

MACIEJ BILEK, AGNIESZKA SIEMBIDA, KINGA STAWARCZYK,
EWA CIEŚLIK

AKTYWNOŚĆ PRZECIWRODNIKOWA SOKÓW DRZEWNYCH Z TERENU PODKARPACIA

Streszczenie

W pracy oznaczono zawartość związków fenolowych ogółem oraz zdolność do wygaszania wolnego kationorodnika ABTS^{•+} soków drzewnych ośmiu gatunków drzew: brzozy zwisłej in. brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.), brzozy omszonej (*Betula pubescens* Ehrh.), grabu pospolitego (*Carpinus betulus* L.), klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.), klonu jesionolistnego (*Acer negundo* L.), orzecha czarnego (*Juglans nigra* L.), olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i wierzby białej (*Salix alba* L.). Największą średnią zawartość sumy związków fenolowych (3,7 mg GAE/100 ml), jak również najwyższą średnią aktywność przeciwrodnikową (8,82 % RSA) oznaczono w soku orzecha czarnego. Z kolei najmniejszą średnią zawartość sumy związków fenolowych (1,56 mg GAE/100 ml) i najniższą średnią aktywność przeciwrodnikową (1,36 % RSA) stwierdzono w soku z grabu pospolitego. Wykazano także korelację pomiędzy zawartością związków fenolowych w soku z klonu jesionolistnego a jego aktywnością przeciwrodnikową. W przypadku sześciu gatunków drzew wykazano zależność pomiędzy ich wiekiem a sumą związków fenolowych w analizowanych sokach. Większa zawartość tych związków występowała w sokach starszych drzew. Tym niemniej dowiedziono, że soki drzewne, w porównaniu z innymi produktami spożywczymi, są stosunkowo ubogim źródłem związków o charakterze przeciwutleniającym.

Słowa kluczowe: soki drzewne, związki fenolowe, aktywność przeciwrodnikowa, żywność prozdrowotna

Wprowadzenie

Soki drzewne pozyskiwane są na terenie Ameryki Północnej, Europy Wschodniej i Północnej oraz Azji [5, 9, 11, 19]. Najczęściej zbierane są z klonów (*Acer* ssp.) oraz brzoź (*Betula* ssp.) i zwykle spożywane w świeżej postaci. Mogą również służyć do

Dr n. farm. M. Bilek, Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, mgr inż. A. Siembida, prof. dr hab. inż. E. Cieślak, Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr K. Stawarczyk, Zakład Botaniki, Pozawydziałowy Zamiejscowy Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski, Werynia 502, 36-100 Kolbuszowa. Kontakt: mbilek@univ.rzeszow.pl

wytwarzania napojów fermentowanych lub do produkcji syropów [9, 19]. Sokom drzewnym przypisuje się właściwości prozdrowotne [5, 15, 19]. Dotychczasowe badania z udziałem zwierząt oraz linii komórkowych potwierdziły moczopędne działanie soków drzewnych [17], zdolność do hamowania proliferacji komórek [10] oraz właściwości nawilżające i utrzymujące homeostazę skóry [16].

W literaturze przedmiotu przedstawia się dane na temat zawartości składników decydujących o możliwości przemysłowego zastosowania soków drzewnych, głównie do produkcji syropów: klonowego, brzozonego i orzechowego [11, 13]. Soki drzewne zostały przebadane pod względem obecności w nich substancji o charakterze prozdrowotnym, w tym m.in. mikro- i makroelementów oraz witamin [9, 26, 28]. Za jedną z najważniejszych właściwości prozdrowotnych soków drzewnych uznaje się ich aktywność przeciwutleniającą. Potwierdzona została aktywność soków pochodzących z brzozy zwisłej m.in. brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) [9, 26], klonu polnego (*Acer campestre* L.) [9], klonu cukrowego (*A. sacharum* Marsh.) [27, 28], klonu czerwonego (*A. rubrum* L.) [10, 28] i klonu ginnala (*A. ginnala* Maxim.) [2]. Związana jest ona z zawartością w sokach m.in. związków fenolowych [2], które oznaczono dotychczas w sokach najpopularniejszych przedstawicieli rodzaju klon (*Acer* ssp.) [28] i brzoza (*Betula* ssp.) [26]. Brak jest natomiast danych dotyczących aktywności przeciwutleniającej soków z olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.), grabu pospolitego (*Carpinus betulus* L.), wierzby białej (*Salix alba* L.) czy też orzecha czarnego (*Juglans nigra* L.). W literaturze występują jedynie wzmianki o wyżej wymienionych gatunkach, często o charakterze historycznym [13, 15, 19].

