kierunku wyższej zawartości kofeiny w kawach ekologicznych oraz wyższej zawartości sumy kwasów fenolowych, jak też sumy flawon-3-oli w kawach konwencjonalnych. Porównanie kaw mielonych z kawami instant wykazuje, że te ostatnie zawierały istotnie więcej kofeiny, sumy kwasów fenolowych, sumy flawonoli, sumy flawon-3-oli w porównaniu z kawami mielonymi i warto zaznaczyć, że różnice te były dwu- i czterokrotne. Wynika to prawdopodobnie ze sposobu przygotowania kaw typu instant (tab. 1).

Porównanie szczegółowe wskazuje, że ekologiczne kawy typu instant zawierały istotnie więcej kofeiny oraz istotnie mniej kwasów fenolowych i flawon-3-oli w porównaniu z kawami instant z produkcji konwencjonalnej. Należy dodać, że w przypadku kofeiny i flawon-3-oli były to różnice duże, natomiast w przypadku kwasów fenolowych różnica była bardzo mała.

W tab. 2 podane są wyniki zawartości poszczególnych kwasów fenolowych wykrytych w różnych rodzajach kaw. Wyniki wskazują, że kawy z upraw konwencjonalnych zawierały istotnie więcej kwasu kawowego w porównaniu z kawami ekologicznymi. Natomiast zawartość pozostałych składników

nie różniła się istotnie. Wystąpiła tendencja w kierunku wyższej zawartości kwasu chlorogenowego w kawach ekologicznych oraz wyższej zawartości kwasów: galusowego i p-kumarynowego w kawach konwencjonalnych. Porównanie kaw mielonych i kaw typu instant wskazuje, że te ostatnie zawierały istotnie więcej wszystkich oznaczonych kwasów fenolowych w porównaniu z kawami mielonymi. Przyczyny tego zjawiska należy upatrywać w różnorodnym dla kaw mielonych i kaw typu instant sposobie produkcji. Porównanie szczegółowe wskazuje, że ekologiczne kawy typu instant zawierały istotnie mniej kwasu kawowego oraz istotnie więcej kwasu chlorogenowego w porównaniu z konwencjonalnymi kawami typu instant.

W tab. 3 zestawiono wyniki dotyczące zawartości katechin w kawach ekologicznych i konwencjonalnych. Wyniki wykazały, że kawy konwencjonalne zawierały średnio znacznie więcej epikatechiny niż kawy ekologiczne. Wykazano ponadto tendencję w kierunku wyższej zawartości epikatechiny w kawach konwencjonalnych i wyższego poziomu galusanu epigalokatechiny w kawach ekologicznych. Szczegółowa analiza wykazała, że ekologiczne kawy instant zawierały istotnie i znacznie więcej galusanu epigalo-

katechiny niż kawy konwencjonalne instant. Nie zanotowano istotnych różnic pod względem zawartości katechin pomiędzy mielonymi kawami ekologicznymi i konwencjonalnymi.

Podobnie jak w przypadku poprzednich składników, także w grupie katechin kawy typu instant zawierały ich znacznie więcej w porównaniu z kawami mielonymi, przy czym były to duże różnice (3-6-krotne) (tab. 3).

W tab. 4 zestawiono wyniki dotyczące zawartości flawonoli i flawononów w badanych rodzajach kaw. Nie wykazano istotnych różnic w zawartości poszczególnych związków pomiędzy kawami ekologicznymi a konwencjonalnymi, gdy brano pod uwagę łącznie kawy mielone i kawy instant. Zanotowano jedynie tendencję w kierunku wyższej zawartości myricetyny i naringiny w kawach ekologicznych w porównaniu z kawami konwencjonalnymi.

Natomiast poziom trzech z czterech analizowanych związków: D-glikozydu kwercetyny, myricetyny i naringiny był istotnie wyższy w kawach typu instant w porównaniu z kawami mielonymi. W przypadku rutyny zaobserwowano odwrotną sytuację. Jej zawartość była istotnie wyższa w kawach mielonych, jednak była to bardzo mała różnica.

