

Katedra Ogrodnictwa, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: monika.grzeszczuk@zut.edu.pl

ANNA STEFANIAK, MONIKA GRZESZCZUK

Ocena wartości biologicznej kwiatów wybranych odmian piwonii chińskiej (*Paeonia lactiflora* Pall.)

Estimation of biological value of flowers of selected Chinese peony
(*Paeonia lactiflora* Pall.) cultivars

Streszczenie. Celem doświadczenia było porównanie zawartości składników odżywczych i aktywności antyoksydacyjnej kwiatów wybranych odmian piwonii chińskiej: ‘White Sarah Bernardt’, ‘Dr. Aleksander Fleming’ i ‘Karl Rosenfield’. W płatkach kwiatów oznaczono suchą masę, popiół ogółem, błonnik surowy, białko ogółem, chlorofile, cukry, kwasowość ogólną, kwas L-askorbinowy, karotenoidy ogółem, polifenole ogółem oraz aktywność antyoksydacyjną. Spośród porównywanych odmian ‘Karl Rosenfield’ charakteryzowała się największą wartością biologiczną kwiatów ze względu na ich znaczną suchą masę, dużą zawartość popiołu ogółem, polifenoli ogółem, karotenoidów ogółem, kwasu L-askorbinowego, błonnika surowego, białka ogółem, sacharozy, znaczną kwasowość ogólną oraz aktywność antyoksydacyjną w testach DPPH, ABTS i FRAP. Kwiaty odmiany ‘Dr. Aleksander Fleming’ zawierały istotnie najwięcej chlorofilu a i chlorofilu ogółem. Największą całkowitą zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących i stosunek cukrów ogółem do kwasowości oznaczono w kwiatach odmian ‘White Sarah Bernardt’ i ‘Dr. Aleksander Fleming’. Kwiaty odmian ‘Karl Rosenfield’ i ‘White Sarah Bernardt’ charakteryzowały się wysoką zawartością kwasu L-askorbinowego.

Słowa kluczowe: *Paeonia lactiflora* Pall., kwiaty jadalne, składniki odżywcze, antyoksydanty

WSTĘP

Piwonia (*Paeonia* L.) jest jedynym rodzajem należącym do rodziny piwoniowatych (Paeoniaceae) [Deyuan i in. 2001, Li i in. 2009, Ahmad i in. 2012, Lim 2014, Pogroszewska i in. 2017]. W warunkach naturalnych piwonie występują głównie na obszarach

Europy i Azji o umiarkowanym klimacie oraz w północno-zachodniej Ameryce i Afryce Północnej [Papandreou i in. 2002a, b, Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008, Choi i in. 2012, Bown 2014]. W zależności od wybranej klasyfikacji rodzaj *Paeonia* L. obejmuje od 30 do 42 gatunków, z których 12 występuje w Europie. Piwonie dzielą się na dwie grupy: drzewiaste – krzewy o zdrewniałych, wieloletnich łodygach – oraz zielne – byliny o zgrubiałych korzeniach i zamierających z końcem sezonu łodygach [Sang i in. 1997, Deyuan i in. 2001, He i Dai 2011, Lim 2014]. W Polsce najczęściej spotykane są dwa gatunki zielne: piwonia lekarska (*Paeonia officinalis* L.) i piwonia chińska (*Paeonia lactiflora* Pall.). Większą popularnością wśród ogrodników cieszy się piwonia chińska, ponieważ ma najwięcej różnorodnych odmian mieszańcowych, których z roku na rok ciągle przybywa [Stefaniak i Grzeszczuk 2015].

Piwonia chińska jest uprawiana na całym świecie. W Chinach jest to tradycyjny kwiat uznawany za symbol dobrobytu [Weixing i in. 2017]. W Polsce piwonia chińska powszechnie spotykana jest w przydomowych ogródkach i na działkach [Stefaniak i Grzeszczuk 2015]. Osiąga wysokość do 100 cm. Ma rozbudowany system korzeniowy ze zgrubiałymi, wrzecionowatymi, brązowymi korzeniami [He i Dai 2011]. Na sztywno wzniesionych, nagich pędach rozwijają się duże, pierzastosieczne, eliptyczne lub lancetowate, błyszczące, o ciemnozielonej barwie liście [Deyuan i in. 2001, Ahmad i in. 2012]. Piwonia chińska należy do najpiękniejszych roślin ogrodowych ze względu na duże, barwne i często pachnące kwiaty. Kwitnie na przełomie maja i czerwca [Deyuan i in. 2001]. Kwiaty zbudowane są z zewnętrznych, liściowatych płatków oraz 8 lub większej liczby płatków korony i z 3 do 5 słupków z zagiętymi, spiczastymi wierzchołkami [Lim 2014]. W przypadku niektórych odmian widoczne są również złotożółte pręciki [He i Dai 2011]. Kwiaty, w zależności od odmiany, zachwycają różnorodnością kształtów i barw [Titchmarsh 1993, Zhou i in. 2014]. Występują w kolorach od bieli, przez różne odcienie różu, do ciemnej czerwieni; mogą być jedno- lub dwubarwne [Deyuan i in. 2001, *Paeonia* sp. 2002, Lim 2014]. Owocami piwonii są duże mieszki zawierające ciemnobrunatne nasiona wielkości grochu [Bown 2014].

