

RADOSŁAW KOWALSKI, JAKUB WYROSTEK, GRAŻYNA KOWALSKA,
URSZULA PANKIEWICZ

WPLYW ULTRADŹWIĘKÓW NA STĘŻENIE WYBRANYCH ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W NAPARACH Z MIĘTY PIEPRZOWEJ, RUMIANKU POSPOLITEGO ORAZ KAWY

Streszczenie

Procesy przygotowania naparów roślinnych mogą być modyfikowane w celu otrzymania napojów charakteryzujących się bogatszym składem chemicznym i bardziej pożądanymi cechami sensorycznymi. Interesujące jest zastosowanie ultradźwięków w procesie otrzymywania naparów z różnych materiałów pochodzenia roślinnego. Celem podjętych badań była ocena wpływu sposobu przygotowania naparu na stężenie polifenoli i kofeiny. Napary z mięty pieprzowej, rumianku pospolitego oraz kawy otrzymano przy zmiennych parametrach czasowych, temperaturowych oraz poprzez parzenie tradycyjne i ze wspomaganie ultradźwiękami. Wykazano, że czas trwania procesu parzenia oraz temperatura wody, jak też zastosowanie sonikacji wpływały na stężenie substancji czynnych w gotowych naparach. Dowiedziono, że zastosowanie sonikacji wpłynęło istotnie na zwiększenie stężenia polifenoli (o 7 ÷ 54 %) i kofeiny (o 3 ÷ 20 %) w otrzymanych naparach. Wspomaganie procesu parzenia sonikacją pozwoliło na uzyskanie wartościowych naparów zarówno z badanych ziół, jak i kawy, przy zastosowaniu wody o niższej temperaturze (70 °C) i przy krótszym czasie parzenia. Ultradźwięki są interesującą techniką, która może znacznie poprawić jakość naparów ziołowych i kawowych pod względem zawartości substancji aktywnych. Zastosowanie ultradźwięków stwarza możliwości uzyskania naparów o podobnych stężeniach substancji aktywnych z mniejszej ilości surowca lub w krótszym czasie w stosunku do naparów parzonych w sposób tradycyjny.

Słowa kluczowe: mięta pieprzowa, rumianek pospolity, kawa, napary, ultradźwięki, polifenole, kofeina

Wprowadzenie

Prozdrowotny wpływ składników roślinnych na organizm człowieka jest doceniany od setek lat. Preparaty farmaceutyczne oraz produkty spożywcze lub kosmetyki

*Dr hab. R. Kowalski, prof. UP, mgr J. Wyrostek, dr hab. U. Pankiewicz, prof. UP, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, dr G. Kowalska, Katedra Turystyki i Rekreacji, Wydz. Agrobioinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin.
Kontakt: radoslaw.kowalski@up.lublin.pl*

otrzymywane na bazie ziół są skuteczne i cieszą się zainteresowaniem konsumentów oraz pacjentów. Często kuracje ziołowe są stosowane jako środek prewencyjny i pomagają uniknąć leczenia farmakologicznego. Poszczególne zioła mają określony skład chemiczny, obejmujący szerokie spektrum substancji organicznych i nieorganicznych, a niektóre z tych grup związków są niezbędne do życia. Ponadto liczne składniki bioaktywne wykazują działanie prozdrowotne i mogą być wykorzystywane do produkcji żywności charakteryzującej się cennymi właściwościami. Obserwowane zainteresowanie konsumentów zdrowym trybem życia wywołuje popyt na określone produkty prozdrowotne, suplementy diety, jak również na fachowe piśmiennictwo, książki tematyczne, programy komputerowe czy audycje radiowe i telewizyjne, a także wiąże się z prowadzeniem badań naukowych podejmujących różne aspekty często interdyscyplinarne w przedmiotowym zakresie. Jednym z najbardziej dostępnych półproduktów spożywczych są zioła czy używki, takie jak kawa i herbata, które nie wymagają skomplikowanej procedury przygotowawczej do otrzymania produktu przeznaczonego do konsumpcji. Najczęściej są one wykorzystywane w postaci naparów, które są przygotowywane w prosty sposób poprzez zalanie odpowiedniej ilości rozdrobnionego materiału wodą doprowadzoną wcześniej do wrzenia. Jak wynika z ostatnich badań, także proste procesy przygotowania naparów roślinnych mogą być modyfikowane celem otrzymania napojów charakteryzujących się bogatszym składem chemicznym i bardziej pożądanymi cechami sensorycznymi [8, 9]. Interesujące jest zastosowanie ultradźwięków w procesie otrzymywania naparów z różnych materiałów pochodzenia roślinnego.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu ultradźwięków na stężenie polifenoli i kofeiny w naparach z mięty pieprzowej, rumianku pospolitego oraz kawy.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły:

- zioła: liść mięty pieprzowej (BIOFIX, Górki Małe, Polska) oraz koszyczek rumianku pospolitego (BIOFIX, Górki Małe, Polska) zakupione w lubelskiej aptece,
- kawa palona mielona „Jacobs Kronung” (Jacobs Douwe Egberts, Amsterdam, Holandia) zakupiona w lubelskim supermarkecie.

