

WPLYW KROTNOŚCI PARZENIA NA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE NAPARÓW YERBA MATE

INFLUENCE OF THE MULTIPLICITY YERBA MATE BREWING ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE BEVERAGES

Przemysław Dmowski*, Lena Post

Akademia Morska w Gdyni, Morska 81-87, 81-225 Gdynia, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością
e-mail: p.dmowski@wpit.am.gdynia.pl

*Adres do korespondencji/Corresponding author

Streszczenie: Napary yerba mate są bogatym źródłem antyoksydantów, w tym szczególnie związków polifenolowych, które decydują o ich walorach zdrowotnych i sensorycznych. Obecność tych związków w dużej mierze zależy od sposobu i krotności parzenia. Celem artykułu było określenie wpływu krotności parzenia na właściwości przeciwutleniające naparów przygotowanych z liści ostrokrzewu *Ilex paraguariensis*. Stwierdzono, że każde kolejne parzenie yerba mate obniża właściwości antyoksydacyjne naparów oraz że krotność parzenia yerba mate statystycznie istotnie wpływała na zmniejszenie zawartości związków polifenolowych w przygotowanych naparach. Całkowita zmiana sięgała nawet około 85%.

Słowa kluczowe: yerba mate, polifenole, właściwości antyoksydacyjne.

Abstract: Infusions prepared from yerba mate are good sources of antioxidants, especially polyphenols, that are very important to its healthy and sensory properties. The presence of these compounds largely depends on the method and multiplicity of brewing. The aim of this work is to evaluate the influence of the multiplicity of brewing on the antioxidant activity of yerba mate beverages prepared from *Ilex paraguariensis*. It was found that each subsequent yerba mate brewing reduces the antioxidant properties of beverages. It was found that each subsequent yerba mate brewing statistically important reduces the total content of polyphenols. The change in total polyphenols content was reduced even by approximately 85%.

Keywords: yerba mate, polyphenols, antioxidants activity.

1. WSTĘP

Ostrokrzew paragwajski *Ilex paraguariensis* jest to roślina, używana do produkcji yerba mate. Występuje głównie w południowej części Brazylii, północnej części Argentyny, Paragwaju i Urugwaju [Bastos i in. 2007]. Największym światowym producentem jest Argentyna, gdzie tereny uprawne ostrokrzewu paragwajskiego zajmują około 200 tys. hektarów, z czego aż 75% przypada na region Misiones. Roczna produkcja suszu yerba mate wynosi około 280 tys. ton [Montagnini, Eibl i Barth 2011]. Znaczącymi producentami yerba mate są również Brazylia, produkująca około 150 tys. ton rocznie oraz Paragwaj, wytwarzający rocznie blisko 20 tys. ton surowca. Szacuje się, że roczna wartość światowej produkcji yerba mate wynosi około jednego miliarda dolarów [Heck i de Mejia 2007]. Natomiast w Polsce na przełomie ostatnich sześciu lat zaobserwowano aż ośmiokrotny wzrost importu yerba mate. Wielkość importu surowca yerba mate do Polski w 2016 roku wynosiła około 150 ton, z czego około 65% pochodziło z Argentyny.