Piwonia to niezwykle cenna roślina, gdyż, poza walorami ozdobnymi, ma także działanie lecznicze [Gabryszewska 2010, He i Dai 2011, Soare i in. 2012, Voon i in. 2013, Lim 2014]. Piwonia chińska jest jednym z najbardziej znanych ziół stosowanych w tradycyjnej medycynie azjatyckiej [Wu i in. 2010, Ahmad i in. 2012]. W lecznictwie surowcem zielarskim są: kwiaty piwonii (*Paeoniae flos*), nasiona (*Paeoniae semen*) i korzenie (*Paeoniae radix*) [Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008, Lim 2014]. Surowce te, stosowane w postaci naparów, nalewek i odwarów, pomagają w leczeniu chorób przewodu pokarmowego [Choi i in. 2012], poprawiają wydzielanie soków trawiennych i działają jako lek przeciwskurczowy [Papandreou i in. 2002a]. Podawane są w chorobach górnych dróg układu oddechowego oraz układu nerwowego i epilepsji, ze względu na właściwości uspokajające i rozkurczające [Ahmad i in. 2012].

Kwiaty piwonii stosowane są w leczeniu alergicznego nieżytu nosa oraz kaszlu [Lim 2014]. Wytwarza się z nich produkty do pielęgnacji skóry, w celu poprawy jej elastyczności [Li i in. 2009]. Działają ponadto moczopędnie oraz poprawiają krążenie krwi i wykorzystywane są w leczeniu hemoroidów, żyłaków oraz choroby wieńcowej [Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008, Ahmad i in. 2012, Bown 2014, Lim 2014]. Najnowsze badania naukowe wskazują, że płatki piwonii bogate są w składniki odżywcze, takie jak witaminy, białko, cukier, a także składniki mineralne [Yu 2011, Liu i in. 2014]. Ponadto zawierają dużą ilość związków bioaktywnych o silnym działaniu antyoksydacyjnym [Jin

i in. 2013, Chen i in. 2015, Weixing i in. 2017]. Piwonia we wszystkich swoich częściach użytkowych zawiera kwercetynę, kempferol i apigeninę [Kim i in. 2002, Ahmad i in. 2012, Choi i in. 2012, Ahmad i Tabassum 2013], a także glikozydy antocyjanowe (peoninę i cyjaninę), terpenoidy, garbniki, alkaloidy (peregryninę), cukry i śluzu [Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008, Li i in. 2009, Zhang i in. 2014].

Ze względu na cenne właściwości odżywcze i prozdrowotne kwiaty piwonii wykorzystywane są także w gastronomii. Mają wyjątkowy smak i aromat. Powszechnie spożywane są w postaci herbat lub napojów orzeźwiających. Piwoniowej wody używano już w średniowieczu. W Chinach wykorzystuje się także „opadłe” kwiaty piwonii, które są parzone, a następnie słodzone. Tak przygotowane płatki są popularnym, słodkim przysmakiem podawanym do herbaty. Ponadto w kuchni chińskiej kwiaty piwonii stosuje się jako składnik wielu regionalnych potraw [Ahmad i in. 2012]. Suszone kwiaty piwonii są pięknym i naturalnym dodatkiem do sałatek i wypieków domowych. Przyrządza się z nich także zapiekanki, ciasta, lody, desery, nalewki i syropy [Li i in. 2009, Voon i in. 2013, Lim 2014].