Tab. 1. Porównanie zawartości suchej masy, kofeiny oraz sumy grup związków fenolowych w badanych rodzajach kaw
Table 1. The comparison of the content of dry matter, caffeine and total phenolic group in examined kind of coffee

Pochodzenie / typ kawy <i>Origin / typ of coffee</i>	Sucha masa <i>Dry matter</i>	Kofeina <i>Caffeine</i>	Kwasy fenolowe (suma) <i>Phenolic acids (total)</i>	Flawonole (suma) <i>Flavonoles (total)</i>	Flawon-3-ole (suma) <i>Flavon-3-oles (total)</i>
	g/100 g kawy		mg/1 g kawy		
kawy mielone ekologiczne	98,01 b*	16,13 a	9,61 a	4,70 a	41,91 a
kawy instant ekologiczne	97,96 b	41,13 c	57,75 c	13,76 b	165,30 a
średnia dla kaw ekologicznych ± sd / <i>mean for organic coffee ± sd</i>	97,98 ± 0,80 b	28,63 ± 15,29 a	33,68 ± 24,05 a	9,23 ± 0,75 a	125,48 ± 5,97 a
kawy mielone konwencjonalne	96,76 a	17,44 a	18,69 a	8,38 a	56,08 a
kawy instant konwencjonalne	97,27 ab	27,18 b	60,97 b	9,00 b	723,62 b
średnia dla kaw konwencjonalnych ± sd <i>mean for conventional coffee ± sd</i>	97,01 ± 1,09 a	22,31 ± 9,09 a	39,83 ± 23,38 a	8,69 ± 1,62 a	138,33 ± 4,10 a
różnica eko/konw, (w%)* <i>difference org/conv. (in %)</i>	1,00%	28,31%	18,26%	6,24%	10,24%
średnia dla kaw mielonych ± sd <i>mean for grand coffee ± sd</i>	97,38 ± 0,96 a	16,78 ± 3,71 a	14,15 ± 4,41 a	6,54 ± 23,24 a	56,40 ± 2,43 a
średnia dla kaw instant ± sd <i>mean for instant coffee ± sd</i>	97,62 ± 1,26 a	34,15 ± 13,89 b	59,36 ± 19,82 b	11,38 ± 1,19 b	207,41 ± 6,44 b
p-value					
pochodzenie kawy <i>coffee origin</i>	0,027	n.s.***	n.s.	n.s.	n.s.
pochodzenie i typ kawy <i>origin and kind of coffee</i>	0,154	<0,0001	<0,0001	0,0009	0,0036
typ kawy <i>kind of coffee</i>	n.s.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0093

* te same litery oznaczają brak różnic istotnych statystycznie, a różne litery oznaczają różnice istotne statystycznie / *similar letters mean not significant difference, but different letters mean different statistically significant*

** obliczono ze wzoru [(eko-konw)/konw]*100% / *calculated according to formula [(eco-conv)/conv]*100%*

*** n.s. nieistotne statystycznie / *statistically not significant*

Tab. 2. Porównanie zawartości kwasów fenolowych w badanych rodzajach kaw
 Table 2. The comparison of the content of phenolic acids in examined kind of coffee

Pochodzenie / typ kawy <i>Origin / typ of coffee</i>	Kwasy fenolowe w mg/1 g kawy <i>Phenolic acids in mg/1 g of coffee</i>			
	galusowy <i>gallic</i>	kawowy <i>caffeic</i>	p-kumarynowy <i>p-coumaric</i>	chlorogenowy <i>chlorogenic</i>
	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy
kawy mielone ekologiczne	2,92 a	0,76 a	0,94 a	5,74 a
kawy instant ekologiczne	18,83 b	3,45 b	2,55 a	35,48 c
średnia dla kaw ekologicznych ± sd <i>mean for organic coffee ± sd</i>	10,87 ± 2,49 a	2,10 ± 1,80 a	1,75 ± 1,13 a	20,61 ± 2,49 a
kawy mielone konwencjonalne	6,22 a	2,76 ab	1,23 a	4,78 a
kawy instant konwencjonalne	21,60 b	7,09 c	4,09 a	15,32 b
średnia dla kaw konwencjonalnych ± sd <i>mean for conventional coffee ± sd</i>	13,91 ± 7,93 a	4,92 ± 2,51 b	2,66 ± 1,18 a	10,05 ± 7,90 a
różnica eko/konw. (w%)* <i>difference org/conv. (in %)</i>	27,96%	134,32%	52,38%	105,09%
średnia dla kaw mielonych ± sd <i>mean for ground coffee ± sd</i>	4,57 ± 1,97 a	1,76 ± 1,16 a	1,09 ± 0,97 a	5,26 ± 2,11 a
średnia dla kaw instant ± sd <i>mean for instant coffee ± sd</i>	20,21 ± 9,35 b	5,27 ± 4,29 b	3,32 ± 2,41 b	25,40 ± 13,38 b
p-value				
pochodzenie kawy <i>coffee origin</i>	n.s.	0,0021	n.s.	n.s.
pochodzenie i typ kawy <i>origin and kind of coffee</i>	<0,0001	<0,0001	n.s.	<0,0001
typ kawy <i>kind of coffee</i>	<0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001

opis jak w tab. 1. / description see tab. 1.

