

*Magdalena Woźniak¹, Elżbieta Kędzia², Anna Kwiatkowska³, Izabela Ratajczak¹

Wpływ czasu przechowywania na zawartość związków fenolowych oraz aktywność biologiczną ekstraktów z propolisu

The effect of storage time on the content of phenolic compounds and biological activity of propolis extracts

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

²Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – PIB w Poznaniu
Dyrektor Instytutu: dr n. med. inż. biotech. Rafał Spachacz

³Pszczela Pasja, Gospodarstwo pasieczne, Poznań

SUMMARY

Introduction. Propolis is a resinous material collected by honeybees from the leaf buds of various tree species. Propolis extracts are characterized by a wide biological activity, and their beneficial properties were already known in ancient times. Currently, propolis is used in medicinal products, cosmetics, or as a component of the so-called “healthy food”.

Aim. The aim of the study was to determine the effect of propolis extracts storage on the total content of phenolic compounds and flavonoids, as well as on their antimicrobial activity.

Material and methods. Propolis extracts prepared in two solvents – ethyl alcohol and propylene glycol were used in the research. The total content of phenolic compounds and flavonoids in the extracts was determined, as well as the antimicrobial activity after obtaining the extracts, after 1 year of storing the extracts, and after the time recommended for consumption given by the manufacturer.

Results. The tested extracts showed similar antibacterial (*S. aureus* and *E. coli*) and antifungal (*C. albicans*) activity, regardless of the type of solvent used for extraction, as well as the storage time of the extracts. However, the total content of phenolic compounds and flavonoids slightly decreased during the storage of propolis extracts.

Conclusions. The solvent used to extract propolis does not affect its antimicrobial activity and the content of phenolic compounds and flavonoids. The storage time of the extracts did not affect their biological activity but only slightly affected the total content of phenolic compounds and flavonoids.

Keywords: propolis, phenolic compounds, antimicrobial activity

STRESZCZENIE

Wstęp. Propolis jest żywicznym materiałem zbieranym przez pszczoły miodne z pączków liściowych różnych gatunków drzew. Ekstrakty z propolisu charakteryzują się szeroką aktywnością biologiczną, a jego korzystne właściwości były znane już w starożytności. Obecnie propolis stosowany jest w produktach leczniczych, kosmetykach czy jako składnik tzw. zdrowej żywności.

Cel pracy. Celem pracy było określenie wpływu przechowywania ekstraktów z propolisu na całkowitą zawartość związków fenolowych oraz flawonoidów, a także na ich aktywność przeciwdrobnoustrojową.

Materiał i metody. Do badań wykorzystano ekstrakty z propolisu przygotowane w dwóch rozpuszczalnikach – alkoholu etylowym oraz glikolu propylenowym. W ekstraktach oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych oraz flawonoidów, a także aktywność przeciwdrobnoustrojową bezpośrednio po otrzymaniu ekstraktów, po 1 roku ich przechowywania oraz po upływie czasu zalecanego na spożycie podanego przez producenta.

Wyniki. Badane ekstrakty wykazywały zbliżoną aktywność przeciwbakteryjną (*S. aureus* and *E. coli*) oraz przeciwgrzybiczą (*C. albicans*) bez względu na rodzaj zastosowanego rozpuszczalnika, a także czas przechowywania ekstraktów. Natomiast całkowita zawartość związków fenolowych oraz flawonoidów nieznacznie zmalała w czasie przechowywania ekstraktów propolisowych.

Wnioski. Rozpuszczalnik stosowany do ekstrakcji propolisu nie wpływa na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową oraz zawartość związków fenolowych i flawonoidów. Czas przechowywania ekstraktów nie wpływał na aktywność biologiczną ekstraktów, a jedynie nieznacznie na całkowitą zawartość związków fenolowych i flawonoidów.

