

## Ocena potencjału przeciwutleniającego zielonej herbaty z dodatkiem miodu i cukru

### *Evaluation of antioxidant potential of green tea with honey and sugar*

Sylwia Sady<sup>1</sup>, Maria Sielicka<sup>2</sup>, Tomasz Pawłowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

<sup>2</sup> Katedra Towaroznawstwa Żywności, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

#### Streszczenie

**Wstęp.** Ze względu na swoje walory sensoryczne i właściwości prozdrowotne zielona herbata coraz częściej stanowi istotny element diety osób starszych. Często spożywana jest z dodatkiem mleka i substancji słodzących, takich jak: cukier, miód lub słodziki, których dodatek w istotny sposób może wpływać na potencjał antyoksydacyjny naparu. **Celem pracy** było określenie wpływu dodatku miodu i cukru na zawartość związków fenolowych i aktywność przeciwutleniającą naparów z zielonej herbaty. Ponadto oceniono, czy zastosowanie dodatku słodzącego przed zaparzeniem lub po przygotowaniu naparu ma wpływ na potencjał antyoksydacyjny naparów. **Materiały i metody.** Materiał do badań stanowiły napary z zielonej herbaty z dodatkiem miodu, cukru oraz próbki bez dodatku. Zakres badań podjętych w celu realizacji pracy obejmował oznaczenie zawartości związków fenolowych metodą Folin-Ciocalteu'a, oznaczenie siły redukującej metodą FRAP oraz oznaczenie właściwości przeciwrodnikowych w teście z rodnikiem DPPH. **Wyniki.** Najwyższą zawartość związków fenolowych stwierdzono w naparze z zielonej herbaty bez dodatku substancji słodzącej na średnim poziomie 250 mg GAE (ekwiwalent kwasu galusowego) w 100 ml naparu. Ponadto napar ten charakteryzował się najwyższą siłą redukującą (2,14 mmol Troloxu – kwasu 6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylchroman-2-karboksylogo – na 100 ml naparu). Zdolność wygaszania rodnika DPPH przez badane napary kształtowała się w zakresie od 1,55 do 1,90 mmol Troloxu w 100 ml naparu po 10 minutach inkubacji naparu z rodnikiem. **Wnioski.** Dodatek miodu i cukru istotnie ( $p < 0,05$ ) wpłynął na obniżenie właściwości redukujących i antyrodnikowych badanych naparów herbat. Moment dodania substancji słodzącej miał wpływ na oznaczony potencjał antyoksydacyjny naparów z zielonej herbaty, natomiast nie miał wpływu na oznaczoną zawartość związków fenolowych. (*Farm Współ* 2016; 9: 169-175)

**Słowa kluczowe:** zielona herbata, związki fenolowe, potencjał przeciwutleniający, dodatek miodu, dodatek cukru

#### Summary

**Background.** Due to its sensory qualities and health benefits the green tea is becoming an increasingly important element of elderly nutrition. It is often consumed with milk, sugar, honey or sweeteners, which addition may influence the antioxidant activity of infusions. **The aim of the study** was to determine the effect of honey and sugar addition on phenolic content and antioxidant activity of green tea infusions. Moreover, it was assessed whether the use of additive before or after brewing has an impact on the antioxidant properties of infusions. **Materials and methods.** The research material consisted of green tea infusions with honey and sugar and sample without additive. The scope of the research included determination of phenolic content by Folin-Ciocalteu's method, assessment of reducing power (FRAP) and radical scavenging activity by DPPH method. **Results.** The highest content of phenolic compounds was found in the green tea infusion without additive at the level of 250 mg GAE in 100 mL of infusion. Moreover, the sample without additive exhibited the highest reducing power (2.14 mmol Trolox/100 mL of infusion). DPPH radical scavenging ability of infusions was in the range of 1.55 to 1.90 mmol Trolox in 100

mL of infusion after ten-minute incubation. **Conclusion.** The addition of honey and sugar significantly ( $p < 0.05$ ) decreased reducing and antiradical properties of green tea infusions. The moment of adding sweetening substance had impact on the antioxidant power of green tea infusions, but did not affect the content of phenolic compounds. (*Farm Współ* 2016; 9: 169-175)

*Keywords: green tea, antioxidant activity, phenolic compounds, honey addition, sugar addition*

## Wstęp

Wśród powszechnie spożywanych napojów odznaczających się działaniem antyoksydacyjnym kluczowe miejsce zajmują herbaty, które stanowią istotny element diety osób starszych. Nazwą „herbata” określa się wodny napar, który otrzymuje się w wyniku parzenia wysuszonych liści krzewu *Camellia sinensis* [1]. Wyróżnia się trzy podstawowe gatunki herbat produkowanych z liści i pączków rośliny z rodzaju kamelia: czarną (fermentowaną), czerwoną (częściowo fermentowaną) oraz zieloną (niefermentowaną) [2,3].