Przyjmuje się, że jedno z pierwszych badań rośliny i naparu przygotowanego z liści ostrokrzewu paragwajskiego *Ilex paraguariensis* przeprowadzono w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Naukowców zaintrygowało m.in. to, że w Argentynie rzadko kto cierpiał na otyłość oraz to, że w rejonach dotkniętych klęską głodu paradoksalnie większość mieszkańców nie chorowała i często dożywała ponad stu lat. Połączono te informacje z faktem niemal nałogowego spożywania yerba mate i rozpoczęto badania. Uzyskane wyniki dowiodły, że *Ilex paraguariensis* w ówczesnym okresie była jedną z nielicznych roślin na świecie o wyjątkowych właściwościach i wartości odżywczej. Stwierdzono, że yerba mate zawiera praktycznie wszystkie witaminy oraz wiele mikro- i makroelementów, jak magnez, wapń, żelazo, sód, potas, mangan, krzem, fosforyty, siarkę, cynk [Yerba mate 2009]. Aktualne badania dowiodły, że do najbardziej charakterystycznych związków zawartych w yerba mate, oprócz ww., należą polifenole [Pawlak-Lemańska i in. 2016], alkaloidy (1–2% kofeiny, 0,6% teobrominy, 0,05% teofiliny) oraz saponiny (1,2%) i wiele innych. Zawartość tych substancji zależy od wielu czynników, w tym m.in. od uwarunkowań genetycznych oraz warunków uprawy [Marcelo i in. 2014; Anesini i in. 2016]. Dużą rolę odgrywa również stopień nasłonecznienia oraz miejsce uprawy (uprawa na plantacjach czy naturalne występowanie w lasach) [Avila i in. 2016]. Bardzo ważnym aspektem jest proces i termin zbioru oraz wiek zbieranych liści [Streit i in. 2007].

Do związków polifenolowych występujących w ostrokrzewie paragwajskim w znaczących ilościach należą: kawoilopochodne, kemferol, kwas chinowy, kwas chlorogenowy, kwas feruloilochinowy, kwas kawoiloszikimowy, kwas kawowy i rutyna, a także kwasy fenolowe i flawonoidy szczególnie istotne ze względu na swój antyoksydacyjny charakter [Ferreira da Silveira i in. 2016; Thea i in. 2017].

Yerba mate stanowi też bogate źródło kwasów fenolowych, zwłaszcza kwasu chlorogenowego, którego zawartość wynosi około 2,8% w suchej masie oraz kwasu

kawowego stanowiącego 0,023% suchej masy suszu yerba mate. Kwasy te wykazują zdolności oksydacyjno-redukcyjne i poprzez kompleksowanie kationów żelaza i miedzi działają przeciwzapalnie, a także przeciwbakteryjnie [Heck i de Mejia 2007]. Liście yerba mate są również znaczącym źródłem saponin (około 1,5%), które odpowiadają m.in. za charakterystyczny gorzki smak naparu sporządzonego z tej rośliny oraz za właściwości hemolityczne, aktywność przeciwbakteryjną, przeciwwirusową, przeciwgrzybiczą [Sparg, Light i Van Staden 2004] oraz za właściwości hipocholesterolemiczne, co wiąże się z obniżeniem całkowitego poziomu cholesterolu, regulując ilość frakcji LDL i HDL [Bastos i in. 2007].

Obecność tych związków decyduje o właściwościach zdrowotnych yerba mate, do których niewątpliwie należą: działanie przeciwutleniające oraz przeciwzapalne, korzystne oddziaływanie na układ sercowo-naczyniowy [Cardozo Junior i Morand 2016], ochrona przed utlenianiem DNA oraz właściwości antykancerogenne. Substancje zawarte w *Ilex paraguariensis* pobudzają także produkcję żółci w wątrobie, działają moczopędnie oraz odpowiadają za stymulację centralnego układu nerwowego [Gonzalez de Mejia i in. 2016; Carvalho Ribeiro i in. 2017].

W przypadku jakości naparu yerba mate, ze względu na ilości związków bioaktywnych, w tym kwasu chlorogenowego migrującego do naparu, niezwykle istotne są krotność parzenia i sposób przyrządzania naparów, które różnią się w zależności od tradycji danego regionu [Ferreira da Silveira i in. 2017].