Celem niniejszej pracy było określenie aktywności przeciwrodnikowej soków drzewnych z ośmiu gatunków drzew.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były soki z drzew bez widocznych oznak występowania chorób. Zbiór dokonywano od 26 lutego do 16 marca 2014 r., w województwie podkarpackim. Zbiór soków rozpoczynano po 7 - 9 dniach (w zależności od gatunku) od zaobserwowania ich płynięcia. Z 40 drzew należących do 8 gatunków pobrano po 5 próbek. Analizie poddawano soki: brzozy zwisłej m.in. brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.), brzozy omszonej (*B. pubescens* Ehrh.), grabu pospolitego (*Carpinus betulus* L.), klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.), klonu jesionolistnego (*A. negundo* L.), orzecha czarnego (*Juglans nigra* L.), olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i wierzby białej (*Salix alba* L.). Na terenie, na którym rosły drzewa, nie stosowano żadnych zabiegów z użyciem chemicznych środków ochrony roślin. Nie prowadzono także nawożenia oraz innych zabiegów agrotechnicznych. Obszar pobierania soków wytypowano w oddali od zabudowań oraz szlaków komunikacyjnych. Drzewa, z których pobierano soki, rosły na tym samym stanowisku, w odległości maksymalnie 10 m od siebie. Każ-

dy osobnik wytypowany do poboru soku miał obwód większy niż 25 cm [1]. Wiek drzew określano metodą bezinwazyjną na podstawie wymiaru pierśnicy mierzonej na wysokości 1,3 m i tabeli wiekowej drzew Majdeckiego [12]. Poboru soków każdorazowo dokonywano w godzinach 10 - 14, według metody opisanej w literaturze [1].

W sokach oznaczano zawartość związków fenolowych oraz określano aktywność przeciwutleniającą.

Zawartość związków fenolowych ogółem oznaczano metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika Folina-Ciocalteu'a [20], a wynik końcowy wyrażano w przeliczeniu na ekwiwalenty kwasu galusowego (GAE, ang. *Gallic Acid Equivalent*). Z kolei aktywność przeciwrodnikową oznaczano metodą wygaszania wolnego kationorodnika ABTS^{•+} według Re i wsp. [18], a wynik końcowy wyrażano w przeliczeniu na procentową zdolność 100 ml soków drzewnych do wygaszania wolnego rodnika ABTS^{•+} (% RSA, ang. *Radical Scavenging Activity*). Pomiaru absorbancji w obydwu zastosowanych metodach dokonywano z dokładnością do 0,0001 przy wykorzystaniu spektrofotometru UV-VIS Cary 50, przy długości fali $\lambda = 760$ nm (suma zw. fenolowych) i $\lambda = 734$ nm (aktywność przeciwrodnikowa). Oznaczenia każdej próbki wykonywano w dwóch powtórzeniach i obliczano wartość średnią.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (czynnikiem różnicującym grupy były gatunek lub wiek drzewa, z którego pobierano soki) w programie Statistica v. 10.0. W celu wykazania istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami zastosowano test *post hoc* rozsądnej istotnej różnicy (RIR) Tukeya. Różnice uznawano za statystycznie istotne przy $p < 0.05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wiek drzew, z których pobrano próbki soków. Najstarszymi drzewami były: wierzba biała i orzech czarny.

Zawartość związków fenolowych w próbkach soków była zróżnicowana (tab. 2). Statystycznie istotną różnicę ($p < 0,05$) pomiędzy zawartością związków fenolowych w 100 ml soku drzewnego stwierdzono w przypadku soku z orzecha czarnego (3,7 mg GAE/100 ml) oraz soku z grabu pospolitego (1,56 mg GAE/100 ml). Uzyskane wyniki są zbieżne z rezultatami innych autorów. Viškelis i wsp. [26] identyczną metodą analizowali zawartość związków fenolowych w soku brzoźowym i oznaczyli 1,45 mg GAE/100 g soku. Z kolei Yuan i wsp. [28] w soku klonu cukrowego wykazali 0,25 mg sumy związków fenolowych w 100 g produktu.

