

Karolina Stanicka<sup>1</sup>, \*Magdalena Woźniak<sup>1</sup>, Michał Krueger<sup>2</sup>, Agnieszka Waśkiewicz<sup>1</sup>, Elżbieta Kędzia<sup>3</sup>, Izabela Ratajczak<sup>1</sup>

## Zawartość związków fenolowych oraz pierwiastków w orzechach ziemnych

### The content of phenolic compounds and elements in peanuts

<sup>1</sup>Katedra Chemii, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Kierownik Katedry: dr hab. inż. Izabela Ratajczak, prof. UPP

<sup>2</sup>Wydział Archeologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Dziekan Wydziału: prof. dr hab. Andrzej Michałowski

<sup>3</sup>Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu  
Dyrektor Instytutu: dr hab. inż. Małgorzata Łochyńska, prof. IWNIRZ-PIB

---

#### SUMMARY

**Introduction.** Peanuts also known as arachidic nuts, are a valuable raw material commonly used in the food industry, including in confectionery, for the production of oil or peanut butter. Peanuts are a valuable source of protein and are rich in unsaturated fatty acids. Peanuts also owe their health-promoting properties to the presence of phenolic compounds, which are characterized by wide biological activity, including antibacterial and antifungal activity, as well as catch free radicals, which are the cause of many civilization diseases.

**Aim.** The aim of the study was to determine the content of phenolic compounds as well as macro- and microelements in peanuts.

**Material and methods.** Peanuts were used in the research, in which the concentration of phenolic compounds was determined by high-performance liquid chromatography and the content of macro- and microelements by X-ray fluorescence spectroscopy.

**Results.** The presence of phenolic compounds in peanuts was confirmed, their concentration was very diverse and ranged from 10.85 ng/g for caffeic acid to 5818.67 ng/g for syringic acid. The analysis of the content of macro- and microelements also showed their different content, from a trace amount to 3.55 µg/g for magnesium.

**Conclusions.** The obtained results of the research on the content of phenolic compounds as well as macro- and microelements in arachidic nuts available on the Polish market indicate that they are a valuable source of ingredients with a positive effect on the human body, and thus their consumption may have an impact on preventing the development of many civilization diseases.

---

**Keywords:** peanuts, phenolic compounds, macroelements, microelements

---

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Orzechy ziemne, zwane też arachidowymi, są cennym surowcem powszechnie wykorzystywanym w przemyśle spożywczym, m.in. w cukiernictwie, do produkcji oleju i masła orzechowego. Orzechy ziemne stanowią cenne źródło białka i są bogate w nienasycone kwasy tłuszczowe. Swoje prozdrowotne właściwości zawdzięczają również obecności związków fenolowych, które charakteryzują się wysoką aktywnością biologiczną, m.in. aktywnością przeciwbakteryjną oraz przeciwgrzybiczą, a także wylapują wolne rodniki, które są przyczyną wielu chorób cywilizacyjnych.

**Cel pracy.** Celem pracy było określenie zawartości związków fenolowych oraz makro- i mikroelementów w orzechach ziemnych.

**Materiał i metody.** Do badań wykorzystano orzechy ziemne, w których oznaczono stężenie związków fenolowych metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej oraz zawartość makro- i mikroelementów metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej.

**Wyniki.** W badanych orzechach ziemnych stwierdzono obecność związków fenolowych, których stężenie było bardzo zróżnicowane i mieściło się w zakresie od 10,85 ng/g dla kwasu kawowego do 5818,67 ng/g dla kwasu syringowego. Analiza zawartości mikro- i makroelementów w orzechach ziemnych również wykazała ich zróżnicowanie – od ilości śladowych do 3,55 µg/g dla magnezu.

**Wnioski.** Otrzymane wyniki badań zawartości związków fenolowych oraz makro- i mikroelementów w orzechach arachidowych dostępnych na polskim rynku wskazują, że są one cennym źródłem składników wykazujących pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka, a tym samym ich spożywanie może mieć wpływ na zapobieganie rozwojowi wielu chorób cywilizacyjnych.

