

*Magdalena Woźniak¹, Lucyna Mrówczyńska², Anna Sip³, Marta Babicka¹,
Tomasz Rogoziński⁴, Izabela Ratajczak¹

Aktywność przeciwutleniająca i przeciwbakteryjna miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego**

Antioxidant and antibacterial activity of honey, propolis and pollen

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

²Zakład Biologii Komórki, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Kierownik Zakładu: dr hab. n. biol. Andrzej Lesicki, prof. UAM

³Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Kierownik Katedry: dr hab. inż. Wojciech Białas, prof. UPP

⁴Katedra Meblarstwa, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Kierownik Zakładu: dr hab. n. roln. Tomasz Rogoziński

SUMMARY

Introduction. Honey, propolis and pollen belong to bee products that have beneficial biological properties. These products exhibit e.g. antibacterial, antifungal and antioxidant properties. Due to biological activity and natural origin, bee products are used, e.g. in the food industry, cosmetology and pharmacy.

Aim. The aim of the study was to compare the antioxidant and antibacterial activity of honey, propolis and pollen from an apiary located in Wielkopolska Province.

Material and methods. Honey, propolis and pollen used in this study came from the same apiary located in Wielkopolska Province. The antioxidant potential of bee products was evaluated applying DPPH· free radical scavenging activity assay. The antimicrobial activity of the tested bee products was determined by the point-diffusion method against 13 strains of pathogenic and potentially pathogenic bacteria. In addition, the total content of phenolic compounds in honey, propolis and pollen was determined by the colorimetric method.

Results. Propolis exhibited higher antioxidant activity, in comparison to honey and pollen. The antiradical activity of propolis was equal to 80% approx. activity of Trolox, the standard antioxidant. Among tested bee products, propolis was characterized by the highest total phenols content. In addition, honey, propolis and pollen showed antagonistic activity against tested bacterial strains.

Conclusions. The obtained results indicate that among the tested bee products of native origin, i.e. honey, propolis and pollen, propolis characterized by the highest antioxidant activity and the total content of phenolic compounds. In addition, all bee products showed bactericidal activity against the tested bacterial strains.

Keywords: propolis, honey, pollen, antibacterial activity, antioxidant properties, DPPH

STRESZCZENIE

Wstęp. Miód, propolis i pyłek kwiatowy należą do produktów pszczelich, które charakteryzują się korzystnymi właściwościami biologicznymi. Produkty te wykazują m.in. aktywność przeciwbakteryjną, przeciwgrzybiczą oraz przeciwutleniającą. Ze względu na działanie biologiczne i naturalne pochodzenie, produkty pszczele znajdują zastosowanie m.in. w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym.

** Praca została współfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego o nr 2019/03/X/NZ9/01800.

Cel pracy. Celem pracy było porównanie aktywności przeciwutleniającej i przeciwbakteryjnej miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego, pochodzących z pasieki zlokalizowanej w województwie wielkopolskim.

Materiał i metody. Miód, propolis oraz pyłek kwiatowy wykorzystane w badaniach pochodziły z tej samej pasieki zlokalizowanej w województwie wielkopolskim. Aktywność przeciwutleniającą badanych produktów pszczelich oceniono, określając ich zdolność do redukcji kationorodnika DPPH. Aktywność przeciwbakteryjną badanych produktów oznaczono metodą punktowo-dyfuzyjną w stosunku do 13 szczepów bakterii chorobotwórczych i potencjalnie chorobotwórczych. Ponadto, w miodzie, propolisie oraz pyłku kwiatowym określono całkowitą zawartość związków fenolowych metodą kolorymetryczną.

Wyniki. Propolis wykazywał wyższą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z miodem i pyłkiem kwiatowym. Aktywność przeciwrodnikowa propolisu odpowiadała 80% aktywności Troloksu, standardowego antyoksydantu. Spośród badanych produktów pszczelich, propolis charakteryzował się także najwyższą całkowitą zawartością związków fenolowych. Ponadto, miód, propolis oraz pyłek pszczeli wykazywały antagonistyczną aktywność wobec wszystkich badanych szczepów bakterii.