Herbata jest drugim po wodzie najpopularniejszym napojem spożywanym na świecie, a jej roczne spożycie kształtuje się na poziomie 40 litrów na osobę [1]. W Polsce w 2014 roku spożycie herbaty w grupie emerytów i rencistów wyniosło 80 g na osobę w ciągu miesiąca, co przewyższało średnią wartość dla ogółu społeczeństwa (60 g/osobę). Natomiast miesięczne wydatki gospodarstw domowych na zakup herbaty były w przypadku tej grupy wiekowej znacząco wyższe niż średnia dla całego społeczeństwa (3,35 zł w porównaniu z 2,54 zł) [4].

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie herbatami zielonymi, ziołowymi oraz owocowymi przede wszystkim ze względu na ich prozdrowotne działanie oraz wysokie walory smakowe. Zielona herbata jest źródłem ponad 300 różnych związków biologicznie czynnych, w tym związków polifenolowych z grupy flawanoli, flawonoidów, proantocyjanidyn oraz kwasów fenolowych [5]. Prozdrowotny wpływ herbaty na organizm człowieka wynika przede wszystkim z obecności związków polifenolowych, które wspomagają układ odpornościowy, charakteryzują się działaniem przeciwzapalnym oraz hamują szkodliwe procesy utleniania. Zawartość polifenoli w liściach herbacianych jest naturalnie zróżnicowana i zależy od warunków klimatycznych upraw herbaty, w tym nasłonecznienia, wilgotności oraz wieku zrywanych liści [6]. Spośród wszystkich polifenoli najbardziej aktywne działanie mają katechiny (m.in. epikatechina,

galusan epikatechiny, epigallokatechina oraz galusan epigallokatechiny). Wśród nich w zielonej herbacie dominuje galusan epigallokatechiny (EGCG), który stanowi ponad połowę ogólnej ilości katechin oraz charakteryzuje się najsilniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi [7].

Zielona herbata może odgrywać istotną rolę w żywieniu pacjentów geriatrycznych. Liczne badania potwierdziły, że zielona herbata obniża ciśnienie tętnicze oraz działa przeciwmiażdżycowo [8]. Badania przeprowadzone przez Li i współautorów [9] w populacji chińskiej wykazały, że picie herbaty może chronić przed chorobą Parkinsona. Przypuszczać można, że jest to związane z działaniem polifenoli i kofeiny, które zwiększają krążenie krwi w mózgu. Ze względu na swoje właściwości, takie jak zapobieganie występowaniu chorób sercowo-naczyniowych oraz neurodegeneracyjnych, powinna stanowić ważny składnik diety osób starszych. Batista i współautorzy [10] stwierdzili, że regularne stosowanie ekstraktu z zielonej herbaty wspomaga obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego u pacjentów stosujących dietę o obniżonej zawartości cholesterolu.

W wielu krajach herbata spożywana jest z dodatkiem mleka i substancji słodzących, takich jak: cukier, słodziki lub miód. Dodatek tych substancji może w istotny sposób wpływać na potencjał antyoksydacyjny naparu herbaty, jednakże wyniki prac różnych autorów nie pokazują jednoznacznie kierunku tych zmian. Nadal prowadzone są badania mające na celu wyjaśnienie mechanizmu zachodzących reakcji.

## Cel pracy

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku miodu i cukru na zawartość związków fenolowych i aktywność przeciwutleniającą naparów z zielonej herbaty. Ponadto oceniono, czy zastosowanie dodatku przed zaparzeniem lub po przygotowaniu naparu ma wpływ na potencjał antyoksydacyjny próbek.

