

Właściwości antyoksydacyjne naparów z wybranych krajowych owoców jagodowych

Streszczenie

Owoce jagodowe odgrywają bardzo ważną rolę w polskim ogrodnictwie. Jest to grupa roślin sadowniczych, których owocem jest jagoda. Są bogatym źródłem witamin, składników mineralnych, błonnika oraz antyoksydantów. Celem badań było określenie właściwości antyoksydacyjnych naparów z czterech wybranych suszonych owoców jagodowych, tj.: borówka czernica, malina, aronia i żurawina. Przed rozpoczęciem badań wykonano klasyczną ekstrakcję, odpowiadającą procesowi przygotowania naparów herbacianych zgodnie z normą PN-ISO 3103. Następnie w sporządzonych naparach, metodą redukcji rodnika DPPH oznaczono zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów, antocyjanów oraz całkowitą zdolność antyoksydacyjną. Wykazano, że najwyższą zawartością polifenoli charakteryzowały się napary z owoców aronii oraz owoców borówki czernicy, natomiast dużo niższą zawartość tych związków odnotowano w naparze z owoców maliny oraz owoców żurawiny. Podobną zależność wykazano dla flawonoidów. W przypadku oznaczenia zawartości antocyjanów w przeliczeniu na cjanidynę, najwyższą zawartością charakteryzował się napar z owoców borówki czernicy oraz owoców aronii. Badania redukcji rodnika DPPH wykazały, że najsilniejszymi zdolnościami antyoksydacyjnymi charakteryzował się napar z owoców borówki czernicy oraz z owoców aronii.

Słowa kluczowe: właściwości antyoksydacyjne, borówka czernica, malina, aronia, żurawina

Antioxidant properties of infusions from selected national berries

Summary

Nowadays berry fruits play a very important role in Polish horticulture. It is a group of fruit plants, the fruit of which is a berry. They are a rich source of vitamins, minerals, fiber and antioxidants. The aim of the study was to determine the antioxidant properties of infusions made from four selected dried berries, i.e. blueberry, raspberry, chokeberry fruit and cranberry. Before starting the tests, classical extraction was carried out corresponding to the process of tea infusion preparation in accordance with PN-ISO 3103. Next, the total infusions, flavonoids, anthocyanins and total antioxidative capacity of the DPPH radical were determined in the prepared infusions. It was shown that the highest content of polyphenols was characterized by infusions of chokeberry fruit and blueberry bilberry, while a large lower content was noted in the infusion of raspberry fruit and cranberry fruit. A similar relationship was demonstrated for the flavonoid content. In the case of anthocyanins calculated as cyanidin, the highest content was characterized by the infusion of blueberry fruit and chokeberry fruit. In the DPPH radical reduction studies, it was shown that the strongest antioxidant capacity was characterized by the infusion of blueberry and chokeberry fruits.

Key words: antioxidant activity, blueberry, raspberry, chokeberry, cranberry

A – wyliczona absorbcja [-]	L – grubość kuwety 0,01 [m]
A_0 – absorbcja roztworu rodnika DPPH [-]	MW – masa molekularna dla cjanidyny 445,2 [-]
A_{sr} – średnia wartość absorbcji badanego roztworu zawierającego antyoksydant [-]	N – współczynnik rozcieńczenia [-]
C – całkowita zawartość antocyjanów [mg cjanidyny/100ml próbki]	λ – długość fali [nm]
	ξ – absorbcja molarna dla cjanidyny 29600 [-]

Wprowadzenie

Owoce jagodowe odgrywają bardzo ważną rolę w żywieniu człowieka. Są one bogatym źródłem witamin, błonnika oraz składników mineralnych. Zawierają również antyoksydanty wspierające naturalne mechanizmy obronne komórek człowieka. Z uwagi na bardzo niską energetyczność polecane są przez dietetyków osobom dbającym o odpowiednią masę ciała (Jäder, 2016).

