

*Magdalena Woźniak¹, Lucyna Mrówczyńska², Anna Sip³, Izabela Ratajczak¹

Aktywność biologiczna roślinnych produktów pszczelich pochodzących z Gór Sowich**

Biological activity of herbal bee products collected from the Sowie Mountains

¹Katedra Chemii, Wydział Technologii DREWNA, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Kierownik Katedry: prof. UPP dr hab. Izabela Ratajczak

²Zakład Biologii Komórki, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Kierownik Zakładu: prof. UAM dr hab. Andrzej Lesicki

³Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Kierownik Katedry: prof. UPP dr hab. Wojciech Białas

SUMMARY

Introduction. Herbal bee products, including honey, propolis and pollen, are wide applied in various branches of industry due to their natural origin and biological activities. Bee products exhibit e.g. antioxidant, antibacterial and antifungal activity. In addition, honey, propolis and pollen characterize diverse and complex chemical composition.

Aim. The aim of the study was to determine antioxidant and antibacterial activity of honey, propolis and pollen from the Sowie Mountains.

Material and methods. In the study, honey, propolis and pollen collected from an apiary located in the Sowie Mountains were used. The tested bee products were extracted with ethanol, and the obtained extracts from bee products were used to determine their antioxidant and antibacterial activity. The antioxidant potential of bee products were 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 the tested bee products was determined by the Folin-Ciocalteu method.

Results. Among the tested bee products, propolis exhibited the highest antioxidant activity. The antiradical activity of propolis was equal to 96% approx. activity of Trolox, the standard antioxidant used in this study. Propolis had the highest total phenol content. All bee products showed antagonistic activity against all tested bacterial strains, however, propolis was characterized by the highest antibacterial activity.

Conclusions. The obtained results indicate that among the tested bee products (honey, propolis and pollen), the highest antioxidant and antibacterial activity showed propolis. The high biological activity of propolis is associated with the high content of phenolic compounds.

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

STRESZCZENIE

Wstęp. Roślinne produkty pszczele, do których zaliczają się: miód, propolis oraz pyłek kwiatowy, ze względu na naturalne pochodzenie oraz korzystne właściwości biologiczne są szeroko stosowane w różnych gałęziach przemysłu. Produkty te wykazują m.in. aktywność przeciwutleniającą, przeciwbakteryjną oraz przeciwgrzybiczą. Ponadto miód, propolis oraz pyłek kwiatowy charakteryzują się zróżnicowanym i złożonym składem chemicznym.

**Praca była współfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego Nr 2019/03/X/NZ9/01800.

Cel pracy. Celem pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej oraz przeciwbakteryjnej miodu, propolisu i pyłku kwiatowego pochodzących z obszaru Gór Sowich.

Materiał i metody. W badaniach wykorzystano miód, propolis oraz pyłek kwiatowy, zebrane z pasieki zlokalizowanej na terenie Gór Sowich. Badane produkty pszczele poddano ekstrakcji alkoholem etylowym, a otrzymane ekstrakty wykorzystano do określenia ich aktywności przeciwutleniającej i przeciwbakteryjnej. Potencjał przeciwutleniający produktów oceniano, określając ich zdolność do zmiatania kationorodnika DPPH. Aktywność przeciwbakteryjną badanych produktów pszczelich oznaczano metodą punkto-wo-dyfuzyjną wobec 13 szczepów bakterii chorobotwórczych i potencjalnie chorobotwórczych. Ponadto, w badanych produktach pszczelich oznaczano całkowitą zawartość związków fenolowych metodą Folin-Ciocalteu.

Wyniki. Spośród badanych produktów pszczelich propolis wykazywał najwyższą aktywność przeciwutleniającą. Aktywność przeciwutleniająca propolisu odpowiadała około 96% aktywności Troloksu, standardowego środka przeciwutleniającego. Propolis charakteryzował się także najwyższą całkowitą zawartością związków fenolowych. Produkty te hamowały wzrost wszystkich badanych szczepów bakterii, jednak najwyższą aktywnością przeciwbakteryjną charakteryzował się propolis.