## Materiały i metody

Materiał do badań stanowiła zielona herbata dostępna w handlu detalicznym. Analizie poddano napary z zielonej herbaty z dodatkiem miodu, cukru oraz próbki bez dodatku. Napary sporządzono zaparząc 2 g herbaty w 100 ml gorącej wody przez 6 minut w temperaturze 80°C. Następnie tak przygotowane napary filtrowano. Do próbek dodano 5 g miodu wielokwiatowego lub 5 g cukru przed zaparzeniem i po przygotowaniu naparu. Próbkę kontrolną stanowił napar z zielonej herbaty bez dodatku substancji słodzącej. W celu przeprowadzenia badań napary z herbat odpowiednio rozcieńczono.

W naparach oznaczano ogólną zawartość związków fenolowych metodą Folina-Ciocalteu'a [11]. Mechanizm reakcji opiera się na przeniesieniu elektronu (SET). W czasie trwania reakcji powstaje anion fenolowy redukujący odczynnik Folina-Ciocalteu i w efekcie zachodzi reakcja barwna. Po 2 godzinach inkubacji naparów z odczynnikiem dokonano pomiaru absorbancji przy długości fali  $\lambda = 725$  nm i na podstawie krzywej wzorcowej wyznaczono zawartość związków fenolowych w mg kwasu galusowego (GAE) w 100 ml naparu.

Badanie aktywności przeciwrodnikowej naparów prowadzono według metody Sanchez-Moreno, Larrauri i Saura-Calixto [12], z modyfikacją polegającą na zastosowaniu roztworu rodnika DPPH o stężeniu 0,0025 g/100 ml rozpuszczonego w etanolu. Rodnik DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylhydrazyl) jest stabilny w warunkach normalnych. W obecności przeciwutleniacza ulega redukcji, której towarzyszy zmiana barwy roztworu z fioletowej na żółtą oraz spadek absorbancji mierzonej przy długości fali  $\lambda = 515$  nm. Na podstawie otrzymanych wyników wyznaczono kinetyki reakcji próbek z rodnikiem DPPH podczas 10 minut inkubacji.

Wygaszenie rodnika DPPH [w %] po 10 minutach inkubacji próbki z rodnikiem obliczono według wzoru:

$$\text{Wygaszenie rodnika DPPH [ \% ]} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \cdot 100$$

gdzie:

$A_0$  – absorbancja roztworu rodnika DPPH (próbki kontrolnej),

$A_t$  – absorbancja roztworu DPPH po 10 minutach inkubacji z naparem herbaty

Ponadto, w oparciu o przygotowaną krzywą wzorcową wyniki wyrażono w mmol Troloxu w 100 ml naparu.

Siłę redukującą wyznaczano testem FRAP (ang. *Ferric Reducing Antioxidant Power*) na podstawie metody Benzie i Strain [13]. Test ten opiera się na ocenie zdolności redukcji kompleksu żelaza  $Fe^{3+}$  – TPTZ (kompleks żelazowo-2,4,6-tripirydylo-s-triazyny) do kompleksu  $Fe^{2+}$  – TPTZ przez badany napar. Redukcją tej towarzyszy spadek absorbancji układu reakcyjnego, co mierzy się spektrofotometrycznie przy długości fali  $\lambda = 593$  nm. Równolegle sporządzono krzywą wzorcową zależności absorbancji od stężenia Troloxu. Siłę redukującą naparów wyrażono w mmol Troloxu w 100 ml naparu.

Prezentowane wyniki stanowią średnią arytmetyczną co najmniej czterech równoległych oznaczeń. Dla parametrów obliczono podstawowe statystyki opisowe. Celem porównania wartości średnich przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA). Dla zweryfikowania istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Tukey'a, posługując się programem komputerowym Statistica 12.0. W szacowaniu statystycznym za poziom istotności przyjęto  $p < 0,05$ .

## Wyniki

W tabeli I przedstawiono zawartość związków fenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą badanych naparów z zielonej herbaty z dodatkiem miodu oraz cukru oraz próbki kontrolnej.