Badania na temat wpływu krotności parzenia na wartości wybranych parametrów fizykochemicznych naparów yerba mate prowadzili także Maciejewska i inni [2015]. Celem ich badania była analiza kwasów tłuszczowych z rodziny omega 6 oraz omega 3 w naparach mieszanek yerba mate w zależności od krotności (parzenie trzykrotne), a także od sposobu (na zimno i na gorąco) parzenia. Nie wykazano żadnej istotnej różnicy między ilością kwasu α -linolenowego a krotnością parzenia. Stwierdzono jedynie statystycznie istotnie wyższą zawartość kwasu linolowego w naparze przygotowanym na zimno w stosunku do naparu przygotowanego na gorąco. W żadnym z naparów nie wykazano istotnych różnic między krajem pochodzenia a ilością kwasów tłuszczowych. Jednak w praktyce typowym sposobem przyrządzania naparu yerba mate nadal jest kilkukrotne zalewanie suszu gorącą, lecz nie wrzącą wodą (około 85–95°C) tak, aby przykrywała górny poziom liści, co ma istotne znaczenie dla intensywności smaku naparu. Charakterystyczny aromat zmienia się w zależności od sposobu przygotowania naparu, a jego największa intensywność występuje dla początkowych krotności zaparzania suszu. Biorąc pod uwagę walory organoleptyczne [Dmowski i Kłopotek 2016], właściwości antyoksydacyjne oraz stale rosnącą popularność yerba mate w Polsce, celem artykułu było określenie wpływu krotności parzenia na właściwości przeciwutleniające naparów przygotowanych z liści ostrokrzewu *Ilex paraguariensis*.

2. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Materiał badawczy stanowiły trzy rodzaje yerba mate, zakupione na terenie Trójmiasta. Próbki z Argentyny – *Dia* (A_Dia), *Taragui* (A_Tar), *Tucangua* (A_Tuc). W skład suszu yerba mate *Taragui* oraz *Tucangua* wchodziły wyłącznie starannie wyselekcjonowanych liście, podczas gdy susz yerba mate *Dia* cechował się, oprócz odpowiednio wyselekcjonowanych liści ostrokrzewu *Ilex paraguariensis*, dużą zawartością grubych gałązek.

Napary przygotowano zgodnie z zaleceniami podanymi na opakowaniach. Do badań odważono po 3 g próbki z dokładnością do 0,001 g i uzupełniono do 100 ml wodą destylowaną o temperaturze 85°C i pozostawiono na 5 minut. Otrzymane napary sączono przez bibułę filtracyjną. Pozostałość przesączu zaparzone kolejną porcją wody, również do objętości 100 ml. Czynność powtórzono do uzyskania trzech kolejnych naparów.

2.1. Oznaczenie całkowitej zawartości związków polifenolowych

Potencjał antyoksydacyjny badanych naparów oznaczono jako całkowitą zawartość polifenoli (TP) metodą z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu, według wymagań normy ISO 14502-1:2005 [ISO 14502-1:2005]. Metoda ta polega na pomiarze absorbancji kompleksu powstałego na skutek redukcji soli heteropolikwasów fosforowolframomolibdenowych, tzw. odczynnika Folina-Ciocalteu. Obecne w próbce związki fenolowe ulegają utlenieniu, a sole kwasów fosfomolibdenowego i fosfowolframowego redukcji w środowisku zasadowym, w wyniku czego powstający produkt reakcji ma barwę niebieską. Wykorzystywana jest zdolność polifenoli do barwnej reakcji z odczynnikiem Folina-Ciocalteu. Pół mililitra przygotowanej próbki naparu dodano do 2,5 mL 10% (v/v) odczynnika Folina-Ciocalteu oraz 2 mL 7,5% Na₂CO₃ (w/v). Po upływie 60 minut zmierzono absorbancję roztworu przy długości fali 765 nm. Uzyskane wartości absorbancji przyrównano do krzywej wzorcowej o równaniu:

$$y = 0,157x + 0,1765 \quad (R^2 = 0,996).$$

Wyniki oznaczeń przedstawiono odpowiednio jako ilość równoważnika kwasu galusowego w 1 g suszu yerba mate (mg GAE/1 g s.m.).

