

AGNIESZKA SZAJDEK, EULALIA J. BOROWSKA, JERZY BOROWSKI,  
BARTŁOMIEJ SACZUK

## MUSY OWOCOWE JAKO ŹRÓDŁO NATURALNYCH PRZECIWIUTLENIACZY

### Streszczenie

Celem pracy było scharakteryzowanie handlowych musów: jabłkowego, jabłkowo-brzoskwiniowego, jabłkowo-gruszkowego, jabłkowo-truskawkowego, jabłkowo-wiśniowego i jabłkowo-porczezkowego pod względem zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup> oraz podstawowych wyróżników chemicznych, jak: sucha masa, ekstrakt i kwasowość. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Do oceny istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Duncana.

Wykazano statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) zróżnicowanie badanych musów pod względem zawartości związków fenolowych ogółem oraz aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>, uzależnione od gatunku owoców. Najwięcej związków fenolowych ogółem (216,97 mg/100 g) zawierał mus jabłkowo-porczezkowy. Jednocześnie wykazywał on najsilniejszą aktywność neutralizacji rodników DPPH<sup>•</sup> ( $EC_{50} = 2,83$  mg musu). Najniższą natomiast aktywnością ( $EC_{50} = 17,10$  mg musu) charakteryzował się mus jabłkowo-gruszkowy, o najmniejszej zawartości związków fenolowych ogółem, wynoszącej 54,20 mg/100 g. Mus jabłkowo-porczezkowy wyróżniał się największą „efektywnością antyrodnikową” (AE) w odniesieniu do rodników DPPH<sup>•</sup>. W odniesieniu do rodników OH<sup>•</sup> najbardziej aktywny okazał się mus jabłkowo-gruszkowy.

Wykazane różnice zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>, a także „efektywności antyrodnikowej”, zależne od komponentów owocowych badanych musów, mogą być podstawą do projektowania składu recepturowego, w celu otrzymania produktu o określonych właściwościach przeciwutleniających.

**Słowa kluczowe:** musy owocowe, związki fenolowe, aktywność wygaszania rodników, DPPH<sup>•</sup>, OH<sup>•</sup>

### Wprowadzenie

Wśród konsumentów obserwuje się zainteresowanie produktami bogatymi w naturalnie występujące składniki biologicznie aktywne, zwłaszcza o działaniu przeciwu-

---

*Dr inż. A. Szajdek, prof. dr hab. J. Borowski, Katedra Żywnienia Człowieka, prof. dr hab. E.J. Borowska, mgr inż. B. Saczuk, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn*

tleniającym. Jak wykazały badania kliniczne, przyswajalność i skuteczność działania naturalnie występujących przeciwutleniaczy w produktach żywnościowych znacznie przewyższa pod względem efektów zdrowotnych ich suplementację w postaci preparatów farmaceutycznych [15, 30]. Liao i Yin [13] dowodzą, że wynikać to może z synergicznego oddziaływania tych związków względem siebie.

Na krajowym rynku znajduje się wiele produktów owocowych, jak soki, nektary czy mrożonki, które z racji dużej koncentracji związków o właściwościach przeciwutleniających można zaliczyć do grupy żywności funkcjonalnej. Wśród najbardziej aktywnych związków wymieniane są polifenole – przede wszystkim antocyjany, kwasy fenolowe, flawanole, flawonole, taniny, a ponadto witamina C i karotenoidy. Z danych przedstawionych przez Horubałę [11] wynika, że niektóre polifenole wykazują aktywność kilkakrotnie większą niż kwas askorbinowy; np. cyjanidyna jest 4,4-krotnie aktywniejsza, kwercetyna 4,7-krotnie, a taniny aż 3-30-krotnie. W licznych badaniach wykazano, że związki fenolowe zapobiegają występowaniu wielu chorób, w tym sercowo-naczyniowych i nowotworowych, a także opóźniają procesy starzenia organizmu [7, 15, 28]. Wśród wymienionych związków szczególną rolę przypisuje się związkom fenolowym, które do niedawna postrzegane były przede wszystkim jako składniki przeciwwyżwieniowe, a obecnie podkreśla się potwierdzone w wielu badaniach ich funkcje prozdrowotne [1, 22]. Wykazują one działanie przeciwbakteryjne [14, 22], przeciwwirusowe, przeciwzapalne, przeciwalergiczne [14, 23], przeciwmutagenne [9] i przeciwnowotworowe [16, 25]. Należy podkreślić, że wiele ich funkcji w organizmie wynika z właściwości przeciwutleniających [23].