Tabela 1. Przybliżony wiek drzew, z których pobrano próbki soków [lata]

Table 1. Approximate age of trees, from which sap samples were taken [years]

Wierzba biała White willow	Olsza czarna Black alder	Grab pospolity Hornbeam	Orzech czarny Black walnut	Brzoza omszona Downy birch	Brzoza zwięta Silver birch	Klon jesionolistny Boxelder	Klon zwyczajny Norway maple
80	60	20	70	20	20	60	50
50	40	30	60	30	20	50	30
80	50	20	90	20	20	50	20
120	70	30	90	30	30	40	20
100	60	30	70	30	30	40	20
86*	56	26	76	26	24	50	28

Objaśnienie: / Explanatory note:

* – w ostatnim wierszu podano średni wiek poszczególnych rodzajów drzew / in the last line, the average age of individual types of trees is indicated.

Tabela 2. Zawartość związków fenolowych w badanych sokach drzewnych [mg GAE/100 ml]

Table 2. Content of phenolic compounds in tree saps analyzed [mg GAE/100 ml]

Wierzba biała White willow	Olsza czarna Black alder	Grab pospolity Hornbeam	Orzech czarny Black walnut	Brzoza omszona Downy birch	Brzoza zwięta Silver birch	Klon jesionolistny Boxelder	Klon zwyczajny Norway maple
2,40 ± 0,0019	2,04 ± 0,00005	1,27 ± 0,00007	2,50 ± 0,0001	2,10 ± 0,00006	1,84 ± 0,00009	4,23 ± 0,0001	1,58 ± 0,00005
1,71 ± 0,00003	1,23 ± 0,00001	1,76 ± 0,00009	2,08 ± 0,00006	2,52 ± 0,0002	2,27 ± 0,00009	2,75 ± 0,0002	1,80 ± 0,00006
2,50 ± 0,0029	1,27 ± 0,00005	1,52 ± 0,00004	4,64 ± 0,0002	1,85 ± 0,00004	1,56 ± 0,0001	2,31 ± 0,0002	1,76 ± 0,00007
4,48 ± 0,0002	2,69 ± 0,0002	1,63 ± 0,00008	6,42 ± 0,0002	3,66 ± 0,0002	2,99 ± 0,0001	1,04 ± 0,0002	1,72 ± 0,00009
3,26 ± 0,0002	1,56 ± 0,0007	1,60 ± 0,00006	2,87 ± 0,0001	1,61 ± 0,00005	3,32 ± 0,0001	1,11 ± 0,0001	1,86 ± 0,00003
2,87 ^{ab*}	1,76 ^{ab}	1,56 ^a	3,70 ^b	2,35 ^{ab}	2,39 ^{ab}	2,29 ^{ab}	1,74 ^{ab}

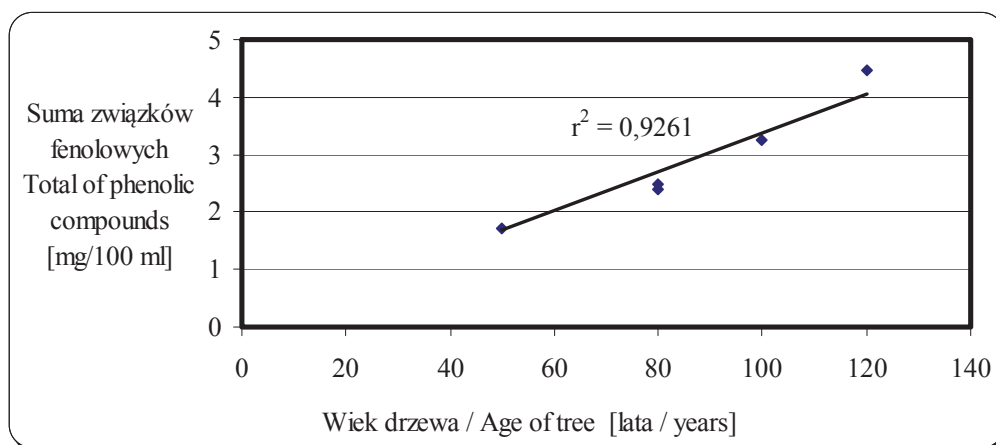
Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 2;

* – w ostatnim wierszu przedstawiono wartości średnie z pięciu próbek soków poszczególnych drzew / in the last line, average values of five juice samples from individual trees are indicated; n = 2 × 5 = 10

a, b – te same litery oznaczają brak różnic statystycznie istotnych pomiędzy wartościami średnimi grup eksperymentalnych (p < 0,05) / the same letters mean no statistically significant differences among mean values of experimental groups (p < 0.05).