Większość dotychczasowych badań nad piwonią koncentrowała się głównie na cechach ozdobnych kwiatów oraz właściwościach leczniczych korzeni. Niewiele badań dotyczy natomiast wartości odżywczej jej kwiatów. Celem niniejszej pracy była ocena zawartości składników odżywczych i aktywności antyoksydacyjnej jadalnych kwiatów wybranych odmian piwonii chińskiej: ‘White Sarah Bernardt’, ‘Dr. Aleksander Fleming’ i ‘Karl Rosenfield’.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2014–2016. Doświadczenie polowe zrealizowano w kolekcji „Kwiaty Jadalne” Katedry Ogrodnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Część laboratoryjna została wykonana w laboratorium Katedry Ogrodnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Materiał badawczy stanowiły płatki kwiatów trzech odmian piwonii chińskiej (*P. lactiflora* Pall.): ‘White Sarah Bernardt’ – kwiaty pełne, w kolorze białym, wonne; ‘Dr. Aleksander Fleming’ – kwiaty pełne, w kolorze głębokiego różu, wonne; ‘Karl Rosenfield’ – kwiaty ciemnoczerwono-purpurowe, wonne.

Powierzchnia całego doświadczenia polowego wynosiła 14,4 m². Na jednym poletku (powierzchnia 4,8 m²) przeznaczonym dla każdej odmiany znajdowało się po 4 rośliny (powtórzenia). Rozstawa roślin wynosiła 120 × 100 cm. Materiał sadzeniowy zakupiono w szkółce roślin ozdobnych i posadzono na poletkach doświadczalnych 19 maja 2014. Zbiór surowca prowadzono w kolejnych dwóch latach (2015–2016), w połowie maja, gdy kwiaty były w pełni rozwinięte. Przygotowanie pola przed sadzeniem roślin wykonano zgodnie z procedurą agrotechniczną odpowiednią dla badanego gatunku [Newerli-Guz 2016]. Nawożenie mineralne zostało określone ilościowo zgodnie z wynikami analizy chemicznej gleby. Podczas prac polowych w latach 2014–2016 stosowano nawożenie mineralne w postaci NPK, w dawce 50 : 50 : 80 kg · ha⁻¹. Rośliny podlewano i odchwaszczano ręcznie.

Analizy chemiczne świeżego surowca objęły oznaczenie suchej masy (suszenie w temperaturze 105°C do stałej masy), popiołu ogółem (spalanie próbek w 500°C), błonnika surowego [Klepacka 1996] i białka ogółem (metodą Kjeldahla). Ponadto okre-

ślono zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy (metodą Luffa-Schoorla) oraz kwasowość ogólną [ISO 750 1998]. Obliczono również stosunek cukrów ogółem do kwasowości ogólnej. W doświadczeniu oznaczono także zawartość chlorofilu a, b i ogółem [Lichtenthaler i Wellburn 1983], witaminy C jako kwasu L-askorbinowego (metodą Tillmansa) i karotenoidów ogółem [Lichtenthaler i Wellburn 1983].

Przygotowanie ekstraktów roślinnych do oznaczenia całkowitej zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej przeprowadzono metodą opisaną przez Wojdyło i in. [2007] z pewnymi modyfikacjami. Próbkę 1 g świeżego i zhomogenizowanego materiału roślinnego uzupełniono 80-procentowym metanolem (MeOH) do objętości 100 ml. Próby umieszczono w płuczce ultradźwiękowej na 30 min (2 razy po 15 min), a następnie pozostawiono na 24 h w temperaturze pokojowej. Otrzymane ekstrakty przesączono przez bibułę filtracyjną Whatman nr 1. Przesącz wirowano przez 10 min z szybkością 1500 obr. · min⁻¹. Ekstrakty przygotowano w trzech powtórzeniach. Ekstrakty przechowywano w 4°C i wykorzystano do analiz w ciągu 24 h.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczono spektrofotometrycznie, z użyciem odczynnika Folin-Ciocalteu, wobec kwasu galusowego (GAE) jako wzorca, według Wojdyło i in. [2007]. Do pomiaru aktywności antyoksydacyjnej wykorzystano metodę redukcji wolnego rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl), opisaną przez Kumaran i Karunakaran [2007] oraz Wojdyło i in. [2007]. Do oznaczania zdolności redukowania jonów żelaza (ang. *ferric ion reducing antioxidant parameter* – FRAP) wykorzystano metodę opisaną przez Wojdyło i in. [2007]. Aktywność zmiatania wolnych rodników została również określona – metodą odbarwiania rodnikowego ABTS opisaną przez Re i in. [1999], Chew i in. [2007] oraz Wojdyło i in. [2007], z pewnymi modyfikacjami. Wyniki DPPH, FRAP i ABTS wyrażono w mg Troloxu (TE) na g św.m.