Celem pracy było scharakteryzowanie musów, wyprodukowanych na bazie przecieru jabłkowego z dodatkiem przecierów uzupełniających z owoców innych gatunków, pod względem zawartości polifenoli i aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>. Oznaczano także zawartość podstawowych składników chemicznych w badanym materiale.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiło sześć rodzajów musów: jabłkowy, jabłkowo-gruszkowy, jabłkowo-brzoskwiniowy, jabłkowo-wiśniowy, jabłkowo-truskawkowy i jabłkowo-porczejkowy, wyprodukowanych przez firmę krajową. Musy zakupiono w sieci detalicznej w Olsztynie w 2005 roku. Bazę musów stanowił przecier jabłkowy, uzupełniającymi były przecieri z owoców: gruszki, brzoskwini, wiśni, truskawki i porzeczeki czarnej.

W celu uzyskania reprezentatywnej próby do analiz chemicznych, sporządzono mieszaninę musów pochodzących z 10 opakowań każdego rodzaju produktu. W otrzymanych próbach musów oznaczano zawartość związków fenolowych ogółem (jako ekwiwalent kwasu galusowego) wg Singletona i Rossi [27], właściwości przeci-

wutleniające określone poprzez aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> wg Brand-Williams i wsp. [4] w modyfikacji Sánchez-Moreno i wsp. [24] i aktywność inhibicji rodników OH<sup>•</sup> wg procedury podanej przez Chu i wsp. [6]. Aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> wyrażano jako współczynnik EC<sub>50</sub>, określający ilość musu w mg potrzebną do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> w warunkach reakcji oraz jako ekwiwalent Troloxu (μmol Trolox/g musu). Niższe wartości współczynnika EC<sub>50</sub> wskazują na większą aktywność musu. W odniesieniu do rodników DPPH<sup>•</sup> obliczano także „efektywność antyrodnikową” (AE), korzystając ze wzoru podanego przez Sánchez-Moreno i wsp. [24]:

$$AE = 1/EC_{50} T_{EC50}$$

gdzie:

EC<sub>50</sub> – masa próbki potrzebnej do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> [mg]

T<sub>EC50</sub> – czas potrzebny do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> [min].

Ponadto, w badanym materiale oznaczano podstawowe składniki: zawartość suchej masy [19], ekstrakt [18] i kwasowość ogólną [20]. Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano w przeliczeniu na świeżą masę musów.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano testem Duncana, na poziomie istotności  $p < 0,05$ , posługując się programem komputerowym Statistica 6.0.

## Wyniki i dyskusja

Musy stanowiące materiał badawczy różniły się pod względem zawartości suchej masy, ekstraktu i kwasowości ogólnej (tab. 1).

W przypadku większości rodzajów musów były to różnice statystycznie istotne przy  $p < 0,05$ . Największą zawartością suchej masy wyróżniał się mus jabłkowo-porzeczkowy, a największy ekstrakt na poziomie 21% stwierdzono w musach: jabłkowo-wiśniowym i jabłkowo-truskawkowym. W przypadku kilku rodzajów musów uzyskano wyższe wartości ekstraktu od suchej masy. Mogło to być wynikiem dość dużej lepkości musów, spowodowanej dodatkiem mączki drzewa świętojańskiego. Zdecydowanie największą kwasowością, od 2- do 5-krotnie większą niż pozostałe, charakteryzował się mus jabłkowo-porzeczkowy. Wykazane różnice w materiale badawczym uwarunkowane były różnicami w składzie chemicznym gatunków owoców uzupełniających [12].

Tabela 1

Podstawowe wyróżniki chemiczne musów.  
Major chemical characteristics of mousses.

Rodzaj musu Type of mousse	Sucha masa Dry matter [%]	Ekstrakt Extract [%]	Kwasowość ogólna Total acidity [g /100 g]
Jabłkowy Apple	18,32 <sup>e</sup> ± 0,07	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,43 <sup>d</sup> ± 0,01
Jabłkowo-gruszkowy Apple-pear	18,26 <sup>c</sup> ± 0,01	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,40 <sup>e</sup> ± 0,01
Jabłkowo-brzoskwiniowy Apple-peach	18,87 <sup>d</sup> ± 0,01	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,30 <sup>f</sup> ± 0,01
Jabłkowo-wiśniowy Apple-cherry	20,03 <sup>c</sup> ± 0,11	21,0 <sup>a</sup> ± 0,0	0,78 <sup>b</sup> ± 0,02
Jabłkowo-truskawkowy Apple-strawberry	20,96 <sup>b</sup> ± 0,04	21,0 <sup>a</sup> ± 0,0	0,54 <sup>c</sup> ± 0,01
Jabłkowo-porzeczkowy Apple-currant	21,38 <sup>a</sup> ± 0,01	20,5 <sup>b</sup> ± 0,0	1,67 <sup>a</sup> ± 0,02