Zawartość związków fenolowych w materiale roślinnym może być determinowana wieloma czynnikami, m.in. warunkami klimatycznymi i glebowymi, zastosowanymi chemicznymi środkami ochrony roślin i nawozami, a także nasłonecznieniem terenu [7, 24, 25]. Może być również cechą indywidualną danego osobnika, związaną ze stanem zdrowotnym drzewa i aktywnością bariery wytwarzanej przeciw mikroorganizmom oraz grzybom [24]. Karolewski i wsp. [7] wykazali, że wiek drzew może różnicować zawartość tej grupy substancji w igłach, natomiast Verdecia i wsp. [25] opisali istotną korelację pomiędzy wiekiem *Neonotonia wightii* a zawartością związków fenolowych w roślinie. W opisanych przypadkach zawartość związków fenolowych zwiększała się wprost proporcjonalnie do wieku badanych roślin. W analizie zależności zawartości związków fenolowych w badanych sokach od przybliżonego wieku drzewa wykazano, że większe ilości tych związków występowały w sokach z drzew starszych. Dopasowanie bardzo dobre dotyczyło wyłącznie próbek soku pozyskanego z wierzby białej (*Salix alba* L.) – rys. 1. Stwierdzono również statystycznie istotne ($p < 0,05$) różnice pod względem zawartości związków fenolowych w sokach drzewnych osobników, których wiek wynosił 90 lat a sokami z młodszych oraz starszych osobników (rys. 2).

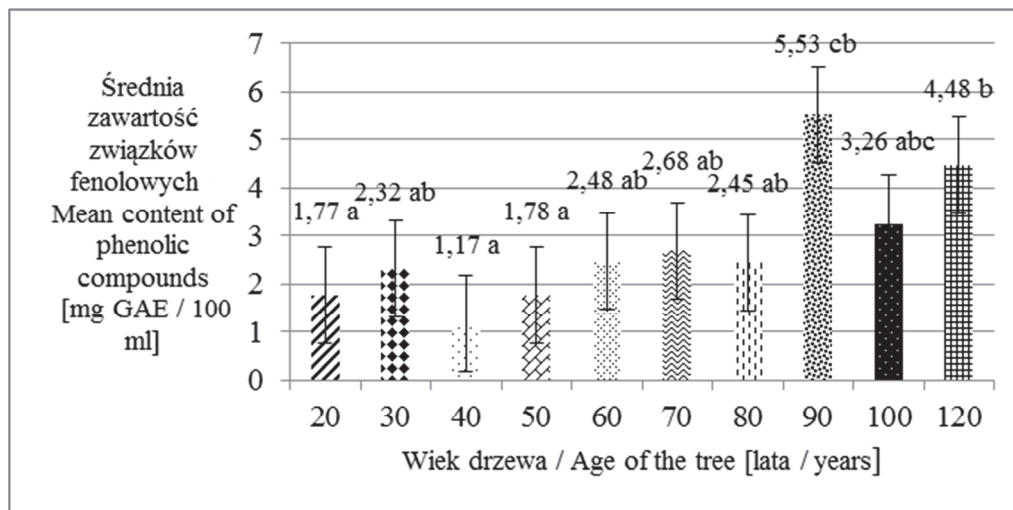


Rys. 1. Zależność zawartości związków fenolowych od wieku drzewa na przykładzie próbek soku z wierzby białej (*Salix alba* L.)

Fig. 1. Correlation between content of phenolic compounds and age of tree exemplified by sap samples from white willow tree

W przypadku aktywności przeciwutleniającej soków drzewnych, mierzonej metodą wygaszania wolnego rodnika ABTS^{•+} (tab. 3), również stwierdzono zróżnicowanie pomiędzy badanymi próbkami. Najwyższą aktywność (8,82 %) wykazywał sok z orzecha czarnego, a najniższą (1,36 %) – sok z grabu pospolitego i różnica między

tymi aktywnościami była statystycznie istotna ($p < 0,05$). Z kolei pod względem zdolności wygaszania wolnego rodnika ABTS⁺ w zależności od wieku drzew, z których pobrano próbki soków (rys. 3), stwierdzono statystycznie istotną zależność ($p < 0,05$) pomiędzy sokami pozyskanymi z drzew 70- i 90-letnich a 40-letnich.