W Europie liczącym się producentem owoców klimatu umiarkowanego (jabłek, wiśni, malin, porzeczek i borówki wysokiej) jest Polska (Grzelak i Gałązka, 2013). Ich produkcja w 2016 roku wynosiła 4,5 mln ton, co stanowiło ponad 10% zbiorów owoców w całej Unii Europejskiej (Nosecka, 2016). Spośród szerokiego asortymentu owoców na szczególną uwagę zasługują owoce jagodowe, gdyż wykazują one zdolności antyoksydacyjne (Jäder, 2016). Do grupy owoców jagodowych zaliczamy: agrest (*Ribes grossularia*), aronię (*Aronia*

melanocarpa), borówkę czernicę zwaną również czarną jagodą (*Vaccinium myrtillus*), borówkę brusznicę (*Vaccinium vitis idaea*), jeżynę (*Rubus sp.*), malinę (*Rubus idaeus*), porzeczkę białą (*Ribes album*), porzeczkę czerwoną (*Ribes rubrum*), porzeczkę czarną (*Ribes nigrum*), poziomkę (*Fragaria vesca*), rodzynkę (*Vitis vinifera*), truskawkę (*Fragaria grandiflora*) oraz winogrono (*Vitis vinifera*) i żurawinę (*Vaccinium oxycoccus*), (Gryszczyńska i in., 2011). W owocach tych występują dwie ważne grupy związków fenolowych, do których należą flawonoidy, w wśród nich antocyjany i flawonole oraz kwasy fenolowe wśród których wyróżnia się kwas elagowy, wykazujący bardzo silne właściwości antyoksydacyjne (Baranowska i in., 2015, Kazmierczak i in., 2011; Czeczot, 2000).

Z obecnością związków polifenolowych, przede wszystkim wysokich stężeń antocyjanów i elagotanin, wiąże się aktywność biologiczną i farmakologiczną owoców. Poniżej przedstawiono, krótką charakterystykę badanych owoców.

Malina właściwa (*Rubus idaeus* L.) należy do jednych z najpopularniejszych krzewów owocowych. Owoce tej rośliny od tysięcy lat wykorzystywane są w celach leczniczych i odżywczych. Badania naukowe nad biologicznymi właściwościami malin potwierdziły ich znaczenie jako składników leków o działaniu przeciwzapalnym (Oomah i in., 2000). Udowodniono, że owoce maliny zwyczajnej zawierają szereg aromatycznych związków chemicznych, których głównym składnikiem jest keton malinowy ($C_{10}H_{12}O_2$) (Morimoto i in., 2005).. Owoce tego krzewu są szczególnie cenne ze względu na dużą zawartość błonnika, pektyn i innych związków bioaktywnych zwanych fitaminami (Borowska i Szajdek, 2005; Baranowska i in., 2015).

Aronia czarnoowocowa (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell) oraz aronia czerwona (*Aronia arbutifolia* (L.) Pers.) to gatunki należące do krzewów liściastych z rodziny różowatych (*Roseaceae*) i podrodziny (*Maloideae*), pochodzące z Ameryki Północnej (Kokotkiewicz in., 2010). W licznych opracowaniach badawczych potwierdza się wysoką aktywność antyoksydacyjną owocu aronii, związaną z zawartością polifenoli (Banach i in., 2017). Antocyjany obecne w aronii wykazują pozytywny wpływ w leczeniu choroby popromiennej. W badaniach prowadzonych w tym zakresie odnotowano m.in. spadek liczby leukocytów, ograniczenie ilości wolnych rodników oraz poprawę zdolności regeneracyjnych komórek (Wawer i in., 2012).

Borówka czernica (inaczej borówka czarna) jest krzewinką (*Vaccinium myrtillus* L.) należącą do rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*). Rośnie w wielu rejonach Azji, Ameryki Północnej, Europy Środkowej i Północnej oraz na Kaukazie. W Polsce występuje na niżach, w pasmach górskich oraz w lasach. Owocem rośliny jest czarna jagoda. Sama roślina jest niewysoka, ma rozgałęzione łodygi o długości około 50 cm, jej kwiaty są drobne w kolorze czerwonozielonym. Surowcem zielarskim borówki czernicy jest owoc (*Fructus Myrtilli*) oraz liść (*Folium Myrtilli*) (Baraniak i Kania, 2015). W borówce czernicy wykryto 18 związków z grupy antocyjanów, wśród których największy udział mają pochodne delfinidyny i cyjanidyny. W owocach tych występują dodatkowo pochodne malwidyny (16,97%), petunidyny (16,96%) i peonidyny (6,57%) (Stefanut i in., 2011) a także kwasy fenolowe, np. galusowy, na poziomie $614 \div 800$ mg/100g (Ovaskainen, 2008).