Wnioski. Uzyskane rezultaty wykazały, że spośród badanych produktów pszczelich (miód, propolis, pyłek kwiatowy) najwyższą aktywnością przeciwutleniającą i przeciwbakteryjną charakteryzował się propolis. Wysoką aktywność biologiczną propolisu warunkuje duża zawartość związków fenolowych.

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

Wprowadzenie

Produkty pszczele, ze względu na swoje naturalne pochodzenie oraz właściwości biologiczne, są szeroko stosowane w różnych gałęziach przemysłu, głównie w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym i kosmetycznym (1-3).

Miód jest najlepiej poznanym i powszechnie stosowanym produktem pszczelim pochodzenia roślinnego. Jest on wytwarzany przez pszczoły miodne z nektaru kwiatowego lub spadzi. Skład chemiczny miodu jest bardzo zróżnicowany, a jego głównymi składnikami są węglowodany, spośród których glukoza i fruktoza występują w najwyższych stężeniach (1, 4). Ponadto, miód zawiera związki fenolowe, m.in. kwercetynę, apigeninę, galanginę, kemferol, pinocembrynę, chryzynę, kwas kawowy, kumarowy i ferulowy, a także ich estry (1, 4-6). W różnych gatunkach miodów została także stwierdzona obecność enzymów, witamin, mikro- i makroelementów, lipidów i związków lotnych (1, 7, 8).

Kolejnym produktem pszczelim o szerokim zastosowaniu jest propolis – żywiczny materiał o złożonym składzie chemicznym. Wśród składników propolisu pochodzącego z różnych obszarów geograficznych najczęściej wymieniane są związki fenolowe, które charakteryzują się aktywnością biologiczną, w tym m.in. aktywnością przeciwutleniającą. W próbkach propolisu polskiego zidentyfikowano takie związki fenolowe, jak: apigenina, naryngenina, kemferol, pinostrobin, kwas kawowy, kwas ferulowy czy kwas cynamonowy (9, 10). W skład propolisu wchodzi także związki lotne, witaminy, biopierwiastki i węglowodany (11-13). Do grupy produktów pszczelich stosowanych w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym należy pyłek kwiatowy, który także jest zróżnicowanym

produktem roślinnym. Pyłek kwiatowy zawiera węglowodany, białka, lipidy, związki fenolowe, witaminy, a także biopierwiastki (14, 15).

Szerokie zastosowanie produktów pszczelich jest związane z ich aktywnością biologiczną. Miód, propolis oraz pyłek kwiatowy wykazują m.in. aktywność przeciwutleniającą oraz zdolność hamowania rozwoju wielu chorobotwórczych gatunków bakterii i grzybów. Ponadto, miód oraz propolis charakteryzuje aktywność przeciwnowotworowa, przeciwwirusowa oraz przeciwzapalna (1-3, 6, 15).

Cel pracy

Celem pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej oraz przeciwbakteryjnej miodu, propolisu i pyłku kwiatowego, pochodzących z obszaru Gór Sowich.

Materiał i metody

Ekstrakcja propolisu

W badaniach wykorzystano miód, propolis oraz pyłek kwiatowy, które pochodziły z pasieki zlokalizowanej na obszarze Gór Sowich. Badane produkty pszczele zostały poddane ekstrakcji alkoholem etylowym (Avantor Performance Materials), w stosunku 1:10 (m/v). Proces ekstrakcji prowadzono przez 24 godziny w temperaturze pokojowej, z wykorzystaniem wytrząsarki (Biosan). Następnie otrzymane ekstrakty przesączono i rozpuszczalnik odparowano, wykorzystując wyparkę próżniową (Buchi Labortechnik AG). Pozostałości po odparowaniu rozpuszczono ponownie w alkoholu etylowym, w celu uzyskania określonych stężeń związków biologicznie aktywnych w ekstraktach.

Aktywność przeciwutleniająca

Aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z miodu, propolisu i pyłku kwiatowego oznaczono, określając ich zdolność do zmiatania kationorodnika DPPH•. Do 0,2 ml ekstraktu o stężeniu 0,1 mg/ml dodawano 0,2 ml świeżo przygotowanego etanolowego roztworu 0,1 mol DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylo-hydrazyl) (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), 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.