Tab. 3. Porównanie zawartości katechin w badanych rodzajach kaw
 Table 3. The comparison of the content of tannins in examined kind of coffee

Pochodzenie / typ kawy <i>Origin / typ of coffee</i>	Epikatechina <i>Epicatechin</i>	Epigalokatechina <i>Epigallocatechin</i>	Galusan epigalokatechiny <i>Epigallocatechin gallate</i>
	mg/1 g kawy		
kawy mielone ekologiczne	14,62 a	22,38 a	4,91 a
kawy instant ekologiczne	32,63 ab	68,63 ab	64,04 b
średnia dla kaw ekologicznych ± sd <i>mean for organic coffee ± sd</i>	23,63 ± 2,48 a	45,50 ± 16,24 a	34,47 ± 1,48 a
kawy mielone konwencjonalne	20,80 a	27,86 a	7,42 a
kawy instant konwencjonalne	182,14 b	95,58 b	22,37 a
średnia dla kaw konwencjonalnych ± sd <i>mean for conventional coffee ± sd</i>	101,47 ± 6,78 b	61,72 ± 7,92 a	14,90 ± 4,02 a
różnica eko/konw. (w%)* <i>difference org/conv. (in %)</i>	329,41%	35,63%	131,41%
średnia dla kaw mielonych ± sd <i>mean for ground coffee ± sd</i>	17,71 ± 14,70 a	25,12 ± 19,06 a	6,16 ± 3,58 a
średnia dla kaw instant ± sd <i>mean for instant coffee ± sd</i>	107,38 ± 69,54 b	82,10 ± 8,19 b	43,21 ± 36,12 b
p-value			
pochodzenie kawy <i>coffee origin</i>	0,0001	n.s.	n.s.
pochodzenie i typ kawy <i>origin and kind of coffee</i>	0,0076	0,009	<0,0001
typ kawy <i>kind of coffee</i>	<0,0001	0,01	0,0001

opis jak w tab. 1. / description see tab. 1.

Tab. 4. Porównanie zawartości flawonoli i flawononów w badanych rodzajach kaw
 Table 4. The comparison of the content of flavonoles and flavonons in examined kind of coffee

Pochodzenie / typ kawy <i>Origin / typ of coffee</i>	Rutyna Rutin	D-glikozyd kwercetyny D- quercetin glycoside	Myricetyna Myricetin	Naringina Naringin
	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy	mg/1 g kawy
kawy mielone ekologiczne	3,33 a	0,87 a	0,50 a	3,40 a
kawy instant ekologiczne	5,74 b	3,61 b	4,41 c	38,85 c
średnia dla kaw ekologicznych ± sd <i>mean for organic coffee ± sd</i>	4,53 ± 2,14 a	2,24 ± 0,08 a	2,45 ± 1,45 a	21,12 ± 2,07 a
kawy mielone konwencjonalne	6,09 b	1,33 b	0,96 a	12,89 a
kawy instant konwencjonalne	2,92 a	3,24 a	2,84 b	23,52 b
średnia dla kaw konwencjonalnych ± sd <i>mean for conventional coffee ± sd</i>	4,50 ± 2,39 a	2,28 ± 1,78 a	1,90 ± 0,98 a	18,2 ± 1,44 a
różnica eko/konw. (w%)* <i>difference org/conv. (in %)</i>	0,60%	1,74%	29,17%	16,05%
średnia dla kaw mielonych ± sd <i>mean for ground coffee ± sd</i>	4,71 ± 2,00 a	1,10 ± 0,99 a	0,73 ± 0,09 a	8,14 ± 2,07 a
średnia dla kaw instant ± sd <i>mean for instant coffee ± sd</i>	4,33 ± 2,81 b	3,34 ± 2,70 b	3,62 ± 0,98	31,18 ± 1,44 b
p-value				
pochodzenie kawy <i>coffee origin</i>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
pochodzenie i typ kawy <i>origin and kind of coffee</i>	0,0006	0,021	<0,0001	0,0011
typ kawy <i>kind of coffee</i>	n.s.	0,0001	<0,0001	0,0003

opis jak w tab. 1. / *description see tab. 1.*

Porównanie szczegółowe wykazuje, że ekologiczne kawy typu instant zawierały istotnie więcej flawonoli i flawononów (rutyny, D-glikozydy kwercetyny, myricetyny i naringiny) w porównaniu z kawami konwencjonalnymi typu instant. Natomiast w przypadku kaw mielonych było odwrotnie: istotnie więcej rutyny, D-glikozydu kwercetyny stwierdzono w kawach mielonych z produkcji konwencjonalnej w porównaniu z kawami ekologicznymi. Dla dwóch związków: myricetyny oraz naringiny wykazano też tendencję w kierunku wyższej ich zawartości w mielonych kawach konwencjonalnych w porównaniu z kawami ekologicznymi.