---

**Słowa kluczowe:** orzechy ziemne, związki fenolowe, makroelementy, mikroelementy

---

## Wprowadzenie

Orzacha podziemna, orzech ziemny (*Arachis hypogaea* L.), jest rośliną jednoroczną zaliczaną do rodziny bobowatych (motylkowatych) *Fabaceae* (*Papilionaceae*). Owocem jest dojrzewający pod ziemią strąk, zawierający 1-4 nasiona, nazywane orzechami arachidowymi, orzechami ziemnymi lub fistaszkami. Początkowo gatunek ten uprawiano na terenach Ameryki Południowej (1), potem uprawy rozprzestrzeniły się na wiele tropikalnych oraz subtropikalnych rejonów świata oraz rejony klimatu umiarkowanego ciepłego (2). Obecnie orzech ziemny uprawiany jest przede wszystkim w Azji, a Chiny i Indie odpowiadają za około 50% produkcji światowej. Istotną rolę w eksporcie orzechów ziemnych odgrywają również kraje takie, jak: Argentyna, USA, Nigeria oraz Wietnam. Orzechy ziemne powszechnie znane są jako przekąski oraz równie często wykorzystywane są w przemyśle cukierniczym. Stanowią one drugą najważniejszą roślinę strączkową na świecie, a ponad 50% ich światowej produkcji wykorzystuje się po rozdrobnieniu nasion do ekstrakcji oleju, produkcji pasty arachidowej oraz masła orzechowego (3).

Orzechy ziemne stanowią cenne źródło białka, którego zawartość wynosi około 28% (1). Posiadają w swej budowie liczne aminokwasy, m.in.: izoleucynę, leucynę, lizynę, metioninę, fenyloalaninę, treoninę, tryptofan oraz walinę, a także kwas glutaminowy i asparaginowy, które mogą promować rozwój komórek mózgowych oraz wpływać na poprawę pamięci (4). Orzechy arachidowe mają również wysoką zawartością węglowodanów (ok. 16%) oraz błonnika (8%) (1). Około 40-50% masy orzechów stanowią kwasy tłuszczowe, a ok. 80% tych kwasów to kwasy nienasycone, w tym głównie kwas oleinowy i linolowy (4). Olej arachidowy oprócz nienasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzuje się wysoką zawartością przeciwutleniaczy, a jego spożywanie przyczynia się do obniżenia poziomu niekorzystnej frakcji cholesterolu LDL oraz stężenia lipidów we krwi, co może zmniejszać ryzyko wystąpienia choroby wieńcowej serca (5). Dane literaturowe wskazują na zależność pomiędzy spożywaniem orzechów ziemnych a występowaniem choroby Alzheimera, chorób serca i układu krążenia oraz rozwojem nowotworów (2-5). Właściwości prozdrowotne orzechów arachidowych związane są również z obecnością związków fenolowych, których stężenie różni się nieznacznie ze względu na zmienność genetyczną orzecha ziemnego (2). Związki fenolowe charakteryzują się szeroką aktywnością biologiczną, w tym m.in. wykazują aktywność przeciwbakteryjną oraz przeciwrzybiczą, a także zmiatają wolne rodniki,

które są odpowiedzialne za wiele chorób cywilizacyjnych (6-8). Ze względu na cenne składniki i wartości odżywcze orzechy ziemne oraz produkty na ich bazie są często wykorzystywane w przemyśle spożywczym.

## Cel pracy

Celem pracy było określenie zawartości związków fenolowych oraz pierwiastków w orzechach ziemnych *Arachis hypogaea* L.

## Materiał i metody

### Materiał roślinny

W badaniach wykorzystano dostępne na polskim rynku orzeszki ziemne (trzy opakowania tego samego producenta, pochodzące z trzech różnych partii produktu). Z każdego opakowania pobrano próbkę o takiej samej masie i po połączeniu zmielono je, otrzymując próbkę reprezentatywną, która została wykorzystana do oznaczeń zawartości związków fenolowych oraz makro- i mikroelementów.

### Analiza związków fenolowych

Do zmielonych orzechów arachidowych (5 g) dodano 15 ml metanolu (Avantor Performance Materials) i umieszczono w łaźni ultradźwiękowej na 1 h w temperaturze pokojowej. Następnie osad odwirowano z wykorzystaniem wirówki laboratoryjnej (Biosan) i pobrano roztwór, do którego dodano 10 ml heksanu (Avantor Performance Materials). Po odwirowaniu, oddzielono warstwę heksanową, a do warstwy metanolowej dodano ponownie 10 ml heksanu i powtórzono wytrząsanie. Warstwę metanolową odparowano do sucha, a następnie rozpuszczono w metanolu czystości HPLC (Sigma Aldrich) i wykorzystano do oznaczenia związków fenolowych.

