

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE NAPARÓW Z LIŚCI MORWY BIAŁEJ (*Morus alba* L.)

Klaudia Kałwa¹, Kamil Wilczyński²

¹ Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności

² Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Liście morwy białej (*Morus alba* L.) są bogatym źródłem związków biologicznie aktywnych, a wywodząca się z Chin roślina od wieków stosowana w leczeniu różnych dolegliwości zdobyła w Polsce uznanie dzięki właściwościom obniżającym poziom glukozy we krwi. Celem pracy było określenie wpływu czasu parzenia naparów z liści morwy białej (*Morus alba* L.) na zawartość w nich związków polifenolowych oraz ich aktywność antyoksydacyjną wyznaczoną metodą redukcji wolnego rodnika DPPH. Z badań wynika, że zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy waha się w granicach od $48,61 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \pm 0,03$ do $152,63 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \pm 0,02$ zależnie od początkowej temperatury oraz czasu parzenia. Podobna zależność występuje w przypadku zawartości flawonoidów, którą oznaczono na poziomach od $24,39 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \pm 0,03$ do $123,14 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \pm 0,15$. Zdolność do redukcji rodnika antyoksydacyjnego DPPH wahała się w granicach od 48,91 do 94,05. Uzyskane wyniki potwierdzają ścisłą zależność zawartości związków fenolowych w naparach ziołowych od czasu i temperatury parzenia.

Słowa kluczowe: polifenole, DPPH, właściwości antyoksydacyjne, cukrzyca, właściwa dieta

WSTĘP

Wzmoczone zainteresowanie zdrowym stylem życia sprawia, że ludzie coraz częściej przywiązują większą wagę do tego, co spożywają. Odpowiednio skomponowana dieta ma za zadanie nie tylko dostarczać nam podstawowych składników odżywczych, ale

Adres do korespondencji – Corresponding author: Kamil Wilczyński, Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, e-mail: kamilwilczynski100@wp.pl

także wspierać organizm w różnych rodzajach infekcji. Bardzo popularne w ostatnich latach stało się picie wyciągów z mieszanek ziołowych indywidualnie dobranych do potrzeb. Wprowadzanie ich do codziennej diety ma na celu m.in. uregulowanie pracy jelit, nerek, uchronienie przed chorobą wrzodową żołądka czy też poprawę metabolizmu. Amerykańscy naukowcy szacują, że prawie połowa żywności w USA kupowana jest z powodów zdrowotnych, a w niedalekiej przyszłości żywność o korzystnym wpływie na zdrowie człowieka będzie stanowiła połowę całego rynku żywności [Wolski i in. 2005].

Chodź w dzisiejszych czasach zioła nadal używane są głównie jako przyprawy w gastronomii, to w świadomości konsumentów zyskują na znaczeniu jako surowce lecznicze. Jak wynika z najnowszych danych, Polska zajmuje trzecie miejsce w produkcji ziół w Europie, co może świadczyć o przekonaniu się Polaków do stosowania roślin zielarskich zarówno w formie naparów, jak i składników diety [Olewnicki i in. 2015]. Wpływa na to wiele czynników, z których wyróżnić można przekonanie o mniejszej szkodliwości działania leków roślinnych oraz większą liczbę pojawiających się na półkach sklepowych leków ziołowych o przebadanym i udokumentowanym działaniu, z mniejszym prawdopodobieństwem wystąpienia skutków ubocznych. Zgodnie z najnowszymi badaniami perspektywy rozwoju rynku herbacianego i zielarskiego są bardzo dobre, zwłaszcza ze względu na zmieniające się preferencje konsumentów oraz powracanie mody na zdrową żywność [Markowska i in. 2015].

Morus alba (L.) już w starożytności stosowano w leczeniu górnych dróg oddechowych, oczu czy chorób pasożytniczych [Musabayane i in. 2006], od wieków zaś była stosowana w medycynie Dalekiego Wschodu w leczeniu cukrzycy czy zakażeń bakteryjnych.