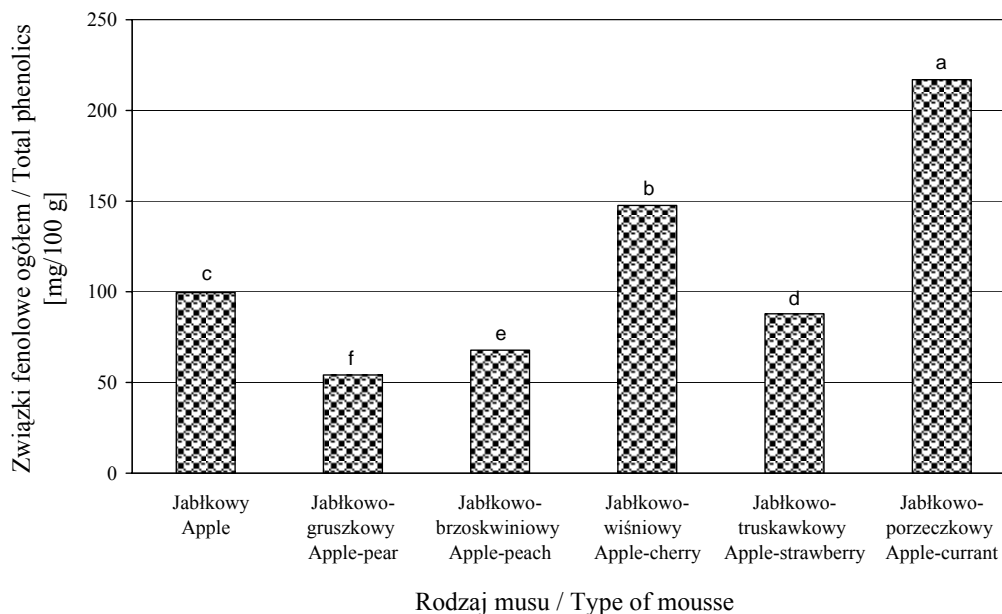
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery (a, b, c...) w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / Different letters (a, b, c...) in the same column indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ );

Kwasowość ogólną wyrażono jako ekwiwalent kwasu jabłkowego / Total acidity was expressed as the apple acid equivalent.

Wykazano, że badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) pod względem zawartości związków fenolowych ogółem (rys. 1). Zdecydowanie największą zawartością polifenoli (216,97 mg/100 g) wyróżniał się mus jabłkowo-porzeczkowy. Stosunkowo dobrym źródłem tych związków (147,57 mg/100 g) był także mus jabłkowo-wiśniowy. W pozostałych musach zawartość polifenoli była zdecydowanie mniejsza i kształtowała się w zakresie od 54,20 mg/100 g do 99,60 mg/100 g. Zróżnicowana zawartość związków fenolowych ogółem w badanych musach była uwarunkowana różnym składem gatunkowym owoców wchodzących w skład musów. Jak wynika z danych literaturowych, owoce jagodowe i pestkowe zawierają większe ilości związków fenolowych aniżeli ziarnkowe [26], co potwierdza ich większą zawartość w musach zawierających przeciery z owoców porzeczki czarnej i wiśni.

Właściwości przeciwutleniające związków fenolowych, w zależności od ich budowy, wynikają z różnych mechanizmów działania. Mogą one oddziaływać jako substancje redukujące, jako związki blokujące wolne rodniki, tworząc kompleksy z metalami katalizującymi reakcje utleniania, zapobiegając reakcjom powodowanym przez pojedynczy aktywny atom tlenu, a także hamując aktywność enzymów utleniających [17].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery (a, b, c...) oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ).

Different letters (a, b, c...) indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ ).

Rys. 1. Zawartość związków fenolowych ogółem w musach.

Fig. 1. Content of total phenolic compounds in mousses.