Wnioski. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że spośród badanych produktów pszczelich pochodzenia krajowego, tj. miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego, propolis charakteryzował się najwyższą aktywnością przeciwutleniającą oraz całkowitą zawartością związków fenolowych. Ponadto, wszystkie produkty pszczele wykazywały aktywność bakteriobójczą w stosunku do badanych szczepów bakterii.

Słowa kluczowe: propolis, miód, pyłek kwiatowy, aktywność przeciwbakteryjna, właściwości przeciwutleniające, DPPH

Wprowadzenie

W medycynie ludowej miód był cenionym środkiem przeciwdrobnoustrojowym, który służył m.in. w leczeniu oparzeń i trudno gojących się ran (1). Obecnie propolis wykorzystywany jest jako składnik kosmetyków, suplementów diety oraz preparatów stosowanych w łagodzeniu objawów przeziębienia i infekcjach górnych dróg oddechowych. Miód jest produktem wytwarzanym przez pszczoły z nektaru kwiatowego lub spadzi, który może zawierać ponad 180 różnych związków chemicznych. Składa się on głównie z węglowodanów (33-43% fruktozy, 25-35% glukozy, ok. 2% sacharozy oraz innych złożonych węglowodanów). Jest także źródłem minerałów (m.in. K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn), witamin, białek, enzymów oraz związków fenolowych (2).

Do produktów pszczelich zalicza się także propolis, który jest przetworzoną przez pszczoły żywicą, połączoną z woskami. Ze względu na działanie przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwgrzybicze i przeciwnowotworowe, dodaje się go do wielu preparatów leczniczych, suplementów diety i kosmetyków (3-8). Propolis charakteryzuje się bardzo zróżnicowanym składem, a jego głównymi składnikami są substancje balsamiczne (50%), woski (30%), olejek eteryczny (10%) oraz pyłek kwiatowy (5%). W próbkach propolisu pochodzących z różnych regionów geograficznych wykryto m.in. kwasy fenolowe i ich estry, flawonoidy, terpeny, aromatyczne aldehydy, kwasy tłuszczowe, stylbeny i steroidy, aminokwasy, lignany oraz węglowodany (9-12).

Kolejnym produktem pszczelim o właściwościach terapeutycznych, który zyskuje coraz większe zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym, jest pyłek kwiatowy, który zawiera głównie węglowodany (13-55%),

białka (10-40%) i lipidy (1-13%), a także aminokwasy, kwasy tłuszczowe, witaminy (głównie z grupy B), makro- i mikroelementy, karotenoidy oraz flawonoidy (13, 14).

Skład i jakość miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego zależą od wielu czynników, zarówno środowiskowych, jak i sezonowych. Wpływ na skład chemiczny i aktywność biologiczną produktów pszczelich wywiera także położenie geograficzne pasiek oraz stan metaboliczny pszczół (15, 16).

Cel pracy

Celem pracy było porównanie aktywności przeciwutleniającej oraz przeciwbakteryjnej miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego, pochodzących z pasieki zlokalizowanej na terenie województwa wielkopolskiego.

Materiał i metody

Ekstrakcja produktów pszczelich

W badaniach wykorzystano miód, propolis oraz pyłek kwiatowy pochodzące z pasieki zlokalizowanej na terenie województwa wielkopolskiego. Badane produkty pszczele zostały poddane ekstrakcji 70% alkoholem etylowym (Avantor Performance Materials), w stosunku 1:10 (m/v), którą prowadzono przez 24 h z wykorzystaniem wstrząsarki (Biosan). Otrzymane roztwory po przesączeniu załóżono do stałej masy z wykorzystaniem wyparki próżniowej (Buchi Labortechnik AG). Pozostałości po odparowaniu rozpuszczalnika ponownie rozpuszczono w alkoholu etylowym i wykorzystano do określenia aktywności biologicznej badanych produktów pszczelich oraz całkowitej zawartości związków fenolowych.