Aktywność przeciwbakteryjna

Aktywność przeciwbakteryjną ekstraktów otrzymanych z 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 badaniach pochodziły z kolekcji Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Ich hodowle prowadzono w bulionie BHI (Oxoid) w temperaturze 37°C, w warunkach tlenowych. Hodowlami w fazie logarytmicznego wzrostu zawierającymi 10^6 jtk/ml inokulowano płytki Periego z podłożem Müllera-Hintona z dodatkiem 2% (w/v) agaru (Oxoid). Na płytki nanoszono następnie 10 μ l próbek etanolowych 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 godzin. Po inkubacji mierzono średnice (w mm) powstałych stref zahamowania wzrostu badanych bakterii. Pomiarów tych dokonywano za pomocą Computer Scanning System (MultiScanBase v14.02). Uzyskane wartości,

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

Całkowita zawartość związków fenolowych

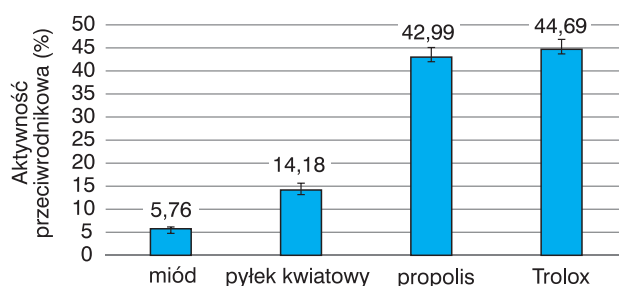
Całkowitą zawartość związków fenolowych w ekstraktach z badanych produktów pszczelich oznaczono metodą Folin-Ciocalteu, w przeliczeniu na kwas galusowy (Sigma-Aldrich). Do 20 μ l ekstraktu dodawano 1,68 ml wody destylowanej oraz 100 μ l odczynnika Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich), a następnie po upływie 3 minut 200 μ l 20% roztworu węgla sodu (Avantor Performance Materials). Po upływie 40 min mierzono absorbancję próbek, przy długości fali $\lambda = 765$ nm, wykorzystując spektrofotometr UV-VIS Varian Cary 300 Bio.

Wyniki i ich omówienie

W wyniku ekstrakcji alkoholem etylowym badanych produktów pszczelich i odparowania rozpuszczalnika otrzymano zagęszczone ekstrakty, które zostały wykorzystane do badań aktywności biologicznej tych produktów. Wydajność procesu ekstrakcji dla poszczególnych produktów wynosiła: miód – 90,28%, propolis – 61,08% i pyłek kwiatowy – 46,82%.

Aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z produktów pszczelich, dalej nazywanymi produktami pszczelimi, określono poprzez wyznaczenie ich aktywności przeciwrodnikowej. Na rycinie 1 przedstawiono wyniki uzyskane dla badanych produktów zastosowanych w stężeniu 0,1 mg/ml.

Najwyższą aktywność przeciwutleniającą spośród badanych produktów pszczelich wykazał propolis, którego aktywność przeciwrodnikowa wynosiła ponad 96% aktywności Troloksu, zastosowanego jako standardowy środek przeciwutleniający. Miód i pyłek kwiatowy charakteryzowały się znacząco niższą zdolnością do zmiatania wolnych rodników. Zróżnicowaną aktywność przeciwutleniającą produktów pszczelich opisano w piśmiennictwie (16-18). Aktywność miodu



Ryc. 1. Aktywność przeciwrodnikowa badanych produktów pszczelich

pochodzącego z polskich obszarów górskich była zbliżona do aktywności miodów serbskich oraz znacznie niższa w porównaniu z aktywnością miodów pochodzących z Algierii (17, 19). Z kolei wysoka aktywność przeciwutleniająca propolisu, w tym również pochodzenia krajowego, została potwierdzona w licznych danych piśmiennictwa (9, 10, 18, 20). Co istotne, propolis z Gór Sowich wykazał wyższą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z propolisem z pasiek zlokalizowanych w innych regionach kraju (9, 21). Wyniki badań Majewskiej i Trzanek (22) wskazały, że spośród produktów pszczelich (miód, pyłek kwiatowy i propolis) najwyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzował się propolis (22).