2.2. Oznaczenie aktywności przeciwutleniającej

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano jako zdolność wygaszania rodnika DPPH*, wyrażoną jako procent inhibicji badanego roztworu [Brand-Williams, Cuvelier i Berset 1995]. W celu przygotowania rodnika DPPH* o odpowiednim stężeniu sporządzono roztwór, rozpuszczając w kolbie miarowej uprzednio odważone

0,00394 g 2,2-dimetyl-1-pikrylohydrazylu w 100 ml metanolu. W metodzie z rodni-kiem DPPH* wykorzystywana jest zdolność antyoksydantów do dezaktywacji wolnych rodników. Stabilny barwny aktywny rodnik przez obecne w badanej próbce antyoksydanty ulega redukcji do bezbarwnych związków. Zdolność redukcji rodnika DPPH* (2,2-dimetyl-1-pikrylohydrazyl) wyraża się jako procent inhibicji danego roztworu. Odczynnik posiada niesparowany elektron na powłoce walencyjnej na jednym z atomów azotu tworzących mostek azotowy i tworzy stabilny kationo-rodnik, a roztworowi nadaje ciemnofioletowe zabarwienie. W reakcji z substancją, która może oddać atom wodoru, tworzy formę zredukowaną, a roztwór staje się bezbarwny.

Do 3 mL odpowiednio przygotowanego ekstraktu yerba mate dodawano 2 mL metanolowego roztworu DPPH* (Sigma-Aldrich). Próbkę inkubowano w tempera-turze pokojowej bez dostępu światła. Po upływie 15 minut mierzono absorbancję przy długości fali 517 nm wobec metanolu jako próby zerowej. Próbką kontrolną była mieszanina roztworu DPPH* z wodą destylowaną. Wyniki oznaczeń aktywno-ści antyutleniającej podano jako procentową zdolność redukcji rodnika DPPH*, korzystając z zależności:

$$AA\% = [(A_B - A_A) / A_B] \times 100$$

gdzie:

A_a – absorbancja badanej próbki,

A_b – absorbancja próbki kontrolnej.

2.3. Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki przedstawiono jako średnią z trzech równoległych powtórzeń dla każdego naparu. Analizę statystyczną uzyskanych wyników wykonano w programie Statistica™ 12.0. W celu określenia wpływu marki i krotności parzenia zbioru na badane parametry jakościowe w naparach yerba mate wykorzystano analizę wariancji (ANOVA). Dla sprawdzenia istotności różnic pomiędzy poszczególnymi grupami przeprowadzono testy *post-hoc* (test HSD Tukeya). W celu określenia wzajemnych zależności pomiędzy analizowanymi parametrami obliczono wartości współczynnika korelacji r Pearsona. Hipotezy weryfikowano na poziomie istotności $p = 0,05$.

3. OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

Ogólną zawartość polifenoli oraz aktywność antyoksydacyjną badanych naparów yerba mate przedstawiono w tabeli 1. Analizując uzyskane dane, stwierdzono statystycznie istotne różnice w całkowitej zawartości związków polifenowych zarówno pod względem marki yerba mate, jak i krotności jej parzenia (tab.1).

Tabela 1. Zawartość związków polifenolowych oraz aktywność antyoksydacyjna badanych próbek yerba mate w zależności od krotności parzenia**Table 1.** Total polyphenolic content and antioxidant activity of selected yerba mate beverages depending on the brewing multiplicity