Aktywność przeciwutleniająca

Aktywność przeciwutleniającą miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego oceniono, określając ich zdolność do zmiatania kationorodnika DPPH. Do 0,2 ml ekstraktów z badanych produktów pszczelich o stężeniu 0,1 mg/ml dodano 0,2 ml świeżo przygotowanego etanolowego roztworu 0,1 M DPPH (2,2-difenylo-1-pirydylo-hydrazol) (Sigma-Aldrich) i inkubowano przez 30 min w temperaturze pokojowej bez dostępu światła. Następnie mierzono absorbancję roztworów z wykorzystaniem spektrofotometru EPOLL 2000 ECO (PZ EMCO), przy długości fali $\lambda = 517$ nm. Jako związek referencyjny zastosowano Trolox (Sigma-Aldrich). Na podstawie uzyskanych wartości absorbancji obliczono aktywność przeciwrodnikową (AP) badanych produktów, stosując następujące równanie:

$$AP (\%) = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100 \%,$$

gdzie: A_0 – absorbancja próby kontrolnej, A_1 – absorbancja ekstraktu z badanego produktu pszczelego.

Analizę aktywności przeciwrodnikowej ekstraktów z produktów pszczelich w teście z kationorodnikiem DPPH· wykonano trzykrotnie, a przedstawione wyniki są wartością średnią $\pm$ wartością odchylenia standardowego (SD).

Aktywność przeciwbakteryjna

Aktywność przeciwbakteryjną badanych produktów pszczelich oznaczono metodą punktowo-dyfuzyjną w stosunku do szczepów bakterii z rodzajów: *Listeria* (*L. monocytogenes* i *L. innocua*), *Enterococcus* (*E. faecium* i *E. faecalis*), *Staphylococcus* (*S. aureus*), *Bacillus* (*B. cereus* i *B. megaterium*), *Escherichia* (*E. coli*), *Salmonella* (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* i *S. Paratyphi*), *Yersinia* (*Y. enterocolitica*) i *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*). Wszystkie szczepy użyte w pracy jako wskaźniki pochodziły z kolekcji czystych kultur Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Ich hodowle prowadzono w bulionie BHI (Oxoid) w temperaturze 37°C, w warunkach tlenowych. Kulturami w fazie logarytmicznego wzrostu o stężeniu 10^6 jtk/ml inokulowano płytki Petriego z podłożem Müller-Hintona z dodatkiem 2% (w/v) agaru (Oxoid). Na zaszczerpione płytki nanoszono następnie 10 μ l próbek ekstraktów z badanych produktów o stężeniu 100 mg/ml. Kontrole stanowiły roztwory samego rozpuszczalnika (70% v/v etanolu). Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 18-24 h. Po inkubacji mierzono średnice (mm) powstałych stref przejaśnień. Pomiarów tych dokonywano za pomocą Computer Scanning System (MultiScanBase v14.02). Uzyskane

wielkości, po uwzględnieniu aktywności rozcieńczalnika, traktowano jako wyznacznik aktywności przeciwbakteryjnej badanych próbek.

Całkowita zawartość związków fenolowych

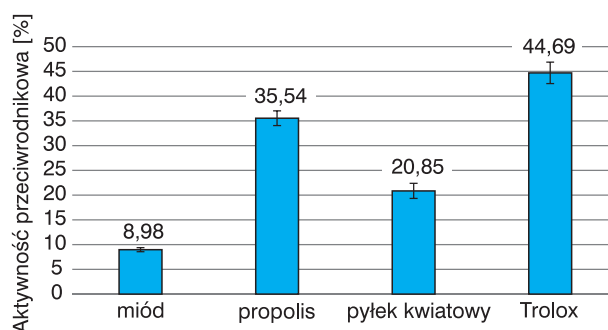
W ekstraktach z badanych produktów pszczelich oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych metodą Folin-Ciocalteu. Do 20 μ l ekstraktu dodano 1680 μ l wody destylowanej oraz 100 μ l odczynnika Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich), a następnie 200 μ l 20% roztworu węglanu sodu (Avantor Performance Materials). Po 40-minutowej inkubacji mierzono absorbancję ekstraktów przy długości fali $\lambda = 765$ nm, wykorzystując spektrofotometr UV-VIS Varian Cary 300 Bio. Dla każdego produktu pszczelego wykonano trzy powtórzenia, a wynik wyrażono w przeliczeniu na kwas galusowy.

Wyniki i ich omówienie

Wydajność ekstrakcji produktów pszczelich alkoholem etylowym była różna dla poszczególnych produktów. Dla miodu wynosiła ona 93,12%, propolisu – 43,31%, a pyłku kwiatowego – 50,75%.