Prowadzone w ostatnich latach bardzo liczne badania wykazują, że związki polifenolowe występujące w świecie roślin, w tym również w liściach morwy białej, charakteryzują się szerokim spektrum działania, w tym właściwościami chelatującymi, redukującymi i są udokumentowanym czynnikiem przeciwnadciśnieniowym [Andallu i Varadacharyulu 2003, Enkhmaa i in. 2005]. Morwa to roślina, której właściwości i działanie od lat są przedmiotem badań naukowców. Charakteryzuje się szybkimi przyrostami pędów, do 2–2,5 m rocznie. Nazwa gatunkowa morwy białej pochodzi od białawego zabarwienia kory, a nie, jak się powszechnie mylnie przyjmuje, od koloru owoców. Z racji fioletowoczarnej barwy owoców morwa biała bywa mylona z morwą czarną (*Morus nigra* L.) lub czerwoną (*Morus rubra* L.) [Doi i in. 2001, Łochyńska 2015]. Dzięki dużej zawartości związków o różnej budowie chemicznej (w szczególności DNJ – alkaloid 1,5-didezoksy-1,5-imino-D-sorbitol=1-dezoksynojirimycina oraz jego pochodne i kwercetyny), które mają właściwości obniżające poziom glukozy we krwi, morwa biała jest jednym z najskuteczniejszych środków wspomagających leczenie cukrzycy typu II. Działanie tych związków hamuje aktywność enzymów, które biorą udział w metabolizmie cukrów, tj. α -glukozydazy oraz maltazy [Erciski i Orhan 2007, Grześkowiak i Łochyńska 2017]. Pod wpływem tych enzymów w jelicie cienkim następuje przekształcenie cukrów złożonych w glukozę. Spowolnienie aktywności wspomnianych enzymów powoduje obniżenie wchłaniania glukozy oraz ograniczenie glikemii występującej po posiłku [Choi i Hwang 2005, Arfan i in. 2012]. DNJ występuje tylko w liściach morwy, a jego działanie polega na spowalnianiu rozkładu zawartej w żywności

skrobi na cukry proste, takie jak glukoza, co z kolei prowadzi do obniżenia poposiłkowej hiperglikemii [Abdel i in. 2005]. Jako naturalny składnik, w przeciwieństwie do syntetycznych odpowiedników, nie wywołuje u pacjentów takich efektów ubocznych, jak senność, wzdęcia czy biegunki. Z kolei kwercetyna hamuje działanie enzymu reduktaza aldozy (ALR2), który jest odpowiedzialny za syntezę sorbitolu z nadmiaru glukozy [Katsube i in. 2006]. Podwyższony poziom sorbitolu może prowadzić do powikłań w funkcjonowaniu układu nerwowego, oczu i nerek, szczególnie u diabetyków [Brand-Williams i in. 1995, Butt i in. 2008]. Wiele badań naukowych wykazuje, że substancje chemiczne obecne w liściach morwy białej mogą zapobiegać również chorobom cywilizacyjnym, powstającym w wyniku reakcji wolnorodnikowych, w tym nowotworom [Katsube i in. 2009], chorobom układu krążenia [Kusano i in. 2002], a także chorobom układu nerwowego. Ponadto ekstrakty z liści morwy wykazują wysoką aktywność antibakteryjną i wirusową [Oh i in. 2009]. Morwa biała należy również do roślin bogatych w związki flawonoidowe i antocyjany, które obniżają poziom LDL (lipoprotein o niskiej gęstości) w surowicy krwi, podwyższając poziom korzystnych lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL), oraz wpływających na ciśnienie tętnicze krwi [Przeor i Flaczyk 2016]. Te właściwości w dużej mierze przyczyniają się do zmniejszenia prawdopodobieństwa zachorowalności na choroby układu wieńcowego [Niidome i in. 2007]. W związku z dużą ilością związków bioaktywnych poszczególne części morwy białej znalazły szerokie zastosowanie nie tylko w przemyśle farmaceutycznym, ale również spożywczym. Na rynku można znaleźć wiele preparatów z morwy białej. Wśród nich można wyróżnić: herbatki z liści, tabletki na bazie wyciągów i ekstraktów oraz soki. Bogaty skład chemiczny tej rośliny sprawia, że znajduje ona zastosowanie przeciwko wielu dolegliwościom.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowił surowiec zielarski, tj. suszone liście morwy białej *Morus Alba L.*, zakupiony bezpośrednio u producenta z jednej partii produkcyjnej.