Wyniki przeprowadzonych analiz poddano analizie wariancji, wykonanej w programie AWAR, opracowanym na Wydziale Agrometeorologii i Informatyki Stosowanej Instytutu Uprawy Gleby i Uprawy Roślin w Puławach [Filipiak i Wilkos 1995]. Otrzymane wyniki przeliczono za pomocą testu Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tabelach 1–3 i przedstawiono jako średnie z lat 2015–2016.

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że kwiaty odmiany ‘Karl Rosenfield’ charakteryzowały się istotnie największą zawartością suchej masy i popiołu ogółem. Istotnie więcej błonnika surowego zawierały kwiaty odmian ‘Karl Rosenfield’ i ‘White Sarah Bernardt’, przy czym nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości tego składnika pomiędzy odmianami ‘White Sarah Bernardt’ i ‘Dr. Aleksander Fleming’. Zawartość białka ogółem w kwiatach badanych odmian wynosiła średnio 3,22% św.m., a pomiędzy badanymi odmianami nie stwierdzono istotnych różnic. W literaturze naukowej brak jest danych dotyczących zawartości wyżej wymienionych składników w kwiatach piwonii chińskiej. W badaniach Rop i in. [2012] kwiaty jadalne 12 innych gatunków roślin ozdobnych charakteryzowały się znacznie mniejszą suchą masą (od 8,37 dla *Fuchsia* × *hybrida* do 14,75% dla *Impatiens walleriana*) oraz mniejszą ilością błonnika surowego (od 2,41 dla *Fuchsia* × *hybrida* do 6,89 g · kg⁻¹ św.m. dla *Dianthus caryophyllus*; tj. od 0,24 do 0,69% św.m.). W pracy Grzeszczuk i in. [2016] wykazano, że wyższymi warto-

ściami suchej masy charakteryzują się kwiaty *Lavandula angustifolia* Mill. – 34,01%, *Verbena × hybrida* – 32,24% i *Viola tricolor* L. – 31,53%. Natomiast w odniesieniu do rodzaju piwonii, w liofilizowanych kwiatkach piwonii drzewiastej (*P. suffruticosa*) określono większą zawartość popiołu ogółem – 4,89%, błonnika surowego – 13,11% i białka ogółem – 15,73% [Voon i in. 2013]. Weixing i in. [2017], analizując zawartość białka w 46 odmianach *P. lactiflora*, stwierdzili, iż jego ilość wahała się od 6,53 do 121,56 mg · g⁻¹ św.m.

W badaniach własnych istotnie najwięcej chlorofilu a oraz chlorofilu ogółem stwierdzono w kwiatkach odmiany ‘Dr. Aleksander Fleming’. Nie wykazano istotnych różnic w zawartości chlorofilu b pomiędzy badanymi odmianami. Z badanych przez Petrovą i in. [2016] 5 gatunków kwiatów jadalnych największą ilością chlorofilu ogółem charakteryzowały się kwiaty *Geranium macrorrhizum* L. (41,5 µg · g⁻¹ św.m.).

Tabela 1. Zawartość suchej masy, popiołu ogółem, błonnika surowego, białka ogółem i chlorofilu w kwiatkach wybranych odmian piwonii chińskiej (*P. lactiflora* Pall.)

Table 1. Content of dry matter, total ash, crude fibre, total protein and chlorophylls in the flowers of selected Chinese peony (*P. lactiflora* Pall.) cultivars

Składnik/ Compound	‘White Sarah Bernardt’	‘Dr. Aleksander Fleming’	‘Karl Rosenfield’	NIR _{α=0,05} LSD _{α=0,05}	
Sucha masa/ Dry matter (%)	22,99 b	22,06 c	27,10 a	0,698	
Popiół ogółem/ Total ash (% św.m./FM)	0,77 b	0,75 b	0,90 a	0,040	
Błonnik surowy/ Crude fibre (% św.m./FM)	1,57 ab	1,38 b	1,75 a	0,231	
Białko ogółem/ Total protein (% św.m./FM)	3,01 a	3,08 a	3,58 a	n.i./n.s.	
Chlorofil/ Chlorophyll (µg · g ⁻¹ św.m./FM)	a	5,77 b	11,20 a	6,71 b	2,553
	b	8,03 a	14,31 a	9,54 a	n.i./n.s.
	ogółem/total	18,01 b	30,49 a	17,33 b	6,490

