

¹⁾ Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²⁾ Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

³⁾ Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Właściwości antyoksydacyjne komercyjnych herbatek owocowych

Streszczenie

Przedmiotem badań było 6 rodzajów herbatek z owoców leśnych dostępnych na polskim rynku (zakodowane jako A-F). Przeprowadzono analizę ogólnej zawartości związków fenolowych oraz właściwości antyoksydacyjnych naparów. Największą zawartością związków polifenolowych charakteryzowały się herbaty C (45,83 mg/1 g herbaty) oraz D (39,21 mg/1 g herbaty). Analiza redukcji rodnika DPPH wykazała, że herbata A cechowała się najwyższą aktywnością przeciwutleniającą (86,09%), natomiast najmniej rodnika DPPH zredukowały związki obecne w naparze B (97,61%). Metoda FRAP wykazała największą zawartość antyoksydantów w próbkach C (1,97 mmol/g herbaty) oraz F (1,80 mmol/g herbaty). Testy te nie są tożsame, ale wzajemnie się dopełniają.

Słowa kluczowe: herbata owocowa, właściwości przeciwutleniające, DPPH, FRAP, Folin-Ciocalteu

The antioxidant properties of commercial fruit teas

Summary

The subject of the study was 6 types of forest fruit teas available on the Polish market (coded as A-F). An analysis of the overall content of phenolic compounds and antioxidant properties was performed. The highest content of polyphenol compounds were noted in the case of teas C (45.83 mg/1 g tea) and D (39.21 mg/1 g tea). The analysis of DPPH radical reduction showed that tea A had the highest antioxidant activity (86.09%), compare to the others while the least amount of free radicals reduced the compounds present in B (97.61%). The FRAP method showed the highest antioxidant content in samples C (1.97 mmol/g tea) and F (1.80 mmol/g tea). These tests are not identical but complement each other.

Key words: fruit tea, antioxidant properties, DPPH, FRAP, Folin-Ciocalteu

Wstęp

Na polskim rynku obecne są liczne rodzaje herbat, od najpopularniejszej herbaty czarnej poprzez zieloną, czerwoną i białą, aż po herbatki owocowe, owocowo-ziółowe i wieloskładnikowe herbatki ziołowe. Największymi producentami herbaty w Polsce są międzynarodowe przedsiębiorstwa. UniLever Polska, którego sztandarową marką jest Lipton kontroluje aż 34% rynku. Producent Tata Global Beverages właściciel marki herbaty Tetley kontroluje 9% obrotu detalicznego na polskim rynku. Trzecim największym producentem jest Herbapol Lublin utożsamiany głównie z mieszankami ziołowymi i owocowymi (www.msp.gov.pl). Według danych statystycznych przeciętny Polak miesięcznie wypija około 50 filiżanek herbaty, co plasuje nas na trzecim miejscu spożycia tuż za Irlandczykami i Anglikami.

Z przeprowadzanych badań ankietowych dotyczących preferencji konsumenckich spożycia herbaty i kawy wynika, że ponad 70% respondentów wybiera herbaty o średniej cenie, a blisko 20% o wysokiej. Zakup tanich herbat zadeklarowało jedynie 4,8% ankietowanych (Rusinek-Prystupa i Samolińska, 2013). W badaniach przeprowadzonych przez Dykiel i in. (2015) uzyskano zbliżone wyniki – w tym przypadku średnią cenę zadeklarowało niespełna 70% badanych (o 4,9% mniej niż Rusinek-Prystupa i Samolińska, 2013), niską – około 3% badanych, natomiast wysoką 11%. Analiza

wyników wskazuje, że konsumenci wiedzą, że dobrej jakości herbata nie może być tania i dlatego są skłonni do zakupu droższych produktów.

Herbata owocowa jest mieszanką suszu owocowego, kwiatów lub liści, wzbogaconą zwykle o dodatkowe składniki, podkreślające walory sensoryczne naparów. Cechą charakterystyczną tego typu produktów jest brak w składzie czarnej herbaty (Podsędek i Anderson, 2004). Konsumenci często utożsamiają z herbatą owocową także produkty na bazie liści krzewu herbacianego (*Camellia sinensis*), w których owoce stanowią jedynie dodatek (Brzezicha-Cirocka i in., 2015). Najczęściej wykorzystywanymi dzięki swoim walorom sensorycznym składnikami owocowych herbatek są np.: kwiat hibiskusa, jabłka, owoce dzikiej róży, aronii, maliny, bzu czarnego i porzeczki oraz liście jeżyny (Adamczak i in., 2015; Karaś i in., 2015). Surowce te zawierają aktywne związki fenolowe (Szajdek i Borowska, 2004), wśród których znaczącą grupę stanowią flawonoidy oraz antocyjany. Oprócz silnego działania przeciwutleniającego wykazują się właściwościami konserwującymi żywność. Związki antocyjanowe znajdują również zastosowanie jako naturalne barwniki stosowane w przemyśle spożywczym.

Dieta bogata w związki polifenolowe pozwala zmniejszyć ryzyko występowania chorób układu krążenia, nowotworów i alergii (Mazurek i in., 2016; Szlachta i Małecka, 2008).

Ponadto ze względu na dużą zawartość makro- i mikroelementów regularne i umiarkowane spożywanie naparów herbat owocowych pozwala na uzupełnienie zapotrzebowania organizmu na te związki (Brzezicha–Cirocka i in., 2015).

Na właściwości antyoksydacyjne herbatki owocowych ma wpływ jakość oraz rodzaj użytych do produkcji składników (Adamczak i in., 2015). Istotne znaczenie ma ich procentowy udział w masie całego produktu oraz metoda utrwalania surowca roślinnego wchodzącego w ich skład. Herbatki owocowe produkowane są głównie z wysuszonych komponentów pochodzenia roślinnego. Obecny stan wiedzy pozwala stwierdzić, że podczas procesu suszenia, wskutek intensywnego napowietrzenia surowce te tracą nawet do 50% początkowej pojemności przeciwutleniającej, co znacząco przedkłada się na ich jakość (Szajdek i Borowska, 2004). Stąd też tak istotne staje się użycie do produkcji herbatki owocowych komponentów o dużej zawartości związków przeciwutleniających. Zastosowanie suszenia jako metody konserwacji pogarsza również cechy sensoryczne naparu, ze względu na wrażliwość olejków eterycznych, będących głównym nośnikiem aromatu, na działanie wysokich temperatur. Stąd zalecane jest, aby podczas suszenia owoców nie przekraczać temperatury +45°C (Karwowska i Przybył, 2005). Często ostatnim etapem w produkcji herbatki owocowych jest ich aromatyzacja mająca na celu polepszenie właściwości sensorycznych (Podsędek i Anders, 2004). Zwykle producenci na opakowaniach podkreślają, preferowane przez konsumentów, naturalne pochodzenie stosowanych aromatów (Newerli–Guz i in., 2009). Skład herbatki owocowych, mimo często jednoznacznych nazw (np. herbata z dzikiej róży) nie ogranicza się do jednego surowca (Zujko i in., 2011). Zdarza się, że nazwa produktu i szata graficzna opakowania jednoznacznie sugeruje nabywcom skład herbatki owocowej. Dopiero po wnikliwej analizie składników podanych na etykiecie możliwa staje się ocena adekwatności

nazwy do komponentów użytych podczas produkcji. Czynnikiem wpływającym na wybór herbatki owocowych jest ich prozdrowotne działanie (Kozirok i Sitkiewicz, 2015). O zainteresowaniu konsumentów herbatami owocowymi, świadczą dane, według których Herbatol Lublin specjalizujący się w owocowych mieszankach kontroluje 6% krajowego rynku herbaty (www.msp.gov.pl). Na podstawie badań przeprowadzonych przez Koziroka i Sitkiewicza (2015) ponad 10% ankietowanych nabywców herbat pije codziennie herbatki owocowe, zaś blisko dwukrotnie więcej osób deklaruje spożywanie owocowych naparów kilka razy w tygodniu. Analiza preferencji konsumentów pozwala na stwierdzenie, że dwukrotnie większą popularnością herbatki owocowe cieszą się wśród kobiet niż u mężczyzn (Dykiel i in., 2015; Rusinek–Prystupa i Samolińska, 2013). Owoce napary herbaciane ze względu na naturalne pochodzenie i właściwości prozdrowotne–stosowane są w żywieniu niemowląt. Według dostępnych danych, aż 27% rodziców podaje owocowe herbatki swoim dzieciom (Górecka i in., 2007).

Cel i zakres badań

Celem pracy było określenie ogólnej zawartości związków fenolowych oraz właściwości antyoksydacyjnych z użyciem testów FRAP i DPPH dostępnych na rynku herbatki owocowych w zależności od ich składu oraz ceny.

Materiały i metody

Przedmiotem przeprowadzonych analiz było 6 komercyjnych herbatki owocowych, zadeklarowanych przez producentów, jako herbatki z owoców leśnych. Do badań wybrano produkty dostępne w ofercie handlowej jednego z lubelskich marketów. Charakterystykę herbatki zawierającą producenta (oznaczonego symbolami od A do F), nazwę handlową, deklarowany skład oraz cenę zamieszczono w tabeli 1.

Tab. 1. Charakterystyka analizowanych herbat owocowych

Tab. 1. The characteristics of the analyzed fruit teas

Lp	Producent; Producer	Nazwa herbatki; Tea name	Deklarowany skład [%]; Declared composition [%]	Cena [zł]; Price [zł]
1	A	Herbatka fix z owoców leśnych owocowo-ziołowa; Fix tea from forest fruits fruit and herbal	owoc bzu czarnego (32), owoc tarniny (25), owoc jarzębiny (19), owoc dzikiej róży (10), owoc głogu (9), kwiat malwy czarnej (3), owoc borówki czernicy (2); elderberry fruit (32), sloe fruit (25), rowanberry fruit (19), wildrose fruit (10), hawthorn fruit (9), flower black hollyhock (3), blueberry fruit (2)	6,99 (20 torebek); (20 bags)
2	B	Herbatka owocowa aromatyzowana o smaku owoców leśnych; Flavored fruit tea with fruits of the forest	owoce suszone (56): dzika róża, czarny bez, borówka czarna (jagoda), malina, aronia, jeżyna, kwiat hibiskusa (40), aromat, regulator kwasowości - kwas cytrynowy; dried fruits (56): wildrose, elderberry, blueberry, raspberry, blackberry, hibiscus flower (40), aroma, acidity regulator - citric acid	2,49 (20 torebek); (20 bags)
3	C	Leśna - herbatka owocowa aromatyzowana; Forest - flavored fruit tea	hibiskus (46), aronia (26), dzika róża (5,6), owoc maliny (4), owoc bzu czarnego, czarna porzeczka, owoc głogu (4), liść jeżyny, aromaty, owoc jagody (1), korzeń lukrecji, owoc jeżyny (0,6); hibiskus (46), chokeberry (26), wildrose (5,6), raspberry fruit (4), elderberry fruit, black currant, hawthorn fruit (4), blackberry leaf, aromas, fruit berries (1), licorice root, blackberry (0,6)	4,16 (20 torebek) (20 bags)
4	D	Aromatyzowana mieszanka herbatki owocowych o smaku malinowo-jeżynowym; Aromatized blend of raspberry and blackberry fruit teas	jabłko, hibiskus, liście słodkich jeżyn, skórka pomarańczy, regulator kwasowości - kwas cytrynowy, aromat malinowy (3), aromat jeżynowy (3), jeżyna (1), borówka (1), truskawka (1), malina (1); apple, hibiscus, leaves of sweet blackberries, orange peel, acidity regulator - citric acid, raspberry flavour (3), blackberry flavour (3), blackberry (1), blueberry (1), strawberry (1), raspberry (1)	5,89 (20 torebek); (20 bags)
5	E	Owoce leśne - herbatka owocowo-ziołowa o smaku owoców leśnych; Forest Fruits - fruit and herbal tea flavored with fruits of the forest	hibiskus, jabłko, owoc aronii, owoc dzikiej róży, aromaty, liść mięty, owoc bzu czarnego, kwas cytrynowy - regulator kwasowości, owoc czarnej porzeczki (0,2), owoc jeżyny (0,1), owoc maliny (0,1), owoc poziomki (0,1); hibiscus, apple, chokeberry fruit, wildrose fruit, aromas, mint leaf, elderberry fruit, acidity regulator - citric acid, black currant fruit (0.2), blackberry fruit (0.1), raspberry fruit (0.1), wild strawberry fruit (0.1)	3,19 (25 torebek); (20 bags)
6	F	Owoce leśne - herbatka owocowo-ziołowa o smaku owoców leśnych; Forest Fruits - fruit and herbal tea flavored with fruits of the forest	kwiat hibiskusa, jabłko, owoc maliny (10), aromat, owoc bzu czarnego (3), owoc dzikiej róży, liść jeżyny, owoc borówki czernicy (0,2), owoc jeżyny (0,2) hibiscus flower, apple, raspberry fruit (10), aroma, elderberry fruit (3), wildrose fruit, raspberry leaf, blueberry fruit (0.2), raspberry fruit (0.2)	3,79 (25 torebek); (20 bags)

Przygotowanie naparów herbatek do oznaczeń

Na wadze analitycznej odważono 1 g herbaty owocowej z dokładnością do 0,001 g, susz zalano 100 ml wrzącej wody destylowanej, następnie przykryto szalką w celu dokonania ekstrakcji na czas 15 min. Przygotowany roztwór użyto w analizach właściwości przeciwutleniających. Do oceny aktywności antyoksydacyjnych wykorzystano:

Metodę Folina - analiza z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu (F-C), czyli oznaczanie zawartości polifenoli ogółem w przeliczeniu na kwas kawowy wg Grajka (2007) na podstawie metody opracowanej przez Singletona i Rossi (1965). Pobierano 0,5 ml naparu do kolby miarowej o pojemności 25 ml, następnie dodawano 2 ml odczynnika Folina-Ciocalteu, po upływie 3 min dodano 10 ml 10% węgla sodu. Następnie po 30 min uzupełniono roztwór wodą destylowaną do kreski i zmierzono absorbancję przy długości fali 765 nm na spektrofotometrze HITACHI U-2900. Próbę zerową przygotowano analogicznie jak próbę badaną pomijając napar. Wykonano krzywą kalibracyjną dla kwasu kawowego. Dokonano przeliczenia zawartości polifenoli ogółem w próbce w przeliczeniu na kwas kawowy. Wynik podano jako ilość mg związków polifenolowych w 1 g herbaty.

Metodę FRAP - redukcja jonów żelaza przez badaną próbkę według metody opisanej przez Benzie i Strain (1996). Pobierano 0,2 ml naparu herbaty do kolby miarowej o pojemności 25 ml, następnie dodawano 3,8 ml świeżo przygotowanego odczynnika FRAP i dopełniono do kreski wodą destylowaną. Po upływie 15 min zmierzono absorbancję otrzymanych roztworów przy długości fali 593 nm. Próbę zerową przygotowano analogicznie jak próbę badaną pomijając dodatek naparu. Odczynnik FRAP wykonano poprzez zmieszanie w stosunku 10:1:1 odpowiednio: buforu octowego o pH 3,6, 20 mmol/dm³ roztworu chlorku żelaza (III) oraz 10 mmol/dm³ roztworu TPTZ (2,4,6-tripirydylo-S-triazyna) w 40 mmol/dm³ HCl. Po wykonaniu krzywej kalibracyjnej dla roztworów siarczanu żelaza II (FeSO₄·7H₂O) i uwzględnieniu rozcieńczenia naparu dokonano obliczenia zdolności redukcji 1 mola żelaza (III) do żelaza (II) przez związki antyutleniające. Wynik podano w mmol związków antyutleniających na 1 g herbaty.

Metodę DPPH - według metody opracowanej przez Brand-Williams i współautorzy (1995). Do 50 μl sporządzonego naparu herbaty dodawano 3,92 ml metanolowego roztworu DPPH (2,2-diphenylo-1-pikrylo-hydrazyl) o stężeniu 0,02 mmol/dm³. Sporządzono wykres kinetyki reakcji badanej próbki z rodnikiem DPPH w ciągu 30 min. Mierzono spadek absorbancji roztworu przy długości fali 515 nm. Analizowano kinetykę przebiegającej reakcji w ciągu 30 min, poprzez pomiar spadku absorbancji przy długości fali 515 nm na spektrofotometrze HITACHI U-2900. Na podstawie otrzymanych wykresów określono następujące parametry:

- wyjściową wartość absorbancji roztworu rodnika [DPPH]_{T0},
- wartość absorbancji roztworu po dodaniu przeciwutleniacza (naparu) [DPPH]_{rem}
- oraz obliczono procentową zawartość pozostałego (niezredukowanego) rodnika DPPH oznaczoną jako DPPH_{rem}%.

Uzyskane wyniki przedstawiono na wykresach, jako średnią z trzech niezależnych powtórzeń. Dane dotyczące ak-

tywności przeciwutleniającej naparów herbacianych opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 12. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA) oraz zbadano istotność różnic wykorzystując test Tukey'a na poziome istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

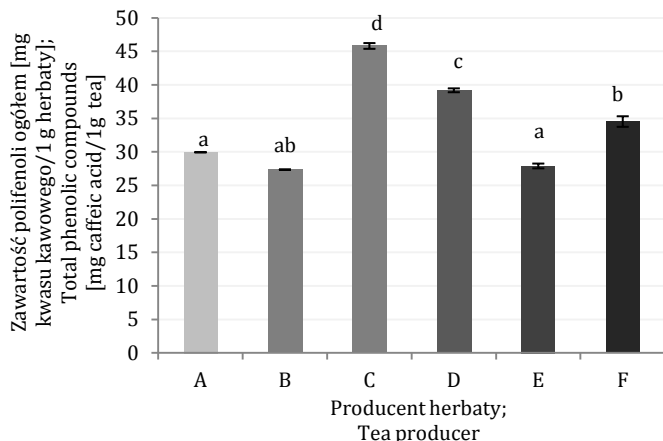
Pomimo jednoznacznej nazwy wskazującej na wykorzystanie do produkcji owoców leśnych składki badanych herbat znacząco się różniły między sobą. Tylko jedna z analizowanych herbatek nie posiadała w swoim składzie dodatku hibiskusa (ketmii szczawiowej *Hibiscus sabdariffa* L.), który w pozostałych produktach był składnikiem przeważającym. W przypadku pięciu herbat z testowanych produktów hibiskus zajmował trzykrotnie pierwsze miejsce wśród składników i 2 razy drugie. Również Adamczak i in. (2015) po przeanalizowaniu składu herbatek z owoców leśnych podnieśli problem niezgodności nazwy z zawartością. W analizowanych przez nich produktach często kwiat hibiskusa oraz owoce jabłka i aronii były głównymi składnikami omawianej grupy herbatek.

Kwiaty ketmii szczawiowej bogate w antocyjany charakteryzują się wysokim potencjałem przeciwutleniającym (Znajdek-Awizeń i Matławska, 2011), co korzystnie wpływało na właściwości badanych naparów. Dowiedziono wysokiej aktywności antyoksydacyjnej owoców dzikiej róży, czarnej jagody (Jabłońska-Ryś i in., 2009), czarnego bzu (Kołodziej i Drożdżał, 2011), głogu (Leja i in., 2007), maliny i poziomki (Witkowska i Zujko, 2009). Cendrowski i in. (2012) wykazali ścisłe skorelowanie zawartości związków polifenolowych i wysokiej aktywności antyoksydacyjnej owoców dzikiej róży.

Przeprowadzona analiza na wybranych herbatkach z owoców leśnych 6 producentów pozwala stwierdzić, że nazwa jednoznacznie sugeruje konsumentowi główne składniki suszu. Natomiast w przypadku 5 z testowanych produktów hibiskus zajmował trzykrotnie pierwsze miejsce wśród składników i 2 razy drugie. Tylko jedna z herbatek pozbawiona była kwiatu ketmii szczawiowej (*Hibiscus sabdariffa* L.). Również Adamczak i in. (2015) po przeanalizowaniu składu herbatek z owoców leśnych podnieśli problem niezgodności nazwy z zawartością. W analizowanych przez nich produktach często kwiat hibiskusa oraz owoce jabłka i aronii były głównymi składnikami omawianej grupy herbatek.

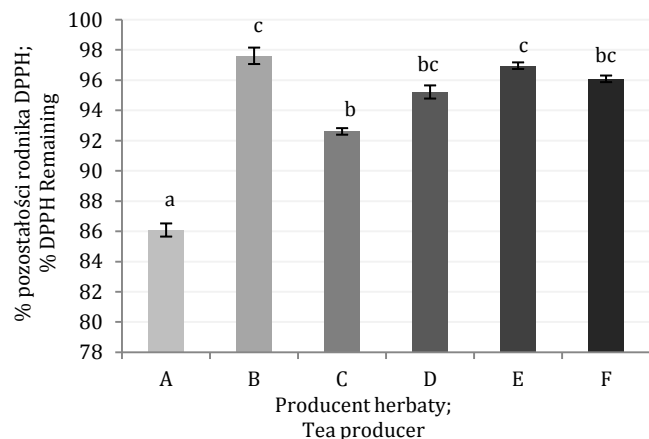
Ocena zawartości polifenoli metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteu charakteryzuje się dużą prostotą, przez co znalazła zastosowanie w standaryzacji materiałów biologicznych. Używana jest w analizie ekstraktów roślinnych, żywności oraz leków zawierających w swoim składzie związki fenolowe (Cybul i Nowak, 2008). Zawartość związków fenolowych ogółem w analizowanych naparach herbatek z owoców leśnych przedstawiono na rysunku 1. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono istotne zróżnicowanie badanej grupy herbatek. Największą całkowitą zawartość związków polifenolowych stwierdzono w herbatce C (45,83 mg/1 g herbaty) oraz D (39,21 mg/1 g herbaty). Istotnie niższą zawartość tych związków czynnych wykazano w herbatce B (27,37 mg/1 g herbaty) oraz E (27,92 mg/1 g herbaty). Badając handlowe herbatki owocowe malinowe i z dzikiej róży Szlachta i Małecka (2008) wyka-

zały zróżnicowanie zawartości polifenoli ogółem w zależności od producenta. Największa zawartość związków polifenolowych w herbatkach malinowych wyniosła 37,3 mg/100 ml naparu, zaś najmniejsza 13,9 mg/100 ml naparu. W przypadku naparów z dzikiej róży również w herbatkach tych samych producentów odnotowano najwyższe (35,5 mg/100 ml naparu) i najniższe (17,4 mg/100 ml naparu) zawartości polifenoli.



Rys. 1. Zawartość związków fenolowych w badanych naparach
Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$)

Fig. 1. Content of the phenolic compounds in analyzed infusions
Values with the same letters on the graphs aren't significantly different ($p < 0,05$) from each other



Rys. 2. Średnia aktywność przeciwutleniająca analizowanych naparów
Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$)

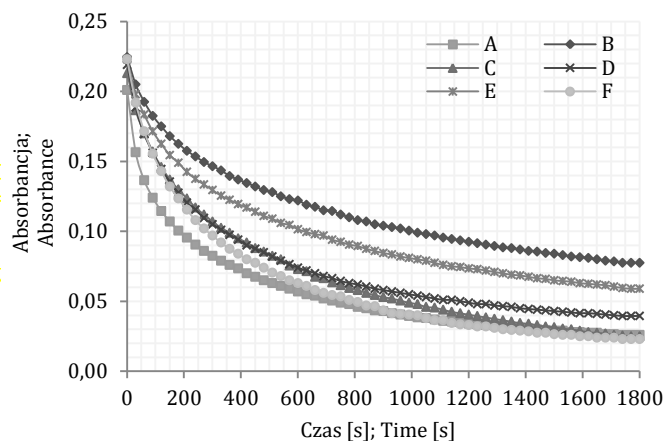
Fig. 2. Average antioxidant activity of analyzed infusions
Values with the same letters on the graphs aren't significantly different ($p < 0,05$) from each other

Metoda z użyciem roztworu DPPH znajduje wykorzystanie w analizach właściwości przeciwutleniających surowców pochodzenia naturalnego (owoców, soków, żywności). Jest szczególnie przydatna w ocenie właściwości antyoksydacyjnych związków fenolowych, jednakże nie pozwala na oznaczenie antyoksydantów o charakterze hydrofilowym (Cybul i Nowak, 2008). Analizując zdolność do neutralizacji rodnika DPPH wykazano, że napar uzyskany z herbatki A cechował się istotnie wyższą aktywnością (86,09%) od pozostałych. Najmniej rodnika zredukowały związki przeciwutleniające zawarte w naparze B (97,61%). Zbliżoną zawartość pozostałego rodnika DPPH zaobserwowano w naparach D, E i F

analogicznie (95,22%, 96,96%, 96,09%). Porównując właściwości przeciwrodnikowe owocowych naparów herbacianych Karaś i in. (2015) również wykazały różnice w zdolności do neutralizacji rodnika DPPH. Najwięcej rodnika zredukowały związki zawarte w herbacie „Saga” (67,96%), natomiast najmniej w naparze „Minutki” (30,23%). W przypadku analizy właściwości przeciwrodnikowych wobec DPPH herbatki z dzikiej róży oraz malin cechowały się mniejszą zmiennością – dla dzikiej róży różnica wyniosła zaledwie 1,3% niezredukowanego DPPH, zaś dla malin 2,9% (Szlachta i Małecka, 2008).

Na rysunku 3 przedstawiono uśrednione wyniki badań kinetyki procesu wygaszania rodnika DPPH przez przeciwutleniacze zawarte w badanych naparach. Najmniejsze zdolności do zmiatania wolnego rodnika charakteryzowały próbkę B. Ponadto herbatka B, poza najniższą efektywnością wiązania rodnika w czasie 30 min., miała najwyższy udział niezredukowanego rodnika DPPH podczas pierwszego pomiaru. W momencie rozpoczęcia analizy kinetyki reakcji absorbancja wahała się w granicach od 0,201 do 0,225. Największą zawartością najreaktywniejszych antyoksydantów charakteryzowała się próbka F, C oraz A.

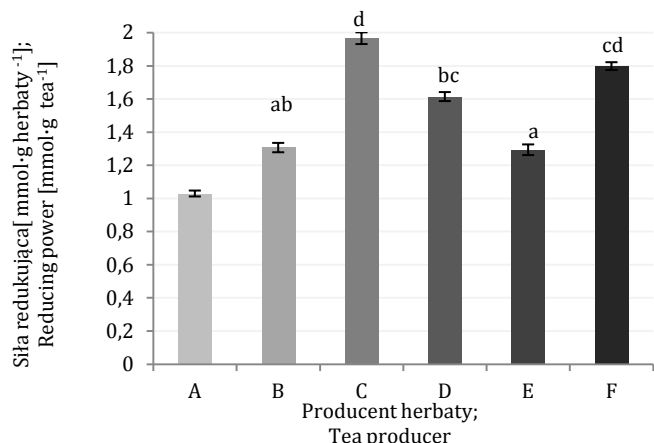
Rys. 3. Wygaszanie rodnika DPPH przez



ez przeciwutleniacze zawarte w badanych herbatkach

Fig. 3. Scavenging of the DPPH radical by antioxidants contained in the tested tea

Metoda oznaczania zdolności redukowania jonów żelaza (FRAP) umożliwia określenie redukujących zdolności czystego związku, mieszaniny substancji lub próbki materiału biologicznego. Opiera się na pomiarze redukcji związku TPTZ pod wpływem antyoksydantu (Cybul i Nowak, 2008). Uzyskane wartości FRAP mieściły się w granicach 1,97 – 1,03 mmol/g herbaty. Znacznie wyższą siłą redukującą odznaczały się herbatki C oraz F, natomiast najniższą A, B i E (Rys. 4). Sielicka i in. (2010) badając właściwości przeciwutleniające herbatek ziołowych i owocowo-ziołowych w oparciu o metodę FRAP uzyskali dane świadczące o większym zróżnicowaniu badanych naparów. Najwyższą wykazaną przez nich wartością było 414,0 mg Troloksu/100 ml naparu, zaś najniższą 198,8 mg Troloksu/100 ml naparu. Niższą zdolność do redukcji jonów żelaza wykazały herbaty ziołowe z zadeklarowaną zawartością witaminy C. W tym przypadku wartości FRAP wahały się od 6,6 do 7,2 $\mu\text{mol}/100\text{ g s. m.}$ (Mazurek i in., 2016).



Rys. 4. Siła redukująca badanych naparów

Wartości oznaczone na wykresach tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($p < 0,05$)

Fig. 4. Reducing power of analyzed infusions

Values with the same letters on the graphs aren't significantly different ($p < 0.05$) from each other

Przeprowadzone analizy wykazały najniższą zawartość związków o charakterze antyoksydacyjnym w najtańszych herbatkach (cena 2,49zł producent B oraz 3,19 producent E). Najlepsze właściwości antyoksydacyjne cechowały herbatkę producenta C (w cenie 4,16zł). Spośród badanych produktów najwięcej najreaktywniejszych związków zawierała najdroższa z herbat, co znalazło potwierdzenie w analizie z rodnikiem DPPH. Jednocześnie herbatka ta charakteryzowała się najmniejszą zawartością związków przeciwutleniających, którą wykazano w teście FRAP. Niska siła redukująca najdroższego produktu w porównaniu do pozostałych mogła wynikać z różnic w składzie. Herbatka jako jedyna nie zawiera kwiatu hibiskusa i owoców aronii.

Podsumowanie i wnioski

Zastosowanie różnych metod analizy pozwoliło na potwierdzenie różnic właściwości antyoksydacyjnych badanych herbat z owoców leśnych. Zastosowane testy nie są tożsame, lecz wzajemnie się dopełniają – metodą FRAP obejmuje największą liczbę antyoksydantów w próbce, natomiast DPPH tylko część najbardziej reaktywnych (Wilczyńska, 2009).

Na podstawie przeprowadzonych badań dokonano oceny jakości naparów z kilku herbat z owoców leśnych oraz sformułowano następujące wnioski:

1. Najwyższą zawartość związków fenolowych stwierdzono w leśnej herbatce owocowej aromatyzowanej producenta C i producenta D, zaś najniższą dla herbatki producenta B oraz E.
2. W przypadku określenia zdolności antyoksydacyjnych redukcji wolnego rodnika metodą DPPH najwyższą średnią aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowała się herbata producenta A, zaś najniższą producenta B.
3. W przypadku określenia zdolności antyoksydacyjnych metodą FRAP najwyższą siłą redukującą odznaczała się herbata producenta C i F, natomiast najniższą A, B i E.

4. Herbata B charakteryzująca się najniższą ogólną zawartością polifenoli i wykazywała najsłabsze właściwości przeciwutleniające wg metody DPPH i FRAP.

5. Herbata producenta C charakteryzowała się najwyższą ogólną zawartością polifenoli oraz wykazywała się najwyższą zdolnością zmiatania wolnych rodników wg metody FRAP.

Bibliografia

- Adamczak, A., Forycka, A., Buchwald, W. (2015). Skład herbat owocowych dostępnych na polskim rynku artykułów spożywczych. *Postępy Fitoterapii*, (16)4, 216–222.
- Benzie, I.F.F., Strain, I.J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Biuro Komunikacji Społecznej, *Obraz polskiego rynku herbaty*, <https://www.msp.gov.pl/pl/przekształcenia/serwis-gospodarczy/wiadomosci-gospodarcze/28509.Obraz-polskiego-ryнку-herbaty.html>, dostęp: 20.06.2017.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT*, 1(28), 25–30, ISSN 0023–6438.
- Brzezicha-Cirocka, J., Grembecka, M., Jezusek, M., Szefer, P. (2015). Ocena zawartości wybranych mikroelementów w herbatkach owocowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLVIII, 3, 274–277.
- Cendrowski, A., Kalisz, S., Mitek, M. (2012). Właściwości i zastosowanie owoców róży w przetwórstwie spożywczym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4 (83), 24–31.
- Cybul, M., Nowak, R. (2008). Przegląd metod stosowanych w analizie właściwości antyoksydacyjnych wyciągów roślinnych. *Herba Polonica*, 54(1), 68–78.
- Dykiel, M., Pisarek, M., Krochmal-Marczak B., Gargała M. (2015). *Preferencje konsumentów dotyczące spożycia herbaty wśród respondentów zamieszkałych w Krośnie i okolicy*, Trendy w żywieniu człowieka, 47–59, Polskie Towarzystwo Technologów żywności, Kraków, ISBN 978-83-935421-8-5.
- Górecka, D., Szczepaniak, B., Szymandera-Buszk, K., Flarczyk, E. (2007). Popularity of processed foodstuffs for infants and small children among parents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(4), 123–133, ISSN 1898–9594.
- Grajek, W. (pod red.) (2007). *Przeciwutleniacze w żywności*, WNT, Warszawa, ISBN 978–83–204–3277–0.
- Jabłońska-Ryś, E., Zalewska-Korona, M., Kalbarczyk, J. (2009). Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(2), 115–120, ISSN 1231–0948.
- Karaś, M., Kowalczyk, D., Jakubczyk, A., Zielińska, E. (2015). *Porównanie właściwości przeciwrodnikowych wybranych herbat owocowych*. Trendy w żywieniu człowieka, Polskie Towarzystwo Technologów żywności, Kraków, ISBN 978-83-935421-8-5.
- Karwowska, K., Przybył, J. (2005). *Suszarnictwo i przetwórstwo ziół*, SGGW, ISBN 83-7244-621-0.
- Kołodziej, B., Drożdżal, K. (2011). Właściwości przeciwutleniające kwiatów i owoców czarnego bzu pozyskiwanego ze stanu naturalnego, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(77), 36–44.

- Kozirok, W., Sitkiewicz, M. (2015). Postawy i zachowania konsumentów wobec herbat i herbatek. *Handel wewnętrzny*, 61, 2(355), 222–233.
- Leja, M., Marczek, A., Nanaszko, B. (2007). Antyoksydacyjne właściwości owoców wybranych gatunków dzikorosnących drzew i krzewów. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCLXXXIII, Ogrodn.* 41, 327–331.
- Mazurek, D., Wyka, J., Kolniak–Ostek, J., Bułynko, J., Haligowska, N. (2016). Aktywność przeciwutleniająca wybranych herbat z deklarowaną zawartością witaminy C. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIX, 2, 179–182.
- Newerli-Guz, J., Śmiechowska, M., Piotrkowska, J. (2009). Substancje aromatyzujące jako składniki herbatek ziołowo-owocowych. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, 61, 19–32.
- Podsędek, A., Anders, B. (2004). Aktywność antyoksydacyjna naparów herbatek owocowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 3, 283–289.
- Rusinek–Prystupa, E., Samolińska, W. (2013). Preferencje konsumenckie dotyczące spożycia herbaty i kawy wśród respondentów zamieszkałych w Lublinie i okolicach – doniesienia wstępne. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 94(3) 653–657.
- Sielicka, M., Pacholek, M., Zagórska, M. (2010). Właściwości przeciwutleniające wybranych herbatek będących suplementami diety. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(72), 112–122.
- Singelton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1(16), 44–58.
- Szajdek, A., Borowska, J. (2004). Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(41)S, 5–28.
- Szlachta, M., Małecka, M. (2008). Właściwości przeciwutleniające herbatek owocowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(56), 92–102.
- Wilczyńska, A. (2009). Metody oznaczania aktywności antyoksydacyjnej miodów pszczelich. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLII, 3, 870–874.
- Witkowska, A., Zujko, M.E. (2009). Aktywność antyoksydacyjna owoców leśnych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLII, 3, 900–903.
- Znajdek–Awizeń, P., Matławska, I. (2011). Właściwości lecznicze ketmii szczawiowej – *Hibiscus sabdariffa* L. *Postępy Fitoterapii*, 3, 197–201.
- Zujko, M.E., Witkowska, A., Mirończuk-Chodakowska, I. (2011). Potencjał antyoksydacyjny herbatek owocowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIV, 3, 615–619.

Kamil Wilczyński

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: kamilwilczynski100@wp.pl