Napary ziołowe i kawowe przygotowywano zgodnie z warunkami opisanymi w PN-ISO 3103:1996 [14], dotyczącej naparów z herbaty, po ich modyfikacji. Odważano po 2 g liści mięty, koszyczków rumianku i kawy, zalewano 100 ml wody dejonizowanej o temp. 95 lub 70 °C i pozostawiano pod przykryciem przez: 1, 3 i 6 min. Po tym czasie materiał roślinny oddzielano od naparu, który przeznaczano do oznaczeń. Analogicznie przygotowywano napary ze wspomaganie ultradźwiękowym z zastosowaniem homogenizatora ultradźwiękowego Omni Sonic Ruptor 250 (Omni International, USA) z częstotliwością 20 kHz i mocą 25 oraz 50 W. Kodowanie próbek prze-

prowadzono według schematu: czas ekstrakcji, temperatura początkowa wody, moc ultradźwięków (tab. 1). Każdy wyciąg przygotowywano w trzech powtórzeniach i przeznaczano do oznaczeń na zawartość wybranych składników aktywnych.

Oznaczenie stężenia polifenoli (w przeliczeniu na kwas galusowy, GA) w otrzymanych naparach prowadzono metodą spektrofotometryczną ($\lambda = 765$ nm) zgodnie z metodą opisaną przez Singletona i Rossiego [18], z użyciem spektrofotometru Cary 50 (Varian, Australia). Oznaczenie stężenia kofeiny w naparach kawowych prowadzono metodą spektrofotometryczną ($\lambda = 273$ nm) [21, 22] z użyciem spektrofotometru Cary 50 (Varian, Australia).

Wyniki badań poddano analizie wariancji (test Duncana, $p = 0,05$) w programie statystycznym SAS (SAS Version 9.1, SAS Inst., Cary, N.C., USA).

Tabela 1. Zestawienie kodów przyporządkowanych próbkom oraz parametry doświadczenia

Table 1. List of sample-assigned codes and experiments parameters

Kod próbki Sample code	Czas Time [min]	Temperatura początkowa wody Initial water temperature [°C]	Moc ultradźwięków Ultrasound power [W]	Częstotliwość ultradźwięków Ultrasound frequency [kHz]
Próba kontrolna Control sample				
6-95-0	6	95	0	0
3-95-0	3	95	0	0
1-95-0	1	95	0	0
6-95-25	6	95	25	20
3-95-25	3	95	25	20
1-95-25	1	95	25	20
6-95-50	6	95	50	20
3-95-50	3	95	50	20
1-95-50	1	95	50	20
6-70-0	6	70	0	0
3-70-0	3	70	0	0
1-70-0	1	70	0	0
6-70-25	6	70	25	20
3-70-25	3	70	25	20
1-70-25	1	70	25	20
6-70-50	6	70	50	20
3-70-50	3	70	50	20
1-70-50	1	70	50	20

Wyniki i dyskusja

W tabelach przedstawiono stężenia polifenoli (tab. 2) i kofeiny (tab. 3) w badanych naparach z surowców ziołowych oraz w naparach z kawy palonej. Na rys. 1. zilustrowano natomiast zmiany stężenia badanych substancji, wyrażone w procentach, w odniesieniu do stężenia tych związków w naparach kontrolnych, otrzymanych w sposób tradycyjny przy użyciu wody o temp. 95 °C, podczas 6 min parzenia i bez zastosowania ultradźwięków.