Na smakowitość produktów ogrodniczych wpływ ma zarówno zawartość cukrów, jak i kwasów organicznych, a ponadto stosunek cukrów ogółem do kwasowości ogólnej. W przeprowadzonym doświadczeniu istotnie największą zawartością cukrów ogółem, cukrów redukujących i proporcją cukrów ogółem do kwasowości odznaczały się kwiaty odmian: ‘White Sarah Bernardt’ i ‘Dr. Aleksander Fleming’ (tab. 2). Kwiaty odmiany ‘Karl Rosenfield’ charakteryzowały się istotnie największą kwasowością ogólną, w porównaniu z kwiatami dwóch pozostałych odmian. Natomiast zawartość sacharozy w kwiatkach badanych odmian nie różniła się istotnie i wyniosła średnio dla badanych odmian 1,64% św.m. Według Weixing i in. [2017] kwiaty *P. lactiflora* Pall. zawierają od 66,55 do 177,28 mg · g⁻¹ św.m. cukrów ogółem (tj. 6,66–17,73% św.m.). Można więc

stwierdzić, iż na tle innych gatunków kwiatów jadalnych kwiaty piwonii chińskiej charakteryzują się większą zawartością cukrów ogółem, a ponadto zbliżoną kwasowością ogólną. W badaniach Grzeszczuk i in. [2016] największą zawartość cukrów (ogółem, redukujących i sacharozy) określono w kwiatach lawendy wąskolistnej (odpowiednio: 3,70, 3,11, 0,56% św.m.), fiołka trójbarwnego (3,24, 2,55, 0,66% św.m.) i ogórecznika lekarskiego (3,08, 2,53, 0,52% św.m.), podczas gdy najmniej w kwiatach begonii stale kwitnącej (0,21, 0,19, 0,02% św.m.). Autorzy podają, że najwyższą kwasowością ogólną charakteryzowały się kwiaty begonii stale kwitnącej, fiołka trójbarwnego i lawendy wąskolistnej (odpowiednio: 0,81, 0,55, 0,40% kwasu cytrynowego św.m.), a najmniejszą kwiaty szafalii szkarłatnej i ogórecznika lekarskiego (0,19, 0,11% św.m. kwasu cytrynowego).

Tabela 2. Zawartość cukrów oraz kwasowość ogólna kwiatów wybranych odmian piwonii chińskiej (*P. lactiflora* Pall.)

Table 2. Content of sugars and titratable acidity of the flowers of selected Chinese peony (*P. lactiflora* Pall.) cultivars

Składnik/Compound	'White Sarah Bernardt'	'Dr. Aleksander Fleming'	'Karl Rosenfield'	NIR _{α=0,05} LSD _{α=0,05}
Cukry ogółem/Total sugars (% św.m./FM)	6,46 a	6,84 a	5,58 b	0,708
Cukry redukujące/Reducing sugars (% św.m./FM)	4,82 a	4,91 a	4,00 b	0,228
Sacharoza/ Saccharose (% św.m./FM)	1,57 a	1,83 a	1,51 a	n.i./n.s.
Kwasowość ogólna/Titratable acidity (% kw. cytr. św.m./citric acid FM)	0,25 c	0,28 b	0,34 a	0,025
Cukry ogółem/ Kwasowość/ Total sugars / Acidity	26,44 a	24,67 a	16,59 b	4,391

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że istotnie więcej kwasu L-askorbinowego zawierały kwiaty odmian 'Karl Rosenfield' oraz 'White Sarah Bernardt', w porównaniu z odmianą 'Dr. Aleksander Fleming' (tab. 3). Wyższa zawartość kwasu L-askorbinowego została określona przez Grzeszczuk i in. [2016] w kwiatach *Tagetes tenuifolia* Cav. – 241,20 mg · 100g⁻¹ św.m. Natomiast Garzón i Wrolstad [2009] podają, iż kwiaty *Tropaeolum majus* L. charakteryzowały się mniejszą zawartością kwasu L-askorbinowego – 71,5 mg · 100 g⁻¹ św.m. Badając zawartość karotenoidów ogółem w kwiatach piwonii chińskiej, nie wykazano istotnych różnic pomiędzy odmianami. Istotnie największą zawartość polifenoli ogółem oznaczono w kwiatach odmiany 'Karl Rosenfield'. Kwiaty tej odmiany charakteryzowały się jednocześnie istotnie najwyższą aktywnością antyoksydacyjną, która w zależności od zastosowanej metody oznaczenia wyniosła: 212,53 mg TE · g⁻¹ św.m. (DPPH), 267,64 mg TE · g⁻¹ św.m. (ABTS),