Słowa kluczowe: propolis, związki fenolowe, aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Wprowadzenie

Propolis, nazywany również kitem pszczelim, jest naturalnym materiałem zbieranym przez pszczoły miodne (*Apis mellifera* L.) z pączków liściowych różnych gatunków drzew oraz substancji wydzielanych przez rośliny. W obszarze strefy umiarkowanej głównymi źródłami do produkcji propolisu są pączki liściowe różnych gatunków topoli (*Populus* sp.), a w Polsce uznaje się, że topola czarna (*Populus nigra*) stanowi główny surowiec wykorzystywany przez pszczoły do otrzymania kitu pszczelego (1). Wśród innych gatunków drzew, których pączki liściowe mogą być wykorzystane do produkcji propolisu, można wymienić m.in.: dęby (*Quercus* sp.), wiązy (*Ulmus* sp.), jesiony (*Fraxinus* sp.) czy kasztanowiec zwyczajny (*Aesculus hippocastanum*) (1-3). Zastosowanie propolisu sięga czasów starożytnych, gdzie wykorzystywano m.in. jego działanie lecznicze (4). Obecnie ekstrakty z propolisu, przygotowane z wykorzystaniem różnych rozpuszczalników, stosowane są jako składniki produktów leczniczych, głównie: maści, preparatów na przeziębienie, tabletek na gardło, a także kosmetyków czy tzw. zdrowej żywności (4-5).

Szerokie możliwości zastosowania propolisu związane są z aktywnością biologiczną jego ekstraktów. Liczne dane literaturowe wskazują na działanie przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwvirusowe czy przeciwnowotworowe (6-9). Ponadto, ekstrakty z propolisu charakteryzują się zdolnością zmiatania wolnych rodników, które przyczyniają się do rozwoju wielu chorób cywilizacyjnych (10, 11). Według danych literaturowych ekstrakty z propolisu krajowego nie wykazywały aktywności hemolitycznej względem ludzkich erytrocytów, natomiast charakteryzowały się wysoką aktywnością cytoochronną przed hemolitycznym działaniem wolnych rodników (10, 12). Aktywność farmakologiczna propolisu związana jest z jego składem chemicznym – ogólnie propolis składa się z 50% substancji żywnych, 30% wosku pszczelego, 10% substancji lotnych, 5% pyłku kwiatowego oraz 5% domieszek różnego pochodzenia (1, 5). Najczęściej wymienianą grupą składników propolisu europejskiego warunkującą jego korzystne właściwości biologiczne są polifenole, w tym głównie: flawonoidy, kwasy aromatyczne oraz ich estry (1, 2, 13). W polskim propolisie zidentyfikowano szereg różnych flawonoidów, w tym m.in.: apigeninę, chryzynę, galanginę, naryngeninę, pinostrobinę, pinobanksynę, pinocembrynę, kemferol czy kwercetynę (3, 8, 10). Propolis pochodzenia krajowego charakteryzuje się również obecnością kwasów fenolowych, takich jak:

kawowy, cynamonowy, ferulowy czy kumarowy (8, 9, 14, 15). Dane literaturowe wskazują, że krajowy propolis zawiera również ester fenyloetylowy kwasu kawowego (CAPE) wykazujący silne właściwości przeciwnowotworowe (3, 10, 16).

Skład chemiczny propolisu, a tym samym jego aktywność biologiczna, zależy od wielu czynników, wśród których należy wymienić przede wszystkim roślinność wokół pasieki, a także czas i metodę zbioru propolisu oraz metodę i rodzaj rozpuszczalnika stosowanego do ekstrakcji substancji bioaktywnych z surowca (1, 3, 17, 18).

Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu przechowywania ekstraktów z propolisu na całkowitą zawartość związków fenolowych oraz flawonoidów, a także na ich aktywność biologiczną.

Materiał i metody

Ekstrakty z propolisu

W badaniach wykorzystano ekstrakty z propolisu o stężeniu 100 mg/ml pochodzące z tej samej partii surowca przygotowane w dwóch rozpuszczalnikach – alkoholu etylowym oraz glikolu propylenowym. Badane ekstrakty pochodziły z gospodarstwa pasiecznego „Pszczela Pasja”. W ekstraktach oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych oraz flawonoidów, a także aktywność przeciwdrobnoustrojową po otrzymaniu ekstraktów: świeżo przygotowane ekstrakty (termin I), po 1 roku przechowywania ekstraktów (termin II) oraz po upływie czasu zalecanego do spożycia podanego przez producenta (termin III). Pomiędzy badaniami ekstrakty były przechowywane w ciemnych szklanych buteleczkach w temperaturze pokojowej.