W badanych orzechach arachidowych oznaczono stężenie wybranych związków fenolowych, w tym kwasów aromatycznych i ich estrów (kwas wanilinowy, kwas syringowy, kwas kawowy, kwas synapowy, kwas kumarowy, kwas hydroksycynamonowy, kwas ferulowy, kwas cynamonowy, CAPE), katechin (katechina, epikatechina) i flawonoidów (rutyna, mirycetyna, pinobanksyna, naringenina, kwercetyna, pinocembryna, apigenina, kemferol, pinostorbina, chryzyna, galangina) z wykorzystaniem ultrasprawnego chromatografii cieczowej z detekcją fotodiodową (Aquity PDA el Detector,  $\lambda = 280$  oraz  $309$  nm) oraz masową (UPLC/PDA/TQD) z zastosowaniem aparatu Waters Aquity (Waters Company). Identyfikację jakościową i ilościową związków fenolowych przeprowadzono z użyciem kolumny chromatograficznej ACQUITY UPLC HSS T3 firmy Waters;  $1,8 \mu\text{m}$ ;  $2,1 \times 150$  mm,

stosując jako fazę nośną roztwory: linia A – 0,1% wodny roztwór HCOOH; linia B – 0,1% roztwór HCOOH w acetonitrylu (Sigma-Aldrich) w trybie gradientowym. Przedstawione wyniki są wartością średnią z trzech pomiarów i przedstawiają zawartość analizowanego związku w przeliczeniu na gram suchej pozostałości po odparowaniu rozpuszczalnika.

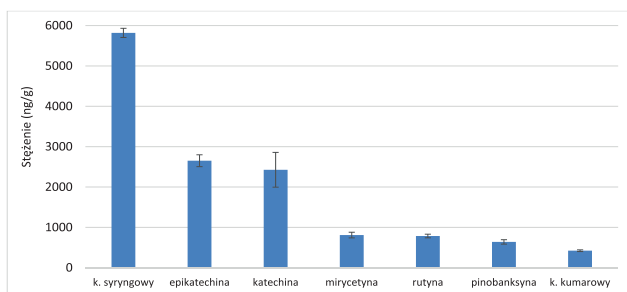
### Analiza zawartości pierwiastków

Stężenie pierwiastków (K, Na, Mg, Ca, P, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Fe) w zmielonych orzechach arachidowych oznaczono z wykorzystaniem spektrometru fluorescencji rentgenowskiej (XRF) Brucker Tracer III SD, pracującego przy następujących parametrach: 15 kV i 25  $\mu$ A oraz przy 15-sekundowym czasie analizy.

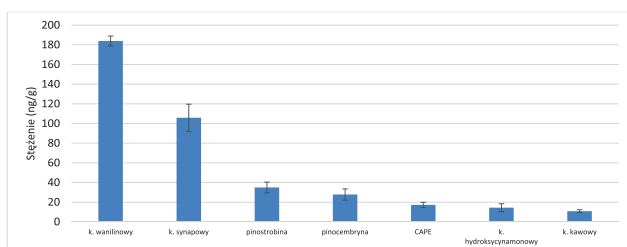
### Wyniki i ich omówienie

W badanym ekstrakcie z orzechów ziemnych oznaczono stężenie związków fenolowych metodą chromatograficzną. Spośród 22 analizowanych związków stężenie 8 (kwas ferulowy, kwas cynamonowy, naringenina, kwercetyna, apigenina, kemferol, chryzyna i galangina) znajdowało się poniżej progu wykrywalności stosowanej techniki analitycznej. Stężenia pozostałych oznaczanych związków fenolowych były bardzo zróżnicowane i wynosiły od 10,85 ng/g (kwas kawowy) do 5818,67 ng/g (kwas syringowy). Przedstawiono je na rycinach 1 i 2 w zależności od stężenia (powyżej i poniżej 200 ng/g).