Badane napary charakteryzowały się wysoką zawartością związków fenolowych w zakresie od 228,6 do 250,0 mg GAE w 100 ml naparu (tabela I). Najwyższą zawartość wykazał napar z zielonej herbaty bez dodatku substancji słodzącej na średnim poziomie 250,0 mg GAE w 100 ml naparu. Dodatek miodu istotnie obniżył oznaczoną zawartość związków fenolowych, która wyniosła odpowiednio 230,2 oraz 228,6 mg GAE w 100 ml dla naparów z herbaty z dodatkiem miodu przed i po zaparzeniu. W przypadku dodatku cukru do zielonej herbaty przed zaparzeniem stwierdzono istotnie niższą zawartość związków fenolowych ogółem (231,8 mg GAE w 100 ml naparu). Natomiast dodatek cukru po zaparzeniu naparu istotnie nie obniżył oznaczonej zawartości związków fenolowych herbaty.

Siła redukująca otrzymanych naparów była zróżnicowana, przy czym najwyższą charakteryzował się napar z zielonej herbaty bez dodatków (2,14 mmol Troloxu na 100 ml naparu) (tabela I). Dodatek miodu i cukru istotnie wpłynął na obniżenie właściwości redukujących badanych naparów z herbat w stosunku

Tabela I. Zawartość związków fenolowych oraz aktywność przeciwutleniająca naparów z zielonej herbaty z dodatkiem miodu i cukru oraz próbka bez dodatku

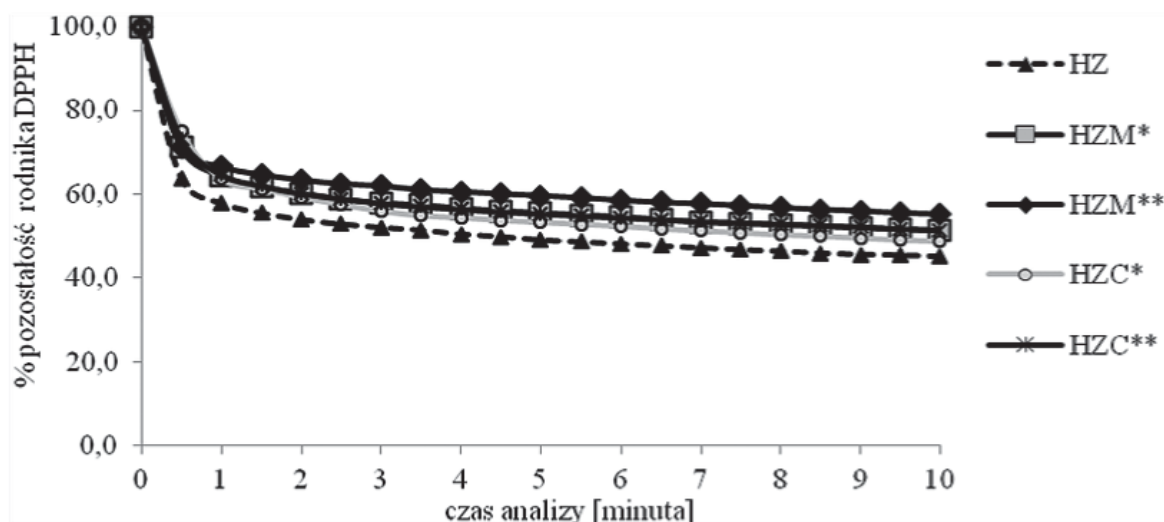
Table I. Total phenolic content and antioxidant activity of green tea infusions with honey, sugar and without additive

Dodatek	Okres dodania	Zawartość związków fenolowych [mg GAE/100 ml naparu]		Siła redukująca FRAP [mmol Troloxu/100 ml naparu]			Wygaszenie rodnika DPPH [mmol Troloxu/100 ml naparu]			
			±		±			±		
-	-	250,0	±	9,6 <sup>a</sup>	2,14	±	0,05 <sup>a</sup>	1,90	±	0,01 <sup>a</sup>
miód	przed zaparzeniem	230,2	±	4,9 <sup>bA</sup>	1,97	±	0,04 <sup>bcA</sup>	1,68	±	0,03 <sup>bcA</sup>
	po zaparzeniu	228,6	±	1,4 <sup>bA</sup>	1,87	±	0,05 <sup>cB</sup>	1,55	±	0,03 <sup>dB</sup>
cukier	przed zaparzeniem	231,8	±	7,9 <sup>bA</sup>	1,88	±	0,02 <sup>bcB</sup>	1,76	±	0,00 <sup>bA</sup>
	po zaparzeniu	242,1	±	1,1 <sup>abA</sup>	1,98	±	0,07 <sup>bA</sup>	1,67	±	0,01 <sup>cB</sup>

wyniki podane jako wartość średnia ± odchylenie standardowe;

a, b, c, d – średnie oznaczone różnymi literami w obrębie kolumn różnią się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ );

A, B – średnie oznaczone różnymi literami w obrębie zastosowanego dodatku różnią się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ )



Objaśnienia skrótów: HZ – napar zielonej herbaty; M – dodatek miodu; C – dodatek cukru; \* – substancja słodząca dodana przed przygotowaniem naparu; \*\* – substancja słodząca dodana po przygotowaniu naparu

Wykres 1. Wygaszenie rodnika DPPH przez napary zielonej herbaty z dodatkiem miodu, cukru oraz próbki bez dodatku

Graph 1. Kinetics of DPPH radical quenching by green tea infusions with honey, sugar and without additive

do próbki kontrolnej. W przypadku dodatku miodu siła redukująca FRAP naparów wyniosła odpowiednio 1,97 i 1,87 mmol Troloxu na 100 ml naparu dla próbek z dodatkiem przed i po przygotowaniu naparu,

a moment dodania miodu istotnie wpłynął na wartość oznaczanego parametru w obrębie herbat z dodatkiem miodu. Podobnie w przypadku zastosowania cukru – herbaty z cukrem dodanym przed i po zaparzeniu

wykazały odmienną siłę redukującą, odpowiednio 1,88 i 1,98 mmol Troloxu na 100 ml naparu.

Test z rodnikiem DPPH pozwolił ocenić aktywność przeciwrodnikową otrzymanych naparów, która kształtowała się w zakresie od 1,55 do 1,90 mmol Troloxu w 100 ml naparu (tabela I). Najsilniejszymi właściwościami antyrodnikowymi charakteryzowała się próbka zielonej herbaty bez dodatków (1,90 mmol Troloxu w 100 ml naparu), która zredukowała 55,4% początkowego stężenia rodnika DPPH po 10 minutach inkubacji (Wykres 1). W próbkach z dodatkiem miodu stwierdzono istotny spadek zdolności redukcji rodnika w stosunku do próbki bez dodatku substancji słodzącej, w których po 10 minutach wygaszenie było na poziomie 48,9% oraz 45,1% odpowiednio dla HZM\* oraz HZM\*\*. Obniżenie właściwości przeciwrodnikowych było również widoczne w przypadku próbek herbat z dodatkiem cukru, w których wygaszenie rodnika po 10 minutach kształtowało się na poziomie 51,5% dla HZC\* i 48,9% dla HZC\*\*. Dodatek zarówno miodu, jak i cukru po zaparzeniu skutkowało obniżeniem aktywności antyrodnikowej w porównaniu z próbkami, gdzie dodatek substancji słodzących zastosowano przed przygotowaniem naparu.

## Omówienie

Ocena interakcji między składnikami żywności znajduje się w kręgu zainteresowań wielu naukowców. Wpływ substancji słodzących, takich jak cukier, miód, słodziki, a także dodatku mleka na aktywność przeciwutleniającą czarnej herbaty i zielonej herbaty stanowi ważne zagadnienie nie tylko pod względem żywieniowym, ale także zdrowotnym. W prezentowanej pracy zastosowano dodatek cukru oraz miodu w ilości odpowiadającej zazwyczaj stosowanej dawce (5 g/100 ml naparu). Badania wykazały, że dodatek substancji słodzących obniża aktywność przeciwrodnikową, siłę redukującą naparów, a także w pewnych przypadkach zawartość związków fenolowych. W pracy Dmowskiego i Wilczyńskiej [14] dodatek 5% roztworów miodu (zarówno gryczanego jak i wielokwiatowego) do czarnej chińskiej oraz indyjskiej herbaty również obniżył ogólną liczbę polifenoli. Wzrost zawartości polifenoli w badanych naparach, w stosunku do zarówno herbaty chińskiej, jak i indyjskiej bez dodatku miodu, zaobserwowano tylko w przypadku wyższego dodatku (10%) miodu. Co więcej, w wyżej wspomnianej pracy stwierdzono, że herbaty z dodatkiem obydwu miodów mają niższe

zdolności zmiatania wolnych rodników ABTS niż herbaty bez dodatków.