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

Najwyższą całkowitą zawartością związków fenolowych, spośród badanych produktów pszczelich, charakteryzował się propolis, natomiast najmniejszą miód. Wysoka zawartość związków fenolowych w propolisie potwierdza jego wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową (ryc. 1). Całkowita zawartość

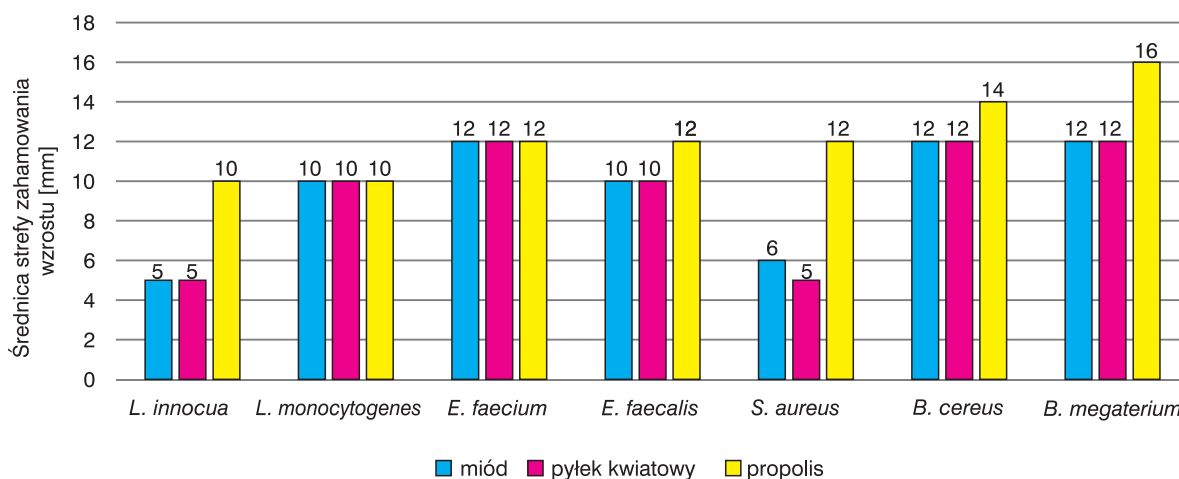
związków fenolowych w propolisie z Gór Sowich była zbliżona do zawartości fenoli w próbkach propolisu pochodzącego z różnych regionów kraju (11, 20). Również zawartość fenoli w miodzie i pyłku kwiatowym była zbliżona do zawartości tych związków w produktach pszczelich opisanych w piśmiennictwie dotyczącym przedmiotu badań (16, 17, 19). Podobne zależności, dotyczące całkowitej zawartości związków fenolowych w produktach pszczelich, zostały przedstawione przez Majewską i Trzanek (22), gdzie spośród badanych produktów najwyższą zawartością fenoli charakteryzował się propolis, a najniższą miody wielokwiatowe.

W pracy oceniono również aktywność przeciwbakteryjną badanych produktów pszczelich. Aktywność miodu, propolisu i pyłku kwiatowego wobec bakterii Gram-dodatnich oraz Gram-ujemnych zestawiono odpowiednio na rycinach 2 i 3.