Wykazano, że badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) aktywnością wygaszania rodników DPPH<sup>\*</sup> (tab. 2). Największą aktywnością charakteryzował się mus jabłkowo-porczezkowy, którego EC<sub>50</sub> odpowiadało 2,83 mg musu. Wyrażając aktywność jako ekwiwalent Troloxu, była to wartość na poziomie 15,53 μmol Trolox/g musu. Należy podkreślić, że mus ten charakteryzował się jednocześnie największą zawartością związków fenolowych ogółem. Najmniejszą natomiast aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>\*</sup> wykazywał mus jabłkowo-gruszkowy. EC<sub>50</sub> tego musu było równe 17,10 mg, co odpowiada 2,57 μmoli Troloxu/g musu.

W odniesieniu do rodników DPPH<sup>\*</sup> obliczono także „efektywność antyrodnikową” – parametr, który uwzględnia nie tylko aktywność wygaszania rodników przez obecne w musach przeciwutleniacze, ale również i czas, w jakim następuje 50% redukcja początkowego stężenia rodnika. Pod względem „efektywności antyrodnikowej” analizowane musy można uszeregować następująco: jabłkowo-porczezkowy > jabłkowo-truskawkowy > jabłkowy > jabłkowo-wiśniowy > jabłkowo-gruszkowy > jabłkowo-brzoskwiniowy (tab. 2).

Musy scharakteryzowano ponadto pod względem aktywności wygaszania rodników hydroksylowych. Wykazano, że podobnie jak w przypadku rodników DPPH<sup>•</sup>, badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) aktywnością wygaszania rodników OH<sup>•</sup> (tab. 2). Jednakże w odniesieniu do rodników OH<sup>•</sup> najefektywniejszy był mus jabłkowo-gruszkowy o aktywności równej 1,35  $\mu\text{moli Troloxu/g}$  (81,57%). Z kolei najmniej aktywny (0,79  $\mu\text{mola Trolox/g}$ ) był mus jabłkowy, którego aktywność wygaszania rodników OH<sup>•</sup> wynosiła 70,36%.

Tabela 2

Aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup> przez musy.  
DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity of mousses.

Rodzaj musu Type of mousse	Aktywność wygaszania rodników DPPH <sup>•</sup> DPPH <sup>•</sup> radical scavenging activity		Efektywność antyrodnikowa Antiradical efficiency	Aktywność wygaszania rodników OH <sup>•</sup> OH <sup>•</sup> radical scavenging activity	
	EC <sub>50</sub> [mg musu] EC <sub>50</sub> [mg of mousse]	[ $\mu\text{mol Trolox/g musu}$ ] [ $\mu\text{mol Trolox/g of mousse}$ ]		[%]	[ $\mu\text{mol Trolox/g musu}$ ] [ $\mu\text{mol Trolox/g of mousse}$ ]
Jabłkowy Apple	8,00 <sup>d</sup> ± 0,14	5,49 <sup>c</sup> ± 0,10	0,37 × 10 <sup>-3</sup>	70,36 <sup>f</sup> ± 0,43	0,79 <sup>f</sup> ± 0,01
Jabłkowo-brzoskwiniowy Apple-peach	14,95 <sup>b</sup> ± 0,64	2,94 <sup>e</sup> ± 0,13	0,16 × 10 <sup>-3</sup>	74,94 <sup>e</sup> ± 0,50	0,97 <sup>e</sup> ± 0,02
Jabłkowo-gruszkowy Apple-pear	17,10 <sup>a</sup> ± 0,42	2,57 <sup>f</sup> ± 0,06	0,22 × 10 <sup>-3</sup>	81,57 <sup>a</sup> ± 0,16	1,35 <sup>a</sup> ± 0,01
Jabłkowo-truskawkowy Apple-strawberry	9,90 <sup>c</sup> ± 0,71	4,45 <sup>d</sup> ± 0,32	0,58 × 10 <sup>-3</sup>	78,73 <sup>d</sup> ± 0,41	1,16 <sup>d</sup> ± 0,03
Jabłkowo-wiśniowy Apple-cherry	5,35 <sup>e</sup> ± 0,07	8,22 <sup>b</sup> ± 0,11	0,35 × 10 <sup>-3</sup>	80,08 <sup>c</sup> ± 0,55	1,25 <sup>c</sup> ± 0,03
Jabłkowo-porzeczkowy Apple-currant	2,83 <sup>f</sup> ± 0,05	15,53 <sup>a</sup> ± 0,21	1,26 × 10 <sup>-3</sup>	80,90 <sup>b</sup> ± 0,12	1,29 <sup>b</sup> ± 0,01

Objaśnienia: / Explanatory notes:

EC<sub>50</sub> - ilość mg musu potrzebna do 50% redukcji początkowego stężenia rodnika DPPH<sup>•</sup> / amount in mg of the mousse necessary to decrease the initial DPPH concentration by 50%.