4. Dyskusja

Kawa jest produktem dobrym do przechowywania ze względu na wysoką zawartość suchej masy. Jednak przechowywana w złych warunkach, przy dostępie tlenu i światła, szybko ulega zepsuciu (utlenieniu i zwiertzeniu). Przemianom podlegają wszystkie związki fenolowe zawarte w ziarnach kawy [5]. W przeprowadzonym doświadczeniu badane kawy nieznacznie różniły się pod względem zawartości suchej masy. Największe różnice wystąpiły wśród kaw mielonych, gdzie kawa ekologiczna zawierała 98,01 g/100g kawy, natomiast kawa konwencjonalna 96,76 g/100g kawy (tab. 1). Kawy mielone charakteryzują się zwykle wyższą zawartością suchej masy ze względu na sposób produkcji. Kawa mielona są to zmielone ziarna kawy, co oznacza, że znajdują się w niej wszystkie części ziarna. Kawa rozpuszczalna natomiast jest wysuszonym ekstraktem kawy mielonej. Składa się prawie wyłącznie ze składników rozpuszczalnych w wodzie. Najwięcej kofeiny zawierały kawy rozpuszczalne pochodzące z uprawy eko-

logicznej, które średnio zawierały 41,13 mg/1g. kawy, natomiast kawy rozpuszczalne konwencjonalne zawierały średnio 27,18 mg/1g kawy. Tak duża różnica w zawartości kofeiny w przypadku kaw rozpuszczalnych może być spowodowana różnymi sposobami otrzymywania tych kaw pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. Otrzymane wyniki są odmienne od prezentowanych przez Frankowskiego i in., którzy stwierdzili, że to kawy mielone charakteryzowały się średnio wyższą zawartością kofeiny niż kawy rozpuszczalne. Różnice w wynikach badań mogły być spowodowane różnym doborem kaw [6]. Największą zawartością kwasów fenolowych charakteryzowały się kawy rozpuszczalne pochodzące z upraw konwencjonalnych. Posiadały one średnio 60,97 mg kwasów fenolowych /1g kawy, natomiast kawy rozpuszczalne ekologiczne zawierały 57,75 mg /1g kawy. Również kawy mielone konwencjonalne zawierały więcej kwasów fenolowych od kaw mielonych ekologicznych. Analiza chemiczna wykazała, iż kawy mielone konwencjonalne zawierały 18,69 mg kwasów fenolowych /1g kawy natomiast kawy mielone ekologiczne 9,61 mg/1g kawy. Kawy mielone ekologiczne zawierały średnio najmniej kwasów fenolowych. Według badań przeprowadzonych przez Brezovą i in. kawy rozpuszczalne również posiadały więcej kwasów fenolowych (103,73 mg/g) niż kawy mielone (49,9 mg/g) [2]. W kawach ekologicznych zidentyfikowano najwięcej kwasu chlorogenowego (20,61 mg/1g kawy), zaś w kawach konwencjonalnych było to o połowę mniej, bo tylko (10,05 mg/1g kawy). Jest to zgodne z doniesieniami Higdon i Frei, którzy podają, że wśród oznaczonych w kawie kwasów fenolowych (p-kumarynowego, kawowego, ferulowego i chlorogenowego) to właśnie ten ostatni jest kwasem dominującym [10]. W dostępnej literaturze nie znaleziono informacji dotyczą-

cych zawartości flawonoidów w kawach, dlatego też wyniki zostały porównane z danymi dotyczącymi zawartości flawonoidów w herbatach, która jest podobnym, chociaż nie takim samym typem napoju. Kawy mielone i kawy instant charakteryzowały się podobną zawartością sumy flawonoli (tab. 1). Dla kaw mielonych było to 6,54 mg/1 g kawy, zaś dla kaw instant 11,38 mg/1 g kawy. Według badań przeprowadzonych przez Muldera i in. herbaty czarne i zielone miały przybliżoną zawartość flawonoli. Herbaty czarne zawierały 16,50 mg/g ś.m. flawonoli, natomiast herbaty zielone 16,00 mg/g ś.m. [15].

Należy podkreślić, że w literaturze nie znaleziono ani jednej pracy porównującej poziom związków bioaktywnych w kawach ekologicznych i konwencjonalnych, dlatego nie można porównać otrzymanych wyników z pracami innych autorów.