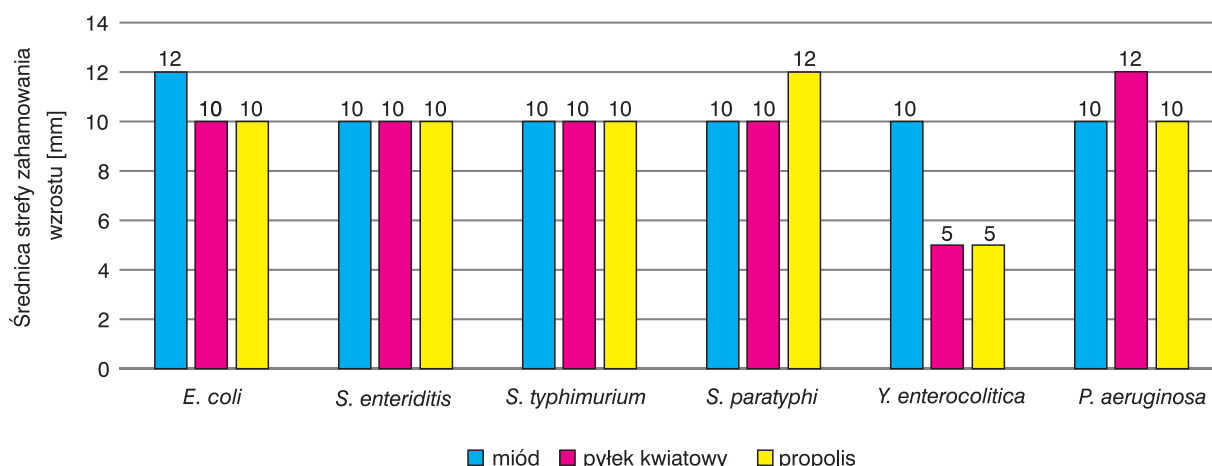
Najwyższą aktywność wobec większości badanych szczepów bakterii Gram-dodatnich wykazywał propolis. Najsilniej ograniczał on wzrost szczepu *B. megaterium*, najsłabiej natomiast szczepów z rodzaju *Listeria*. Z kolei aktywność przeciwbakteryjna miodu i pyłku kwiatowego była zbliżona i jednocześnie w stosunku do *L. innocua*, *E. faecium*, *B. cereus* i *B. megaterium* niższa od aktywności propolisu. Miód i pyłek kwiatowy najsłabiej działały na szczepy *L. innocua* i *S. aureus*. Ich aktywność wobec wymienionych szczepów była przy tym wyraźnie niższa niż propolisu. Aktywność produktów pszczelich wobec poszczególnych szczepów bakterii Gram-ujemnych była bardziej zróżnicowana i zależna od badanego produktu. Miód wykazywał najwyższą aktywność wobec *E. coli* oraz *Y. enterocolitica*, pyłek kwiatowy

Tab. 1. Całkowita zawartość związków fenolowych w badanych produktach pszczelich

Badany produkt pszczeli	Całkowita zawartość związków fenolowych [mg kwasu galusowego/100 g produktu]
Miód	63,28 ± 1,62
Pyłek kwiatowy	2405,04 ± 2,38
Propolis	11384,01 ± 5,69



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



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

charakteryzował się najwyższą aktywnością wobec *P. aeruginosa*, a propolis wobec *S. paratyphi*.

Aktywność przeciwbakteryjna produktów pszczelich została także potwierdzona przez innych autorów (23-28). Miód pochodzący z różnych regionów geograficznych działał bakteriobójczo na *S. aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *P. aeruginosa* i *E. coli*. W podobny sposób na *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes* czy *B. cereus* działał pyłek kwiatowy (24-27). Dane piśmiennictwa wskazują, że propolis jest zdolny do hamowania rozwoju takich szczepów bakterii, jak *E. coli*, *Proteus mirabilis*, *Citrobacter freundii*, *Salmonella typhimurium*, *Enterobacter aerogenes* oraz *Diplococcus pneumoniae* (23, 28-30). Kacaniova i wsp. (30) badali aktywność etanolowych ekstraktów z propolisu oraz pyłku kwiatowego pochodzących ze Słowacji wobec *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* oraz *E. coli* i wykazali, że pyłek kwiatowy charakteryzował się wyższą aktywnością wobec wszystkich badanych szczepów bakterii w porównaniu do propolisu. Natomiast

w niniejszych badaniach otrzymano zależność odwrotną, ponieważ największą aktywność wobec większości badanych szczepów, zwłaszcza Gram-dodatnich, wykazywał propolis.