Aktywność przeciwutleniającą produktów pszczelich określono poprzez wyznaczenie ich aktywności przeciwrodnikowej. Na rycinie 1 przedstawiono wyniki aktywności przeciwrodnikowej ekstraktów badanych produktów o stężeniu 0,1 mg/ml.

Pośród badanych produktów pszczelich, propolis charakteryzował się najwyższą aktywnością przeciwutleniającą, wyznaczoną w teście z kationorodnikiem DPPH·. Aktywność przeciwrodnikowa ekstraktu z propolisu wynosiła 35,54%, co stanowiło około 80% aktywności Troloksu, stosowanego w badaniach jako standardowy antyoksydant. We wcześniejszych badaniach wykazano, że aktywność przeciwrodnikowa etanolowego ekstraktu z propolisu pochodzenia krajowego była wyższa niż aktywność ekstraktu acetonowego (17). Propolis, nie tylko pochodzenia krajowego, charakteryzuje się wysoką aktywnością



Ryc. 1. Aktywność przeciwrodnikowa produktów pszczelich

przeciwutleniającą, co potwierdzają liczne dane literaturowe (18-21). Pyłek kwiatowy wykazywał niższą zdolność do redukcji wolnych rodników niż propolis. Jego aktywność przeciwrodnikowa była jednak wyższa niż miodu. Oznaczona w pracy aktywność przeciwutleniająca miodu była znacznie niższa niż aktywność próbek miodu, pochodzących m.in. z Algierii, oraz miodów wielokwiatowych, pochodzących z pasieki zlokalizowanej koło Nowego Sącza, co wskazuje, że geograficzne pochodzenie miodu ma wpływ na jego aktywność przeciwrodnikową (22, 23). Wpływ pochodzenia geograficznego na aktywność przeciwutleniającą produktów pszczelich został dostrzeżony przez licznych badaczy (18, 24-28).

W badanych produktach pszczelich oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych, a uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Spośród badanych produktów najwyższą całkowitą zawartość związków fenolowych oznaczono w propolisie. W badanym propolisie z województwa wielkopolskiego zawartość ta była zbliżona do oznaczonej w próbkach propolisu, pochodzących z innych

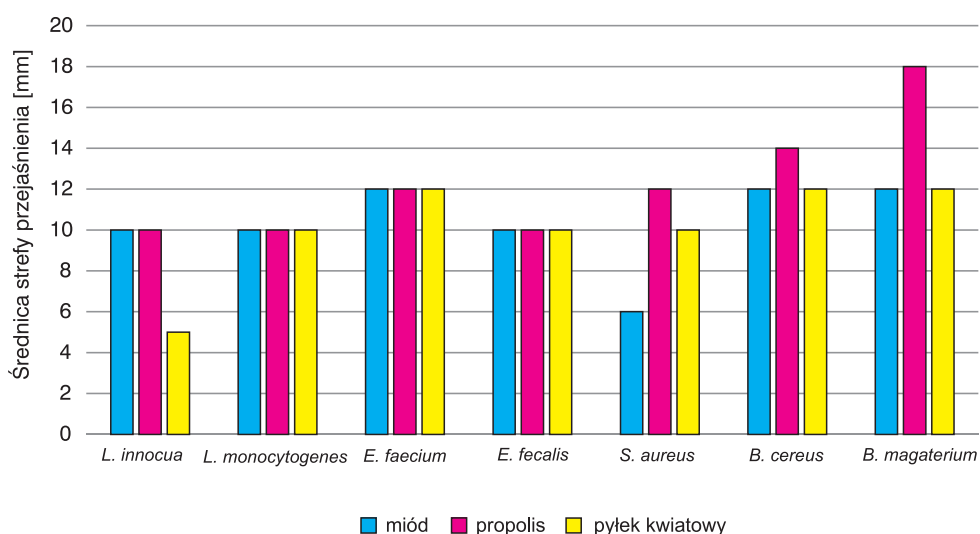
regionów kraju (20, 23, 29). Całkowita zawartość fenoli w badanym pyłku kwiatowym była natomiast wyższa niż w próbkach pochodzących z Austrii oraz z pasieki zlokalizowanej w województwie małopolskim (23, 24). Całkowita zawartość związków fenolowych w badanym miodzie była niższa niż w próbkach miodów pochodzących z Turcji i wyższa niż w miodach pochodzących ze Słowacji (26, 30). Ponadto, zawartość fenoli w miodzie pochodzącym z pasieki zlokalizowanej w województwie wielkopolskim kształtowała się na podobnym poziomie, jak w próbkach miodów pochodzących z pasiek zlokalizowanych w innych częściach kraju (23, 31). Porównując całkowitą zawartość związków fenolowych w badanych produktach pszczelich, można zauważyć, że propolis, który charakteryzował się najwyższą ich zawartością, wykazywał również najwyższą zdolność do zmiatania wolnych rodników (ryc. 1). Podobną zależność przedstawiono w pracy Majewskiej i Trzanek (23), gdzie spośród badanych produktów pszczelich (miód, propolis oraz pyłek kwiatowy) propolis charakteryzował się najwyższą całkowitą zawartością związków fenolowych oraz najwyższą aktywnością przeciwrodnikową (23).