W celu przygotowania naparów z badanego surowca odważano na wadze analitycznej po 2 g suszonych liści morwy białej z dokładnością do $\pm 0,0001$ g, susz zalewano 100 ml wody dejonizowanej o temperaturze początkowej 100°C, 80°C oraz 50°C. Następnie przykryto szalką w celu dokonania ekstrakcji na czas T1, T2, T4, T6 i T10 min, po czym napary odsączono. Tak przygotowane roztwory użyto do dalszych badań. Uzyskane wyniki podano jako średnią z trzech niezależnych powtórzeń. Dane dotyczące aktywności przeciwutleniającej naparów herbacianych opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 12. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA) oraz zbadano istotność różnic, wykorzystując test Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$).

Zawartość polifenoli

Oznaczenie zawartości polifenoli przeprowadzono według procedury [Singleton i Rossi 1965] przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu w stosunku 1 : 5. Do kolby

miarowej o pojemności 25 ml pobierano 0,05 ml soków, dodawano kolejno 2 ml metanolu, 10 ml wody destylowanej oraz 2 ml odczynnika Folina-Ciocalteu (stosunek 1 : 5). Odstawiono na 3 min. Po tym czasie dodano 1 ml 10% roztworu Na_2CO_3 , dokładnie wymieszano i pozostawiono na 30 min. Po upływie czasu kolby z próbkami uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Absorbancję zmierzono przy długości fali 750 nm wobec próby zerowej. Wyniki podano w mg/1000 ml naparu w przeliczeniu na kwas galusowy. Wyniki wykonano w trzech powtórzeniach.

Zawartość flawonoidów

Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę oznaczano spektrofotometrycznie według procedury opisanej przez Karadeniza i in. [2005]. Do próbek pobrano po 0,5 ml naparów, dodano 2,5 ml wody destylowanej, 0,15 ml 5% (w/w) wodnego roztworu azotanu (III) sodu, po czym wymieszano. Po upływie 5 min wprowadzono 0,3 ml 10% (w/w) wodnego roztworu sześciowodnego chlorku glinu, po raz kolejny wymieszano i pozostawiono na 5 min. Następnie dodano 2 ml 1 M wodnego roztworu NaOH i 0,55 ml wody destylowanej. Pomiar absorbancji wykonano przy długości fali 510 nm.

DPPH

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano według zmodyfikowanej metody Branda-Wiliamsa i in. [1995] z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl, Sigma Aldrich). Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali $\lambda = 517$ nm. 0,5 mM alkoholowy roztwór DPPH przygotowano, rozpuszczając 19,71 mg DPPH ($M = 394,2$ g·mol⁻¹) w 100 ml metanolu. Otrzymany roztwór rozcieńczono tak, aby jego absorbancja przy długości fali $\lambda = 517$ nm wynosiła ok. 0,9. Roztwór przechowywano w zaciemnionym miejscu. W pierwszym etapie doświadczenia zmierzono absorbancję roztworu rodnika DPPH (A_0). Następnie zdolność badanego antyoksydantu do przeciwdziałania reakcji utleniania obliczano ze wzoru (1):

$$\% \text{inhibicji} = 100 \cdot (A_0 - A_{\text{sr}}) \cdot A_0^{-1} \quad (1)$$

gdzie:

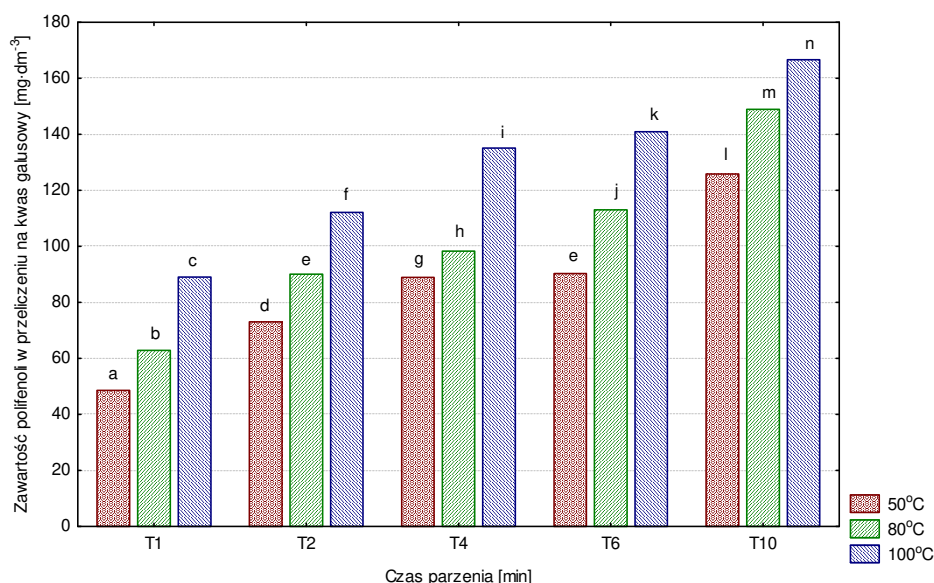
A_0 – absorbancja roztworu rodnika DPPH,

A_{sr} – średnia wartość absorbancji badanego roztworu zawierającego antyoksydant.

WYNIKI

Na rysunku 1 przedstawiono wykres zawartości polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy w zależności od temperatury oraz czasu parzenia. Oznaczanie całkowitej zawartości polifenoli przeprowadzono spektrofotometrycznie z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteu. Metoda ta charakteryzuje się dużą prostotą, przez co znalazła zastosowanie w standaryzacji materiałów biologicznych. Używana jest w analizie ekstraktów roślinnych, żywności oraz leków zawierających związki fenolowe [Cybul i Nowak

2008]. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono istotne zróżnicowanie zawartości polifenoli w badanych naparach w zależności od czasu oraz temperatury. Wykazano, że największą zawartością tych związków charakteryzował się napar sporządzony przy temperaturze początkowej 100°C oraz czasie parzenia 10 min. Zaobserwowano wzrostową tendencję zawartości polifenoli w badanych naparach wraz ze zmianą temperatury i czasu parzenia. Wartości te wzrastały od początkowej najniższej temperatury oraz czasu parzenia (89 mg GAE·dm⁻³) do najwyższej (152,63 mg GAE·dm⁻³). Istotnie niższą zawartością charakteryzował się napar po 1 min w 50°C (48,61 mg GAE·dm⁻³). Ponadto nie wykazano istotnych statystycznie różnic w przypadku naparów sporządzonych w czasach 1–3 min. Może to mieć związek z tym, że jak podaje Waszkiewicz-Robak [1999], w ciągu pierwszych 2–3 min parzenia do naparu przechodzi prawie cała zawartość alkaloidów. Dopiero w dalszych minutach parzenia do roztworu przechodzą związki polifenolowe i garbniki. Podobną zależność w swojej pracy wykazali Kłódka i in. [2008]. Badali oni zawartość wybranych metyloksantyn i związków fenolowych w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych w zależności od czasu parzenia.