Objaśnienie: / Explanatory note:

a, b, c – te same litery oznaczają brak różnic statystycznie istotnych pomiędzy wartościami średnimi grup eksperymentalnych ($p < 0,05$) / the same letters mean no statistically significant differences among mean values of experimental groups ($p < 0.05$).

Rys. 2. Średnia zawartość związków fenolowych w sokach w zależności od wieku drzew, z których pobrano próbki

Fig. 2. Average content of phenolic compounds in the studied tree saps depending on the age of the trees

Stwierdzono dobre dopasowanie między aktywnością przeciwutleniającą a zawartością związków fenolowych w soku z klonu jesionolistnego (rys. 4). W pozostałych próbkach nie wykazano tak silnej zależności między badanymi parametrami. Można zatem przypuszczać, że o aktywności przeciwutleniającej tych soków decydują – poza związkami fenolowymi – także inne substancje o charakterze przeciwutleniaczy, np. witaminy [2, 9, 26, 28].

Określenie aktywności przeciwutleniającej żywności, na którą składają się m.in. związki fenolowe, pozwala oszacować jej pozytywny wpływ na organizm człowieka. Produkty bogate w związki fenolowe charakteryzują się właściwościami prozdrowotnymi, przeciwdziałając chorobom sercowo-naczyniowym, nowotworowym oraz chorobie wrzodowej żołądka i dwunastnicy [29]. Działanie to tłumaczy się wzrostem pojemności przeciwutleniającej osocza krwi, bezpośrednią dezaktywacją wolnych

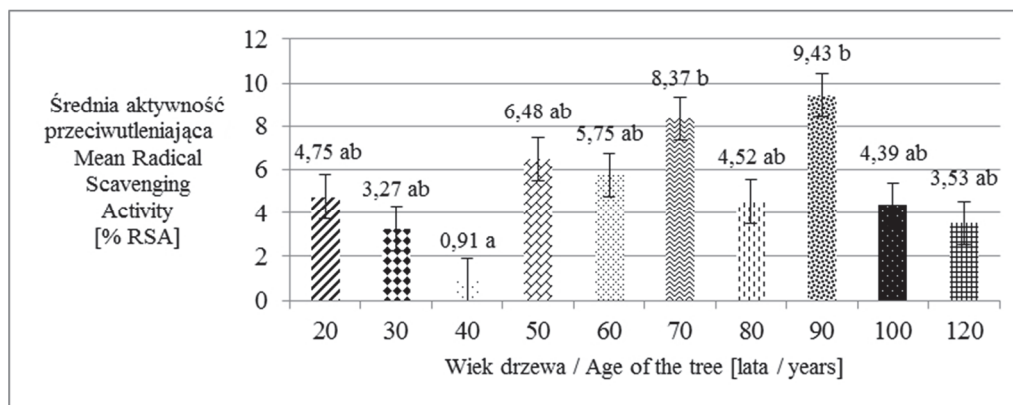
rodników, hamowaniem reakcji tlenu singletowego i aktywności enzymów utleniających oraz tworzeniem kompleksów z metalami katalizującymi reakcje utleniania [21].

Tabela 3. Aktywność przeciwrodnikowa badanych soków drzewnych [% RSA]

Table 3. Radical Scavenging Activity of tree saps analyzed [% RSA]