Całkowita zawartość związków fenolowych

W badanych ekstraktach z propolisu oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych metodą Folin-Ciocalteu. Do 0,1 ml każdego z ekstraktów o stężeniu 0,5 mg/ml dodano 0,25 ml odczynnika Folina-Ciocalteu (Sigma-Aldrich) i po upływie 3 minut 3 ml 10% roztworu węgla sodu (Avantor Performance Materials). Następnie, po 40-minutowej inkubacji roztworów bez dostępu światła mierzono ich absorbancję, przy długości fali $\lambda = 765$ nm, wykorzystując spektrofotometr UV-VIS Varian Cary 300 Bio. Dla każdego z badanych ekstraktów wykonano trzy powtórzenia, a wynik wyrażono w przeliczeniu na kwas galusowy (mg GAeq/ml ekstraktu o stężeniu 100 mg/ml).

Całkowita zawartość flawonoidów

Całkowitą zawartość flawonoidów w badanych ekstraktach z propolisu oznaczono metodą kolorymetryczną, opartą na zdolności tej grupy związków do tworzenia barwnych kompleksów z chlorkiem glinu. Do 0,2 ml ekstraktów o stężeniu 0,5 mg/ml dodano 2 ml 2% alkoholowego roztworu $AlCl_3$, a następnie badane roztwory inkubowano przez 60 minut bez dostępu światła w temperaturze pokojowej. Po tym czasie mierzono absorbancję roztworów przy długości fali $\lambda = 430$ nm, wykorzystując spektrofotometr UV-VIS Varian Cary 300 Bio. Dla każdego z badanych ekstraktów wykonano trzy powtórzenia, a wynik wyrażono w przeliczeniu na kwercetynę (mg Qeq/ml ekstraktu o stężeniu 100 mg/ml).

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Aktywność przeciwdrobnoustrojową badanych ekstraktów z propolisu określono względem bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538 P), bakterii Gram-ujemnych (*Escherichia coli* ATCC 8739) oraz grzybów drożdżoidalnych (*Candida albicans* PCM 1409 PZH). Z badanych ekstraktów przygotowano szereg rozcieńczeń w zakresie od 0,5 do 100,0 mg/ml. Rozcieńczenia przygotowywano w podłożu płynnym CASO Broth (Merck) lub agarowym CASO Agar (Merck) w przypadku bakterii i Sabourauda Agar (Merck) w przypadku grzybów. Przy ocenie aktywności ekstraktów z propolisu względem bakterii Gram-dodatnich preparaty rozcieńczano w podłożu płynnym CASO Broth w stężeniu 100 mg/ml, a następnie w podłożu agarowym CASO Agar w zakresie stężeń 0,5-10,0 mg/ml. W przypadku bakterii Gram-ujemnych badane preparaty przenoszono bezpośrednio do podłoża agarowego CASO Agar w granicach stężeń 10,0-100,0 mg/ml. Natomiast przy oznaczaniu aktywności względem grzybów drożdżoidalnych stosowano podobny sposób rozcieńczeń jak dla bakterii Gram-dodatnich, gdzie w pierwszym etapie wykonano rozcieńczenia w podłożu płynnym

Sabouraud Broth, w drugim – w podłożu agarowym – Sabouraud Agar w granicach stężeń 0,5-10,0 mg/ml. Następnie na powierzchni płytek agarowych po ich zestaleniu wykonywano metodą kreskową posiewy badanych szczepów drobnoustrojów. Hodowle 24-god. tych szczepów rozcieńczano w podłożu płynnym CASO Broth (bakterie) lub Sabouraud Broth (grzyby) do uzyskania gęstości 105 CFU w 1 ml. Po 24 godz. inkubacji płytek agarowych w temp. 37°C określano najmniejsze stężenie hamujące wzrost wybranych drobnoustrojów (ang. *minimal inhibitory concentration* – MIC) badanych ekstraktów z propolisu.