Tabela 2. Stężenie polifenoli w naparach z mięty pieprzowej, rumianku pospolitego oraz kawy

Table 2. Polyphenol concentration in peppermint, chamomile and coffee infusions

Kod próbki Sample code	Stężenie polifenoli / Polyphenol concentration [mg/100 ml]		
	Mięta pieprzowa Peppermint	Rumianek pospolity Chamomile	Kawa Coffee
Próba kontrolna Control sample			
6-95-0	50,07 ^{cd}	14,01 ^{bcd}	60,22 ^{cde}
3-95-0	47,12 ^{de}	13,04 ^{cde}	52,31 ^{defg}
1-95-0	38,03 ^{fg}	11,31 ^{ef}	45,08 ^{fgh}
6-95-25	67,21 ^{ab}	16,12 ^{ab}	72,09 ^{abc}
3-95-25	59,04 ^{bc}	13,06 ^{cde}	64,22 ^{bcd}
1-95-25	43,95 ^{ef}	12,02 ^{def}	49,05 ^{efgh}
6-95-50	77,32 ^a	18,05 ^a	87,08 ^a
3-95-50	74,89 ^a	17,00 ^{ab}	82,11 ^{ab}
1-95-50	42,03 ^{ef}	17,21 ^{ab}	52,95 ^{def}
6-70-0	36,14 ^{fg}	6,03 ^g	47,12 ^{fgh}
3-70-0	31,92 ^g	4,15 ^h	42,34 ^h
1-70-0	23,07 ⁱ	4,02 ^h	31,05 ⁱ
6-70-25	59,25 ^{bc}	14,98 ^{abc}	68,21 ^{bc}
3-70-25	50,17 ^{cd}	12,11 ^{def}	61,17 ^{cde}
1-70-25	26,31 ^{hi}	6,06 ^g	44,32 ^{fgh}
6-70-50	77,11 ^a	14,22 ^{bcd}	85,11 ^a
3-70-50	75,12 ^a	14,18 ^{bcd}	80,21 ^{ab}
1-70-50	37,03 ^{fg}	9,87 ^f	43,41 ^{gh}

Objaśnienia / Explanatory notes:

Objaśnienia kodów jak w tab. 1. / Explanation of codes as in Tab. 1; a - i – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p = 0,05$) / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly ($p = 0.05$).

Stwierdzono, że napary kawowe zawierały istotnie więcej polifenoli (do 87,08 mg GA/100 ml) niż napary z mięty pieprzowej (do 77,32 mg GA/100 ml) oraz z rumianku pospolitego (do 18,05 mg GA/100 ml) – tab. 2. Próba kontrolna naparu z kawy (6-95-0) charakteryzowała się stężeniem związków polifenolowych w przeliczeniu na kwas

galusowy na poziomie 60,22 mg/100 ml. Najwięcej polifenoli w naparze kawowym było w wyciągu otrzymanym ze wspomaganiami ultradźwiękami o mocy 50 W podczas parzenia wodą o temp. 95 °C przez 6 min (87,08 mg GA/100 ml), czyli stężenie polifenoli w tych próbkach było większe o 45 % niż w próbce kontrolnej (rys. 1). Najniższe stężenie polifenoli wykazano w naparze kawowym otrzymanym w wyniku ekstrakcji wodą o temp. 70 °C w ciągu 1 min (1-70-0) – 31,05 mg GA/100 ml (tab. 2). Zawartość związków fenolowych w ziarnach kawy jest zależna od rodzaju kawy, pochodzenia czy parametrów procesu obróbki technologicznej. Dybkowska i wsp. [6] oraz Hečimović i wsp. [7] podają, że poziom polifenoli w 1 g kawy palonej mieści się w zakresie 21 ÷ 43 mg GA. Wskazuje to, że w naparze kawowym przygotowanym z użyciem proporcji 2 g kawy/100 ml wody stężenie polifenoli powinno kształtować się na poziomie 40 ÷ 80 mg/ml, co potwierdzono w niniejszych badaniach.

Tabela 3. Stężenie kofeiny w naparach kawowych
Table 3. Caffeine concentration in coffee infusions

Kod próbki Sample code	Stężenie kofeiny Caffeine concentration [mg/100 ml]
Próba kontrolna / Control sample	
6-95-0	34,48 ^{bc}
3-95-0	33,14 ^{cd}
1-95-0	32,90 ^{cd}
6-95-25	40,34 ^a
3-95-25	38,12 ^{ab}
1-95-25	35,98 ^b
6-95-50	41,24 ^a
3-95-50	39,54 ^{ab}
1-95-50	38,12 ^{ab}
6-70-0	32,06 ^d
3-70-0	29,50 ^e
1-70-0	28,24 ^e
6-70-25	35,64 ^b
3-70-25	34,78 ^{bc}
1-70-25	31,34 ^{de}
6-70-50	37,08 ^{ab}
3-70-50	35,80 ^b
1-70-50	33,34 ^{cd}

Objaśnienia / Explanatory notes:

Objaśnienia kodów jak w tab. 1. / Explanation of codes as in Tab. 1; a - d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p = 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p = 0.05$).