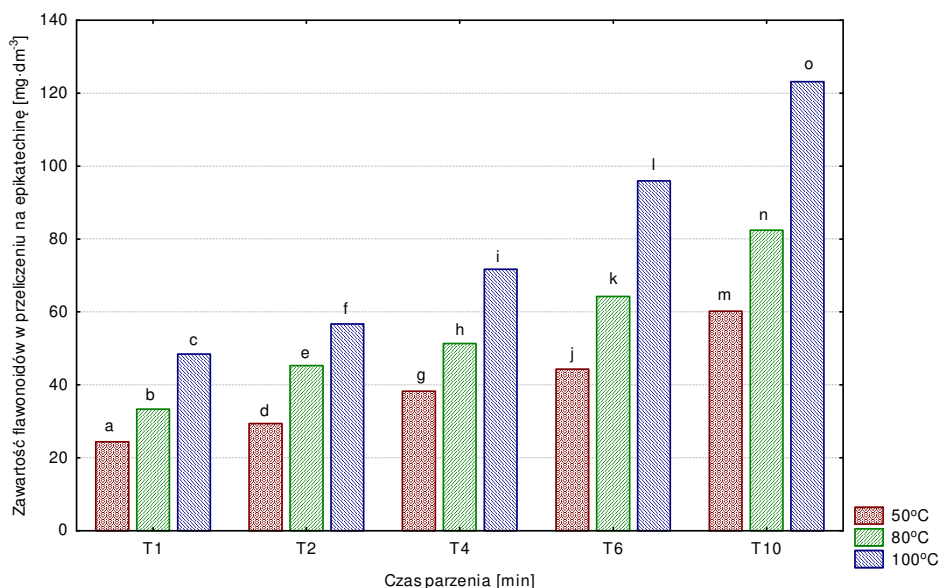


Rys. 1. Wpływ temperatury i czasu parzenia na zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy

Fig. 1. Effect of temperature and brewing time on the content of polyphenols based on gallic acid

Analizując średnią zawartość badanych związków wchodzących w skład naparów herbacianych autorzy stwierdzili, że zwiększa się ona wraz z wydłużaniem czasu parzenia. Zawartość kofeiny, teobrominy oraz kwasu galusowego w naparach sześciominutowych herbat zielonych była o około 50% większa niż w naparach jednoczynowych. Ponadto napary sześciominutowe herbat czarnych odznaczały się o około 70% większą zawartością teobrominy, o 45% większą zawartością kwasu galusowego i o 25% więk-

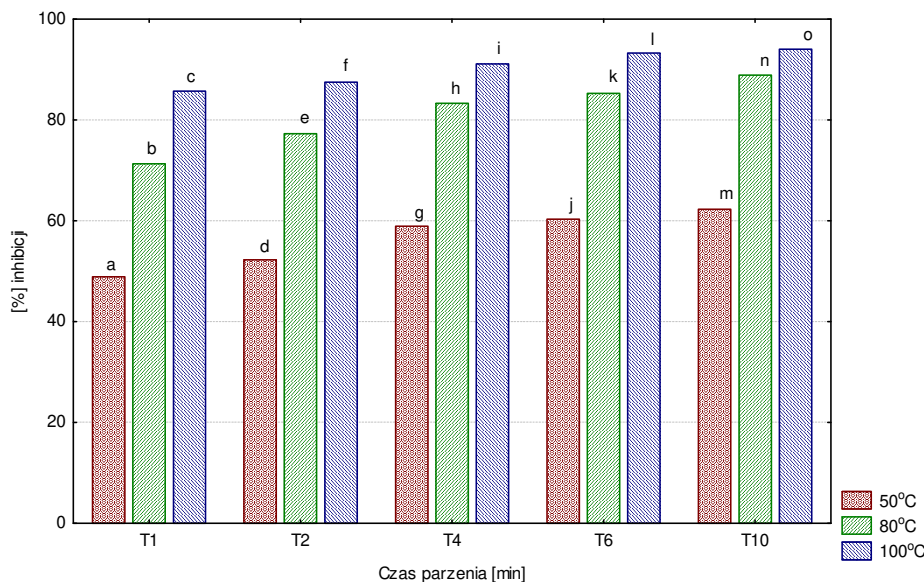
szą zawartością kofeiny. Podobną zależność wyznaczono w pracy Dmowski i in. [2014], gdzie wykazano, że czas parzenia stanowił istotny czynnik decydujący o zawartości polifenoli w badanych naparach. Średnia zawartość polifenoli w badanych próbkach naparów z herbat mieściła się w zakresie od 67,70 mg GAE·dm⁻³ (napary 3-minutowe) do 239,57 mg GAE·dm⁻³ (napary 15-minutowe).