Wnioski

1. Analiza właściwości przeciwutleniających miodu, propolisu i pyłku kwiatowego w teście z DPPH wykazała, że najwyższą aktywnością przeciworodnikową charakteryzuje się propolis.
2. Spośród badanych produktów pszczelich propolis wykazywał najwyższą całkowitą zawartość związków fenolowych, co potwierdza jego efektywność w zmiataniu wolnych rodników.
3. Wszystkie badane produkty pszczele wykazywały aktywność przeciwbakteryjną zarówno w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych. Najwyższą aktywnością wobec większości badanych szczepów bakterii, zwłaszcza Gram-dodatnich, cechował się propolis.

Piśmiennictwo

1. Alvarez-Suarez JM. Bee products – chemical and biological properties, Springer 2017.
2. Kroyer G, Hegedus N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplements. *Innov Food Sci Emerg* 2001; 2:171-4.
3. Wagh VD. Propolis: A wonder bees product and its pharmacological potentials. *Evid Based Compl Alt* 2013; 308249.
4. Kędzia B, Hołderna-Kędzia E. Produkty pszczele w żywieniu i suplementacji diety. *Post Fitoter* 2006; (4):213-22.
5. Hossen MS, Ali MY, Jahurul MHA i wsp. Beneficial roles of honey polyphenols against some human degenerative diseases: A review. *Pharmacol Rep* 2017; 69:1194-205.
6. Cianciosi D, Forbes-Hernandez TY, Afrin S i wsp. Phenolic composition in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules* 2018; 23:2322.
7. Grembecka M, Szefer P. Evaluation of honeys and bee products quality based on their mineral composition using multivariate techniques. *Environ Monit Assess* 2013; 185:4033-47.
8. Szczęśna T, Rybak-Chmielewska H, Waś E i wsp. Characteristics of Polish unifloral honeys. I Rope honey (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger). *J Apic Sci* 2011; 55(1):111-9.
9. 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.

10. 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; 20(1):18-24.
11. Popova M, Giannopolou E, Skalicka-Woźniak K i wsp. Characterization and biological evaluation of propolis from Poland. *Molecules* 2017; 22:1159.
12. 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.
13. Kędzia B. Skład chemiczny propolisu polskiego. Cz. I. Początkowy okres badań. *Post Fitoter* 2009; (1):39-44.
14. Kędzia B, Hołderna-Kędzia E. Nowe badania nad biologicznymi właściwościami pyłku kwiatowego. *Post Fitoter* 2012; (1):48-54.
15. Denisow B, Denisow-Pietrzyk M. Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J Sci Food Agr* 2016; 96:4303-9.
16. Parandowska K, Zielińska A, Krawiec N. Skład i właściwości antyoksydacyjne barwnych frakcji wyodrębnionych z pszczelego pyłku kwiatowego. *Post Fitoter* 2014; (4):209-15.
17. Gasic U, Keckes S, Dabic D. Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chem* 2014; 145:599-607.
18. Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chem* 2004; 84:329-39.
19. 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.
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. Woźniak M, Mrówczyńska L, Waśkiewicz A i wsp. Phenolic profile and antioxidant activity of propolis extracts from Poland. *Nat Prod Commun* 2019; 1-7.
22. Majewska E, Trzaneek J. Właściwości przeciwutleniające miodów wielokwiatowych i innych produktów pszczelich. *Brom Chem Toksykol* 2009; 4:1089-94.
23. Wieczyńska A, Weźgowiec J, Więckiewicz W i wsp. Antimicrobial activity, cytotoxicity and total phenolic content of different extracts of propolis from the West Pomerian region in Poland. *Acta Pol Pharm* 2017; 74(2):715-22.
24. 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.
25. 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.
26. Kucuk M, Kolayh S, Karaoglu S i wsp. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem* 2007; 100:526-34.
27. 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.
28. Uzel A, Sorkun K, Oncag O i wsp. Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. *Microbiol Res* 2005; 160:189-95.
29. Kędzia B, Hołderna-Kędzia E. Aktywność antybiotyczna propolisu krajowego i europejskiego. *Post Fitoter* 2013; (2):97-107.
30. Kacaniova M, Vukovic N, Chlebo R i wsp. The antimicrobial activity of honey, bee pollen loads and beeswax from Slovakia. *Arch Biol Sci* 2012; 64(3):927-34.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 03.01.2020

zaakceptowano/accepted: 13.02.2020

Adres/address:

*dr 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