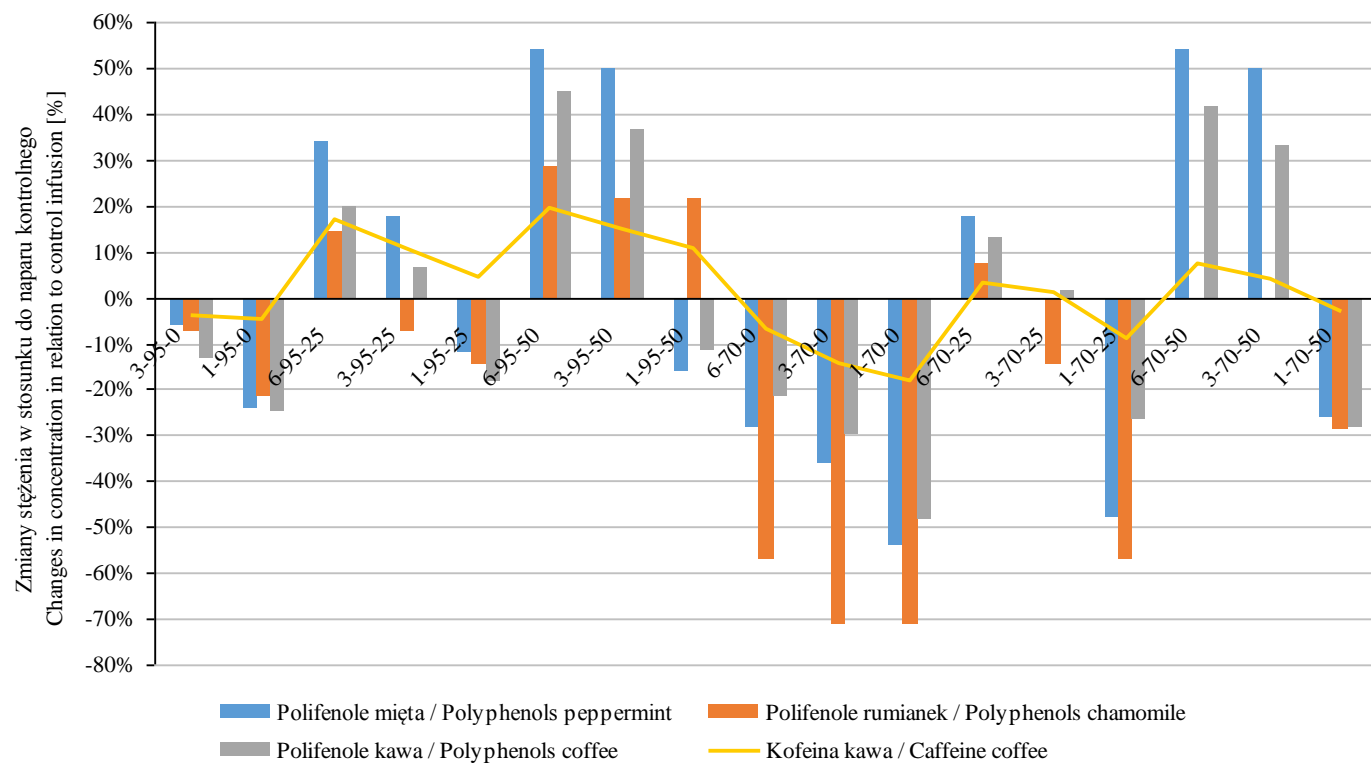
Napary z mięty pieprzowej zawierały do 77,32 mg GA/100 ml, natomiast w próbie kontrolnej tego surowca (6-95-0) stężenie polifenoli wynosiło 50,07 mg GA/100 ml (tab. 2). Najwyższym stężeniem polifenoli w naparze z mięty pieprzowej charakteryzowały się wyciągi otrzymane ze wspomaganiami ultradźwiękami o mocy 50 W podczas parzenia przez 6 i 3 min, zarówno w temperaturze wody 70, jak i 95 °C (stężenie w zakresie 74,89 ÷ 77,32 mg GA/100 ml), co stanowiło wartość o 54 % wyższą w porównaniu z próbą kontrolną (rys. 1). Najmniej polifenoli zawierał napar miętowy otrzymany przy użyciu wody o temp. 70 °C w ciągu 1 min (1-70-0) – 23,07 mg GA/100 ml. W przypadku naparów z rumianku uzyskano istotnie niższe stężenia związków polifenolowych w porównaniu z miętą i kawą. W próbie naparu rumiankowego (6-95-50) stwierdzono stężenie polifenoli na poziomie 18,05 mg GA/100 ml, zaś w naparze kontrolnym z tego surowca (6-95-0) – 14,01 mg GA/100 ml, co stanowiło wzrost o 29 % w stosunku do naparu kontrolnego z rumianku (rys. 1). Najniższym stężeniem polifenoli wśród wyciągów z rumianku charakteryzowały się napary otrzymane w ciągu 3 i 1 min, z zastosowaniem wody o temp. 70 °C bez wspomaganiania ultradźwiękowego – średnio 4 mg GA/100 ml. Stężenie polifenoli w naparach rumiankowych jest ok. 3,5 razy niższe w porównaniu z naparami miętowymi, co wykazano w innych pracach [4, 16].