91,65 mg TE · g⁻¹ św.m. (FRAP). Natomiast kwiaty odmiany ‘Dr. Aleksander Fleming’ charakteryzowały się istotnie najniższą zawartością polifenoli i aktywnością przeciwutleniającą. Li i in. [2014] porównali w swoich badaniach 51 gatunków kwiatów jadalnych. Duże ilości polifenoli ogółem zanotowali w kwiatach: *Rosa hybrida* (35,84 mg GAE · g⁻¹ św.m.), *Limonium sinuatum* (34,17 mg GAE · g⁻¹ św.m.), *Jatropha integerrima* (17,22 mg GAE · g⁻¹ św.m.), *Pelargonium hortorum* (25,68 mg GAE · g⁻¹ św.m.) i *Osmanthus fragrans* (16,00 mg GAE · g⁻¹ św.m.). Wyniki badań Chen i in. [2015] wskazują na wysoką aktywność przeciwutleniającą wysuszonych kwiatów *P. lactiflora* Pall.: polifenole ogółem – 222,01 mg GAE · g⁻¹ s.m., FRAP – 836,65 μmol TE · g⁻¹ s.m., DPPH – 599,43 μmol TE · g⁻¹ s.m., ABTS – 2078,34 μmol TE · g⁻¹ s.m. Xiong i in. [2014] u *P. suffruticosa* podają zbliżone i równie wysokie wartości przy oznaczeniu polifenoli ogółem – 235,5 mg GAE · g⁻¹ s.m. oraz w teście DPPH – 1028 μmol TE · g⁻¹ s.m. i ABTS – 2065 μmol TE · g⁻¹ s.m.

Tabela 3. Zawartość kwasu L-askorbinowego, karotenoidów ogółem, polifenoli ogółem oraz aktywność antyoksydacyjna kwiatów wybranych odmian piwonii chińskiej (*P. lactiflora* Pall.)

Table 3. Content of L-ascorbic acid, total carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of the flowers of selected Chinese peony (*P. lactiflora* Pall.) cultivars

Składnik/Compound	‘White Sarah Bernardt’	‘Dr. Aleksander Fleming’	‘Karl Rosenfield’	NIR _{α=0,05} LSD _{α=0,05}
Kwas L-askorbinowy L-ascorbic acid (mg · 100 g ⁻¹ św.m./FM)	194,55 a	140,70 b	215,33 a	44,397
Karotenoidy ogółem Total carotenoids (μg · g ⁻¹ św.m./FM)	3,78 a	2,05 a	8,22 a	n.i./n.s.
Polifenole ogółem Total polyphenols (mg GAE · g ⁻¹ św.m./FM)	48,53 b	38,77 c	74,21 a	4,240
DPPH (mg TE · g ⁻¹ św.m./FM)	132,15 b	75,47 c	212,53 a	29,263
ABTS (mg TE · g ⁻¹ św.m./FM)	168,18 b	120,88 c	267,64 a	40,997
FRAP (mg TE · g ⁻¹ św.m./FM)	69,51 b	57,23 c	91,65 a	4,492

WNIOSKI

1. Kwiaty piwonii chińskiej charakteryzuje wysoka zawartość suchej masy, błonnika surowego, cukrów, kwasu L-askorbinowego, polifenoli ogółem oraz wysoka aktywność antyoksydacyjna.

2. Spośród badanych odmian piwonii chińskiej największą wartością biologiczną odznaczały się kwiaty odmiany 'Karl Rosenfield'. Charakteryzowały się one największą zawartością suchej masy, popiołu ogółem, polifenoli ogółem oraz kwasowością ogólną i aktywnością przeciwutleniającą, a ponadto wysoką zawartością karotenoidów ogółem, kwasu L-askorbinowego, błonnika surowego, białka ogółem i sacharozy.

3. Kwiaty odmian 'White Sarah Bernardt' i 'Dr. Aleksander Fleming' odznaczały się największą zawartością cukrów ogółem, cukrów redukujących oraz proporcją cukrów ogółem do kwasowości, co wskazuje na ich większą smakowitość.