Krotność parzenia	Marka	Całkowita zawartość polifenoli F_C [mg GAE/g s.m.]			Aktywność antyoksydacyjna DPPH [%]		
		A_Dia	A_Tar	A_Tuc	A_Dia	A_Tar	A_Tuc
pierwsze	Min-max	28,9–29,8	39,2–40,4	27,3–27,7	88,8–89,1	90,3–90,6	89,5–90,5
	$\bar{x} \pm SD$	29,4 \pm 0,4 ^{b,C}	39,7 \pm 0,4 ^{c,C}	27,5 \pm 0,2 ^{a,C}	88,9 \pm 0,16 ^{a,B}	90,5 \pm 0,11 ^{b,C}	89,9 \pm 0,45 ^{b,B}
	ANOVA test	F(2,15) = 2117,70; p < 0,05			F(2,15) = 50; p < 0,05		
drugie	Min-max	13,1–13,4	16,9–17,3	10,9–11,8	88,6–89,2	89,5–90,4	89,2–89,8
	$\bar{x} \pm SD$	13,2 \pm 0,1 ^{b,B}	17,1 \pm 0,1 ^{c,B}	11,4 \pm 0,4 ^{a,B}	88,9 \pm 0,29 ^{a,B}	89,9 \pm 0,41 ^{c,B}	89,4 \pm 0,25 ^{b,A}
	ANOVA test	F(2,15) = 840,78; p < 0,05			F(2,15) = 15; p < 0,05		
trzecie	Min-max	6,7–7,2	9,1–9,6	3,5–3,9	88,2–88,8	88,9–90,0	88,8–89,5
	$\bar{x} \pm SD$	6,9 \pm 0,2 ^{b,A}	9,3 \pm 0,2 ^{c,A}	3,7 \pm 0,1 ^{a,A}	88,5 \pm 0,23 ^{a,A}	89,4 \pm 0,39 ^{b,A}	89,1 \pm 0,26 ^{b,A}
	ANOVA test	F(2,15) = 1839,65; p < 0,05			F(2,15) = 16; p < 0,05		
ANOVA dwuczynnikowa							
Marka i krotność parzenia							
F(4,45) = 465,7; p < 0,05							
F(4,45) = 0,20; p = 0,087							

Objaśnienia:

^{a-c} – wartości średnie w wierszach w obrębie każdego parametru, w ramach określonej krotności parzenia, oznaczone tymi samymi literami, nie różnią się statystycznie istotnie (p ≤ 0,05).

^{A-C} – wartości średnie w kolumnach w obrębie każdej marki, oznaczone tymi samymi literami, nie różnią się statystycznie istotnie w zależności od krotności parzenia (p ≤ 0,05).

Źródło: badania własne.

Wśród badanych naparów, zaparzanych po raz pierwszy, najwyższą średnią zawartością polifenoli (39,7 mg GAE/g s.m.), a tym samym aktywnością antyoksydacyjną (90,5%), charakteryzowały się napary przygotowane z yerba mate *Taragui* (A_Tar), która zawierała tylko i wyłącznie odpowiednio wyselekcjonowane liście ostrokrzewu *Ilex paraguariensis*. W przypadku pozostałych dwóch naparów zawartość polifenoli była statystycznie istotnie niższa i wynosiła odpowiednio 29,4 mg GAE/g s.m. oraz 27,5 mg GAE/g s.m. dla naparów yerba mate *Dia* (A_Dia) oraz *Tucangua* (A_Tuc), które w swoim składzie oprócz liści zawierały również fragmenty łodyg, co znalazło swoje odzwierciedlenie w zdolności redukcji rodnika DPPH*.

Uzyskane wyniki różnią się od wyników innych autorów. Badania wykonane przez zespół Gonzalez de Mejia i innych [2007] wykazały, że w badanych przez nich yerba mate całkowita zawartość związków polifenolowych wahała się w granicach od 90 do 176 mg GAE/g s.m. Natomiast Frizon i inni [2015], badając wpływ warunków uprawy na całkowitą zawartość związków polifenolowych w yerba mate, otrzymali wyniki mieszczące się w zakresie od 37 do 133 mg GAE/g s.m. Zawartość związków polifenolowych, uzyskana w badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy, jest wyraźnie niższa niż prezentowana w cytowanych publikacjach.

Stwierdzone rozbieżności mogą wynikać: po pierwsze, z wykorzystanych metod ekstrakcji (etanol) związków polifenolowych, po drugie zaś, autorzy większości publikacji oznaczają wybrane parametry w suszu pozyskanym bezpośrednio z plantacji, podczas gdy tu wykorzystano materiał dostępny na rynku Trójmiasta. Materiał, który importowano do Polski, prawdopodobnie drogą morską, trwającą nawet do około 90 dni, niewątpliwie w połączeniu ze zmiennymi warunkami transportu może przyczynić się do istotnej zmiany jakości, m.in. poprzez obniżenie zawartości związków polifenolowych w suszu yerba mate.