W przypadku naparów kawowych stwierdzono, że zawartość kofeiny kształtowała się w zakresie 28,24 ÷ 41,24 mg/100 ml (tab. 3).

Stężenie kofeiny w naparze kawowym otrzymanym w wyniku parzenia metodą tradycyjną (6-95-0) wynosiło 34,48 mg/ml, natomiast największą zawartością kofeiny charakteryzowały się napary otrzymane z zastosowaniem wody o temp. 95 °C wraz ze wspomaganieniem ultradźwiękowym o mocy 25 W i 50 W odpowiednio: 40,34 i 41,24 mg/100 ml. Odpowiadało to wzrostowi stężenia kofeiny odpowiednio o: 17 i 20 % w odniesieniu do próby kontrolnej.

Stężenie kofeiny w naparach kawowych jest zróżnicowane i zależy od proporcji użytej kawy w stosunku do wody, temperatury wody, czasu i sposobu parzenia [5]. Napary kawowe przygotowane z 2 ÷ 3 g kawy palonej/100 ml wody o temp. ok. 95 °C zawierały 15 ÷ 75,5 mg kofeiny/100 ml, natomiast napary przygotowywane w proporcji 6 ÷ 20 g kawy palonej/100 ml wody zawierały do 700 mg kofeiny/100 ml, w zależności od zastosowanej metody parzenia [5, 10].

Czas parzenia ma istotny wpływ na poziom wyekstrahowanych związków bioaktywnych, których stężenie osiąga po określonym czasie wartość optymalną, a wydłużenie tego czasu może wręcz skutkować zmniejszeniem zawartości składników czynnych, co zaobserwowali Yen i wsp. [23] w przypadku parzenia herbaty powyżej optymalnego czasu ustalonego na 5 min. W badaniach własnych stwierdzono, że w naparach przygotowanych w ciągu 1, 3 i 6 min bez zastosowania ultradźwięków



Objaśnienia / Explanatory notes:
 Objasnienia kodów jak w tab. 1. / Explanation of codes as in Tab.1.

Rys. 1. Zmiany stężenia polifenoli i kofeiny w naparach: miętowym, rumiankowym i kawowym w porównaniu z naparem kontrolnym
 Fig. 1. Changes in polyphenols and caffeine in peppermint, chamomile and coffee infusions compared to the control infusion

najdłuższy zastosowany czas parzenia – 6 min, który był zgodny z zaleceniami normy PN-ISO 3103:1996 [14], pozwalał uzyskać napoje charakteryzujące się najwyższym stężeniem polifenoli i kofeiny.

Skrócenie czasu parzenia o połowę – do 3 min – powodowało zmniejszenie stężenia polifenoli w mięcie, rumianku i kawie odpowiednio o: 6, 7 i 13 %, a kofeiny w kawie – o 4 %. Z kolei skrócenie czasu parzenia do 1 min skutkowało zmniejszeniem stężenia polifenoli odpowiednio o: 24, 21 i 25 %, a kofeiny w kawie – o 5 %.

Kofeina jest składnikiem, który ekstrahuje się szybciej niż polifenole, dlatego uzyskanie odpowiedniego stężenia kofeiny w naparze pod względem czasowym ma mniejsze znaczenie niż w przypadku polifenoli, co stwierdzili także Phan i wsp. [13]. Zaobserwowali oni, że stężenie kofeiny w naparze kawowym otrzymanym w ciągu 1 min wynosiła $19 \div 50 \mu\text{g/ml}$, w ciągu 3 min – $20 \div 53 \mu\text{g/ml}$, natomiast w naparze otrzymanym w ciągu 5 min stężenie kofeiny kształtowało się na poziomie $22 \div 54 \mu\text{g/ml}$, co wskazuje także na niewielki wzrost stężenia tego składnika w gotowym napoju wraz z wydłużaniem czasu parzenia.