Rys. 2. Wpływ temperatury i czasu parzenia na zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę

Fig. 2. Effect of temperature and brewing time on the content of flavonoids as epicatechin

Analiza średniej zawartości flawonoidów, wchodzących w skład naparów zielonych podobnie jak zawartości polifenoli, potwierdza zasadę, że zwiększała się ona wraz z wydłużaniem czasu oraz wzrostem początkowej temperatury parzenia (rys. 2). Największą zawartość tych związków stwierdzono dla naparu sporządzonego w czasie 10 min oraz przy początkowej temperaturze parzenia 100°C (123,14 mg·dm⁻³ naparu), zaś najniższą charakteryzowały się napary po 1 i 2 min parzenia przy początkowej temperaturze 50°C analogicznie (24,39 mg·dm⁻³) i (29,38 mg·dm⁻³). Cieszyńska i in. [2011] również wykazali, że zarówno zawartość związków polifenolowych, jak i zawartość flawonoidów oraz właściwości przeciwutleniające badanych naparów sporządzonych z różnych handlowych herbat zielonych w głównej mierze zależą od czasu ich parzenia. Ponadto Perucka [2001] podaje, że wraz ze zmianą czasu parzenia liści herbaty zwiększa się zarówno aktywność przeciwutleniająca, jak i zawartość związków fenolowych w naparach. Rusinek-Prystupa [2013] również wykazał, że zawartość flawonoidów oraz fenolokwasów wzrastała wraz z czasem parzenia naparów herbacianych. Zawartość powyższych związków w naparach sześciominutowych herbat czerwonych i zielonych była odpowiednio większa o około 6 i 40% niż w naparach jednoczasowych.



Rys. 3. Całkowita zdolność antyoksydacyjna redukcji rodnika DPPH w zależności od czasu i temperatury parzenia

Fig. 3. The total antioxidant capacity reduction of DPPH radical depending on the time and brewing temperature

Istnieje wiele metod analitycznych umożliwiających ocenę względnego potencjału lub pojemności przeciwutleniającej substancji prostych oraz ich mieszanin. Pojemność przeciwutleniającą wyraża się zazwyczaj jako aktywność w stosunku do syntetycznego i rozpuszczalnego w wodzie analogu tokoferolu – troloksu. Metoda z użyciem roztworu DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu) znajduje wykorzystanie w analizach właściwości przeciwutleniających surowców pochodzenia naturalnego (owoców, soków, żywności). Jest szczególnie przydatna w ocenie właściwości antyoksydacyjnych związków fenolowych, jednakże nie pozwala na oznaczenie antyoksydantów o charakterze hydrofilowym [Cybul i Nowak 2008]. Analizując zdolność do neutralizacji rodnika DPPH, wykazano, że napar uzyskany po 10 min w temperaturze 100°C cechował się istotnie wyższą aktywnością (94,05%) od pozostałych. Najmniej rodnika zredukowały związki przeciwutleniające zawarte w naparze (50°C, 1 min – 48,92%). Zbliżoną zawartość pozostałego rodnika DPPH zaobserwowano w naparach (80°C i 100°C w przedziałach 4–6 minut – ok. 88%). Jeszka i in. [2009] wykazali, że najsłabsze właściwości zmiatania rodnika DPPH miał surowy ekstrakt wodny uzyskany ze świeżych liści morwy białej (74,51%), najwyższą zaś aktywność wobec rodnika DPPH wykazywał ekstrakt acetonowy (82,69%). Cieszyńska i in. [2011] udowodnili, że wartości początkowej szybkości reakcji rodnika DPPH z próbkami naparów wykazują podobną zależność od czasu sporządzania naparów. Nieco większą zdolność zmiatania rodnika DPPH wykazali w swojej pracy Przeor i Flaczyk [2014], gdzie w ekstraktach etanolo-

wych z liści morwy białej wartość ta kształtowała się na poziomie 95,8%, jednak znacznie wyższy wynik jest spowodowany użyciem do badań innego rozpuszczalnika do otrzymania ekstraktów ziołowych oraz innych metod oznaczania.

WNIOSKI

1. Zarówno czas, jak i temperatura parzenia wpływają na zawartość związków fenolowych w naparach z liści morwy białej.
2. Wykazano znaczne różnice w całkowitej zdolności antyoksydacyjnej metodą redukcji rodnika DPPH pomiędzy naparami sporządzonymi w temperaturze początkowej 50°C a naparami sporządzonymi w wyższych temperaturach.
3. Wszystkie badane napary z liści morwy białej niezależnie od czasu i temperatury wykazują aktywność przeciwutleniającą.
4. Na podstawie analizy średniej zawartości badanych związków, wchodzących w skład naparów z liści morwy białej stwierdzono, że ta zawartość zwiększała się wraz z wydłużaniem czasu parzenia oraz zwiększaniem początkowej temperatury parzenia.