Wierzba biała White willow	Olsza czarna Black alder	Grab pospolity Hornbeam	Orzech czarny Black walnut	Brzoza omszona Downy birch	Brzoza zwisła Silver birch	Klon jesionolistny Boxelder	Klon zwyczajny Norway maple
6,1277 ± 0,0641	0,63 ± 0,0104	1,84 ± 0,1162	8,34 ± 0,1075	13,39 ± 0,1917	5,25 ± 0,0361	10,59 ± 0,0057	11,34 ± 0,0017
4,6411 ± 0,1681	0,67 ± 0,052	1,78 ± 0,1057	7,23 ± 0,7015	9,78 ± 0,0131	2,78 ± 0,2577	10,39 ± 0,0352	2,82 ± 0,6574
2,9138 ± 0,0762	3,95 ± 0,0502	1,22 ± 0,0573	12,61 ± 1,0104	2,68 ± 0,0968	1,89 ± 0,087	5,57 ± 0,0304	2,65 ± 0,0031
3,5260 ± 0,0271	7,10 ± 0,0039	0,08 ± 0,0195	6,25 ± 0,1107	5,38 ± 0,0775	2,39 ± 0,8501	3,04 ± 0,0208	5,14 ± 0,0251
4,3902 ± 0,1047	4,57 ± 0,0277	1,90 ± 0,0364	9,68 ± 1,757	2,55 ± 0,0106	2,78 ± 0,1576	1,15 ± 0,0298	10,69 ± 0,710901
4,32 ^{ab}	3,38 ^{ab}	1,37 ^a	8,82 ^b	6,76 ^{ab}	3,02 ^{ab}	6,15 ^{ab}	6,53 ^{ab}

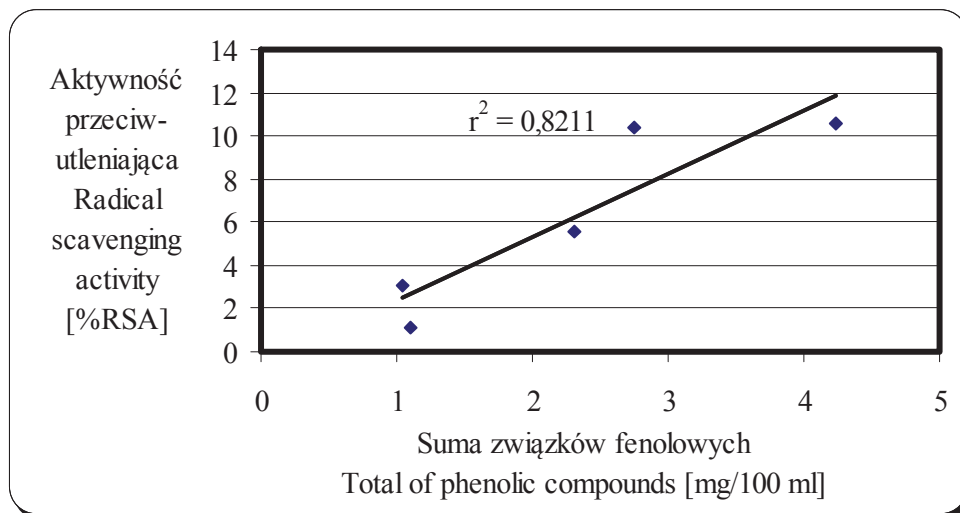
Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2.



Objaśnienia jak pod rys. 2. / Explanatory notes as in Fig. 2.

Rys. 3. Średnia aktywność przeciwutleniająca soków w zależności od wieku drzew, z których pobrano próbki

Fig. 3. Mean Radical Scavenging Activity of saps depending on age of trees, from which samples were taken



Rys. 4. Zależność pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą soku z klonu jesionolistnego (*Acer negundo* L.) a zawartością w nim związków fenolowych

Fig. 4. Correlation between Radical Scavenging Activity of sap from maple ash tree (*Acer negundo* L.) and content of phenolic compounds in it

W produktach żywnościowych znajdują się zróżnicowane ilości związków fenolowych: świeży sok cytrynowy zawiera 47,20 mg GAE w 100 ml, sok jabłkowy – 15,8 mg GAE/100 ml, a sok z czarnej porzeczki – 36,72 mg GAE/100 ml [8]. Napary herbat owocowych to źródło 13,9 ÷ 37,3 mg GAE w 100 ml naparu [22], a piwo 15 ÷ 30 mg GAE/100 ml [23]. Badane soki drzewne, zawierające 1,04 ÷ 6,42 mg związków fenolowych (GAE) w 100 ml, są zatem stosunkowo ubogim źródłem tych substancji.

Również aktywność przeciwutleniająca badanych soków drzewnych (0,08 ÷ 13,39 %) była niska w stosunku do aktywności niektórych produktów żywnościowych, np. naparów herbat: Pu-erh (67,1 ÷ 67,5 %), Oolong (do 70 %), zielonych (53,7 ÷ 61 %) [4] oraz soków: pomarańczowego (18,69 %) i z czarnych porzeczek (76,19 %) [3].