Dalsza analiza uzyskanych wyników wykazała, że dla wszystkich badanych marek yerba mate krotność parzenia miała statystycznie istotny wpływ na całkowitą zawartość związków polifenolowych. Odmienną sytuację wykazano w przypadku aktywności antyoksydacyjnej, gdzie zarówno marka, jak i krotność parzenia nie wpływały istotnie statystycznie na zdolność redukcji rodnika DPPH*. Istotne różnice wykazano jedynie pomiędzy badanymi markami w zakresie poszczególnych zaparzeń, jednak nie przekraczały one wartości 2%.

Procentowe zmiany całkowitej zawartości związków polifenolowych w kolejnych parzeniach przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Procentowe zmiany całkowitej zawartości związków polifenolowych w badanych próbkach yerba mate w zależności od krotności parzenia

Table 2. Percentage changes in total polyphenolic content of selected yerba mate beverages depending on the brewing multiplicity

Marka	Krotność parzenia [%]		
	I-II	II-III	I-III
A_Dia	-54,86	-47,64	-76,37
A_Tar	-56,86	-45,44	-76,46
A_Tuc	-58,65	-67,43	-86,53

Źródło: opracowanie własne.

Największy spadek zawartości związków polifenolowych w naparach pomiędzy pierwszym a trzecim parzeniem stwierdzono dla yerba mate *Tucangua* – aż około 90%, z 27,5 mg GAE/g s.m. do 11,4 mg GAE/g s.m. Nieznacznie mniejsze spadki odnotowano dla pozostałych naparów (około 75%) – z 39,7 mg GAE/g s.m.

do 17,1 mg GAE/g s.m. oraz z 29,4 mg GAE/g s.m. do 13,2 mg GAE/g s.m. – odpowiednio dla naparów yerba mate *Taragui* oraz *Dia*. Kolejne parzenia również powodowały znaczące spadki zawartości związków polifenolowych oznaczonych metodą Folina-Ciocalteu. Dla naparów *Dia* oraz *Taragui* spadki te wynosiły odpowiednio około 48% (z 13,2 mg GAE/g s.m. do 6,9 mg GAE/g s.m.) i 45% (z 17,1 mg GAE/g s.m. do 9,3 mg GAE/g s.m.). Tutaj również odnotowano największy (około 70%) spadek dla naparów *Tucanagua* (z 11,4 mg GAE/g s.m. do 3,7 mg GAE/g s.m.).

W wyniku każdego kolejnego parzenia nieznacznie obniżała się również aktywność antyoksydacyjna badanych naparów, przy czym zmiany te nie były statystycznie istotne ($p = 0,087$). Dodatkowo analiza statystyczna, przeprowadzona dla wszystkich uzyskanych wyników, wykazała umiarkowanie silną korelację pomiędzy aktywnością antyoksydacyjną a całkowitą zawartością polifenoli ($R^2 = 0,575$; $p < 0,05$), przy czym wartości współczynnika korelacji Pearsona były zróżnicowane w zależności od marki i krotności parzenia (tab. 3).

Tabela 3. Wartości współczynników korelacji pomiędzy całkowitą zawartością związków polifenolowych a aktywnością antyoksydacyjną badanych próbek yerba mate w zależności od krotności parzenia ($p = 0,05$)

Table 3. The values of correlation coefficients between total polyphenolic content and antioxidant activity of selected yerba mate beverages depending on the brewing multiplicity ($p = 0.05$)

Marka	Parametr	Krotność parzenia		
		pierwsze	drugie	trzecie
A_Dia	R^2	0,389	-0,763	0,841*
	p	0,445	0,078	0,036
A_Tar	R^2	0,463	-0,446	0,727
	p	0,355	0,375	0,102
A_Tuc	R^2	0,827*	-0,873*	0,351
	p	0,042	0,023	0,948

Objaśnienia:

R^2 – wartość współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

p – poziom prawdopodobieństwa wskazujący na istotność statystyczną związku liniowego pomiędzy analizowanymi parametrami.