Żurawina (*Oxycoccus*) jest wieloletnią krzewinką należącą do rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*). Dziko rosnąca w Polsce, niepozorna roślina o małych czerwonych owocach charakteryzuje się bogactwem wartościowych dla zdrowia człowieka związków (Baranowska i Bartoszek, 2016). Owoce żurawiny wykazują silne działanie przeciwdrobnoustrojowe. Koncentrat soku żurawinowego, rozcieńczony w proporcji 1:1, silnie hamuje wzrost 2 badanych szczepów *Escherichia coli* i *Candida albicans*, w tym również odpowiedzialnych za występowanie zakażeń dróg moczowych. Nawet przy dużym rozcieńczeniu, (tj. 1:32) stwierdza się dalszą aktywność przeciwbakteryjną wobec drobnoustroju wskaźnikowego *Klebsiella pneumoniae* (Lee i in., 2000).

W ostatnich kilkunastu latach, spożycie owoców w Polsce, w tym również jagodowych, systematycznie spada (Jąder, 2016). Dobrą alternatywą może być sporządzanie naparów z suszonych owoców dostępnych przez cały rok bez ograniczeń. Jednak należy zauważyć, że proces suszenia, ze względu na stosowanie wysokich temperatur, obniża zawartość niektórych składników bioaktywnych. Mimo to owoce suszone mogą stanowić ich źródło w diecie.

W przedstawionych badaniach oznaczono właściwości antyoksydacyjne naparów z owoców żurawiny, aronii, maliny oraz borówki czernicy.

Cel badań

Celem pracy było określenie właściwości antyoksydacyjnych naparów sporządzonych z wybranych suszonych owoców jagodowych poprzez wyznaczenie ogólnej zawartości polifenoli, w tym również flawonoidów, oraz pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej metodą redukcji rodnika DPPH.

Materiał i metody

Materiał do badań stanowiły cztery rodzaje suszonych owoców jagodowych (tj. żurawina, malina, borówka czernica oraz aronia) zakupionych w przedsiębiorstwie zielarskim „Dary Natury”. Badaniom poddano napary wykonane klasyczną ekstrakcją odpowiadającą procesowi przygotowania naparów herbacianych zgodnie z normą PN-ISO 3103. W tym celu do zlewki odważano 2 g surowca, zalewano 100 ml wrzącej wody destylowanej i ekstrahowano przez czas 10 minut.

Oznaczanie polifenoli

Zawartość polifenoli oznaczano wg procedury Singleton i Rossi (1965) przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu w stosunku 1:5. Wyniki podano w mg/100 ml naparu w przeliczeniu na kwas galusowy. Pomiar wykonano w trzech powtórzeniach. Do kolby miarowej o pojemności 25 ml pobierano 0,05 ml naparów, dodawano kolejno 2 ml metanolu, 10 ml wody destylowanej oraz 2 ml odczynnika Folina - Ciocalteu'a (stosunek 1:5). Próbkę odstawiono na 3 minuty. Po tym czasie dodawano 1 ml 10% roztworu Na_2CO_3 , dokładnie mieszano i pozostawiano na 30 min. Następnie kolby z próbkami uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Absorbancję mierzono przy długości fali $\lambda = 750$ nm, wobec próby zerowej.