W pracy oznaczono także aktywność miodu, propolisu oraz pyłku kwiatowego w stosunku do wybranych szczepów bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Wyniki tych oznaczeń przedstawiono na rycinach 2 i 3.

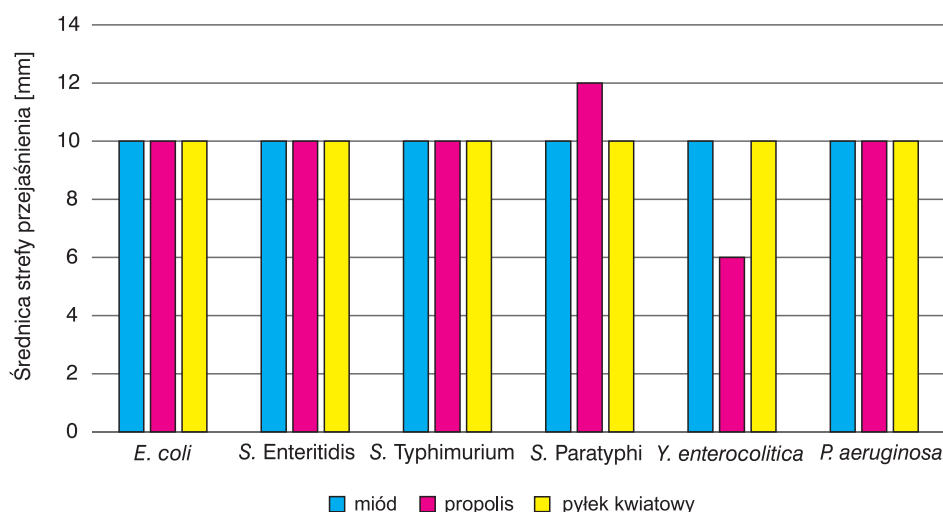
Produkty pszczele wykorzystane w badaniach wykazywały bakteriobójczą aktywność w stosunku do wszystkich badanych szczepów bakterii. Propolis najsilniej ograniczał wzrost Gram-dodatnich bakterii *Bacillus megaterium*. Jego aktywność bakteriobójcza

Tab. 1. Całkowita zawartość związków fenolowych w produktach pszczelich

Badany produkt pszczeli	Całkowita zawartość związków fenolowych [mg kwasu galusowego/100 g produktu]
Miód	61,24 ± 1,86
Pyłek kwiatowy	2115,74 ± 3,81
Propolis	16547,41 ± 5,74



Ryc. 2. Aktywność produktów pszczelich wobec bakterii Gram-dodatnich



Ryc. 3. Aktywność produktów pszczelich wobec bakterii Gram-ujemnych

względem tych bakterii oraz wobec *Staphylococcus aureus* i *Bacillus cereus* była jednocześnie wyższa od aktywności miodu i pyłku kwiatowego. Ponadto, pyłek kwiatowy wykazywał niską aktywność względem *Listeria innocua*. Na pozostałe badane w pracy szczepy bakterii Gram-dodatnich, wszystkie produkty pszczele działały w zbliżony sposób. Aktywność badanych produktów względem większości testowanych szczepów bakterii Gram-ujemnych była porównywalna. Wyjątek stanowił propolis, którego aktywność względem *S. Paratyphi* była wyższa od aktywności miodu i pyłku kwiatowego. Produkt ten działał jednocześnie słabiej na *Yersinia enterocolitica* niż miód i pyłek kwiatowy.