* – korelacje statystycznie istotne.

Źródło: opracowanie własne.

Najsilniejsze dodatnie korelacje odnotowano dla dwóch naparów yerba mate *Dia* oraz *Tucanagua* i wynosiły one odpowiednio $R^2 = 0,84$ dla naparów *Dia* (trzecie parzenie) oraz $R^2 = 0,83$ dla naparów *Tucanagua* (parzenie pierwsze). Nietypową sytuację odnotowano w przypadku drugiego parzenia dla wszystkich marek yerba mate. Uzyskano ujemne wartości współczynników korelacji liniowej, przy czym dla marki *Tucanagua* wartość tego współczynnika była największa ($R^2 = -0,873$) i statystycznie istotna ($p = 0,023$).

4. PODSUMOWANIE

Wykazano, że krotność parzenia yerba mate istotnie wpływała na zmniejszenie zawartości związków polifenolowych w przygotowanych naparach. Całkowita zmiana wynosiła nawet około 85%. Każde kolejne parzenie yerba mate wpływało również na nieznaczące zmniejszenie zdolności redukcji rodnika DPPH*, jednak w przypadku tego parametru nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, można przypuszczać, że o ile każde kolejne parzenie yerba mate może wpływać na wysokie walory smakowe i możliwość ugastenia pragnienia, to z pewnością nie jest korzystne z punktu widzenia właściwości przeciwutleniających.

LITERATURA

- Anesini, C., Turner, S., Cogoi, L., Filip, R., 2012, *Research Note. Study of the Participation of Caffeine and Polyphenols on the Overall Antioxidant Activity of Mate (Ilex paraguariensis)*, LWT – Food Science and Technology, 45, s. 299–304.
- Avila Jr., R.S., Franceschi Dalazen, D., Homrich Lorentz, L., Poletto, I., Marcos Stefenon, V., 2016, *Effects of Different Cultivation Systems in Leaf Traits and Herbivory Damage in Ilex paraguariensis (Aquifoliaceae)*, Braz. J. Bot, 39(1), s. 219–223.
- Bastos, D., de Oliveira, D., Matsumoto, R., Carvalho, P., Ribeiro, M., 2007, *Yerba maté: Pharmacological Properties, Research and Biotechnology, Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, Global Science Books, s. 37–46.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995, *Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*, LWT – Food Science and Technology, 28(1), s. 25–30.
- Cardozo Jr., E.C., Morand, Ch., 2016, *Interest of Mate (Ilex paraguariensis A. St.-Hil.) as a New Natural Functional Food to Preserve Human Cardiovascular Health – A Review*, Journal of Functional Foods, 21, s. 440–454.
- Carvalho Ribeiro, M., Santos, Â., Ghassan Riachi, L., Babo Rodrigues, A.C., Coelho, G.C., Marcellini, P.S., Alves de Melo Bento, C., Bastos de Maria, C.A., 2017, *The Effects of Roasted Yerba Mate (Ilex paraguariensis A. ST. Hil.) Consumption on Glycemia and Total Serum Creatine Phosphokinase in Patients with Traumatic Brain Injury*, Journal of Functional Foods, 28, s. 240–245.
- Dmowski, P., Kłopotek, N., 2016, *Sensory Characterization of Ilex paraguariensis Beverages*, Food Quality Evaluation, Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, s. 21–30.
- Ferreira da Silveira, T.T., Dillenburg Meinhart, A., Lima de Souza, T.C., Teixeira Filho, J. & Teixeira Godoy, H., 2016, *Phenolic Compounds from Yerba Mate Based Beverages – A Multivariate Optimisation*, Food Chemistry, 190, s. 1159–1167.
- Ferreira da Silveira, T.T., Dillenburg Meinhart, A., Lima de Souza, T.C., Emídio Cunha, E.C., Teixeira Filho, J., Teixeira Godoy, H., 2017, *Optimization of the Preparation Conditions of Yerba Mate tea Beverage to Maximize Chlorogenic Acids Extraction*, Plant Foods Hum Nutr., 72, s. 219–223.
- Frizon, C., Oliviera, G., Perussello, C., Peralta-Zamora, P., Camlofski, A., Rossa, U., Hoffmann-Ribani, R., 2015, *Determination of Total Phenolic Compounds in Yerba Mate (Ilex paraguariensis) Combining Near Infrared Spectroscopy (NIR) and Multivariate Analysis*, Food Science and Technology, 60, s. 795–801.