Wnioski

1. Soki drzewne charakteryzują się stosunkowo niskimi wartościami aktywności przeciwutleniającej i zawartością związków fenolowych w porównaniu z innymi produktami spożywczymi.
2. Największą zawartością związków fenolowych oraz najwyższą zdolnością do wygaszania wolnego rodnika ABTS⁺ odznacza się sok pozyskany z drzewa orzecha czarnego.

3. Zależność między zawartością związków fenolowych w sokach a wiekiem drzewa wskazuje, że optymalne do pobierania soków drzewnych są osobniki starsze.
4. Z wyjątkiem soku z klonu jesionolistnego, nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością związków fenolowych a aktywnością przeciwutleniającą.

Literatura

- [1] A Handbook of Best Management Practices for Massachusetts Maple Syrup Farms [online]. Dostęp w Internecie [12.07.2014.]: [http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/pdf - doc - ppt/maple_bmp_final.pdf](http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/pdf_-_doc_-_ppt/maple_bmp_final.pdf).
- [2] Choi Y.H., Han S.S., Hyun Ok Lee H.O., Baek S.W.: Biological activity of bioactive components from *Acer ginnala* Max. Bull. Korean Chem. Soc., 2005, **9** (26), 1450-1452.
- [3] Człapka-Matyasik M., Fejfer M., Gramza-Michałowska A., Kostrzewa-Tarnowska A., Jeszka J.: Właściwości antyrodnikowe wybranych soków owocowych dostępnych na rynku polskim. Probl. Hig. Epidemiol., 2011, **4** (92), 991-993.
- [4] Fik M., Zawisłak A.: Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych herbat. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **3** (40), 98-105.
- [5] Jeong-Jeong S., Jeong H.S., Woo S. H., Shin Ch.S.: Consequences of ultrafiltration and ultraviolet on the quality of white birch (*Betula platyphylla* var. japonica) sap during storage. Aust. J. Crop. Sci., 2013, **7** (8), 1072-1077.
- [6] Kallio H., Ahtonen S., Raulo J., Linko R.R.: Identification of the sugars and acids in birch sap. J. Food Sci., 1985, **1** (50), 257-267.
- [7] Karolewski P., Jagodziński A.M., Grzebyta J.: Wpływ wieku drzew oraz wieku i lokalizacji igieł w koronie na zawartość związków fenolowych w igłach młodych sosen. Sylwan, 2011, **12** (155), 797-807.
- [8] Keskin-Šašić I., Tahirović I., Topčagić A., Klepo L., Salihović M., Ibragić S., Toromanović J., Ajanović A., Velispahić E.: Total phenolic content and antioxidant capacity of fruit juices. Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina, 2012, **39**, 25-28.
- [9] Kūka M., Čakste I., Geršebeka E.: Determination of bioactive compounds and mineral substances in latvian birch and maple saps. Proc. Latv. Acad. Sci. B Nat. Exact. Appl. Sci., 2013, **4-5** (67), 437-441.
- [10] Legaut J., Girard-Lalancette K., Grenon C., Dussault C., Pichette A.: Antioxidant activity, inhibition of nitric oxide (NO) production and in vitro antiproliferative effect of maple sap and syrup from *Acer saccharum*. J. Med. Food, 2010, **2** (13), 1-9.
- [11] Łuczaj Ł., Bilek M., Stawarczyk K.: Sugar content in the sap of birches, hornbeams and maples in southeastern Poland. Cent. Eur. J. Biol., 2014, **4** (9), 410-416.
- [12] Majdecki L.: Ochrona i konserwacja zabytkowych założeń ogrodowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1993.
- [13] Matta Z., Chambers E., Naughton G.: Consumer and descriptive sensory analysis of black walnut syrup. J. Food Sci., 2005, **9** (70), 609-613.
- [14] Miller A.E., Chambers D.H.: Descriptive analysis and consumer acceptance of black walnut cultivars in a sugar cookie base. LWT- Food Sci. Technol., 2013, **53**, 139-145.
- [15] Moerman, D.E.: Native American Ethnobotany Database: Foods, drugs, dyes and fibers of native North American Peoples. The University of Michigan, Dearborn 1999.