Aktywność propolisu względem *S. aureus*, *B. cereus*, *B. megaterium* oraz *S. Paratyphi* została potwierdzona także przez innych badaczy (29, 32-36). W wielu publikacjach znaleźć można również informacje na temat aktywności przeciwbakteryjnej pozostałych badanych produktów pszczelich. Przykładowo wykazano, że

miód pochodzący z pasiek zlokalizowanych w różnych regionach geograficznych działał bakteriobójczo m.in. na *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori* i *Enterococcus faecalis* (30, 37, 38). Z kolei, pyłek kwiatowy wykazywał bójczą aktywność względem m.in. *E. coli*, *S. Enteritidis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* oraz *Listeria monocytogenes* (14, 26).

Wnioski

1. Spośród badanych produktów pszczelich pochodzenia krajowego (województwo wielkopolskie), tj. miodu, propolisu i pyłku kwiatowego, najwyższą aktywność przeciwutleniającą wykazywał propolis.
2. Propolis charakteryzował się znacznie wyższą całkowitą zawartością związków fenolowych niż miód i pyłek kwiatowy.
3. Miód, propolis oraz pyłek kwiatowy wykazywały zróżnicowaną aktywność bakteriobójczą wobec badanych szczepów bakterii.

Piśmiennictwo

1. Dżugana M, Grabek-Lejkob D, Swacha S i wsp. Physico-chemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey. Food Biosci 2020; 34:1-10.
2. Nespeca M, Vieira A, Santos D i wsp. Detection and quantification of adulterants in honey by LIBS. Food Chem 2020; 311(1):1-27.
3. Bueno-Silva B, Marsola A, Ikegaki M i wsp. The effect of seasons on Brazilian red propolis and its botanical source: chemical composition and antibacterial activity. Nat Prod Res 2017; 31(11):1318-24.
4. Mohdaly A, Mahmoud A, Roby M i wsp. Phenolic extract from propolis and bee pollen: composition, antioxidant and antibacterial activities. J Food Biochem 2015; 39(5):538-47.
5. Funakoshi-Tago M, Okamoto K, Izumi R i wsp. Anti-inflammatory activity of flavonoids in Nepalese propolis is attributed to inhibition of the IL-33 signaling pathway. Int Immunopharmacol 2015; 25(1):189-98.
6. Franchin M, Freires I, Lazarini J i wsp. The use of Brazilian propolis for discovery and development of novel anti-inflammatory drugs. Eur J Med Chem 2018; 153:49-55.