- Gonzalez de Mejia, E., Soo Song, Y., Heck, C.I., Ramirez-Mares, M.V., 2016, *Yerba Mate Tea (Ilex paraguariensis): Phenolics, Antioxidant Capacity and in vitro Inhibition of Colon Cancer Cell Proliferation*, Journal of Functional Foods, 2010, no. 2, s. 23–34.
- Heck, C., de Mejia, E., 2007, *Yerba Mate Tea (Ilex paraguariensis): a Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations*, Journal of Food Science, 9, s. 138–151.
- ISO 14502-1:2005, *Oznaczanie substancji charakterystycznych dla zielonej i czarnej herbaty. Część 1: Zawartość wszystkich polifenoli w herbacie. Metoda kolorymetryczna z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu*.
- Maciejewska, D., Łukomska, A., Jakubczyk, K., Baranowska-Bosiacka, I., Stachowska, E., Chlubek, D., Gutowska, I., 2015, *The Content of Linoleic and Alpha-linolenic Acid in Different Types of Yerba Mate, Depending on country of Origin and the Conditions of the Infusion*, Pom. J. Life Sci., 61(1), s. 90–93.
- Marcelo, M.C.A., Martins, C.A., Pozebon, D., Dressler, V.L., Ferrão, M.F., 2014, *Classification of Yerba Mate (Ilex paraguariensis) According to the Country of Origin Based on Element Concentrations*, Microchemical Journal, 117, s. 164–171.
- Montagnini, F., Eibl, B.I., Barth, S.R., 2011, *Organic Yerba Mate: an Environmentally, Socially and Financially Suitable Agroforestry System*, Bois et Forêts des Tropiques, 308(2), s. 59–74, www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/cases/case-detail/en/c/320176/ [dostęp: 10.01.2018].
- Pawlak-Lemańska, K., Zarzycka, O., Gliszczyńska-Świgło, A., Tyrakowska, B., 2016, *Yerba Mate, Black and Green Tea Infusions. Comparison of Their Alkaloid Content and Antioxidant Activity*, Polish Journal of Commodity Science, 1(46), s. 106–114.
- Sparg, S., Light, M., Van Staden, J., 2004, *Biological Activities and Distribution of Plants Saponins*, Journal of Ethnopharmacology, 94, s. 219–43.
- Streit, N., Rychcki Hecktheuer, L., Canto, M., Mallmann, C., Streck, L., Parodi, T., Canterle, L., 2007, *Relation among Taste-Related Compounds (Phenolics and Caffeine) and Sensory Profile of Yerba Mate (Ilex paraguariensis)*, Food Chemistry, 102, s. 560–564.
- Thea, A.E., Ferreira, D., Brumovsky, L.A., Schmalko, M.E., 2017, *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Yerba Mate (Ilex paraguariensis St. Hil) Traditional Infusions (Mate and Terere)*, Food Control, 60, s. 215–220.
- Yerba mate*, National Geographic Polska, 2009, <http://www.national-geographic.pl/traveler/porady/yerba-mate> [dostęp: 10.01.2018].