- [16] Moriyama M., Naru E., Misaki Y., Hayashi A.: Effect of birch (*Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* Hara) sap on cultured human epidermal keratinocyte differentiation. *Int. J. Cosmet. Sci.*, 2009, **31**, 159-161.
- [17] Peev C., Dehelean C., Mogosanu C., Feflea F., Corina T.: Spring drugs of *Betula pendula* Roth.: Biologic and pharmacognostic evaluation. *Studia Universitatis "Vasile Goldiř", Seria řtiinętele Vietii*, 2010, **3 (20)**, 41-43.
- [18] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, **9-10 (26)**, 1231-1237.
- [19] Svanberg I., Söukand R., Łuczaj Ł., Kalle R., Zyryanova O., Dénes A., Papp N., Nedelcheva A., řeřkauskaite D., Kołodziejska-Degórska I., Kolosova V.: Uses of tree saps in northern and eastern parts of Europe. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 2012, **4 (81)**, 343-357.
- [20] Swain T.: Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Purmus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, 63-68.
- [21] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniająca żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41)**, 5-28.
- [22] Szlachta M., Małecka M.: Właściwości przeciwutleniające herbatek owocowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **1 (56)**, 92-102.
- [23] řledziński T., Kwaśniewska D., Zieliński R.: Aktywność przeciwrodnikowa piwa. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013, **3 (94)**, 648-652.
- [24] Tattar T.A., Rich A.E.: Extractable phenols in clear, discolored, and decayed woody tissues and bark of sugar maple and red maple. *Phytopathology*, 1973, **63**, 167-169.
- [25] Verdecia L., Herrera R.S., Ramírez J.L., Leonard I., Bodas R., Prieto N., Andrés S., Giráldez F.J., González F.J., Arceo Y., Paumier M., Alvarez Y., López S.: Effect of re-growth age in the content of secondary metabolites from *Neonotonia wightii* in the Valle del Cauto, Cuba. *Cuban J. Agr. Sci.*, 2014, **2 (48)**, 149-154.
- [26] Viřkelis P., Rubinskienė M.: Beręų sulos cheminėsudėtis. Lietuvos agrarinių ir miřkų mokslų centro filialo sodininkystės ir daręzininkystės instituto ir Lietuvos žemės ūkio universiteto mokslo darbai. *Sodininkystė ir Daręzininkystė* 2011, **3-4 (30)**, 63-73.
- [27] Yoshikawa K., Kawahara Y.: Aromatic compounds and their antioxidant activity of *Acer saccharum*. *J. Nat. Med.*, 2011, **65**, 191-193.
- [28] Yuan T., Li T., Zhang Y., Seeram N.P.: Pasteurized and sterilized maple sap as functional beverages: Chemical composition and antioxidant activities. *J. Funct. Foods*, 2013, **5**, 1582-1590.
- [29] Zalega J., Szostak-Węgierek D.: Żywnienie w profilaktyce nowotworów. Część I. Polifenole roślinne, karotenoidy, błonnik pokarmowy., *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013, **1 (94)**, 41-49.

RADICAL SCAVENGING ACTIVITY OF TREE SAPS FROM THE PODKARPACIE REGION

Summary

In the study, there were determined the content of total phenolic compounds in and the Radical Scavenging Activity of ABTS^{•+} of tree saps of eight tree species: silver birch (*Betula pendula* Roth.), downy birch (*B. pubescens* Ehrh.), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), boxelder (*A. negundo* L.), black walnut (*Juglans nigra* L.), black alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.), and white willow (*Salix alba* L.). The highest mean concentration of total phenolic compounds (3.7 mg/GAE/100 ml) as well as the highest Radical Scavenging Activity (8.82 % RSA) were determined in the sap of black walnut tree. The lowest mean content of total phenolic compounds (1.56 mg

GAE/100 ml) and the lowest average Radical Scavenging Activity (1.36 % RSA) were determined in the hornbeam sap. Moreover, a correlation was proved to exist between the content of phenolic compounds in the Norway maple tree sap and its antioxidant activity. In the case of six tree species, a dependence was proved to exist between the age of the trees and the content of total phenolic compounds in the saps analyzed. A higher content of those compounds was in the older trees. However, it was shown that the tree saps were a relatively poor source of antioxidant compounds compared to other food products.

Key words: tree saps, phenolic compounds, Radical Scavenging Activity, health foods ☒