4. Kwiaty odmiany 'Dr. Aleksander Fleming' wyróżniały się największą ilością chlorofilu a i ogółem.

PIŚMIENNICTWO

- Ahmad F., Tabassum N., 2013. Preliminary phytochemical, acute oral toxicity and antihepatotoxic study of roots of *Paeonia officinalis* Linn. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 3(1), 64–68.
- Ahmad F., Tabassum N., Rasool S., 2012. Medicinal uses and phytoconstituents of *Paeonia officinalis*. *Int. Res. J. Pharm.* 3(4), 85–87.
- Bown D., 2014. *Encyclopedia of Herbs*. The Royal Horticultural Society.
- Chen G-L., Chen S-G., Xie Y-Q., Chen F., Zhao Y-Y., Luo C-X., Gao Y-Q., 2015. Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to *in vitro* digestion. *J. Funct. Foods* 17, 243–259.
- Chew K.K., Khoo M.Z., Ng S.Y., Thoo Y.Y., Wan Aida W.M., Ho C.W., 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts. *Int. Food Res. J.* 18, 1427–1435.
- Choi H.S., Seo H-S., Kim J.H., Um J.Y., Shin Y.C., Ko S-G., 2012. Ethanol extract of *Paeonia suffruticosa* Andrews (PSE) induced AGS human gastric cancer cell apoptosis via fas-dependent apoptosis and MDM2-p53 pathways. *J. Biomed. Sci.* 19, 1–12.
- Czerpak R., Jabłońska-Trypuć A., 2008. *Roślinne surowce kosmetyczne*. MedPharm Polska, Wrocław.
- Deyuan H., Kaiyu P., Turland N.J., 2001. *Paeoniaceae*. *Flora China* 6, 127–132.
- Filipiak K., Wilkos S., 1995. Statistical calculations. Description of system AWAR. IUNG Puławy, R324, 1–52.
- Gabryszewska E., 2010. The effects of glucose and growth regulators on the organogenesis of *Paeonia lactiflora* Pall. *in vitro*. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 18(2), 309–320.
- Garzón G.A., Wrolstad R.E., 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chem.* 114, 44–49.
- Grzeszczuk M., Stefaniak A., Pachłowska A., 2016. Biological value of various edible flower species. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 15(2), 109–119.
- He D-Y., Dai S-M., 2011. Anti-inflammatory and immunomodulatory effects of *Paeonia lactiflora* Pall., a traditional Chinese herbal medicine. *Front. Pharmacol.* 2, 1–5.
- ISO 750:1998. Fruit and vegetable products – Determination of titratable acidity.
- Jin Y.S., Xuan Y.H., Jin Y.Z., Chen M.L., Tao J., 2013. Biological activities of herbaceous peony flower extracts. *Asian J. Chem.* 25, 3835–3838.
- Kim H.J., Chang E.J., Cho S.H., Chung S.K., Park H.D., Choi S.W., 2002. Antioxidative activity of resveratrol and its derivatives isolated from seeds of *Paeonia lactiflora*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66(9), 1990–1993.
- Klepacka M., 1996. *Analiza żywności*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.

- Kumaran A., Karunakaran R.J., 2007. *In vitro* antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. Food Sci. Technol. 40, 344–352.
- Li A-N., Li S., Li H-B., Xu D-P., Xu X-R., Chen F., 2014. Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. J. Funct. Foods 6, 319–330.
- Li C., Du H., Wang L., Shu Q., Zheng Y., Xu Y., Zhang J., Zhang J., Yang R., Ge Y., 2009. Flavonoid composition and antioxidant activity of tree peony (*Paeonia* Section *Moutan*) yellow flowers. J. Agric. Food Chem. 57, 8496–8503.
- Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R., 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trans. 603, 591–592.
- Lim T.K., 2014. Edible medicinal and non medicinal plants. Flowers. Springer Science+Business Media, Dordrecht, vol. 8, 559–596.
- Liu P., Shao X.Q., Ding Y.F., Liu X.D., Wang T.L., Wang X.R., 2014. Comparison of nutrient contents in petals of different herbaceous peony cultivars. North. Hortic. 1, 151–153.
- Newerli-Guz J., 2016. Uprawa roślin zielarskich w Polsce. Roczn. Nauk. Stow. Ekon. Agrobiz. 18(3), 268–274.
- Paeonia* sp., 2002. Alternative Medicine Review Monographs, 287–292.
- Papandreou V., Magiatis P., Chinou I., Kalpoutzakis E., Skaltsounis A.L., Tsbobopoulos A., 2002a. Volatiles with antimicrobial activity from the roots of Greek *Paeonia* taxa. J. Ethnopharmacol. 81, 101–104.
- Papandreou V., Magiatis P., Kalpoutzakis E., Skaltsounis A.L., Harvala C., 2002b. Paeoniclucide, a new salicylic glycoside from the Greek endemic species *Paeonia clusii*. Verlag Z. Naturforsch. 57(3–4), 235–238.
- Petrova I., Petkova N., Ivanov I., 2016. Five edible flowers – valuable source of antioxidants in human nutrition. IJPPR 8(4), 604–610.
- Pogroszewska E., Hetman J., Poniewozik M., Denisow B., Rysiak K., 2017. Charakterystyka roślin z rodzaju *Paeonia* L. w Ogrodzie Botanicznym UMCS w Lublinie. Część I. Fazy fenologiczne. Ann. Hortic. 27(1), 47–63.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. 26, 1231–1237.
- Rop O., Mlcek J., Jurikova T., Neugebauerova J., Vabkova J., 2012. Edible flowers – a new promising source of mineral elements in human nutrition. Molecules 17, 6672–6683.
- Sang T., Crawford D.J., Stuessy T.F., 1997. Chloroplast DNA phylogeny, reticulate evolution, and biogeography of *Paeonia* (Paeoniaceae). Am. J. Bot. 84 (9), 1120–1136.
- Soare L.C., Ferdes M., Stefanov S., Denkova Z., Nicolova R., Denev P., Ungureanu C., 2012. Antioxidant and antimicrobial properties of some plant extracts. Rev. Chim. 6(4), 432–434.
- Stefaniak A., Grzeszczuk M., 2015. Charakterystyka wybranych gatunków roślin ozdobnych o kwiatach jadalnych. Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura 25(4), 63–73.
- Titchmarsh A. (red.), 1993. A–Z of popular garden plants. Treasure Press, London.
- Voon H.C., Rajeev B., Karim A.A., Rosma, A., 2013. Composition of tree peony (*Paeonia suffruticosa*) and Chinese apple flower (*Malus* spp.) buds. Int. Food Res. J. 20(3), 1173–1179.
- Wojdyło A., Oszmiański J., Czemerys R., 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chem. 105, 940–949.
- Weixing L., Shunbo Y., Cui H., Hua Y., Tao J., Zhou C., 2017. Nutritional evaluation of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) petals. Emir. J. Food Agric. 29(7), 518–531.
- Wu S.H., Wu D.G., Chen Y.W., 2010. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia*. Chem Biodivers 7(1), 90–104.
- Xiong L., Yang J., Jiang Y., Lu B., Hu Y., Zhou F., Mao S., Shen C., 2014. Phenolic compounds and antioxidant capacities of 10 common edible flowers from China. J. Food Sci. 79(4), 517–525.