W doświadczeniu podejmującym wpływ czasu parzenia herbat ziołowych na uwalnianie się polifenoli do naparu Cleverdon i wsp. [4] wykazali, że najwydajniejsza ekstrakcja tych składników występuje w ciągu 1 \div 5 min i osiąga po 5 min 78 % wyekstrahowanych polifenoli występujących w herbatce z rumianku i ok. 96 % – w naparze mięty [4]. W przypadku naparów z hibiskusa (*Hibiscus sabdaria* L.) Nguyen oraz Chuyen [11] także odnotowali wpływ czasu parzenia na zawartość polifenoli i uzyskali: 86,6 mg GA/100 g (po 10 min), 119,6 mg GA/100 g (po 20 min), 127,0 mg GA/100 g (po 30 min), 123,5 mg GA/100 g (po 40 min). Wzrost stężenia polifenoli wraz z wydłużaniem czasu parzenia zaobserwowano w badaniach irańskich w przypadku naparów herbacianych. Nikniaz i wsp. [12] wykazali bowiem, że w naparach z herbaty czarnej przygotowanych z 2 g herbaty (w saszetce) i 240 ml wody o temp. 80 °C zawartość polifenoli wzrosła z 24 mg GA/240 ml (1 min parzenia) do 72 mg GA/240 ml (5 min parzenia), a w naparach herbaty czarnej luzem (w tych samych porcjach i w identycznej temperaturze) – z 19 mg/240 ml (5 min parzenia) do 31 mg GA/240 ml (60 min parzenia).

Kolejnym czynnikiem determinującym jakość naparów była temperatura wody. Stężenie polifenoli w naparach mięty, rumianku i kawy otrzymanych z zastosowaniem wody o temp. 70 °C było niższe niż w naparze kontrolnym o odpowiednio: 28, 57 i 22 %, a w przypadku kofeiny stężenie tego składnika w naparze kawowym było niższe o 7 %. Stwierdzono też, że temperatura miała większy wpływ na stężenie wyekstrahowanych polifenoli niż kofeiny. Siah i wsp. [17] wykazali, że napary otrzymywane z *Centella asiatica* (2,5 g/200 ml) charakteryzowały się wzrostem stężenia polifenoli z 30 mg GA/l w temp. 60 °C do 43 mg GA/l w temp. 100 °C. W doświadczeniach, które przeprowadzili Castiglioni i wsp. [3] oraz Ramírez-Aristizabal i wsp. [15], doty-

czących ekstrakcji herbaty zielonej i herbaty białej, autorzy także zaobserwowali wzrost zawartości polifenoli wraz ze wzrostem zastosowanej temperatury podczas otrzymywania naparów. W przypadku naparów z hibiskusa (*Hibiscus sabdaria* L.) Nguyen i Chuyen [11] nie odnotowali natomiast tak wyraźnego wpływu temperatury na zawartość polifenoli w porównaniu do doświadczeń z herbatą. Stężenie polifenoli wynosiło w tym przypadku 82,4 mg GA/100 g (w 80 °C), 83,8 mg GA/100 g (w 90 °C) i 82,3 mg GA/100 g (w 100 °C).