Obniżenie potencjału przeciwutleniającego czarnej herbaty poprzez dodatek cukru i miodu wykazali także Korir i współautorzy [15]. Jednakże w przeciwieństwie do wyników pracy Dmowskiego i Wilczyńskiej stwierdzili, że wyższy dodatek substancji słodzących skutkowało intensywniejszym obniżeniem aktywności przeciwutleniającej. Sharma i współautorzy [16] wykazali natomiast, iż dodatek cukru do herbaty czarnej zmniejszał zawartość związków fenolowych, ale zwiększał jej aktywność przeciwutleniającą. W świetle badań Toydemira i współautorów [17] dodatek miodu wielokwiatowego do zielonej herbaty w czterech zastosowanych temperaturach zaparzania (od 55°C do 85°C) zwiększał jej aktywność przeciwutleniającą w porównaniu do herbaty bez dodatku miodu. Spośród badanych temperatur najwyższą zdolność przeciwutleniającą odnotowano dla herbaty z dodatkiem miodu w temperaturze zaparzania 85°C. W tych samych badaniach Autorzy przeanalizowali aktywność przeciwutleniającą dla 8 innych rodzajów herbat i innego rodzaju miodu (sosnowy) jako substancji słodzącej. Wynika z nich, że na potencjał przeciwutleniający istotny wpływ mają rodzaj zastosowanej herbaty, temperatura zaparzania oraz rodzaj substancji słodzącej.

Podejmowane są próby wyjaśnienia mechanizmu interakcji między składnikami herbaty a stosowanymi dodatkami. Według Zhang i wsp. [18] w naparach herbaty z dodatkiem cukru lub miodu dochodzi do reakcji pomiędzy glukozą a kwasem galusowym, gdzie grupy hydroksylowe glukozy są podstawiane kwasem galusowym i powstają kompleksy glukozy m.in. PGG – Penta-O-galoilo-beta-D-glukoza.

Biorąc pod uwagę rodzaj dodatku możemy stwierdzić, że dodatek miodu mocniej obniżył zdolność wygaszania rodnika DPPH niż dodatek cukru. Podobnie w pracy Korira i in. [15] zaobserwowano wyższy spadek aktywności w przypadku dodatku miodu, mimo iż miód wykazał wyższą aktywność przeciwutleniającą niż cukier czy stewia. Mechanizm, w jaki sukroza zahamowuje aktywność przeciwutleniającą herbaty, nie jest w pełni wyjaśniony, ale może również opierać się na tworzeniu kompleksów gluko-zowo-galusowych.

Wraz ze zwiększonym występowaniem nadciśnienia, cukrzycy i otyłości oraz obawami w zakresie bezpieczeństwa słodzików chemicznych, takich jak aspartam, cyklamian, sukraloza wzrasta zapotrzebo-

wanie na naturalne, bezkaloryczne substancje słodzące [19]. Jedną z nich jest stewia, która z powodzeniem może zastąpić cukier w codziennej diecie szczególnie osób starszych. Korir i współautorzy [15] wykazali, że dodatek stewii (0,1 g oraz 0,3 g na 100 ml napoju) do herbat z dodatkiem i bez dodatku mleka nie obniżał aktywności przeciwutleniającej herbat czarnych.

W celu podniesienia walorów sensorycznych konsumenci herbat stosują do naparów różne dodatki, które w różnorodny sposób mogą wpływać na aktywność przeciwutleniającą napoju. Istotny zdaje się być także moment aplikacji dodatku. Przeprowadzone badania wykazały, że moment zastosowania dodatku substancji słodzących nie miał wpływu na oznaczoną ogólną zawartość związków fenolowych. Jednakże w przypadku oceny aktywności antyrodnikowej, napary z dodatkiem miodu oraz cukru po zaparzeniu wykazały istotnie niższą średnią zdolność zmiatania wolnych rodników w stosunku do naparu z dodatkami przed zaparzeniem. Dodatek substancji słodzących przed zaparzeniem zredukował spadek właściwości przeciwrodnikowych naparów. Brak jednoznacznego kierunku zmian sugeruje konieczność podjęcia dalszych badań w tym zakresie.