Oznaczanie flawonoidów

Zawartość flawonoidów, w przeliczeniu na epikatechinę, oznaczano spektrofotometrycznie według procedury opisanej przez Karadeniza i in. (2005). Do próbek pobierano po 0,5 cm³ naparów, dodawano 2,5 cm³ wody destylowanej, 0,15 cm³ 5% (w/w) wodnego roztworu azotanu (III) sodu i mieszano. Po upływie 5 minut wprowadzono również 0,3 cm³ 10% (w/w) wodnego roztworu sześciowodnego chlorku glinu, po raz kolejny mieszano i pozostawiano na 5 minut. Następnie dodawano 2 cm³ 1 M wodnego roztworu NaOH i 0,55 cm³ wody destylowanej. Pomiar absorbancji wykonywano przy długości fali $\lambda = 510$ nm.

Oznaczanie DPPH

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano według zmodyfikowanej metody Branda-Wiliamsa i in. (1995) z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl, Sigma Aldrich) (Zych i Krzepińko, 2010). Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali $\lambda = 517$ nm. Przygotowywano 0,5 mM alkoholowy roztwór DPPH, rozpuszczając 19,71 mg DPPH ($M = 394,32$ g/mol) w 100 cm³ metanolu. Otrzymany roztwór rozcieńczono tak, aby jego absorbancja przy $\lambda = 517$ nm wynosiła ok. 0,9. Roztwór przechowywano w ciemności. W pierwszym etapie doświadczenia mierzono absorbancję roztworu rodnika DPPH (A_0) a następnie zdolność badanego antyoksydantu do przeciwdziałania reakcji utleniania, którą obliczano ze wzoru (1):

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

Oznaczanie antocyjanów

Oznaczanie zawartości antocyjanów przeprowadzono według metody Ronalda E. Wrolstade'a (AOAC, 1974). Do badań zastosowano roztwory buforowe o pH 1,0 i 4,5. Następnie pobierano po 1 ml naparu do próbek po czym do jednej dodawano 4 ml buforu o pH = 1,0 a do drugiej 4 ml buforu o pH = 4,5. Absorbancję odczytywano przy długości fali $\lambda = 526$ nm, używając jako próby zerowej odpowiednich buforów. W celu wyeliminowania błędów wywołanych zakłóceniami, absorbancję odczytywano również przy $\lambda = 700$ nm. Zawartość antocyjanów w przeliczeniu na mg cyjanidyny/100 ml próbki wyrażono według wzoru (2):

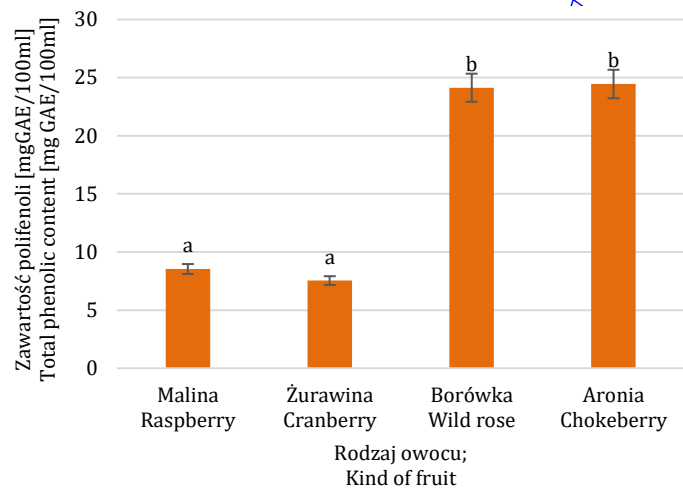
$$A = (A_{502 \text{ nm (pH 1,0)}} - A_{700 \text{ nm (pH 1,0)}}) - (A_{502 \text{ nm (pH 4,5)}} - A_{700 \text{ nm (pH 4,5)}}) \quad (2)$$