Wspomaganie procesu parzenia sonikacją pozwoliło uzyskać wartościowe pod względem stężenia substancji aktywnych napary z badanych ziół i kawy przy zastosowaniu wody o niższej temperaturze (70 °C), jak i przy krótszych okresach parzenia. Na przykład napary otrzymane w ciągu 3 min z użyciem wody o temp. 70 °C i ze wspomaganie ultradźwiękowym o mocy 25 W (3-70-25) nie odbiegały istotnie pod względem składu od naparów kontrolnych (tab. 2). Podsumowując powyższe, zaobserwowano, że stosowanie sonikacji wpływa istotnie na ekstrakcję substancji czynnych, tj. polifenoli z liści mięty pieprzowej, kwiatostanów rumianku oraz z kawy palonej, jak również wpływa na stężenie kofeiny w naparach kawowych. Zastosowanie sonikacji wpłynęło na zwiększenie stężenia polifenoli w naparach (w porównaniu z naparem kontrolnym): miętowym – z 50,07 do 77,32 mg/100 ml (wzrost o 54 %), rumiankowym – z 14,01 do 18,05 mg/100 ml (wzrost o 29 %), kawowym – z 60,22 do 87,08 mg/100 ml (wzrost o 45 %). W naparze kawowym stwierdzono także wzrost stężenia kofeiny z 34,48 do 41,24 mg/100 ml (wzrost o 20 %). O korzystnym wpływie ultradźwięków na ekstrakcję substancji czynnych donosi wielu badaczy, między innymi w pracach: na temat wpływu sonikacji na ekstrakcję składników bioaktywnych z ziół [20], na temat przyspieszenia wodnej ekstrakcji cukru z krajanki buraka cukrowego [19] czy wpływu sonikacji na ekstrakcję saponiny z drzewa *Quillaja Saponaria* Molina [2]. W innych pracach autorzy odnotowują pozytywny wpływ ekstrakcji wspomaganie ultradźwiękami na pozyskanie interesującego składnika m.in. z rumianku czy z różnych marek herbaty (*Camellia sinensis*) [1, 24]. Pomimo wielu publikacji dotyczących ekstrakcji wspomaganie ultradźwiękami w różnych wariantach, najczęściej w ujęciu przemysłowego zastosowania, niewiele jest prac z zakresu użycia sonikacji do otrzymywania prostych naparów ziołowych, herbacianych czy kawowych. W pracy Kowalskiego i wsp. [9] dowiedziono, że ultradźwięki mają istotny wpływ m.in. na zawartość polifenoli i kofeiny w naparach z herbat czarnych oraz zielonych i pozwalają otrzymać napój charakteryzujący się wartościowymi cechami sensorycznymi, które były pożądane przez zespół oceniający.

Wnioski

1. Ultradźwięki mogą być stosowane do tzw. prostej kuchennej obróbki, która umożliwia otrzymanie naparów ziołowych i kawowych znacznie bogatszych w proz-

- drowotne substancje aktywne w porównaniu z naparami otrzymywanymi w sposób tradycyjny.
2. Otrzymywanie naparów ze wspomaganie sonikacją pozwala uzyskać napoje z mniejszych porcji materiału roślinnego lub w krótszym czasie, a jednocześnie charakteryzujące się podobnymi stężeniami substancji aktywnych w porównaniu z naparami parzonymi w sposób tradycyjny.

Literatura

- [1] Bakht A., Geesi M.H., Riadi Y., Imran M., Ali I., Ahsan M.J., Ajmal N.: Ultrasound-assisted extraction of some branded tea: Optimization based on polyphenol content, antioxidant potential and thermodynamic study. *Saudi J. Biol. Sci.*, 2019, 26 (5), 1043-1052.
- [2] Cares M.G., Vargas Y., Gaete L., Sainz J., Alarcón J.: Ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from Quillaja Saponaria Molina. *Phys. Procedia*, 2010, 3 (1), 169-178.
- [3] Castiglioni S., Damiani E., Astolfi P., Carloni P.: Influence of steeping conditions (time, temperature, and particle size) on antioxidant properties and sensory attributes of some white and green teas. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2015, 66 (5), 491-497.
- [4] Cleverdon R., Elhalaby Y., McAlpine M., Gittings W., Ward W.: Total polyphenol content and antioxidant capacity of tea bags: Comparison of black, green, red rooibos, chamomile and peppermint over different steep times. *Beverages*, 2018, 4 (1), #15. DOI: 10.3390/beverages4010015.
- [5] De Paula J., Farah A.: Caffeine consumption through coffee: Content in the beverage, metabolism, health benefits and risks. *Beverages* 2019, 5 (2), #37. DOI: 10.3390/beverages5020037.
- [6] Dybkowska E., Sadowska A., Rakowska R., Dębowska M., Świdorski F., Świąder K.: Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.*, 2017, 68 (4), 347-353.
- [7] Hečimović I., Belščak-Cvitanović A., Horžić D., Komes D.: Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chem.*, 2011, 129 (3), 991-1000.
- [8] Kowalski R., Baj T., Kowalska G., Pankiewicz U.: Estimation of potential availability of essential oil in some brands of herbal teas and herbal dietary supplements. *PLoS One*, 2015, 10 (6), #0130714. DOI: 10.1371/journal.pone.0130714.
- [9] Kowalski R., Wyrostek J., Kałwa K., Kowalska G., Pankiewicz U., Sujka M., Włodarczyk-Stasiak M., Mazurek A.: Sensory and chemical evaluation of tea brews prepared with the assistance of ultrasound. *Ciência Rural*, 2019, 49 (11), #201900056. DOI: 10.1590/0103-8478cr201900056.
- [10] Merecz A., Marusińska A., Karwowski B.T.: The content of biologically active substances and antioxidant activity in coffee depending on brewing method. *Polish J. Nat. Sci.*, 2018, 33 (2), 267-284.
- [11] Nguyen Q.V., Chuyen H.V.: Processing of herbal tea from roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.): Effects of drying temperature and brewing conditions on total soluble solid, phenolic content, antioxidant capacity and sensory quality. *Beverages*, 2020, 6 (1), #2. DOI: 10.3390/beverages6010002.
- [12] Nikniaz Z., Mahdavi R., Ghaemmaghami S.J., Yagin N.L., Nikniaz L.: Effect of different brewing times on antioxidant activity and polyphenol content of loosely packed and bagged black teas (*Camellia sinensis* L.). *Avicenna J. Phytomedicine*, 2016, 6 (3), 313-321.
- [13] Phan T.T.D., Kuban V., Kráčmar S.: Determination of caffeine contents of coffee brands in the Vietnamese market. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 2012, 1, 995-1002.