- Yu N., 2011. The senescence physiology and regulation of herbaceous Peony and analysis of nutrition and health components in petals of main varieties of Peony. Master Thesis, Henan Normal University.
- Zhang Y., Zhou R., Zhou F., Cheng H., Xia B., 2014. Total glucosides of peony attenuates 2,4,6-trinitrobenzene sulfonic acid/ethanol-induced colitis in rats through adjustment of Th1/Th2 cytokines polarization. *Cell Biochem. Biophys.* 68, 83–95.
- Zhou S-L., Zou X-H., Zhou Z-Q., Liu J., Xu C., Yu J., Wang Q., Zhang D.-M., Wang X.-Q., Ge S., Sang T., Pan K-Y., Hong D-Y., 2014. Multiple species of wild tree peonies gave rise to the 'king of flowers', *Paeonia suffruticosa* Andrews. *Proc. R. Soc. B* 281, 20141687, DOI: doi.org/10.1098/rspb.2014.1687.

Źródło finansowania. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Katedra Ogrodnictwa, UPB 518-07-014-3171-04/18.

Summary. The aim of the experiment was to compare the content of nutritional compounds and antioxidant activity of flowers of selected Chinese peony cultivars: 'White Sarah Bernardt', 'Dr. Aleksander Fleming' and 'Karl Rosenfield'. In the flower petals dry matter, total ash, crude fibre, total protein, chlorophylls, sugars, titratable acidity, L-ascorbic acid, total carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity were determined. Among the cultivars compared in the experiment, 'Karl Rosenfield' was characterised by the highest biological value, and it was due to the high dry matter, content of total ash, total polyphenols, total carotenoids, L-ascorbic acid, crude fibre, total protein, saccharose, titratable acidity and antioxidant activity assessed in the DPPH, ABTS and FRAP tests. Flowers of cultivar 'Dr. Aleksander Fleming' contained the highest amounts of chlorophyll a and total chlorophyll. The highest content of total sugars, reducing sugars and the highest total sugars/acidity ratio was noted in the flowers of cultivars 'White Sarah Bernardt' and 'Dr. Aleksander Fleming'. Flowers of cultivars 'Karl Rosenfield' and 'White Sarah Bernardt' were characterised by a high content of L-ascorbic acid.

Key words: *Paeonia lactiflora* Pall., edible flowers, nutrients, antioxidants

Otrzymano:/ Received: 26.03.2018
Zaakceptowano:/ Accepted: 16.04.2018