Zawartość antocyjanów wyliczono zgodnie z równaniem (3):

$$C = \frac{A}{MW \cdot N} \quad (3)$$

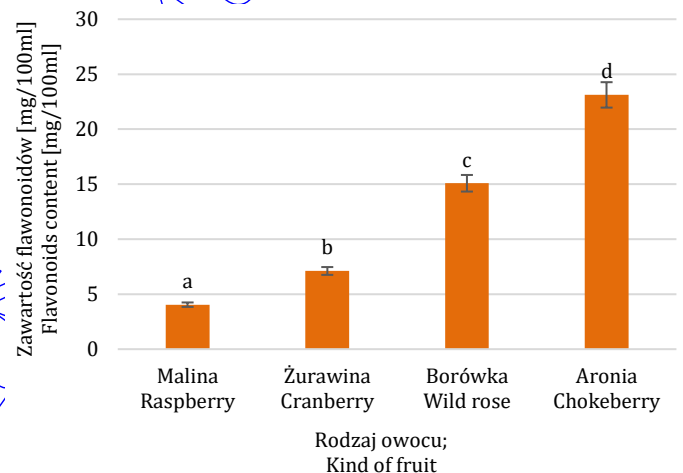
Otrzymane wyniki z trzech powtórzeń poddano analizie statystycznej w programie Statistica 6.0 PL. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Literami oznaczono jednorodne grupy wyników. Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie ($p < 0,05$).

Wyniki i dyskusja



Rys. 1. Zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy [mg/100ml] w zależności od rodzaju owoców

Fig. 1. Content of polyphenols calculated as gallic acid [mg/100ml] depending on kind of fruits



Rys. 2. Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechinę [mg/100ml] w zależności od rodzaju owoców

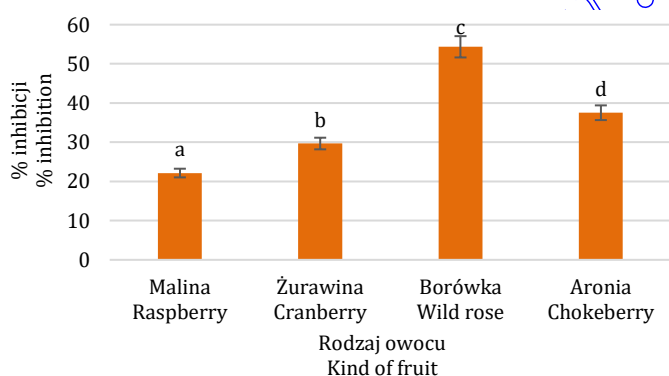
Fig. 2. Content of flavonoids calculated as epicatechin [mg/100ml] depending on kind of fruits

Powyżej przedstawiono zawartość polifenoli (rys. 1) w przeliczeniu na kwas galusowy (mg/100 ml próbki) oraz zawartość flawonoidów (rys. 2) w przeliczeniu na epikatechinę (mg/100ml próbki). Najwyższą zawartością związków polifenolowych, w tym również flawonoidów, charakteryzowały się napary sporządzone z owoców aronii oraz z owoców borówki czernicy. Zawartość polifenoli w tych naparach kształtowała się na poziomie ok. 24,46 mg GAE/100 ml próbki dla naparu z owoców aronii oraz 24,15 mg GAE/100 ml próbki dla naparu z owoców borówki czernicy. Natomiast flawonoidów ok. 23,12 mg/100 ml próbki dla naparu z owoców aronii oraz 15,03 mg/100 ml próbki dla naparu z owoców borówki czernicy. Najniższą zawartością związków polifenolowych odznaczał się napar przygotowany z owoców żurawiny (7,54 mg GAE/100 ml próbki) przy czym zawartość flawonoidów kształtowała się na poziomie 7,11 mg/100 ml próbki. Napar z owoców maliny charakteryzował się natomiast najniższą zawartością flawonoidów (4,04 mg/100 ml próbki) natomiast zawartość polifenoli wynosiła ok. 8,53 mg/100ml próbki. Nie wykazano istotnych staty-

stycznie różnic między zawartością związków polifenolowych w naparach z owoców borówki czernicy i aronii oraz pomiędzy wartościami z naparów z maliny i żurawiny. Natomiast zawartość flawonoidów jest zróżnicowana w zależności od rodzaju owoców.