Orzechy arachidowe charakteryzowały się wysoką (powyżej 200 ng/g) zawartością kwasu syringowego, epikatechiny oraz katechiny, a także znaczną



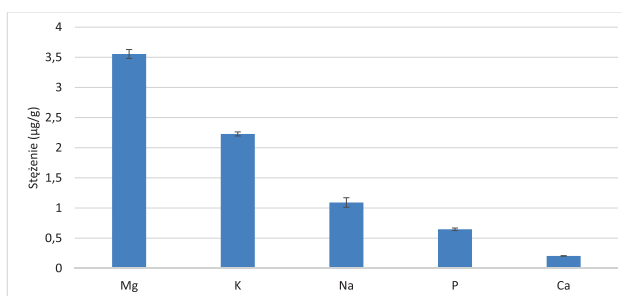
Ryc. 1. Stężenie związków fenolowych w orzechach ziemnych powyżej 200 ng/g



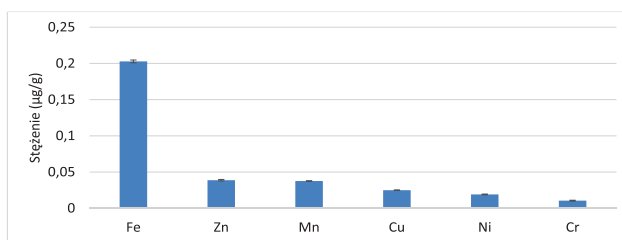
Ryc. 2. Stężenie związków fenolowych w orzechach ziemnych poniżej 200 ng/g

zawartością (w zakresie 400-800 ng/g) mirycetyny, rutyny, pinobanksyny i kwasu kumarowego (ryc. 1). Natomiast pozostałe związki fenolowe zostały oznaczone w badanych orzechach arachidowych na znacznie niższym poziomie stężeń (w zakresie 10-183 ng/g). Obecność związków fenolowych w orzechach ziemnych została potwierdzona w piśmiennictwie (3, 9-12). Khaopha i wsp. badali zawartość związków fenolowych w ekstraktach z orzechów ziemnych różnych odmian i wykazali we wszystkich ekstraktach obecność kwasów hydroksybenzoesowego, wanilinowego, syringowego, kumarowego, ferulowego oraz synapowego, przy czym niezależnie od genotypu orzecha ziemnego charakteryzowały się największą zawartością kwasu wanilinowego oraz kumarowego (12). Ponadto w orzechach arachidowych zidentyfikowano epikatechinę, katechinę, resweratrol oraz kwas elagowy (10, 11).

W analizowanych orzechach ziemnych oznaczono także zawartość makro- i mikroelementów, a wyniki przedstawiono na rycinach 3 i 4.



Ryc. 3. Zawartość makroelementów w orzechach ziemnych



Ryc. 4. Zawartość mikroelementów w orzechach ziemnych

Orzechy arachidowe charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością oznaczanych pierwiastków, których stężenia wahały się w zakresie od śladowych ilości oznaczonych dla mikroelementów do 3,55  $\mu$ g/g dla magnezu. Ponadto, w badanych orzechach nie stwierdzono występowania metali ciężkich, które negatywnie wpływają na organizm człowieka. Dane piśmiennictwa wskazują, że orzechy arachidowe charakteryzują się zróżnicowaną zawartością oznaczanych pierwiastków w zależności od ich pochodzenia oraz metody analitycznej stosowanej do oznaczeń (AAS, ICP-OES, XRF) (7, 13-15).

Jak pokazują dane literaturowe, produkty naturalne, takie jak surowce roślinne – lukrecja czy czeremcha, a także produkty pszczele są źródłem związków fenolowych, odgrywających ważną rolę w profilaktyce chorób cywilizacyjnych (16-18). Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że również orzechy arachidowe mogą stanowić źródło tych cennych składników w codziennej diecie.

### Wnioski

1. Badane orzechy ziemne, dostępne na polskim rynku, charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością

związków fenolowych, a najwyższe stężenie oznaczono dla kwasu syryngowego.

2. Analiza zawartości mikro- i makroelementów również wykazała ich zróżnicowaną zawartość – od ilości śladowej dla mikroelementów do 3,55  $\mu\text{g/g}$  dla magnezu. Ponadto, w badanych orzechach nie stwierdzono obecności metali ciężkich.
3. Otrzymane wyniki wskazują, że orzechy arachidowe są cennym źródłem składników wykazujących pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka, przez co ich spożywanie może mieć wpływ na zapobieganie rozwojowi wielu chorób cywilizacyjnych.

### Piśmiennictwo

1. Wroniak M, Parzychowska J, Rękas A. Charakterystyka i porównanie wartości żywieniowej orzechów i otrzymywanych z nich olejów. *Post Nauki Technol Przem Rol-Spoż* 2016; 71:44-58.
2. Akram N, Shafiq F, Ashraf M. Peanut (*Arachis hypogaea* L.): A prospective legume crop to offer multiple health benefits under changing climate. *Compr Rev Food Sci F* 2018; 17(5):1325-38.
3. Bodoira R, Cittadini M, Velez A i wsp. An overview on extraction, composition, bioactivity and food applications of peanut phenolics. *Food Chem* 2022; 381:1-12.
4. Rui M, Ma C, White J i wsp. Metal oxide nanoparticles alter peanut (*Arachis hypogaea* L.) physiological response and reduce nutritional quality: a life cycle study. *Environ Sci Nano* 2018; 1-15.
5. Zahran H, Tawfeuk H. Physicochemical properties of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties. *OCL* 2019; 26:1-7.
6. Fragopoulou E, Nomikos T, Karantonis H i wsp. Biological activity of acetylated phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 2007; 55:80-9.
7. Ranilla L, Kwon Y, Apostolidis E i wsp. Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technol* 2010; 12:4676-89.
8. Puupponen-Pimiä R, Nohynek L, Meier C i wsp. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *J Appl Microbiol* 2001; 90:494-507.
9. Sikora E, Liszka P. Składniki odżywcze i nie odżywcze w surowych i przetworzonych orzeszkach ziemnych (*Arachis hypogaea*). *Bromat Chem Toksykol* 2011; 44:1047-53.
10. Bodoira R, Maestri M. Phenolic compounds from nuts: extraction, chemical profiles and bioactivity. *J Agric Food Chem* 2020; 68:927-42.
11. Yang Q, Kim G, Farha A i wsp. Phenolic profile, antioxidant and antiproliferative activities of diverse peanut cultivars. *J Food Meas Charact* 2020; 14(5):1-9.
12. Khaopha S, Senawong T, Jogloy S i wsp. Comparison of total phenolic content and composition of individual phenolic acids in testae and testa-removed kernels of 15 Valencia-type peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. *Afr J Biotechnol* 2021; 92:15923-30.
13. Asibuo J, Akromah R, Safo-Kantanka O i wsp. Chemical composition of groundnut, *Arachis hypogaea* (L) landraces. *Afr J Biotechnol* 2008; 13:2203-8.
14. Momen A, Zacharidis G, Anthemidis A i wsp. Use of fractional factorial design for optimization of digestion procedures followed by multi-element determination of essential and non-essential elements in nuts using ICP-OES technique. *Talanta* 2007; 71:443-51.
15. Moreda-Piñeiro J, Herbelo-Hermelo P, Domínguez-González R i wsp. Bioavailability assessment of essential and toxic metals in edible nuts and seeds. *Food Chem* 2016; 205:146-54.
16. Szymański M, Turczynowicz P, Szymański A. Badania wyciągów z liści, kwiatów, owoców i gałązek *Padus avium* Mill. *Post Fitoter* 2021; (2):89-96.
17. Woźniak M, Mrówczyńska L, Waśkiewicz A i wsp. Zawartość związków fenolowych w ekstrakcie z propolisu oraz ocena jego aktywności przeciwutleniającej i cytoochronnej względem erytrocytów ludzkich w warunkach stresu oksydacyjnego *in vitro*. *Post Fitoter* 2019; (1):18-24.
18. Antoniak K, Dudek-Makuch M, Byłka W. Lukrecja – czy tylko słodka? Związki chemiczne, aktywność biologiczna. *Post Fitoter* 2020; (3):154-60.

### Konflikt interesów

#### Conflict of interest

Brak konfliktu interesów  
None

otrzymano/received: 29.03.2022

zaakceptowano/accepted: 19.04.2022

Adres/address:

\*dr n. leśn. Magdalena Woźniak

Katedra Chemii

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 75, 60-625 Poznań

tel. +48 (61) 848-78-38

e-mail: magdalena.wozniak@up.poznan.pl