7. Catchpole O, Mitchell K, Bloor S i wsp. Antiproliferative activity of New Zealand propolis and phenolic compounds vs human colorectal adenocarcinoma cells. *Fitoter* 2015; 106:167-74.
8. Xuan H, Wang Y, Li A i wsp. Bioactive components of Chinese propolis water extract on antitumor activity and quality control. *Evid-Based Compl Altern Med* 2016; 9:1-9.
9. Olegário L, Andrade J, Andrade G i wsp. Chemical characterization of four Brazilian brown propolis: an insight in tracking of its geographical location of production and quality control. *Food Res Int* 2019; 123:481-502.
10. da Silva Frozza C, Garcia C, Gambato G i wsp. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. *Food Chem Toxicol* 2013; 52:137-42.
11. Righi A, Negri G, Salatino A. Comparative chemistry of propolis from eight Brazilian localities. *Evid-Based Compl Altern Med* 2013; 2013:1-14.
12. Escriche I, Juan-Borrás M. Standardizing the analysis of phenolic profile in propolis. *Food Res Int* 2018; 106:834-41.
13. Kędzia B, Hołderna-Kędzia E. Nowe badania nad biologicznymi właściwościami pyłku kwiatowego. *Post Fitoter* 2012; (1):48-54.
14. Denisow B, Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J Sci Food Agr* 2016; 96:4303-9.
15. Cebrero G, Sanhueza O, Pezoa M i wsp. Relationship among the minor constituents, antibacterial activity and geographical origin of honey: A multifactor perspective. *Food Chem* 2020; 315(15):1-31.
16. Socha R, Juszczak L, Pietrzyk S i wsp. Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys. *Int J Food Sci* 2011; 46(3):528-34.
17. Woźniak M, Mrówczyńska L, Waśkiewicz A i wsp. Zawartość związków fenolowych w ekstrakcie z propolisu oraz ocena jego aktywności przeciwutleniającej i cytotoksycznej względem erytrocytów ludzkich w warunkach stresu oksydacyjnego *in vitro*. *Post Fitoter* 2019; 20(1):18-24.
18. Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chem* 2004; 84:329-39.
19. Woźniak M, Mrówczyńska L, Waśkiewicz A i wsp. The role of seasonality on the chemical composition, antioxidant activity and cytotoxicity of Polish propolis in human erythrocytes. *Rev Bras Farmacogn* 2019; 29:301-8.
20. Socha R, Gałkowska D, Bugaj M i wsp. Phenolic composition and antioxidant activity of propolis from various regions of Poland. *Nat Prod Res* 2015; 29(5):416-22.
21. Lima B, Tapia A, Luna L i wsp. Main flavonoids, DPPH activity, and metal content allow determination of the geographical origin of propolis from the Province of San Juan (Argentina). *J Agr Food Chem* 2009; 57:2691-8.
22. Zaidi H, Ouchemoukh S, Amessis-Ouchemoukh N i wsp. Biological properties of phenolic compound extracts in selected Algerian honeys – The inhibition of acetylcholinesterase and α -glucosidase activities. *Eur J Integr Med* 2019; 25:77-84.
23. Majewska E, Trzaneek J. Właściwości przeciwutleniające miodów wielokwiatowych i innych produktów pszczelich. *Brom Chem Toksykol* 2009; 4:1089-94.
24. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplements. *Innov Food Sci Emerg* 2001; 2:171-4.
25. Khider M, Elbanna K, Mahmoud A i wsp. Egyptian honeybee pollen as antimicrobial, antioxidant agents and dietary food supplements. *Food Sci Biotechnol* 2013; 22(5):1461-9.
26. Bertonecelj J, Dobersek U, Jamnik M i wsp. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem* 2007; 105:822-8.
27. Kuś PM, Congiu F, Teper D i wsp. Antioxidant activity, color characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six Polish unifloral honey types. *LWT-Food Sci Technol* 2014; 55:124-30.
28. Woźniak M, Mrówczyńska L, Waśkiewicz A i wsp. Phenolic profile and antioxidant activity of propolis extracts from Poland. *Nat Prod Commun* 2019; May:1-7.
29. Wieczyńska A, Weźgowiec J, Więckiewicz W i wsp. Antimicrobial activity, cytotoxicity and total phenolic content of different extracts of propolis from the West Pomeranian region in Poland. *Acta Pol Pharm* 2017; 74(2):715-22.
30. Kucuk M, Kolay S, Karaoglu S i wsp. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem* 2007; 100:526-34.
31. Jasicka-Misiak I, Poliwoda A, Dereń M i wsp. Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two Polish unifloral honeys. *Food Chem* 2012; 131:1149-56.
32. Kędzia B, Hołderna-Kędzia E. Aktywność antybiotyczna propolisu krajowego i europejskiego. *Post Fitoter* 2013; (2):97-107.
33. Silici S, Unlu M, Vardar-Unlu G. Antibacterial activity and phytochemical evidence for the plant origin of Turkish propolis from different regions. *World J Microbiol Biotechnol* 2007; 23:1797-803.
34. Garew A, Schmolz E, Lamprecht I. Microbiological and calorimetric investigations on the antibacterial actions of different propolis extracts: an *in vitro* approach. *Thermochim Acta* 2004; 422:115-24.
35. Mavri A, Abramovic H, Polak T i wsp. Chemical properties and antioxidant activity of Slovenian propolis. *Chem Biodivers* 2012; 9:1545-57.
36. Kalogeropoulos N, Konteles SJ, Troullidou E i wsp. Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus. *Food Chem* 2009; 116:452-61.
37. Silverio-Valdes LA, Iturralde G, Garcia-Tenesaca M i wsp. Phytochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *J Apic Res* 2018; 57(3):382-94.
38. Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Diaz D i wsp. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and their chemical compound. *Food Chem Toxicol* 2010; 48:2490-9.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 20.04.2020

zaakceptowano/accepted: 15.05.2020

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