W swoich badaniach Szlachta i Małecka (2008) określały aktywność przeciwutleniającą suszy owocowych, jako czynnika kształtującego prozdrowotne właściwości herbatki owocowych. W pracy autorów wykazano, że zawartość związków polifenolowych w naparze sporządzonym z owoców maliny wynosi 37,3 mg/100ml w przypadku producenta A, oraz 13,9 mg/100ml dla owoców maliny producenta B. Tak zróżnicowane wyniki wskazują, że zawartość związków polifenolowych, a co za tym idzie również jakość surowców, w dużej mierze uzależniona jest od pochodzenia, uprawy oraz rodzaju owoców. Ponadto, wykazano, że zawartość związków polifenolowych aronii wynosi 18,4 mg/100ml oraz dla borówki czernicy 12,2 mg/100ml. Wyniki te są nieco niższe od uzyskanych w niniejszej pracy, co może być uzależnione od wspomnianych wyżej czynników. Najniższą zawartość związków polifenolowych autorki wykazały dla naparu sporządzonego z czerwonej porzeczki tj. 1,1 mg/100ml. Dla porównania, w pracy Wołosiak i in. (2008) w naparze sporządzonym z herbaty zielonej firmy Ceylon wykazano obecność związków polifenolowych na poziomie 68,5 mg/100ml. Sugeruje to, że herbatki owocowe nie są dobrym źródłem związków biologicznie aktywnych. Z kolei w pracy Zujko i in. (2011) średnia zawartość polifenoli w herbatkach owocowych wahała się od 14 mg/100ml naparu w herbatkach malinowych do 28 mg/100ml w herbatkach z dzikiej róży.

Na rysunku 3 przedstawiono aktywność przeciwutleniającą, wyrażoną jako % inhibicji. Z uwagi na uzyskane wyniki właściwości przeciwutleniających, badane napary z suszy owocowych można uszeregować następująco: borówka czernica (54,6%), aronia (37,5%), żurawina (29,7%), malina (22,1%).

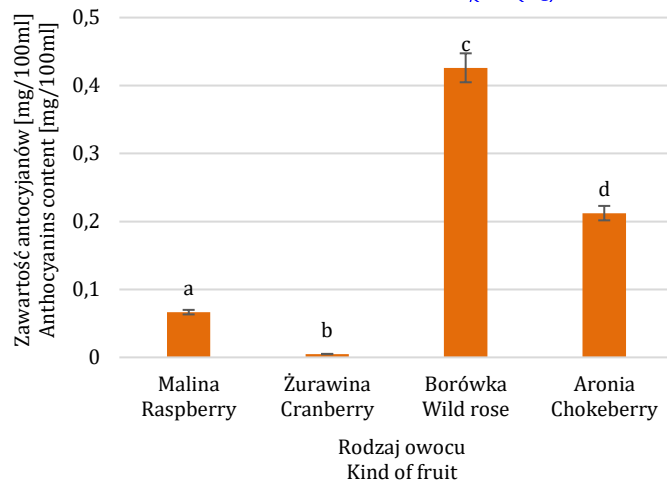


Rys. 3. Całkowita zdolność antyoksydacyjna wyznaczona metodą redukcji rodnika DPPH w zależności od rodzaju owoców

Fig. 3. Total antioxidant capacity determined by the DPPH radical reduction method depending on kind of fruits

Otrzymane wyniki wykazały, że najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi wobec DPPH charakteryzował się napar owoców borówki czernicy, który neutralizował 54,6% rodników, a najsłabszymi napar z owoców maliny, który zredukował 22,1% wolnych rodników. W pracy Szlachta i Małecka (2008) w przypadku suszu z owoców aronii wykazano podobnie wysoką aktywność przeciwutleniającą na poziomie ok. 80,1% oraz o połowę niższą dla suszu z malin (40,7%).

Antocyjany to duża grupa barwników roślinnych zaliczanych do tzw. naturalnych substancji nieodżywczych (NSN) pochodzenia roślinnego, rozpuszczalnych w wodzie. Barwniki te występują w kwiatach, owocach, liściach, łodygach, a rzadziej w korzeniach i drewnie. W komórkach znajdują się w wakuolach, w postaci granulek różnej wielkości, natomiast ściany komórkowe i tkanki mięszu nie zawierają antocyjanów (Piątkowska i in., 2011).