PIŚMIENNICTWO

- Abdel, N.B., Hesham, A., Makiko, Y., Taro, N., Toshio, F. (2005). Hypoglycemic effect of Egyptian *Morus alba* root bark extract: Effect on diabetes and lipid peroxidation of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacol.*, 100, 333–8.
- Andallu, B., Varadacharyulu, N. (2003). Antioxidant role of mulberry (*Morus indica* L. cv. Anantha) leaves in streptozotocin-diabetic rats. *Clin. Chim. Acta.*, 338, 3–10.
- Arfan, M., Khan R., Rybarczyk, A., Amarowicz, R. (2012). Antioxidant activity of mulberry fruit extracts. *Int. J. Mol. Sci.*, 13, 2472–2480.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. Technol. Food Sci. Technol.*, 28, 25–30.
- Butt, M.S., Nazir, A., Sultan, M.T. (2008). *Morus alba* L. nature's functional tonic. *Trends Food Sci. Technol.*, 19, 505–12.
- Choi, E.M., Hwang, J.K. (2005). Effects of *Morus alba* leaf extract on the production of nitric oxide prostaglandin E2 and cytokines In RAW2647 macrophages. *Fitoterapia*, 76, 608–613.
- Cieszyńska, A., Michocka, K., Wieczorek, D., Zieliński, R. (2011). Wpływ czasu ekstrakcji na aktywność przeciworodnikową naparów herbaty zielonej. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 92(4), 872–875.
- Cybul, M., Nowak, R. (2008). Przegląd metod stosowanych w analizie właściwości antyoksydacyjnych wyciągów roślinnych. *Herba Pol.*, 54(1), 68–78.
- Dmowski, P., Śmiechowska, M., Sagan, E. (2014). Wpływ czasu parzenia i stopnia rozdrobnienia herbaty czarnej na barwę naparu i jego właściwości przeciwutleniające. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 5(96), 206–216.
- Doi, K., Kojami, T., Makino, M., Kimura, Y., Fujimoto, Y. (2001). Studies on the constituents of the leaves of *Morus alba* L. *Chem. Pharm. Bull.*, 49(2), 151–153.
- Enkhmaa, B., Shiwaku, K., Katsube, T., Kitajima, K., Anuurad, E., Yamasaki, M., Yamane, Y. (2005). Mulberry (*Morus alba* L.) leaves and their major flavonol quercetin 3-(6-malonylglucoside) attenuate atherosclerotic lesion development in LDL receptor-deficient mice. *J Nutr.*, 135(4), 729–34.