- [14] PN-ISO 3103:1996. Herbata. Przygotowanie naparu do badań sensorycznych.
- [15] Ramírez-Aristizabal L.S., Ortíz A., Restrepo-Aristizabal M.F., Salinas-Villada J.F.: Comparative study of the antioxidant capacity in green tea by extraction at different temperatures of four brands sold in Colombia. *Vitae, Rev. Fac. Ciencias Farm. Aliment.*, 2017, 24 (2), 132-145.
- [16] Rusaczonok A., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Antioxidant properties of tea and herbal infusions – A short report. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 2010, 60 (1), 33-35.
- [17] Siah W.M., Azman M.A., Jeeven K., Hayazan M.D.N., Tahir S.M.: Effect of infusion conditions on total phenolic content and antioxidant activity in *Centella asiatica* tea. *J. Top. Agric. Food Sci.*, 2011, 39 (2), 149-156.
- [18] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, 16, 144-158.
- [19] Stasiak D.: The ultrasound-assisted sugar extraction from sugar beet cosettes. *Acta Sci. Pol. Technol. Agrar.*, 2005, 4 (2), 31-39.
- [20] Vinatoru M.: An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrason. Sonochem.*, 2001, 8 (3), 303-313.
- [21] Yao L.H., Chen Y., Cheng C., Liu Y.: The kinetics of black tea infusion. *J. Food Ferment. Ind.*, 1993, 19, 38-44.
- [22] Yao L.H., Liu X., Jiang Y., Caffin N., D'Arcy B., Singanusong R., Datta N., Xu Y.: Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food Chem.*, 2006, 94 (1), 115-122.
- [23] Yen G.-C., Chen H.-Y., Peng H.-H.: Antioxidant and pro-oxidant effects of various tea extracts. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45 (1), 30-34.
- [24] Žlabur J.Š., Žutić I., Radman S., Pleša M., Brnčić M., Barba F.J., Rocchetti G., Lucini L., Lorenzo J.M., Domínguez R., Brnčić S.R., Galić A., Voča S.: Effect of different green extraction methods and solvents on bioactive components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. *Molecules*, 2020, 25 (4), #810. DOI: 10.3390/molecules25040810.

EFFECT OF ULTRASOUND ON CONCENTRATION OF SELECTED BIOACTIVE COMPOUNDS IN INFUSIONS OF PEPPERMINT, CHAMOMILE AND COFFEE

Summary

The infusion preparation processes can be modified in order to provide drinks characterised by a richer chemical composition and more desirable sensory parameters. Interesting is the use of ultrasound in the process of making infusions from various materials of plant origin. The objective of the research study was to assess the impact of the infusion preparation method on the concentration of polyphenols and caffeine. The infusions of peppermint, common chamomile and coffee were made using variable parameters of time and temperature; also the infusions were brewed traditionally and with the application of ultrasound. It was shown that the duration of brewing process and water temperature impacted the concentration of active substances in the infusions prepared as did the use of sonication. It was proven that the application of sonication had a significant effect on the increase in the concentration of polyphenols (by 7 ÷ 54 %) and caffeine (by 3 ÷ 20 %) in the infusions made. The sonication-supported brewing process made it possible to make beneficial infusions from both the herbs tested and the coffee at a lower water temperature (70 °C) and during a shorter brewing time. Ultrasound is an interesting technique that can significantly improve the quality of herbal and coffee extracts in terms of the content of active substances. The utilization of ultrasound provides the potential to make infusions with similar concentrations of active substances using a smaller quantity of raw material or during a shorter time compared to the traditional way of brewing.

Key words: peppermint, chamomile, coffee, infusions, ultrasound, polyphenols, caffeine ☒