5. Wnioski

1. W przypadku kaw typu instant stwierdzono wystąpienie znacznie większych różnic w zawartości związków biologicznie czynnych w zależności od systemu produkcji połowej niż w przypadku kaw mielonych.
2. Ekologiczne kawy typu instant zawierały istotnie więcej kofeiny, kwasu chlorogenowego, galusanu epigalokatechiny, rutyny, D-glikozydu kwercetyny, myricetyny i naringiny w porównaniu z konwencjonalnymi kawami typu instant.
3. Konwencjonalne kawy typu instant zawierały istotnie więcej flawon-3-oli oraz kwasu kawowego w porównaniu z kawami ekologicznymi typu instant.
4. Ekologiczne kawy mielone zawierały istotnie więcej suchej masy, natomiast istotnie mniej rutyny i D-glikozydu kwercetyny w porównaniu z kawami mielonymi z produkcji konwencjonalnej.
5. Kawy typu instant zawierały znacznie i istotnie więcej prawie wszystkich analizowanych substancji w porównaniu z kawami mielonymi z wyjątkiem rutyny, której było istotnie więcej w kawach mielonych. Przyczyną tych różnic jest prawdopodobnie zupełnie inny sposób produkcji kaw typu instant.
6. Należy kontynuować badania nad zawartością związków bioaktywnych w kawach z produkcji ekologicznej z uwagi na zupełny brak tego typu danych w literaturze oraz bardzo duże znaczenie kawy w codziennym spożyciu konsumentów.

6. Literatura

- [1] Bangert E., Mahrle Ch.: Kawa. Wydawnictwo POZKAL, Warszawa, 2009.
- [2] Brezova V., Slobodova A., Stasko A.: Coffee as a source of antioxidants: An EPR study. *Food Chemistry*, 2009: 114, 859-868.
- [3] Budryn G., Nebesny E.: Kawa. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2001: 49, 6, 40-42.
- [4] Budryn G., Nebesny E.: Struktura i właściwości antyoksydacyjne polifenoli ziarna kawowego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005: 38, 3, 203-209.
- [5] Budryn G., Nebesny E.: Fenolokwasy- ich właściwości, występowanie w surowcach roślinnych, wchłanianie i przemiany metaboliczne. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2006: 39, 2, 103-110.
- [6] Frankowski M., Kowalski A., Ociepa A., Siepak J., Niedzielski P.: Kofeina w kawach i ekstraktach kofeinowych i odkofeinowanych dostępnych na polskim rynku. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2008: 41, 1, 21-27.
- [7] Budryn G.: Niepowtarzalny aromat kawy. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2007: 2, 56-57.
- [8] Gawlik-Dziki U.: Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004: 41, 4, 29-40.
- [9] Grzebińska W.: Dobra kawa... nie jest zła. *Przegląd Gastronomiczny*, 2003: 57, 8, 16.
- [10] Higdon J.V., Frei B.: Coffee and health a review of recent human research. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2006: 46, 101-123.
- [11] Hwang L.S., Lin L.Ch., Chen N.T., Liuchang H.Ch., Shiao M.S.: Hypolipidemic Effect and Antiatherogenic Potential of Pu-Erh Tea [w]: *Oriental Foods and Herbs*. wyd. Am. Chem. Soc., 2003, rozdz. 5, s. 87-103.
- [12] Jarosz M., Wierzejska R.: Kofeina a zdrowie. *Żywność Człowieka i Metabolizm*, 2003: 30, 3/4, 1234-1241.
- [13] Kwiatkowska-Sienkiewicz K.: Główne kryteria klasyfikacji kawy surowej. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2005: 2, 80-81.
- [14] Lenart B.: Kawa – fakty i mity. *Przegląd Gastronomiczny*, 2003 57, 7, 31-32.
- [15] Mulder T.P., Rietveld A.G., van Amelsvoort J.M.: Consumption of both black tea and green tea results in an increase in the excretion of hippuric acid into urine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2005: 81, 256-260.
- [16] Nowicka J.: Brylanty dla konesera. *Przegląd Gastronomiczny*, 2004: 58, 11, 20-21.
- [17] Norma Polska PN-R-04013:1988, Analiza chemiczno-rolnicza roślin. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.
- [18] Świdzki F.: *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 1999.
- [19] Wasielewski D.: U źródeł kawy. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2003: 51, 5, 56-57.
- [20] Zawadzka-Ben Dor R.: Apetyt na luksus. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2007: 5, 88-89.
- [21] Zawadzka-Ben Dor R.: Nescafe ma już 70 lat. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2008: 10, 104-105.