Różne litery (a, b, c...) w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / Different letters (a, b, c...) in the same column indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ ).

Oznaczone różnice aktywności wygaszania poszczególnych rodników (DPPH<sup>•</sup>, OH<sup>•</sup>) przez musy uwarunkowane były gatunkiem owoców uzupełniających wchodzących w ich skład. Wg badań własnych [2, 3] i wyników innych autorów [21, 29], za-

równa ogólna zawartość związków fenolowych, jak i ich skład jakościowy w owocach różnych gatunków jest znacząco zróżnicowany, czego następstwem jest ich różna aktywność przeciwutleniająca [5, 8]. Należy również podkreślić, że aktywność przeciwutleniająca produktów owocowych uwarunkowana jest nie tylko zawartością związków pochodzących z owoców, ale również powstałych w wyniku przemian podczas procesu technologicznego. Przemiany związków zachodzące podczas procesu mogą mieć skutek pozytywny i powodować zwiększenie aktywności przeciwutleniaczy lub prowadzić do jej obniżenia. Do przemian korzystnych należy zaliczyć transformację cząsteczek przeciwutleniaczy w formę o większej aktywności, co dotyczy np. przejścia formy glikozydowej w formę aglikonową. Inną korzystną przemianą może być tworzenie nowych związków chemicznych, czego przykładem może być kondensacja aminokwasów i cukrów. Podczas procesu technologicznego mogą mieć miejsce również przemiany niekorzystne, a mianowicie utlenianie, tworzenie kompleksów z innymi składnikami żywności, straty spowodowane lotnością przeciwutleniaczy, modyfikacje enzymatyczne, zwiększenie potencjału oksydacyjnego środowiska i przejście formy aktywnej w formę proutleniacza [10].

### **Wnioski**

1. Musy owocowe różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) pod względem zawartości związków fenolowych ogółem oraz aktywności wygaszania rodników DPPH $\cdot$  i OH $\cdot$ .
2. Najbogatszym źródłem związków fenolowych okazał się mus jabłkowo-porzeczkowy, jednocześnie wykazywał on najsilniejszą aktywność wygaszania rodników DPPH $\cdot$ .
3. Największą „efektywnością antyrodnikową” (AE) w odniesieniu do rodników DPPH $\cdot$  charakteryzował się mus jabłkowo-porzeczkowy, najmniejszą natomiast mus jabłkowo-gruszkowy.
4. W odniesieniu do rodników OH $\cdot$  najefektywniejszy okazał się mus jabłkowo-gruszkowy.
5. Wykazane różnice zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH $\cdot$  i OH $\cdot$ , zależne od komponentów owocowych badanych musów, mogą stanowić podstawę do projektowania produktów o określonych właściwościach przeciwutleniających.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Borowska J.: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy (1). Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2003, **5**, 11-12.
- [2] Borowska J., Szajdek A.: Antioxidant activity of berry fruits and beverages. Pol. J. Natur. Sc., 2003, **2**, 521-528.
- [3] Borowska E.J., Szajdek A.: Składniki dietetyczne i substancje bioaktywne w owocach aronii, borówki czernicy i porzeczki czarnej. Brom. Chem. Toksykol., 2005, **2**, 181-184.
- [4] Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.: Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 1995, **28**, 25-30.
- [5] Cao G., Sofic E., Prior R.L.: Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationship. Free Radic. Biol. Med., 1997, **22**, 749-760.
- [6] Chu Y-H., Chang C-I, Hsu H-F.: Flavonoids content of several vegetables and their antioxidant activity. J. Sci. Food Agric., 2000, **80**, 561-566.
- [7] Chun O.K., Kim D.-O., Smith N., Schroeder D., Han J.T., Lee C.Y.: Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. J. Sci. Food Agric., 2005, **85**, 1715-1724.
- [8] Fukumoto L.R., Mazza G.: Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 3597-3604.
- [9] Gąsiorowski K., Szyba K., Brokos B., Kołaczyńska B., Jankowiak-Włodarczyk M., Oszmiański J.: Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. Cancer Lett., 1997, **119**, 37-46.
- [10] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetwórczych i w czasie trawienia. Żywność. Nauk. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37), 26-35.
- [11] Horubała A.: Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw. Przem. Ferm., 1999, **3**, 30-32.
- [12] Jarczyk A., Berdowski J.B.: Przetwórstwo owoców i warzyw. Cz. 1. WSiP, Warszawa 1997.
- [13] Liao K., Yin M.: Individual and combined antioxidant effects of seven phenolic agents in human erythrocyte membrane ghosts and phosphatidylcholine liposome systems: importance of the partition coefficient. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 2266-2273.
- [14] Łata B.: Owoce jagodowe źródłem antyoksydantów. Ogrodnictwo, 2002, **6**, 11-13.
- [15] Mitek M., Kalisz S.: Współczesne poglądy na właściwości przeciwutleniające soków owocowych i warzywnych. Przem. Spoż., 2003, **5**, 37-39, 49.
- [16] Neto C.C., Kruger C.G., Lamoureaux T.L., Kondo M., Vaisberg A.J., Hurta R.A.R., Curtis S., Matchett M.D., Yeung H., Sweeney M.I., Reed J.D.: MALDI-TOF MS characterization of proanthocyanidins from cranberry fruit (*Vaccinium macrocarpon*) that inhibit tumor cell growth and matrix metalloproteinase expression *in vitro*. J. Sci. Food Agric., 2006, **86**, 18-25.
- [17] Oszmiański J.: Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze w żywności. Przem. Spoż., 1995, **3**, 94-96.
- [18] PN-90/A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [19] PN-90/A-75101/03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [20] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [21] Proteggente A.R., Pannala A.S., Paganga G., Van Buren L., Wagner E., Wiseman S., Van de Put F., Dacombe C., Rice-Evans C.A.: The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radic. Res., 2002, **2**, 217-233.



