

Ocena zawartości związków biologicznie aktywnych oraz ołowiu w naparach z korzeni wybranych roślin leczniczych

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono badania porównujące właściwości antyoksydacyjne oraz zawartość ołowiu w naparach wykonanych z wybranych korzeni roślin leczniczych tj. korzeń arcydzięgla lekarskiego (*Archangelica officinalis*), mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), żeń-szenia właściwego (*Panax ginseng*) oraz prawoślazu lekarskiego (*Althaea officinalis* L.). Oznaczono zawartość związków polifenolowych ogółem, w tym flawonoidów oraz wyznaczono aktywność antyoksydacyjną metodą redukcji rodnika DPPH. Ponadto metodą kolorymetryczną sprawdzono poziom ołowiu w naparach wykonanych klasyczną ekstrakcją odpowiadającą procesowi parzenia herbat, według PN-ISO 3103. Wykazano, że najwyższą zawartością związków polifenolowych oraz flawonoidów charakteryzował się napar wykonany z korzenia arcydzięgla odpowiednio 61,52 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 57,43 mg/100ml flawonoidów. Najniższe wartości odnotowano dla naparu przygotowanego z żeń-szenia tj. 7,49 mg GAE/100ml polifenoli oraz 4,08 mg/100ml flawonoidów. W pozostałych naparach wyznaczono dla korzenia mniszka 21,12 mg GAE/100ml w tym 15,66 mg/100ml flawonoidów oraz 19,42 mg GAE/100 ml polifenoli i 17,16 mg/100ml flawonoidów dla korzenia prawoślazu. Badania dowiodły, że aktywność przeciwutleniająca wyrażona, jako % inhibicji dla wybranych korzeni przedstawia się następująco: arcydzięgiel 58,9% > mniszek 29,71% > prawoślaz 23,15% > żeń-szeń 15,82%. Z kolei, dla zawartości ołowiu w badanych naparach wykazano, że najwyższą zawartością tego pierwiastka charakteryzował się napar sporządzony z korzeni mniszka 0,33 µg/100 ml, następnie arcydzięgla 0,24 µg/100 ml, prawoślazu 0,13 µg/100 ml, oraz żeń-szenia 0,11 µg/100 ml.

Słowa kluczowe: właściwości antyoksydacyjne, zioła lecznicze, korzeń, związki biologicznie czynne, napar, ołów

Evaluation of the content of biologically active compounds and lead in infusions from selected roots of medicinal plants

Summary

In this work, studies comparing antioxidant properties and lead content in infusions made from selected roots of medicinal plants, i.e. root angelica (*Archangelica officinalis*), dandelion (*Taraxacum officinale*), ginseng (*Panax ginseng*) and marshmallow (*Althaea officinalis* L.), were performed. To this end, the total polyphenol compounds, including flavonoids, were determined and the antioxidant activity was determined by the DPPH radical reduction method, and the colorimetry level was checked using the classical extraction method corresponding to the tea infusion process according to ISO 3103. The highest content of polyphenol compounds in the flavonoids was characterized by an angelica root infusion of 61.52 mg GAE/100 ml polyphenols, including 57.43 mg/100 ml of flavonoids. The lowest values were recorded for a brew prepared from ginseng, i.e. 7.49 mg GAE /100 ml polyphenols and 4.08 mg/100 ml flavonoids. In the other infusions, 21.22 mg GAE/100 ml, including 15.66 mg/ 100 ml flavonoids and 19.42 mg GAE/100 ml polyphenols, including 17.16 mg/100ml flavonoids for the marshmallow root, were determined for the root of the nuns. Studies have shown that the antioxidant activity expressed as% inhibition for selected roots is as follows: angelica 58.9% > nun 29.71% > marshmallow 23.15% > ginseng 15.82%. In turn, for the content of lead in the infusions tested, it was shown that the highest content of this element was characterized by a brew made of dandelion root 0.33 µg/100 ml, then angelica 0.24 µg/100 ml, marshmallow 0.13 µg /100 ml, and ginseng 0.11 µg/100 ml.

Key words: antioxidant activity, medicinal herbs, root, biologically active compounds, infusion, lead

Wykaz oznaczeń

| | |
|---|--|
| A_0 -absorbancja roztworu rodnika DPPH [-] | As - wartość absorbancji badanej próby |
| A_{sr} -średnia wartość absorbancji badanego roztworu zawierającego antyoksydant [-] | A01 - wartość absorbancji ślepej próby odczynnikowej |
| A-wyliczona absorbancja [-] | A02 - wartość absorbancji ślepej próby z naparu |

Wprowadzenie

Źródłem surowców zielarskich i otrzymywanych z nich preparatów są rośliny lecznicze. Preparaty lecznicze na bazie roślin są jednym z najlepiej rozwijających się kierunków rozwoju lecznictwa, gdyż zabezpieczają naturalne środowisko człowieka przed nadmiarem substancji chemicznych. Zioła i rośliny zielarskie to najczęściej jednoroczne i dwuroczne rośliny zielne, a także drzewa, krzewy, warzywa czy byliny. Rośliny zielarskie, ze względu na sposób użytkowania, zostały podzielone na rośliny: lecznicze, przyprawowe i olejkodajne. Zioła zbiera się w różnych porach roku. Są one suszone w specjalnych suszarniach i przechowywane w dostosowanych do tego przechowalniach. Najprostszym tradycyjnym przykładem pozyskiwania roślin leczniczych jest zbiór ze stanowisk naturalnych, np.: bez czarna, borówka czernica, liście brzozy i sok z brzozy, głóg jedno – i dwuszyjkowy, jałowiec pospolity, kasztanowiec zwyczajny, krwawnik pospolity, kwiatostan lipy, mniszek lekarski, podbiał pospolity, pokrzywa zwyczajna czy róża dzika. Około 16 - 20% rocznej światowej produkcji ziół pochodzi z Polski np.: bazylija pospolita, kminek zwyczajny, kozłek lekarski, mięta pieprzowa, majeranek ogrodowy, prawoślaz lekarski, rumianek pospolity, szaflwia lekarska i tymianek właściwy (Klećkowska-Nawrot i in., 2013). Zioła zawierają naturalne substancje biologicznie czynne, dzięki czemu mogą być stosowane w leczeniu i profilaktyce wielu chorób. Ogólnie dzieli się je na dwie grupy, tzw. substancje podstawowe i wtórne. Związki aktywne podstawowe występują we wszystkich roślinach i spełniają zasadnicze funkcje fizjologiczne, tj. energetyczne, zapasowe i budulcowe. Do substancji tych należą przede wszystkim węglowodany, białka i tłuszcze. Natomiast substancje wtórne są najczęściej końcowymi produktami przemiany materii i zwykle nie spełniają podstawowych funkcji, a ich rola w organizmie roślinnym nie jest jeszcze dostatecznie poznana. Nie biorą bezpośredniego udziału w podstawowych procesach przemiany materii i są izolowane w wakuolach, ścianach komórkowych lub specjalnych zbiornikach (gruczołkach i przewodach olejkowych, rurek mlecznych, itp.). Są one bardziej zróżnicowane pod względem budowy i składu chemicznego, a wiele z nich ma duże znaczenie gospodarcze (np. jako leki, witaminy, substancje aromatyczne, garbniki, żywice). Mogą występować pojedynczo lub w połączeniach z innymi związkami (także aktywnymi). Często też obserwuje się zjawisko synergizmu (Kołodziej, 2010). Wśród związków biologicznie czynnych ważnym składnikiem surowca są związki flawonoidowe, których zawartość w surowcu przekracza 1%. Są to formy glikozydowe pochodne kwercetyny, kemferolu i akacenty. Zidentyfikowano w surowcu rutynę, hiperozyd, kwercytrynę, izokwercytrynę, astragalinę (Kozłowski, 2002).

Flawonoidy to jedna z największych i najbardziej znanych grup polifenoli. Są to związki niskocząsteczkowe o szkieletie zawierającym 15 atomów węgla i wielu różnych podstawników. Ze względu na budowę struktury flawonoidów można je podzielić na:

- antocyjany – np. cyjanidyna, pelargonidyna, delfinidyna, peonidyna i malwidyna; związki te są obecne w ja-

godach, śliwkach, truskawkach, winogronach, czerwonej kapuście;

- flawanony – np. naryngenina, hespertyna; występują one w cytrynach, grejpfrutach oraz pomarańczach;
- flawanole – np. epikatechina; składnik ten zawiera czekolada;
- flawony – np. luteolina, apigenina; związki te występują w jabłkach, wiśniach, selerze, natce pietruszki;
- flawonole – np. kwercetyna, kemferol, mirecytyna; obecne są one w jabłkach i cebuli;
- izoflawony – np. genisteina, występująca w soi (Majewska i Rubinowska, 2012).

Są to związki o szerokim działaniu biologicznym na organizm człowieka. Wykorzystywane są w leczeniu chorób serca, w łagodzeniu objawów menopauzy oraz w przypadku nieprawidłowego funkcjonowania wątroby i leczeniu chorób naczyń krwionośnych. W tym ostatnim przypadku zwiększają elastyczność żył, chroniąc przed zylakami, krwawieniami i wybroczynami. Ponadto wykazują działanie przeciwmiażdżycowe i antynowotworowe. Wpływają na organizm przeciwbólowo, przeciwarytmicznie, moczopędnie oraz rozkurczowo, przeciwbakteryjnie, przeciwwirusowo, przeciwgrzybiczo i odtruwająco. Jednak najbardziej pożądaną zaletą tych związków są ich właściwości przeciwutleniające. Siła tego działania jest proporcjonalna do ilości grup hydroksylowych w ich cząsteczce. Chronią one przed utlenieniem lipoprotein o małej gęstości (LDL). Niektóre z nich, na przykład kwercetyna, naryngenina czy apigenina w wyniku hamowania aktywności 5-lipoksygenazy i cyklooksygenazy działają przeciwzapalnie. Oprócz pozytywnych właściwości flawonoidów istnieją też te mniej pożądane. Zalicza się do nich gorzki smak i nieprzyjemny zapach. Dodatkowo wysokie dawki w przypadku niektórych flawonoidów mogą być toksyczne dla organizmu (Majewska i Rubinowska, 2012; Wójcicka, 2015). Ważną grupą związków wchodzącą w skład roślin zielarskich są polifenole. Polifenole należą do grupy związków organicznych, szeroko występujących w środowisku roślinnym. Znajdują się w postaci naturalnej w owocach i warzywach. Są to wtórne metabolity roślinne. Wykazują wiele istotnych właściwości pozytywnie oddziaływujących na organizm człowieka. Charakteryzują się działaniem przeciwutleniającym, przeciwdrobnoustrojowym, immunomodulacyjnym, przeciwobrzękowym oraz przeciwzapalnym, antymutagennym i przeciwmiażdżycowym. Ponadto wykazują korzystny wpływ na cechy sensoryczne produktów spożywczych. Świadczy o tym zależność pomiędzy ilością związków polifenolowych, a barwą, wyglądem zewnętrznym, konsystencją oraz smakiem żywności. Cierpki posmak wyczuwalny w jabłkach i herbacie jest wynikiem obecności w nich katechin i procyanidyn. Gorzki smak grejpfrutom lub pomarańczom nadaje florydzyina i naryngenina (Sadowska i in., 2011; Paszkiewicz i in., 2012).

Ołów jest jednym z szeroko rozpowszechnionych w przyrodzie metali ciężkich. Jego obecność w produktach pochodzenia roślinnego w dużej mierze związana jest ze

stopniem zanieczyszczenia gleby, jak również rodzaju uprawy. Jak podaje literatura największe stężenie tego pierwiastka w roślinach jadalnych tj. ziemniaki, zboże, owoce występuje na obszarach uprzemysłowionych. Jego zawartość w dużej mierze związana jest z odległością danego pola uprawnego od dróg o dużym natężeniu ruchu (Krzywy i in., 2010). Żywność zanieczyszczona ołowiem stanowi bardzo poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Związane jest to z jego wysokim współczynnikiem kumulacji w organizmie. Pierwiastek ten ulega szybkiej absorpcji z przewodu pokarmowego i przenika do innych tkanek. Objawy pobierania ołowiu w bardzo małych ilościach z żywności mogą wystąpić po wielu latach (Orzeł i in., 2010)

Cel badań

Celem pracy była ocena zawartości związków biologicznie aktywnych oraz ołowiu obecnych w naparach wykonanych z badanych korzeni tj. arcydzięgiel lekarski (*Archangelica officinalis*), mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*), żeń-szeń właściwy (*Panax ginseng*) oraz prawoślaz lekarski (*Althaea officinalis* L.), poprzez wyznaczenie ogólnej zawartości polifenoli w tym także flawonoidów, pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej metodą redukcji rodnika DPPH oraz ocena zawartości ołowiu. Wybór surowców zielarskich spowodowany był wykorzystaniem wyżej wymienionych korzeni w przemyśle farmaceutycznym. Wszystkie badania zostały wykonane w trzech powtórzeniach.

Materiał i metoda

Materiał do badań stanowiły 4 wybrane korzenie ziół (tj. arcydzięgiel, mniszek, żeń-szeń oraz prawoślaz) zakupione na rynku lubelskim. Badania wykonano na naparach wykonanych klasyczną ekstrakcją odpowiadającą procesowi przygotowania naparów herbacianych zgodnie z normą PN-ISO 3103. W tym celu do zlewki odważano 2 g surowca, następnie zalewano 100 ml wrzącej wody destylowanej i przykryto szalką Petriego w celu dokonania ekstrakcji w czasie 15 minut.

Oznaczenie zawartości 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. Pomiary wykonano w trzech powtórzeniach. Do kolby miarowej o pojemności 25 ml pobierano 0,05 ml naparów, dodawano kolejno 2 ml metanolu (cz.d.a., 99,8%), 10 ml wody destylowanej oraz 2 ml odczynnika Folina - Ciocalteu'a (stosunek 1:5). Próbkę odstawiono na 3 minuty. Po tym czasie dodano 1 ml 10% roztworu węglanu sodu Na_2CO_3 , dokładnie mieszano i pozostawiono na kolejnych 30 minut. Po upływie tego czasu kolby z próbkami uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Absorbancję mierzono przy długości fali $\lambda = 750$ nm, wobec próby zerowej.

Oznaczenie zawartości flawonoidów

Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechine oznaczano spektrofotometrycznie według procedury opisa-

nej przez Karadeniza i in. (2005). Do próbek pobrano po 0,5 cm^3 naparów, dodano 2,5 cm^3 wody destylowanej, 0,15 cm^3 5% (w/w) wodnego roztworu azotanu (III) sodu NaNO_2 i mieszano. Po upływie 5 minut wprowadzono również 0,3 cm^3 10% (w/w) wodnego roztworu sześciowodnego chorku glinu $\text{AlCl}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_6$, po raz kolejny mieszano i pozostawiono na 5 minut. Następnie dodawano 2 cm^3 1 M wodnego roztworu NaOH i 0,55 cm^3 wody destylowanej. Pomiar absorbancji wykonano przy długości fali $\lambda = 510$ nm.

Oznaczenie aktywności antyoksydacyjnej DPPH

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano według zmodyfikowanej metody Branda-Williamsa i in. (1995) (Zych i Krzepińko, 2010) z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl, Sigma Aldrich). Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali $\lambda = 517$ nm. 0,5 mM alkoholowy roztwór DPPH przygotowano, rozpuszczając 19,71 mg DPPH ($M = 394,32$ g/mol) w 100 cm^3 metanolu (cz.d.a. 99,8%). Otrzymany roztwór rozcieńczano tak, aby jego absorbancja przy długości fali $\lambda = 517$ nm wynosiła ok. 0,9. Roztwór przechowywano w ciemności. W pierwszym etapie doświadczenia zmierzono absorbancję roztworu rodnika DPPH (A_0). Następnie zdolność badanego antyoksydantu do przeciwdziałania reakcji utleniania obliczano ze wzoru (1):

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

Kolorymetryczne oznaczanie zawartości ołowiu

Z jednorodnej próbki laboratoryjnej naparu pobierano 10 ml do kolbki stożkowej, następnie dodawano 0,5 ml stężonego kwasu solnego (HCl). Próbkę ogrzewano do momentu zagotowania, następnie chłodzono i przenoszono ilościowo przy użyciu wody redestylowanej do cylindra szklanego (z doszlifowanym korkiem). Do próbki dodawano 10 ml roztworu cytrynianu amonu, a następnie alkalizowano przez dodanie kilku kropli stężonego roztworu amoniaku do pH=9 (przy kontroli pHmetrem). W kolejnym etapie, do próbki dodawano 1 ml chlorowodoru hydroksyloaminy, 5 ml cyjanku potasu oraz 10 ml chloroformowego roztworu ditizonu. Zawartość cylindra dokładnie mieszano przez ok. 1,5 minuty. Po rozdzieleniu się faz dolną warstwę pobierano, po czym zmierzono jej absorbancję przy długości fali równej $\lambda = 510$ nm (wobec chloroformu). Jednocześnie przygotowano ślepą próbę odczynnikową, gdzie zamiast 10 ml próbki naparu pobierano identyczną objętość wody redestylowanej oraz ślepą próbę naparu, używając do ekstrakcji czystego chloroformu zamiast ditizonu. Następnie zawartość ołowiu w badanych naparach obliczono według wzoru (2):

$$A_x = A_s - (A_{O1} + A_{O2}) \quad (2)$$

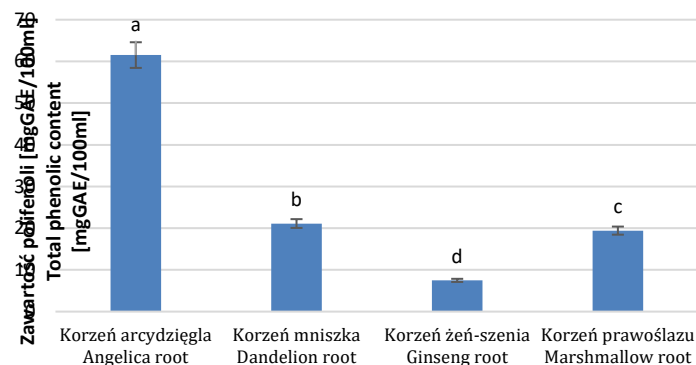
Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki 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 $\alpha = 0,05$. Wartości oznaczone na wykresach tymi

samymi literami oznaczono jednorodne grupy wyników w ramach danego parametru.

Wyniki badań i ich omówienie

Na wykresie 1-2 przedstawiono zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy oraz flawonoidów w przeliczeniu na epikatechine [mg/100ml]. Zawartość związków polifenolowych w roślinach uzależniona jest od wielu czynników. W dużej mierze na ich ilość wpływają nie tylko takie czynniki jak warunki klimatyczne, sposób uprawy, ale także zastosowana metoda oznaczeń czy też forma w jakiej próbki zostały przebadane (Wong i in., 2006).

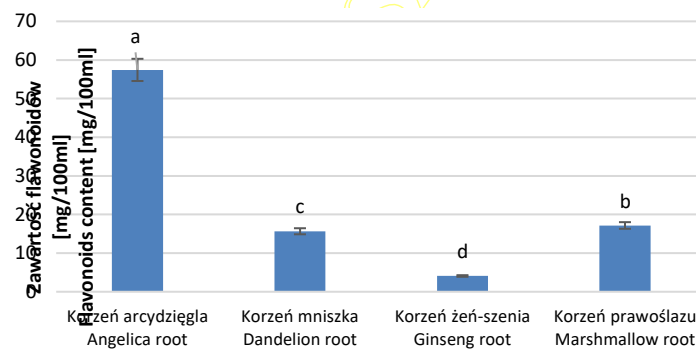


Rys. 1. Zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy [mg/100ml]

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

Jak wykazały badania dużo wyższą zawartością tych związków, w porównaniu do pozostałych, charakteryzował się napar sporządzony z korzenia arcydzięgla tj. 61,52 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 57,43 mg/100ml flawonoidów. Najniższe wartości odnotowano dla naparu wykonanego z korzenia żeń-szenia tj. 7,49 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 4,08 mg/100ml flawonoidów. Pozostałe napary wykazywały przybliżone wartości związków polifenolowych, a mianowicie dla naparu z korzenia mniszka lekarskiego wykazano 21,12 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 15,66 mg/100ml flawonoidów natomiast dla korzenia prawoślazu 19,42 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 17,16 mg/100ml flawonoidów. Dla porównania w badaniach Kratchanova i in. (2010) wykazano, że zawartość związków polifenolowych w ekstrakcie wodnym z liści mniszka lekarskiego kształtuje się na poziomie 31,54 mg/100 ml naparu. Zbliżoną zawartość (33,9 mg/100 ml naparu) wykazał Ivanov (2014), który również badał ekstrakt wodny sporządzony z liści mniszka lekarskiego. W niniejszej pracy odnotowano niższą zawartość związków polifenolowych, co może wynikać z części badanej rośliny. W korzeniach roślin jest znacznie mniej związków biologicznie czynnych w porównaniu do liści (Chung i in., 2016). Z kolei, w badaniach Harmanescu i in. (2008) autorzy wykazali, że zawartość związków polifenolowych w wybranych naparach ziołowych, wynosi 52,2 mM/g polifenoli natomiast dla mniszka 124,4 mM/g. Li i in. (2013) badali właściwości antyoksydacyjne oraz całkowitą zawartość polifenoli w naparach z 223 roślin leczniczych, wśród których znajdował się napar z prawoślazu. W badanym ekstrakcie z tego zioła wykazano nieco wyższą zawartość polifenoli tj. 26,73 mg

GAE/g. W pracy Wojdyło i in. (2007) określono zawartość związków polifenolowych w 32 wybranych ziołach. Wykazano, że w arcydzięgielu lekarskim występuje 0,29 mg GAE/100 g s.m. Z kolei Chung i in. (2016) badali profil związków polifenolowych oraz właściwości antyoksydacyjne liści, owoców i korzeni żeń-szenia w zależności od wieku uprawy. Autorzy wykazali zawartość związków polifenolowych w korzeniach w zakresie od 248,47 μ g/g s.m (uprawa 5-letnia) do 334,58 μ g/g s.m (uprawa 6-letnia). W pracy tej również warto zwrócić uwagę, na wyniki z pozostałych części roślin, które potwierdzają, że w przypadku żeń-szenia najwyższe wartości związków polifenolowych wykazuje korzeń tej rośliny.

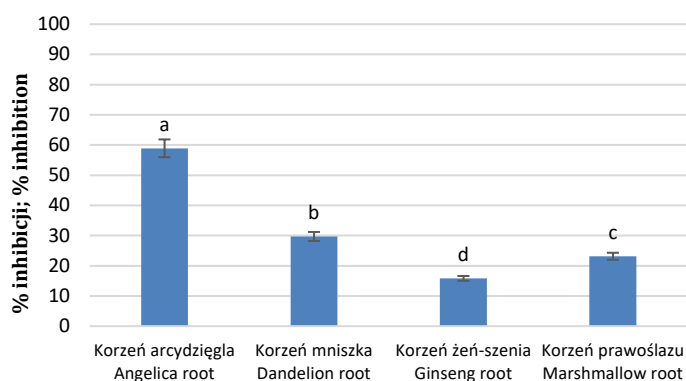


Rys. 2 Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na epikatechine [mg/100ml]

Fig. 2 Content of flavonoids based on epicatechin [mg/100ml]

Na rysunku 3 przedstawiono aktywność przeciwutleniającą wyrażoną jako % inhibicji. Badane napary można uszeregować z uwagi na właściwości przeciwutleniające następująco: korzeń arcydzięgla (58,9%), korzeń mniszka (29,71%), korzeń prawoślazu (23,15%), korzeń żeń-szenia (15,82%). Wyniki te są ściśle powiązane z zawartością związków polifenolowych w badanych naparach roślinnych. Im wyższa zawartość tych związków w danej próbce tym wyższe właściwości antyoksydacyjne. Niektórzy autorzy wykazali dobrą korelację liniową między tymi dwoma parametrami (Zheng i Wang, 2001; Shan i in., 2005). Otrzymane wyniki wykazały, że najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi wobec DPPH charakteryzował się napar z korzenia arcydzięgla, który neutralizował 58,9% rodników, a najslabszymi napar z żeń-szenia, który redukował 15,82% wolnych rodników. Jak podaje literatura zioła lecznicze niekiedy wykazują znacznie silniejszą aktywność przeciwutleniającą niż warzywa i owoce, które uważane są za naturalne źródło przeciwutleniaczy w diecie. Tradycyjne rośliny lecznicze wykorzystywane na szeroką skalę w przemyśle farmaceutycznym mogą być potencjalnym źródłem, potężnych, naturalnych antyoksydantów oraz zalecanych środków leczniczych (Cai i in., 2004). Jak podaje literatura lecznicze oddziaływanie żeń-szenia ma duży związek z właściwościami antyoksydacyjnymi. Obok ginsenozydów dużą rolę w zmiataniu wolnych rodników wykazują także kwasy fenolowe. Badania przeprowadzone na ekstraktach z żeń-szenia wykazały zdolność do zmiatania wolnych rodników, wiązania pierwiastków czy także hamowania peroksydacji kwasu linolowego w dużej

mierze ma to związek właśnie przez ginsenozydy (Kim i in., 2002). Z kolei, inne badania wykazują, że pomimo wyższej zawartości tych związków w liściach żeń-szenia silniejsze właściwości antyoksydacyjne oraz adaptogenne wykazują właśnie korzenie (Wolski i in., 2008). Natomiast w pracy Chung i in. (2016), autorzy wykazali, że aktywność DPPH była 3-5-krotnie wyższa w owocach niż w korzeniach żeń-szenia, aktywność ta była również nieco wyższa w owocach niż w liściach. Ponadto, autorzy zaobserwowali, że właściwości antyoksydacyjne korzeni żeń-szenia wzrastały wraz z latami uprawy, podczas gdy dla liści odnotowano odwrotną zależność. W badaniach Li i in. (2003) dla naparu sporządzonego z prawoślazu autorzy uzyskali wartość 124 μmol Troloxu/g. Z kolei, Wojdyło i in. (2007) dla naparu z arcydzięgla lekarskiego odnotowali 7,34 μmol Troloxu/g. Natomiast w pracy Kratchanova i in. (2010) wykazano zdolności antyoksydacyjne wodnych naparów z liści mniszka lekarskiego w wysokości 381 μmol Troloxu/g.



Rys. 3. Całkowita zdolność antyoksydacyjna wyznaczona metodą redukcji rodnika DPPH w badanych naparach

Fig. 3. Total antioxidant capacity determined by the DPPH radical reduction method in the infusions tested

W tabeli 1 przedstawiono zawartość ołowiu w badanych naparach w $\mu\text{g}/100\text{ml}$. Wykazano, że najwyższe stężenie tego pierwiastka było obecne w naparze z korzenia mniszka lekarskiego (0,33 $\mu\text{g}/100\text{ml}$) natomiast najniższe w naparze z korzenia prawoślazu lekarskiego (0,11 $\mu\text{g}/100\text{ml}$). W pozostałych odnotowano odpowiednio dla arcydzięgla (0,24 $\mu\text{g}/100\text{ml}$) oraz (0,13 $\mu\text{g}/100\text{ml}$) dla korzenia żeń-szenia. Do oceny bezpieczeństwa związanego ze spożyciem ołowiu wykorzystuje się obecnie dwa wskaźniki, które stanowią kontrolę zawartości w organizmie człowieka. Pierwszy z nich jest to wskaźnik ADI (acceptable daily intake - dopuszczalne dzienne pobranie), drugi natomiast to wskaźnik PTWI (provisional tolerable weekly intake - dopuszczalne tygodniowe pobranie). Wartości tych parametrów określają ilości substancji wprowadzonych do organizmu bez szkody dla zdrowia (Staniak, 2014). Początkowo wskaźnik PTWI dla ołowiu przyjęty był na poziomie 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała dla osoby dorosłej następnie został on obniżony do 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała zarówno dla osób dorosłych jak i dzieci (WHO, 2010). W pracy Długaszek i Kwapis (2005) badano obecność różnych metali ciężkich w naparach sporządzonych w herbatach czarnych, zielonych, owocowych oraz ziołowych. Wykazano, że wartości zawartości ołowiu w badanych próbkach mieściły się w granicach 0,05-0,33 $\mu\text{g}/\text{g}$.

Najwyższą zawartość tego pierwiastka spośród wszystkich badanych naparów charakteryzował się napar ze skrzypu. W badaniach Zaręba i in. (2006) autorzy również oznaczali zawartość metali ciężkich tj. ołów i kadm w naparach ziołowych. W pracy tej wykazano, że zawartość ołowiu w naparach wahała się od 0,097 $\mu\text{g}/\text{g}$ do 0,298 $\mu\text{g}/\text{g}$. Zgodnie z danymi umieszczonymi na opakowaniu badanych surowców zielarskich zalecane jest picie 3 naparów dziennie, co zgodnie z podaną wyżej normą wskazują, że przedstawiona w badanych ziołach ilość ołowiu nie powinna negatywnie wpływać na zdrowie konsumenta.

Tab. 1. Zawartość ołowiu w badanych naporach [Pb $\mu\text{g}/100\text{ml}$]

Tab. 1. Lead content in tested infusions [Pb $\mu\text{g} / 100\text{ml}$]

| Zawartość ołowiu w badanych naporach [Pb $\mu\text{g}/100\text{ml}$] Lead content in tested infusions [Pb $\mu\text{g} / 100\text{ml}$] | |
|--|------------|
| Korzeń mniszka lekarskiego Dandelion root | 0,33±0,005 |
| Korzeń arcydzięgla lekarskiego Angelica root | 0,24±0,005 |
| Korzeń żeń-szenia właściwego Ginseng root | 0,13±0,01 |
| Korzeń prawoślazu lekarskiego Marshmallow root | 0,11±0,01 |

Wnioski

W pracy wykazano, że najwyższą zawartością związków polifenolowych, w tym flawonoidów charakteryzował się napar sporządzony z korzenia arcydzięgla lekarskiego, odpowiednio 61,52 mg GAE/100ml w tym 57,43 mg/100ml flawonoidów, zaś najniższą odnotowano dla naparu wykonanego z korzenia żeń-szenia tj. 7,49 mg GAE/100ml polifenoli, w tym 4,08 mg/100ml flawonoidów.

Zaobserwowano związek pomiędzy zawartością związków polifenolowych a aktywnością przeciwutleniającą badanych naparów. Im wyższa zawartość polifenoli tym wyższa aktywność antyoksydacyjna. Badane napary można uszeregować z uwagi na właściwości przeciwutleniające wyrażone jako % inhibicji następująco: korzeń arcydzięgla (58,9%), korzeń mniszka (29,71%), korzeń prawoślazu (23,15%), korzeń żeń-szenia (15,82%).

Przedstawiona w pracy zawartość ołowiu w badanych naporach wahała się w granicach od 0,11 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ dla korzenia prawoślazu do 0,33 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ dla korzenia mniszka lekarskiego. Zgodnie z normami uzyskane wyniki nie powinny wpływać na zdrowie konsumentów.

Bibliografia

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., E., Berset, C. (1995). Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie, Food Science and Technology, 28, 25-30.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Sciences, 74(17), 2157-2184. doi.org/10.1016/j.lfs.2003.09.047
- Chung, I.M., Lim, M.S., Ahn, M.S., Jeong, H.N., An, T.I., Kim, S.H. (2016). Comparative phenolic compound profiles and

- antioxidative activity of the fruit, leaves, and roots of Korean ginseng (*Panax ginseng* Meyer) according to cultivation years. *Journal of Ginseng Research*, 40, 68-75.
- Długaszek, M., Kwapis, J. (2005). Zawartość wybranych pierwiastków w naparach herbat i ziół oznaczona metodą AAS w zależności od pH. *Bromat Chem Toksykol, supl.* 293-298.
- Härmănescu, M., Moisuc, A., Radu, F., Drăgan, S., Gergen, I. (2008). Total polyphenols content determination in complex matrix of medicinal plants from Romania by NIR spectroscopy, *Bulletin UASVM, Agriculture* 65(1), 123-128.
- Ivanov, I.G. (2014). Polyphenols Content and Antioxidant Activities of *Taraxacum officinale* F.H. Wigg (Dandelion) Leaves. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 15, 6(4), 889-893.
- 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.
- Kim, Y.K., Guo, Q., Packer, L. (2002). Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. *Toxicology* 172, 149-156.
- Klećkowska – Nawrot, J., Nowaczyk, R., Chrószcz, A., Janeczek, M. (2013): *Ziołolecznictwo w medycynie weterynaryjnej*, wyd. Muzeum Ziemi Chełmińskiej, Chełmno, 217-239.
- Kołodziej, B. (2010), *Poradnik dla plantatorów. Uprawa ziół*, wyd. PWRiL, Poznań, 12-18.
- Kozłowski J. (2002): Rośliny bogate w barwniki oraz ich znaczenie i zastosowanie. Cz. II. *Wiadomości Zielarskie*, 44, 11, 9 – 11.
- Kratchanova, M., Denev, P., Ciz, M., Lojek, A., Mihailov, A. (2010). Evaluation of antioxidant activity of medicinal plants containing polyphenol compounds. Comparison of two extraction systems. *Acta Biochimica Polonica*, 57(2), 229-234.
- Krzywy, I., Krzywy, E., Pastuszek-Gabinowska, M., Brodkiwicz, A. (2010). Ołów-czy jest się czego obawiać? *Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie*, 56(2), 118-128.
- Li, S., Li, S.K., Gan, R.Y., Song, F.L., Kuang, L., Li, H.B. (2013). Antioxidant capacities and total phenolic contents of infusions from 223 medicinal plants. *Industrial Crops and Products*, 51, 289-298. doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.017.
- Majewska, P., Rubinowska, K. (2012). Prozdrowotne działanie flawonoidów roślinnych. *Ekonatura*, 11, 6-7.
- Orzeł, D., Bronkowska, M., Figursa-Ciura, D., Styczyńska, M., Wyka, J., Żechałko-Czajkowska, A., Biernat, J. (2010). Ocena zanieczyszczenia ołowiem produktów roślinnych z rejonu legnicko-głogowskiego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLIII, 1, 79-85.
- Paszkiewicz, M., Budzuńska, A., Różalska, B., Sadowska, B. (2012). Immunomodulacyjna rola polifenoli roślinnych. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej* 66, 637-646.
- PN-ISO 3103:1996 - *Herbata - Przygotowanie naparu do badań sensorycznych*.
- Sadowska, A., Świdorski, F., Kromołowska, R. (2011). Polifenole – źródło naturalnych przeciwutleniaczy. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 21(1), 108-111.
- Shan, B., Yizhong, Z., Sun, M., Corke, H. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 7749-7759.
- Singleton, V.L., Rosi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Staniak, S. (2014). Źródła i poziom zawartości ołowiu w żywności. *Polish Journal of Agronomy*, 19, 36-45.
- WHO (2010) Evaluation of certain food additives and contaminants. 37th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical report series.
- Wójcicka, A. (2015). Flawonoidy i ich funkcje biologiczne. *Ekonatura*, 1, 8-9.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., Czemerz, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105(3), 940-949.
- Wolski, T., Ludwiczuk, A., Baj, T., Głowniak, K., Czarnecka, G. (2008). Rodzaj *Panax* - systematyka, skład chemiczny, działanie i zastosowanie oraz analiza fitochemiczna nadziemnych i podziemnych organów żeńsziana amerykańskiego - *Panax quinquefolium* L. Cz. I. *Postępy Fitoterapii*, 2, 96-114.
- Wong, S.P., Leong, L.P., Koh, J.H.W. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99, 775-783.
- Zaręba, S., Zaręba, A., Pomykański, A., Wyszogrodzka-Koma. L. (2006). Content of cadmium and lead in herbs and herbal preparations applied in regulation of metabolism, treatment of obesity, kidney problems and respiratory system problems. *Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska*, 19, 2(2), 15-21.
- Zheng, W., Wang, Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Food Chemistry*, 49, 5165-5170.
- 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