Rys. 4. Zawartość antocyjanów w przeliczeniu na cyjanidynę [mg/100ml] w zależności od rodzaju owoców

Fig. 4. Content of cyanidin anthocyanins [mg/100ml] depending on kind of fruits

Na rysunku 4 przedstawiono zawartość antocyjanów w przeliczeniu na cyjanidynę (mg/100ml próbki) dla badanych naparów. Zawartość antocyjanów w dużym stopniu uzależniona jest od barwy rośliny. Im ciemniejszy owoc tym wyższa zawartość antocyjanów (Czczot, 2000). W badanych owocach wykazano zróżnicowaną zawartość antocyjanów. Napar z owoców borówki czernicy charakteryzował się najwyższą zawartością tych związków tj. 0,43 mg cyjanidyny/100 ml próbki, natomiast o połowę niższą zawartość wyznaczono dla naparu z owoców aronii (0,21 mg cyjanidyny/100 ml próbki). Najniższą zawartość odnotowano dla naparu sporządzonego z owoców żurawiny (0,0049 mg cyjanidyny/100 ml próbki). Badania są zgodne z badaniami Lachowicz (2015) która również wykazała najniższą zawartość antocyjanów w herbatce z owoców żurawiny 13,71 mg/100 g s.m. oraz ok. 45,87 mg/100 g s.m. w herbatce z owoców maliny. Zgodnie z danymi literaturowymi jednym z bogatych źródeł związków polifenolowych, w tym flawonoidów i antocyjanów, są owoce aronii (Gryszczyńska i in., 2011). Uzyskane w niniejszych badaniach niskie zawartości antocyjanów w tych naparach mogą być związane zarówno z ich dezaktywacją w czasie procesu suszenia (Wang i Lin, 2000), jak również zastosowaną temperaturą ekstrakcji (Bober i Oszmiański, 2004).

Wnioski

- Wykazano, że najwyższymi zawartościami związków polifenolowych, w tym flawonoidów, charakteryzują się napary sporządzone z owoców aronii (24,46 mg/100ml, w tym 23,12 mg/100ml flawonoidów) i borówki czernicy (24,14 mg/100ml, w tym 15,08 mg/100 ml flawonoidów).
- Najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi wobec DPPH odznaczał się napar z owoców borówki czernicy (54,4%) w pozostałych wykazano wartości w granicach 22,1% - 37,5%.

3. Zawartość antocyjanów w badanych naparach była zróżnicowana w zależności od badanego surowca (od 0,0049 mg/100ml dla żurawiny do 0,43 mg/100ml dla aronii).

4. Napary z owoców jagodowych nie są dobrym źródłem związków biologicznie aktywnych.

Bibliografia

- AOAC (Association of the Official Analytical Chemists). (1974). Official Methods of Analysis, Washington DC, 9:110.
- Banach, K., Rutkowska, B., Glibowski, P. (2017). Polska „Superżywność” w prewencji chorób nowotworowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2, 106–114.
- Baraniak, J., Kania, M. (2015). Borówka, winorośl i granatowiec – znane rośliny o aktywności przeciwutleniającej. *Postępy Fitoterapii*, 50–55.
- Baranowska, A., Radwańska, K., Zarzecka, K., Gugała, M., Mystkowska, I. (2015). Właściwości prozdrowotne owoców maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.). *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 96(2), 406–409.
- Baranowska, M., Bartoszek, A. (2016). Antyoksydacyjne i przeciwdrobnoustrojowe właściwości bioaktywnych fitozwiązków żurawiny. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 70, 1460–1468.
- Bober, I., Oszmiański, J. (2004). Zastosowanie wyłoków aronii do naparów herbat owocowych. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 3(1), 63–72.
- Borowska, E.J., Szajdek, A. (2005). Składniki dietetyczne i substancje biologiczne w owocach aronii, borówki czarnej i porzeczki czarnej. *Bromatologia i Chemia i Toksykologiczna*, 38, 181–184.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie. *Food Science and Technology*, 28, 25–30.
- Czczot, H. (2000). Biological activities of flavonoids - a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 9(50), 3–13.
- Gryszczyńska, B., Iskra, M., Gryszczyńska, A., Budzyń, M. (2011). Aktywność przeciwutleniająca wybranych owoców jagodowych. *Postępy Fitoterapii*, 4, 265–274.
- Grzelak, A., Gałązka, M. (2013). Tendencje konsumpcji żywności w Polsce na tle uwarunkowań globalnych. *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy*, 6, 223–241.
- Jäder, K. (2016). Konsumpcja owoców w Polsce w różnych typach gospodarstw domowych. *Roczniki Naukowe SE-RIa*, XVIII(4), 117–123.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297–303.
- Kazmierczak, R., Hallmann, E., Sokołowska, O., Rembiałowska, E. (2011). Zawartość związków bioaktywnych w roślinach zielarskich z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(3), 200–205.
- Kokotkiewicz, A., Jeremiec, Z., Luczkiewicz, M. (2010). Aronia Plants: A review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *Journal of Medicinal Food*, 13(2), 255–269, doi: 10.1089/jmf.2009.0062.
- Lachowicz, S. (2015). Pojemność przeciwutleniająca i zawartość związków polifenolowych w naparach herbat owocowych. *Zagadnienia aktualnie poruszane przez młodych naukowców*, 2(I), 157–161, Kraków, ISBN: 978-83-63058-47-0.
- Lee, J.L., Owens, J., Thrupp, L., Cesario, T.C. (2000). Does Cranberry Juice Have Antibacterial Activity? *Jama*, 283, 1685–1691.
- Morimoto, C., Satoh, Y.H.M., Inoue, S., Tsujita, T., Okuda, H. (2005). Anti-obese action of raspberry ketone. *Life Sciences*, 77(2), 194–204. doi: 10.1016/j.lfs.2004.12.029.
- Nosecka, B. (2016). *Rynek Owoców i Warzyw. Stan i perspektywy* 49. Warszawa, IERiGŻ PIB.
- Oomah, B.D., Ladet, S., Godfrey, D.V., Liang, J., Girard, B. (2000). Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food Chemistry*, 69(2), 187–193. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00260-5.
- Ovaskainen M-L., Törrönen R., Koponen J.M., Sinkko H., Hellström J., Reinivuo H., Mattila P. (2008). Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish. *Journal Nutrition*, 138(3), 562–566.
- Piątkowska, E., Kopec, A., Leszczyńska, T. (2011). Antocyjan-charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *ŻYWNOSĆ, Nauka, Technologia, Jakość* 4(77), 24–35.
- PN-ISO 3103:1996 - wersja polska, Herbata - Przygotowanie naparu do badań sensorycznych.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Ștefănuț, M.N., Căta, A., Pop, R., Moșoarcă, C., Zamfir, A.D. (2011). Anthocyanins HPLC-DAD MS characterization. Total phenolics and antioxidant activity of some berries extracts. *Analytical Letters*, 44(18), 2843–2855.
- Szlachta, M., Małecka, M. (2008). Właściwości przeciwutleniające herbatek owocowych. *ŻYWNOSĆ, Nauka, Technologia, Jakość*, 1(56), 92–102.
- Wang, S.Y., Lin, H.S. (2000). Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 140–146.
- Wawer, I., Eggert, P., Hołub, B. (2012). *Aronia - super owoc*. Wydawnictwo Wektor, Warszawa. ISBN 9788392219897.
- Wołosiak, R., Mazurkiewicz, M., Drużyńska, B., Worobiej, E. (2008). Aktywność przeciwutleniająca wybranych herbat zielonych. *ŻYWNOSĆ, Nauka, Technologia, Jakość*, 4(59), 290–297.
- Zuiko, M.E., Witkowska, A., Mirończuk-Chodakowska I. (2011). Potencjał antyoksydacyjny herbatek owocowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 3, 615–619.
- Zych, I., Krzepiło A. (2010). Pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej wybranych antyoksydantów i naparów metodą redukcji rodnika DPPH. *Chemia Dydaktyka Ekologia Metrologia*, 15(1), 51–54.

Klaudia Kałwa

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: klaudia.kalwa91@gmail.com