- [22] Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Alakomi H.-L., Oksman-Caldentey K.-M.: Bioactive berry compounds – novel tools against human pathogens. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2005, **67**, 8-18.
- [23] Rosicka-Kaczmarek J: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2004, **6**, 12-16.
- [24] Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F.: A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **76**, 270-276.
- [25] Seeram N.P., Adams L.S., Hardy M.L., Heber D.: Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 2512-2517.
- [26] Shahidi F., Naczek M.: *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press LLC 2004.
- [27] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 1965, **16**, 144-158.
- [28] Szponar L., Sekuła W.: Owoce, warzywa i ich przetwory w zapobieganiu i zwalczaniu chorób na tle wadliwego żywienia. *Żyw. Człow. Met.*, **1**, 64-78.
- [29] Vinson J.A., Su X., Zubik L., Bose P.: Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 5315-5321.
- [30] Wartanowicz M., Ziemiański Ś.: Stres oksydacyjny oraz mechanizmy obronne. *Żyw. Człow. Met.*, 1999, **1**, 67-80.

## FRUIT MOUSSES AS THE SOURCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS

### S u m m a r y

The objective of the paper was to characterize the trade mousses made of apple, apple-pear, apple-peach, apple-strawberry, apple-cherry, and apple-currant with regard to their: total content of phenolic compounds, DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity, and to such major chemical characteristics as dry matter, extract, and acidity. The results obtained were statistically analyzed. To evaluate the significance of differences among the means, a Duncan's test was applied.

It was proved that the analyzed mousses differed statistically significantly ( $p < 0.05$ ) with regard to the content of total phenolic compounds and DPPH<sup>•</sup> & OH<sup>•</sup> radical scavenging activity depending on the fruit species. The apple-currant mousse had the highest content of total phenolic compounds (216.97 mg/100 g) and, at the same time, it showed the highest DPPH<sup>•</sup> radical scavenging activity ( $EC_{50} = 2.83$  mg of mousse). But this activity was the lowest ( $EC_{50} = 17.10$  mg of mousse) in the apple-pear mousse that also had the lowest concentration of total phenolic compounds (54.20 mg/100 g). The apple-currant mousse was characterized by the highest antiradical efficiency (AE) with respect to DPPH<sup>•</sup>. As for the OH<sup>•</sup> radicals, the apple-pear mousse was found to be the most active.

The differences found in the contents of total phenolic compounds, in the DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity, and in the antiradical efficiency, depending on the fruit components contained in the analyzed mousses, may provide a basis for designing special composition formulas for the purpose of manufacturing products showing specific, necessary antioxidant properties.

**Key words:** fruit mousses, total phenolic compounds, DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity 