

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH I ICH AKTYWNOŚĆ PRZECIWRODNIKOWA W KIEŁKACH NASION

Beata Drużyńska, Karol Kostrzewski, Ewa Majewska,
Jolanta Kowalska, Dorota Derewiaka, Marta Ciecierska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy było oznaczenie zawartości wybranych związków bioaktywnych i zbadanie właściwości przeciwrodnikowych ekstraktów uzyskanych z pięciu gatunków kiełków brokułu (*Brassica oleracea*), rzodkiewki (*Raphanus sativus*), lucerny (*Medicago sativa*), słonecznika (*Helianthus annuus*) i fasoli mung (*Vigna radiata*). W ekstraktach z kiełków oznaczono zawartość polifenoli ogółem, karotenoidów ogółem i witaminy C. Właściwości przeciwrodnikowe ekstraktów zbadano metodami z wykorzystaniem kationorodników ABTS, stabilnych rodników DPPH oraz oznaczono ich zdolność do chelatowania jonów żelaza(II). Badane kiełki charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli ogółem, karotenoidów i witaminy C. Największą aktywnością przeciwrodnikową oraz zawartością polifenoli ogółem, karotenoidów i witaminy C odznaczały się kiełki brokułu, rzodkiewki i słonecznika. Mimo zróżnicowanych wartości badanych wyróżników, wszystkie badane kiełki można uznać za dobre źródło związków bioaktywnych.

Słowa kluczowe: kiełki, związki bioaktywne, przeciwutleniacze, polifenole, witamina C

WSTĘP

Kiełki nasion to ziarna roślin poddane procesowi kiełkowania, będące naturalnym źródłem substancji, które wzbogacają żywność i podnoszą jej wartość żywieniową [Lewicki 2010]. Kiełki w swoim składzie chemicznym zawierają białka, witaminy, związki mineralne oraz związki uważane za prozdrowotne, takie jak polifenole czy glukozyzyny [AACR 2005, Finley 2005].

Adres do korespondencji – Corresponding author: Beata Drużyńska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny, Zakład Oceny Jakości Żywności, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: beata_druzynska@sggw.pl

Kielkowanie prowadzi do rozpadu polisacharydów do oligo- i monosacharydów, tłuszczów do wolnych kwasów tłuszczowych, białek do oligopeptydów i wolnych aminokwasów. Procesy te można uznać za trawienie przedwstępne. Umożliwiają one łatwiejsze przyswojenie związków przez ludzki organizm. Podczas kielkowania ilość związków antyodżywczych (inhibitor tripsyny, kwas fitynowy) maleje, a po zakończeniu kielkowania można wykryć związki o działaniu zdrowotnym, takie jak glukozynolany i naturalne przeciwutleniacze [Sangronis i Machado 2007]. Kielki różnią się między sobą walorami smakowymi. Kielki zbóż są słodkie, tak samo jak kielki roślin strączkowych, kielki lucerny mają łagodnie cierpki, lekko orzechowy smak, a kielki rzodkiewki wyróżnia pikantny smak [Plaza i in. 2003].

Kielkowanie można podzielić na trzy główne fazy – fazę imbibicji, fazę kataboliczną i fazę anaboliczną. Podczas pierwszej fazy kielkowania, ziarno intensywnie pobiera wodę i wzrasta oddychanie beztlenowe. Enzymy, takie jak ksylanaza i glukanaza, rozszczepiają hemicelulozy na cukry proste, rozluźniając komórki bielma i warstwy aleuronowej. W fazie katabolicznej rozpoczyna się rozpad białek bielma oraz ich synteza w dwu- i trójpeptydy, hydroliza polisacharydów na cukry proste, które służą jako substrat glikolizy w pozostałych szlakach katabolicznych i hydroliza lipidów prowadząca do powstania glicerolu i kwasów tłuszczowych. W fazie anabolicznej dochodzi do syntezy nowych związków. Wszystkie te procesy zwiększają przyswajalność związków zawartych w kielkach [Piesiewicz i Mielcarz 2001, Márton 2010, Czerwińska 2012].

W obecnych czasach wzrost świadomości konsumentów przyczynił się do zwiększenia zainteresowania produktami naturalnymi, które mogłyby z powodzeniem konkurować z suplementami diety. Kielki idealnie się do tego celu nadają. Ich głównymi zaletami są: niewielka wartość energetyczna, lekkostrawność, korzystne właściwości odżywcze i łatwość wykorzystania. Zalecane są niemal każdemu, jako dodatek do sałatek, kanapek, dań na ciepło i zimnych przekąsek, szczególnie w okresie jesienno-zimowym, kiedy spożycie świeżych warzyw i owoców spada. Kielki spowalniają procesy chorobotwórcze, działają przeciw nowotworom, „zmiatają” w organizmie wolne rodniki i działają antyoksydacyjnie [Yuan i in. 2010, Pająk i in. 2014].

Celem pracy było oznaczenie wybranych składników bioaktywnych i zbadanie właściwości przeciwrodnikowych ekstraktów uzyskanych z kielków brokułu, rzodkiewki, lucerny, słonecznika i fasoli mung.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły ekstrakty uzyskane z pięciu gatunków kielków nasion – brokułu (*Brassica oleracea*), rzodkiewki (*Raphanus sativus*), lucerny (*Medicago sativa*), słonecznika (*Helianthus annuus*) i fasoli mung (*Vigna radiata*) zakupione w sklepie z żywnością ekologiczną i hipermarkecie na terenie Warszawy.

Zawartość suchej masy w kielkach oznaczano, susząc próbki w suszarce w temperaturze 103°C do stałej masy.

Ekstrakcji zostały poddane całe kielki, które rozdrobniono w młynku, a następnie poddano ekstrakcji wodnym roztworem acetonu oraz heksanem (aceton 80%, heksan).

Ekstrakty acetonowe przygotowano poprzez odważenie 10 g kielków, dodanie 100 cm³ 80-procentowego roztworu acetonu (v/v), a następnie wytrząsanie przez 30 min (wytrząsarka Multi-Shaker PSU 20 Biosan). Zamknięte i zabezpieczone parafilmem ekstrakty przechowywano w lodówce w temperaturze około 2°C przez czas do 4 tygodni [Perva-Uzunalic i in. 2006]. Ekstrakty te wykorzystano do oznaczenia zawartości polifenoli ogółem i właściwości przeciwrodnikowych.

Ekstrakty heksanowe przygotowano poprzez naważenie 2,5 g badanych kielków. Naważki ucierano do uzyskania jednolitej masy i dodawano heksan w ilości 25 cm³. Zamknięte i owinięte folią aluminiową kolby umieszczono na wytrząsarce (wytrząsarka Multi-Shaker PSU 20 Biosan) na czas 48h. Uzyskane po tym czasie ekstrakty zostały bezpośrednio wykorzystane do oznaczeń zawartości związków karotenoidowych [Sztangret i in. 2001]

Oznaczanie zawartości polifenoli ogółem przeprowadzono metodą Folina-Ciocalteu'a [Singleton i Rossi 1965]. Zawartość polifenoli ogółem obliczono z wykorzystaniem wyznaczonej krzywej wzorcowej i wyrażono w ekwiwalencie kwasu galusowego (GAE) w przeliczeniu na 100 g świeżej i suchej masy kielków. Oznaczanie zawartości związków karotenoidowych ogółem przeprowadzono metodą Sztangreta i innych [2001]. Wyniki wyrażono jako zawartość β -karotenu (mg) w przeliczeniu na 100 g świeżej i suchej masy kielków. Oznaczanie zawartości witaminy C przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej [PN EN 14130 : 2004]. Na wadze analitycznej odważano po 2 g kielków. Następnie dodawano 80 ml roztworu kwasu metafosforowego o stężeniu 20 g·l⁻¹ i całość mieszano. Kolby z mieszaniną owijano folią aluminiową i wytrząsano przez 30 min w temperaturze pokojowej (wytrząsarka Multi-Shaker PSU 20 Biosan). Następnie próbki przesączano. Rozdział chromatograficzny prowadzono używając kolumny Discovery C8 RP (250 × 4,6 mm, Supelco) w aparacie firmy Shimadzu. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina metanolu i kwasu octowego (0,2 mol·dm⁻³) w stosunku 90 : 10 (1 ml·min)⁻¹. Detekcję prowadzono za pomocą detektora spektrofotometrycznego przy długości fali $\lambda = 265$ nm. Czas analizy wyniósł około 10 min.

Oznaczanie zdolności do chelatowania jonów żelaza(II) wykonano metodą Lai i innych [2001]. Oznaczanie zdolności ekstraktów do dezaktywacji stabilnych rodników DPPH [Song i in. 1999] oraz oznaczanie zdolności ekstraktów do dezaktywacji kationorodników ABTS⁺ [Re i in. 1999] przeprowadzono metodami spektrofotometrycznymi. Aktywność przeciwrodnikową wyrażano w %.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu Microsoft Excel 2007 i Statgraphics Centurion XVI (analiza korelacji, analiza jednoczynnikowa wariancji, test Tukeya). Ekstrakcje wykonano w dwóch powtórzeniach, natomiast wszystkie oznaczenia wykonano w co najmniej trzech powtórzeniach. Za wynik badania przyjmowano średnią wartość oznaczeń. Wykorzystane w obliczeniach statystycznych $p > 0,05$ potraktowano jako informację statystycznie nieistotną.

WYNIKI I DYKUSJA

Zawartość polifenoli w badanych ekstraktach wyrażono w mg kwasu galusowego (GAE) w przeliczeniu na 100 g świeżej i suchej masy (św.m. i s.m.). Największą zawartością polifenoli ogółem odznaczały się kiełki rzodkiewki i brokułu, odpowiednio 442,3 i 398,6 mg GAE na 100 g św.m. (tab.). Najmniejszą zawartość polifenoli ogółem stwierdzono w kiełkach lucerny (84,8 mg GAE na 100 g św.m.), a kiełki fasoli mung i słonecznika cechowały się zawartością polifenoli na podobnym poziomie i wynosił on odpowiednio 125,6 i 152,9 mg GAE na 100 g św.m. Po przeliczeniu na suchą masę największą zawartość stwierdzono w kiełkach brokułu (3273,7 mg GAE na 100 g s.m.). Kiełki rzodkiewki i słonecznika zawierały zbliżony poziom polifenoli, wynoszący odpowiednio 2335,4 i 2229,9 mg·100 g s.m.⁻¹. Kiełki lucerny i fasoli Mung zawierały prawie 2,5 razy mniej związków fenolowych niż kiełki brokułu, a ich poziom wynosił odpowiednio 1343,1 i 1661,1 mg GAE na 100 g s.m. (tab.).

Tabela. Zawartość polifenoli ogółem, karotenoidów ogółem i witaminy C w kiełkach

Table. Content of total polyphenols, carotenoids and vitamin C in sprouts

	Polifenole ogółem Total polyphenols		Karotenoidy ogółem Total carotenoids		Witamina C Vitamin C	
	mg GAE:100 g św.m. ⁻¹ mg GAE:100 g fr.m. ⁻¹	mg GAE:100 g s.m. ⁻¹ mg GAE:100 g d.m. ⁻¹	mg:100 g św.m. ⁻¹ mg:100 g fr.m. ⁻¹	mg:100 g s.m. ⁻¹ mg:100 g d.m. ⁻¹	mg:100 g św.m. ⁻¹ mg:100 g fr.m. ⁻¹	mg:100 g s.m. ⁻¹ mg:100 g d.m. ⁻¹
Kiełki Sprouts						
Brokuł Broccoli	398,6 ±2,4 ^b	3273,7 ±6,3 ^a	4,14 ±0,34 ^b	33,99 ±1,45 ^c	44,2 ±2,7 ^b	362,5 ±2,8 ^b
Rzodkiewka Radish	442,3 ±3,9 ^a	2335,4 ±7,4 ^b	14,32 ±1,32 ^a	75,62 ±2,56 ^b	116,3 ±3,6 ^a	513,3 ±2,7 ^a
Lucerna Alfalfa	84,8 ±2,6 ^c	1343,1 ±4,4 ^d	0,69 ±0,12 ^c	11,53 ±2,45 ^d	23,2 ±1,5 ^c	388,2 ±5,8 ^b
Fasola mung Mung bean	125,6 ± 5,1 ^d	1661,2 ±4,5 ^c	0,26 ±0,09 ^c	3,69 ±1,30 ^c	23,3 ±1,1 ^c	326,7 ±4,6 ^c
Słonecznik Sunflower	152,9 ±6,3 ^c	2229,9 ±3,9 ^b	14,52 ±1,2 ^a	207,35 ±3,8 ^a	24,2 ±0,9 ^c	331,7 ±3,8 ^c

Objaśnienia: a–e – różnice między wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ($p < 0,05$)/Explanations a–e differences among mean values denoted by different letters are statistically significant ($p < 0.05$).

Wykazano statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) pod względem zawartości związków polifenolowych ogółem pomiędzy wszystkimi badanymi rodzajami kiełków.

Porównując wyniki otrzymane przez Bolívar i innych [2010] z wynikami otrzymanymi w pracy, można stwierdzić, że zawartość polifenoli ogółem w przeliczeniu na suchą masę szereguje kiełki w ten sam sposób z wyjątkiem słonecznika, który w pracy Bolívar i innych [2010] zawiera więcej polifenoli ogółem (w przeliczeniu na s.m.) niż kiełki rzodkiewki. Stwierdzić można, że zawartość polifenoli ogółem jest największa dla kiełków

brokułu i rzodkiewki, a niewielkie rozbieżności w wynikach można tłumaczyć np. sposobem hodowli kiełków. Najmniejszą zawartością związków fenolowych wśród badanych kiełków w niniejszej pracy odznaczały się kiełki lucerny, podobnie jak w badaniu Bolívar i innych [2010]. Nieco inne wyniki otrzymali Pająk i inni [2014]. Najwięcej polifenoli w przeliczeniu na suchą masę stwierdzili oni w kiełkach rzodkiewki, mniej w słoneczniku i kiełkach brokułu, a najmniej w kiełkach fasoli mung. Taką tendencję można również zauważyć w niniejszych badaniach. Oznaczone poziomy zawartości polifenoli we wszystkich badanych kiełkach były niższe niż w omawianej pracy, jednak na zawartość tych związków wpływa bardzo wiele czynników, takich jak: sposób uprawy, odmiana, warunki klimatyczne, nasłonecznienie [Prior i in. 1998].

Najwyższy poziom karotenoidów (β -karotenu na 100 g św.m. stwierdzono w kiełkach rzodkiewki (14,3 mg) i słonecznika (14,5 mg) – tabela. Najmniejszą zawartość karotenoidów ogółem oznaczono w kiełkach lucerny 0,69 mg i fasoli mung 0,26 mg β -karotenu na 100 g św.m. Poziom karotenoidów w kiełkach brokułu wynosił 4,1 mg β -karotenu na 100 g św.m. Wyniki zawartości karotenoidów w poszczególnych kiełkach różniły się istotnie. Jedynie różnice zawartości tych związków w lucernie i fasoli mung nie były istotne statystycznie ($p > 0,05$).

Po przeliczeniu na zawartość w suchej masie najwyższym poziomem karotenoidów cechowały się kiełki słonecznika – 207,3 mg β -karotenu na 100 g s.m., co było kilkukrotnie większym wynikiem od zawartości w pozostałych badanych ekstraktach. Zawartość karotenoidów w kiełkach rzodkiewki wynosiła 75,6 mg β -karotenu na 100 g s.m., a w kiełkach brokułu 33,9 mg β -karotenu na 100 g s.m. Kiełki lucerny i fasoli mung cechowały się najmniejszą zawartością karotenoidów, odpowiednio: 11,5 i 3,7 mg β -karotenu na 100 g s.m.

Lee i inni [2006] zbadali zmiany zawartości luteiny i β -karotenu podczas kiełkowania dwóch odmian soi (*Glycine max*). Zawartość β -karotenu i luteiny podczas kiełkowania wzrastała i ósmego dnia osiągnęła odpowiednio 25 mg β -karotenu i 32 mg luteiny na 100 g s.m. Przedstawione wyniki pokazują, że karotenoidy obecne są również w kiełkach nasion roślin strączkowych, czego przykładem w niniejszej pracy mogą być kiełki fasoli mung. Według Arroxeles-Galvao-de-Lim i innych [2004] zawartość karotenoidów w kiełkach słonecznika wynosiła około 5 mg na 100 g św.m., a w przypadku kiełków lucerny i rzodkiewki zawartość karotenoidów wynosiła około 1–2 mg na 100 g św.m. Wyniki te różnią się od uzyskanych w pracy. Trudno je jednak porównać ze względu na brak przeliczenia na zawartość suchej masy. Na zawartość związków karotenoidowych w kiełkach nasion może mieć także wpływ gatunek i warunki hodowli.

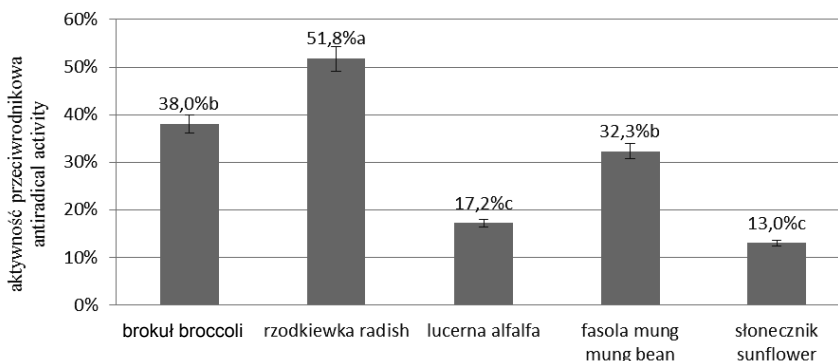
Zawartość witaminy C wyrażono w mg kwasu askorbinowego w 100 g suchej i świeżej masy. Najwyższy poziom witaminy C, bo aż 116,3 mg na 100 g św.m., odnotowano w kiełkach rzodkiewki (tab.). Kiełki brokułu zawierały 44,2 mg kwasu askorbinowego w 100 g św.m. Kiełki lucerny, słonecznika i fasoli mung zawierały najmniejszą ilość witaminy C, która wyniosła od 24 do 23 mg kwasu askorbinowego na 100 g św.m. Nieco inaczej wyniki przedstawiały się po przeliczeniu na 100 g s.m. Biorąc pod uwagę zawartość kwasu askorbinowego na 100 g s.m. (tab.), największą zawartością tego związku odznaczała się rzodkiewka 513,3 mg kwasu askorbinowego na 100 g s.m. Kiełki brokułu, lucerny, fasoli mung i słonecznika charakteryzowały się zbliżoną zawartością kwasu askorbinowego. Kiełki brokułu, lucerny, fasoli mung i słoneczni-

ka charakteryzowały się zbliżoną zawartością kwasu askorbinowego, która wahała się w przedziale 326,7–388,2 mg na 100 g s.m.

Michalczyk i Macura [2008] w kielkach rzodkiewki po siedmiu dniach kiełkowania stwierdzili od 55 do 70 mg witaminy C w 100 g. Natomiast kielki słonecznika i lucerny nie były tak bogatym źródłem witaminy C – zawierały one około 10 mg witaminy C w 100 g. W niniejszej pracy również w kielkach lucerny stwierdzono najmniejszą zawartość witaminy C.

Właściwości przeciwrodnikowe ekstraktów zostały zbadane za pomocą ich zdolności do neutralizacji wolnych rodników. W tym celu użyto dwóch metod: pierwszej – oznaczenia zdolności ekstraktów do dezaktywacji stabilnych, syntetycznych rodników DPPH, oraz drugiej – aktywności przeciwrodnikowej w stosunku do kationorodników ABTS.

Zaobserwowano silniejsze właściwości przeciwrodnikowe w przypadku wszystkich badanych ekstraktów wobec rodników DPPH niż kationorodników ABTS (rys. 1, 2). Najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi wobec kationorodników ABTS charakteryzowały się kielki rzodkiewki – 51,8%. Najslabszymi właściwościami przeciwrodnikowymi odznaczały się kielki słonecznika i lucerny (odpowiednio 17,2 i 13,0%). W przypadku kielków lucerny aktywność przeciwrodnikowa były najmniejsza i wynosiła 48,6% dla rodników DPPH oraz 17,2% dla kationorodników ABTS. Stwierdzono natomiast bardzo silną aktywność wobec rodników DPPH względem kielków brokułu, rzodkiewki i słonecznika – w przedziale od 94,7 do 96,7% (rys. 2). Kielki lucerny i fasoli mung wykazywały aktywność przeciwrodnikową na poziomie 48–49%.

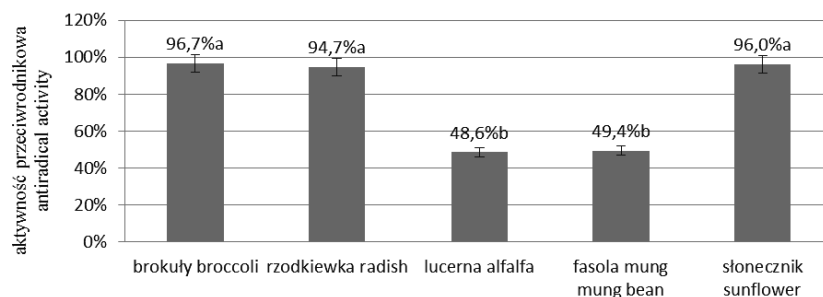


Objaśnienia: a–c – różnice między wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ($p < 0,05$) / Explanations a–c – differences among mean values denoted by different letters are statistically significant ($p < 0,05$).

Rys. 1. Aktywność przeciwrodnikowa wobec kationorodników ABTS w badanych ekstraktach

Fig. 1. Antiradical activity against ABTS radical cations in extracts

Analiza korelacji wykazała dodatnią zależność ($r = 0,71$, $p < 0,05$) między zawartością polifenoli ogółem w suchej masie a zdolnościami do dezaktywacji kationorodników ABTS. Nie wykazano takiej zależności między zawartością polifenoli a zdolnościami do dezaktywacji rodników DPPH.



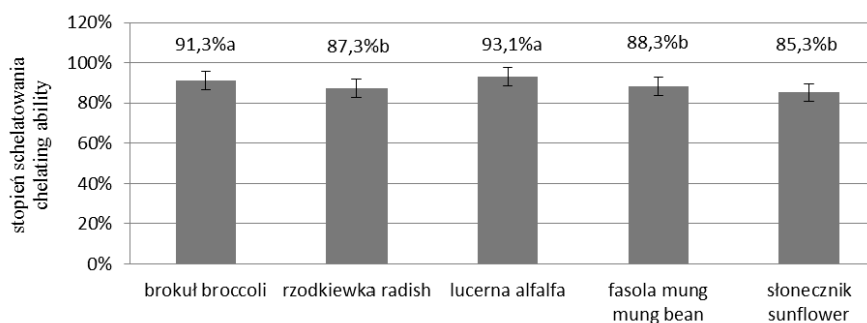
Objaśnienia: patrz rysunek 1/Explanations see Figure 1.

Rys. 2. Aktywność przeciwrodnikowa wobec rodników DPPH w badanych ekstraktach

Fig. 2. Antiradical activity against DPPH radicals in extracts

Pająk i inni [2014] zbadali działanie antyrodnikowe kiełków fasoli mung, rzodkiewki, brokołu i słonecznika wobec kationorodników ABTS i rodników DPPH. Najsilniejszymi właściwościami antyoksydacyjnymi wobec kationorodników ABTS odznaczały się kiełki rzodkiewki, następnie słonecznika, brokołu i fasoli mung. Przyrównując otrzymane wyniki do przeprowadzonych badań, można stwierdzić podobieństwo z wyłączeniem kiełków słonecznika, które w niniejszej pracy zawierały najslabszą aktywność przeciwrodnikową spośród wszystkich badanych kiełków. Wobec rodników DPPH, w badaniu przeprowadzonym przez Pająk i innych [2014] najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi odznaczały się kiełki słonecznika, rzodkiewki i brokołu. Wyniki te zgadzają się z wynikami otrzymanymi w niniejszej pracy.

Silva i inni [2013] zbadali właściwości przeciwutleniające kiełków soi, fasoli mung i lucerny wobec rodników DPPH. W badaniach wykazano, że kiełki fasoli mung mają silniejsze właściwości przeciwrodnikowe niż kiełki lucerny. Podobne wyniki uzyskano w przeprowadzonych w pracy badaniach. Różnica była jednak nieistotna statystycznie.



Objaśnienia: patrz rysunek 1/Explanations see Figure 1.

Rys. 3. Zdolność ekstraktów do chelatowania jonów żelaza II przez badane ekstrakty

Fig. 3. Chelating ions iron II ability in extracts

Najsilniejszymi zdolnościami chelatującymi wykazały się kiełki lucerny 93,07%, jednakże wszystkie badane ekstrakty chelatowały jony żelaza(II) powyżej 85%. Według wielu badań naukowych głównymi związkami posiadającymi zdolność do wiązania jonów żelaza i miedzi są przede wszystkim polifenole [Sanchez-Moreno i in. 1998]. Nie stwierdzono jednak w niniejszej pracy korelacji między tymi wartościami.

WNIOSKI

1. Badane kiełki charakteryzowały się zróżnicowaną, ale istotną zawartością polifenoli ogółem, karotenoidów i witaminy C.
2. Największą aktywnością przeciwrodnikową oraz zawartością polifenoli ogółem, karotenoidów i witaminy C odznaczały się kiełki brokołu, rzodkiewki i słonecznika.
3. Wszystkie badane kiełki można uznać za dobre źródło związków bioaktywnych. Wynika to przede wszystkim z dużej zawartości tych związków w badanym materiale.

LITERATURA

- AACR, 2005. Broccoli sprouts, cabbage, *Ginkgo biloba* and garlic: a grocery list for cancer prevention. American Association for Cancer Research. Public & Media: News (źródło on-line, dostęp: 20.09.2014).
- Arroxelas-Galvao-de-Lima V.L., de Almeida-Melo E., Sucupira-Maciel M.I., Soares-Beltrao-Silva G., da Silva-Lima D.E., 2004. Total phenolics and antioxidant activity of the aqueous extract of mung bean sprouts (*Vigna radiata* L). *Revista de Nutricao* 17(1), 53-57.
- Bolívar A., Cevallos-Casals, Cisneros-Zevallos L., 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chem* 119, 1485-1490.
- Czerwińska D., 2012. Wartość odżywcza i walory zdrowotne kiełków zbożowych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 8, 9-10.
- Finley J.W., 2005. Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Ann. Bot.* 95, 1075-1096.
- Lai L.S., Chou S.T., Chao W.W., 2001. Studies on the Antioxidative Activities of Hasian-tsoa Leaf Gum. *J. Agric. Food Chem.* 49, 963-968.
- Lee S.O., Lee I.S., 2006. Induction of quinone reductase, the phase 2 anticarcinogenic marker enzyme, cells by radish sprouts, *Raphanus sativus* L. *J. Food Sci.* 71, 144-148.
- Márton M., Mándoki Zs., Csapó-Kiss Zs., Csapó J., 2010. The role of sprouts in human nutrition. *Acta Universitatis Sapientiae Informatica* 3, 81-117.
- Michalczyk M., Macura M., 2008. Wpływ warunków przechowywania na jakość wybranych, dostępnych w obrocie handlowym, mało przetworzonych produktów warzywnych. *ŻNTJ* 3(58), 96-107.
- Pajak P., Socha R., Gałkowska D., Rożnowski J., Fortuna T., 2014. Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food Chem.* 143, 300-306.
- Perva-Uzunalic A., Skerget M., Knez Z., Weinreich B., Otto F., Grucher S., 2006. Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*); extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chem.* 96, 597-605.

- Piesiewicz H., Mielcarz M., 2001. Kiełki w żywieniu człowieka. Przegląd Piekarski i Cukierniczy (3), 10-14.
- Plaza L., De Ancos B., Cano M.P., 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *Europ. Food Res. Tech.* 216, 138-144.
- PN EN 14130:2004. Oznaczanie witaminy C metodą HPLC. PKN, Warszawa.
- Prior R.L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehlenfeldt M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.M., 1998. Antioxidant capacity as influenced by total phenolics and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *J. Agric. Food Chem.* 46, 2686-2693.
- Re R., Pellergrini N., Proleggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.* 9-10, 1231-1237.
- Sanchez-Moreno C., Larrouri J.A., Saura-Colixto A., 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.* 76, 270-276.
- Sangronis E., Machado C.J., 2007. Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*, *LWT* 40, 116-120.
- Silva L.R., Pereira M. J., Azevedo J., Gonçalves F., Valentão P., Guedes de Pinho P., Andrade P.B., 2013. *Glycine max* (L.) Merr., *Vigna radiata* L. and *Medicago sativa* L. sprouts: A natural source of bioactive compounds. *Food Res. Int.* 50, 167-175.
- Singleton V.L., Rossi J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.* 16, 144-158.
- Song T.T., Hendrich S., Murphy P.A., 1999. Estrogenic activity of glycitein, a soy isoflavone. *J. Agric. Food Chem.* 47, 1607-1610.
- Sztangret J., Korzeniowska A., Niemirowicz-Szczyt K., 2001. Ocena plonowania oraz zawartość suchej masy i związków karotenoidowych w nowych mieszanych dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima* Duch). *Folia Hort.* 13 (1A), 37-43.
- Yuan G., Wang X., Guo R., Wang Q., 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chem.* 121, 1014-1019.

CONTENT OF COMPONENTS AND THEIR BIOACTIVE ANTIOXIDANT ACTIVITY SPROUTS SEEDS

Summary. Seed sprouts are seeds of plants undergo a process of germination, which is a natural source of substances that enhance food and improve its functionality. Their main advantages are: low energy value, digestibility, beneficial nutritional properties and ease of use. Recommended are almost anyone, as an addition to salads, sandwiches, hot dishes and cold snacks, especially during autumn and winter, when consumption of fresh vegetables and fruit drops. Sprouts slow pathogenic processes, working against cancer, “scavenge” free radicals in the body and act as antioxidant. The aim of the study was to determine the content of selected bioactive compounds and investigate antiradical properties of extracts obtained from five species of broccoli sprouts (*Brassica oleracea*), radish (*Raphanus sativus*), alfalfa (*Medicago sativa*), sunflower (*Helianthus annuus*) and mung bean (*Vigna radiata*). The study was conducted in hexane and acetone extracts. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 2007 and Statgraphics Centurion XVI. All assays were performed in at least triplicate. As the test assumed an average value determinations. Used in the calculation of statistical p-value less than 0.05 was regarded as statistically insignifi-

cant information. The germ extracts was determined polyphenols, carotenoids and vitamin C. Investigated sprouts were characterized by varying the content of polyphenols, carotenoids and vitamin C. The highest total polyphenol content were characterized by radish sprouts and broccoli, respectively 442.3 and 398.6 mg GAE per 100 g of fresh matter. The highest level of carotenoids found in sprouts radishes – 14.3 mg and sunflower – 14.5 mg β -carotene per 100 g of fresh matter. The highest levels of vitamin C, as much as 116.3 mg per 100 g fresh matter, was observed in radish sprouts. Antiradical properties of the extracts were tested using the methods with ABTS, stable radical DPPH and determined their ability to chelate ion iron(II). Antiradical properties expressed in %. The highest antioxidant activity and the content of total polyphenols, carotenoids and vitamin C were characterized by broccoli sprouts, radishes and sunflower. Stronger antiradical properties in all extracts against DPPH radicals than ABTS cation-radicals were observed. The strongest chelating ability showed alfalfa sprouts (93.1%), however, all of the tested extracts showed chelating ability iron ions(II) above 85%. Although varying levels of all test seedlings can be considered as a good source of bioactive compounds.

Key words: sprouts, bioactive compounds, antioxidants, polyphenols, ascorbic acid