- Erciski, S., Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chem.*, 103(4), 1380–1384.
- Grzeškowiak, J., Łochyńska, M. (2017). Związki biologicznie aktywne morwy białej (*Morus alba* L.) i ich działanie lecznicze. *Post Fitoter.*, 18(1), 31–35.
- Jeszka, M., Kobus, J., Flaczyk, E. (2009). Określenie potencjału antyoksydacyjnego ekstraktów z liści morwy białej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 42(3), 885–889.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turk. J. Agric. Forest.*, 29(4), 297–303.
- Katsube, T., Imawaka, N., Kawano, Y., Yamazaki, Y., Shiwaku, K., Yamane, Y. (2006). Antioxidant flavanol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. *Food Chem.*, 97(1), 25–31.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furunod, T., Yamasaki, Y. (2009). Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. *Food Chem.*, 113, 964–969.
- Kłódka, D., Bońkowski, M., Telesiński, A. (2008). Zawartość wybranych metyloksantyn i związków fenolowych w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych (dust i fannings) w zależności od czasu parzenia. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 1(56), 103–113.
- Kusano, G., Orihara, S., Tsukamoto, D., Shibano, M., Coskun, M., Guvenc, A., Erdurak, C.S. (2002). Five new nortropane alkaloids and six new amino acids from the fruit of *Morus alba* L. growing in Turkey. *Chem. Pharm. Bull.*, 50, 185–92.
- Łochyńska, M. (2015). Nutritional properties of the white mulberry (*Morus alba* L.). *J. Agric. Sci. Technol. A.*, 5(9), 709–16.
- Markowska, J., Polak, E., Kasprzyk, I. (2015). Ziołowe surowce przyprawowe w przetwórstwie żywności. *Przem. Spoż.*, 11, 21–25.
- Musabayane, C.T., Bwititi, P.T., Ojewole, J.A. (2006). Effects of oral administration of some herbal extracts on food consumption and blood glucose levels in normal and streptozotocin-treated diabetic rats. *Methods Find Exp. Clin. Pharmacol.*, 28, 223–228.
- Niidome, T., Takahashi, K., Goto, Y., Goh, S.M., Tanaka, N., Kamei, K. (2007). Mulberry leaf extract prevents amyloid beta-peptide fibril formation and neurotoxicity. *Neuroreport*, 18, 813–816.
- Oh, K.S., Ryu, S.Y., Lee, S., Seo, H.W., Oh, B.K., Kim, Y.S., Lee, B.H. (2009). Melanin-concentrating hormone-1 receptor antagonism and anti-obesity effects of ethanolic extract from *Morus alba* leaves in diet-induced obese mice. *J. Ethnopharmacol.*, 122, 216–220.
- Olewnicki, D., Jablonska, L., Orlinski, P., Gontar, L. (2015). Zmiany w krajowej produkcji zielarskiej i wybranych rodzajach przetwórstwa roślin zielarskich w kontekście globalnego wzrostu popytu na te produkty. *Zesz. Nauk. SGGW, Probl. Rol. Świat.*, 15(30), 68–76.
- Perucka, I. (2001). Skład chemiczny liści herbaty. *Biul. Magnezol.*, 6(3), 443–451.
- Przeor, M., Flaczyk, E. (2014). Porównanie aktywności przeciwutleniającej przypraw ziołowych stosowanych w kuchni polskiej i suszu liści morwy białej. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 1, 56–60.
- Przeor, M., Flaczyk, E. (2016). Antioxidant properties of paratha type flat bread enriched with mulberry leaf extract. *Indian J. Trad. Knowl.*, 15(2), 237–44.
- Rusinek-Prystupa, E. (2013). Zawartość związków biologicznie czynnych w naparach różnych gatunków herbat w zależności od czasu parzenia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 46(1), 48–52.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144–158.
- Waszkiewicz-Robak, B. (1999). *Używki*. W: *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*, F. Świdorski (red.). Wyd. SGGW, Warszawa, 427–436.
- Wolski, T., Karwat, I.D., Najda, A. (2005). Kontaminacja i suplementacja żywności a zdrowie. *Post. Fitoter.*, 1(2), 35–41.

**THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF INFUSIONS FROM THE LEAVES
WHITE MULBERRY (*Morus alba* L.)**

Abstract. Leaves of White Mulberry (*Morus alba* L.) are a rich source of biologically active compounds. In recent years, this plant has become popular. It comes from China and has been used to treat various ailments for centuries. In Poland, the white mulberry has gained recognition thanks to the properties of lowering blood glucose levels, so willing to reach for it diabetics. The aim of the work was to determine the effect of brewing infusions from white mulberry leaves (*Morus alba* L.) on the content of polyphenolic compounds in them and antioxidant activity determined by the reduction of the free radical DPPH. The following tests show that the content of polyphenols expressed as gallic acid ranges between $48.61 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3} \pm 0.03$ to $152.63 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3} \pm 0.02$ depending on the initial temperature and brewing time. A similar relationship was found in the case of the flavonoid content determination where the values were determined at levels ($24.39 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3} \pm 0.03$ to $123.14 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3} \pm 0.15$). In the case of the ability to reduce the antioxidant radical DPPH ranged from 48.91 to 94.05, the results obtained in the study confirm the high dependence of both time and brewing temperature on the content of phenolic compounds in herbal infusions.

Key words: polyphenols, DPPH, antioxidant properties, diabetes, proper diet