## Wnioski

1. Dodatek miodu i cukru istotnie wpłynął na obniżenie właściwości redukujących, antyrodnikowych i w wybranych przypadkach ogólnej zawartości związków fenolowych badanych naparów z zielonej herbaty. Zastosowanie miodu spowodowało intensywniejszy spadek zdolności wygaszania rodnika DPPH niż dodatek cukru w naparach z zielonej herbaty.
2. Moment dodania substancji słodzącej w trakcie przygotowywania naparu ma istotny wpływ na oznaczone właściwości redukujące i antyrodnikowe. Próbkę z dodatkiem miodu oraz cukru po zaparzeniu wykazały istotnie niższą średnią zdolność zmiatania wolnych rodników w stosunku do naparu z dodatkami przed zaparzeniem.

## Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Maria Sielicka

Katedra Towaroznawstwa Żywności, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny Al. Niepodległości 10; 61-875 Poznań

☎ (+48 61) 856 90 35

📧 maria.sielicka@ue.poznan.pl

## Piśmiennictwo

1. Kłódka D, Bońkowski M, Telesiński A. Zawartość wybranych metyloksantyn i związków fenolowych w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych (dust i fannings) w zależności od czasu parzenia. *Żywn Nauka Technol Jakość*. 2008;1(56): 103-13.
2. Turek I A, Kozińska J, Drygas W. Zielona herbata jako czynnik protekcyjny w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób serca i naczyń. *Kardiol Pol*. 2012;70(8): 848-52.
3. Całka J, Zasadowski A, Juranek J. Niektóre aspekty leczniczego działania zielonej herbaty. *Bromat Chem Toksykol*. 2008;1:5-14.
4. *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny. str. 306-309.
5. Nowak K, Porazińska D, Ciesielska N i wsp. Rola zielonej herbaty w żywieniu pacjentów geriatrycznych. *J Health Sci*. 2014;4(16):139-43.
6. Wei K, Wang L, Zhou J i wsp. Catechin contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chem*. 2011;125:44-8.
7. Stańczyk A, Rogala E, Wędzisz A. Oznaczenie zawartości garbników oraz wybranych składników mineralnych w zielonych herbatach. *Bromat Chem Toksykol*. 2010;43: 505-8.
8. Grajek W. Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywn Nauka Technol Jakość*. 2004;1(38):3-11.
9. Li F-J, Ji H-F, Shen L. A meta-analysis of tea drinking and risk of Parkinson's disease. *Sci World J*. 2012 doi:10.1100/2012/923464.
10. Batista Gde A, Cuhna CL, Scartezini M i wsp. Prospective double-blind crossover study of *Camellia sinensis* (green tea) in dyslipidemias. *Arg Bras Cardiol*. 2009;93(2):128-34.
11. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult*

- 1965;16:144-58.
12. Sanchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric.* 1998;76:270-6.
  13. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of „antioxidant power”: The FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996;239:70-6.
  14. Dmowski P, Wilczyńska A. Wpływ dodatku miodu na antyoksydacyjne właściwości naparów herbaty czarnej. *Probl Hig Epidemiol.* 2015;96(3):688-92.
  15. Korir MW, Wachira FN, Wanyoko JK i wsp. The fortification of tea with sweeteners and milk and its effect on in vitro antioxidant potential of tea product and glutathione levels in an animal model. *Food Chem.* 2014;145:145-53.
  16. Sharma V, Kumar HV, Rao LJM. Influence of milk and sugar on antioxidant potential of black tea. *Food Res.* 2008;41:124-9.
  17. Toydemir G, Capanoglu E, Kamiloglu S i wsp. Effects of honey addition on antioxidative properties of different herbal teas. *Pol J Food Nutr Sci.* 2015;65(2):127-35.
  18. Zhang J, Li L, Sung-Hoon K i wsp. Anti-cancer, antidiabetic and other pharmacologic and biological activities of penta-galloylglucose. *Pharm Res.* 2009;26:1-27.
  19. Brahmachari G, Mandal LC, Roy R i wsp. Stevioside and related compounds – molecules of pharmaceutical promise: a critical overview. *Arch Pharm (Weinheim).* 2011;344(1):5-19.