Wyniki i ich omówienie

W pierwszym etapie badań określono aktywność analizowanych ekstraktów z propolisu względem bakterii *S. aureus* i *E. coli*, a także wobec grzyba drożdżoidalnego – *C. albicans*. Wyniki aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów z propolisu, przygotowanych z wykorzystaniem dwóch różnych rozpuszczalników (alkohol etylowy oraz glikol propylenowy), przedstawione w tabeli 1, wskazują, że oba ekstrakty charakteryzowały się zbliżoną aktywnością.

Badane ekstrakty wykazywały najsilniejszą zdolność hamowania wzrostu szczepu standardowego *S. aureus* (MIC w zakresie 1,5-2,0 mg/ml) oraz szczepu grzyba drożdżoidalnego *C. albicans* (MIC w zakresie 1,5-2,5 mg/ml). Z kolei, przedstawiciel bakterii Gram-ujemnych – *E. coli* – charakteryzował się wyższą opornością na działanie analizowanych ekstraktów z propolisu (MIC w zakresie 70,0-100,0 mg/mg). Aktywność obu ekstraktów względem *S. aureus* i *C. albicans* nieznacznie uległa zmianie w czasie przechowywania ekstraktów z propolisu. Aktywność obu ekstraktów wobec analizowanych szczepów drobnoustrojów oznaczona po okresie przydatności do spożycia podanym przez producenta, była zbliżona do aktywności w pozostałych dwóch terminach – mieszczących się w czasie przydatności produktu do spożycia. Nieznaczne różnice w wartości MIC odnotowano dla obu ekstraktów z propolisu, których aktywność oceniano w trzech

Tab. 1. Aktywność przeciwbakteryjna i przeciwgrzybicza ekstraktów z propolisu

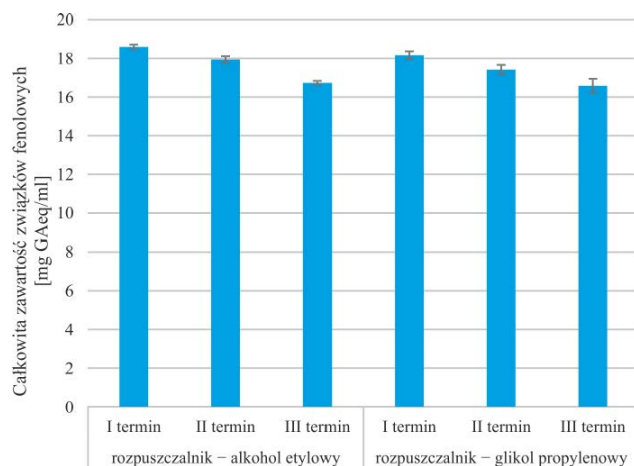
Badany szczep	Ekstrakt z propolisu					
	Rozpuszczalnik – alkohol etylowy			Rozpuszczalnik – glikol propylenowy		
	MIC (mg/ml)					
	I termin*	II termin	III termin	I termin*	II termin	III termin
<i>S. aureus</i>	2,0	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5
<i>E. coli</i>	100,0	100,0	90,0	100,0	70,0	70,0
<i>C. albicans</i>	2,5	2,5	1,5	2,5	1,5	1,5

* dane pochodzą z pracy Woźniak i wsp. 2021 (19)

analizowanych terminach przechowywania względem szczepu *E. coli*. W przypadku ekstraktu, gdzie jako rozpuszczalnik wykorzystano glikol propylenowy, wartość MIC oznaczona w ekstrakcie po roku od momentu przygotowania ekstraktu (termin II) oraz po okresie przydatności do spożycia (termin III) była wyższa (MIC = 70,0 mg/ml) niż w przypadku badań aktywności ekstraktu w I terminie (MIC = 100,0 mg/ml), co wskazuje na nieznacznie wyższą aktywność względem *E. coli* ekstraktów z II i III terminu. Dane literaturowe wskazują, że ekstrakty z propolisu, bez względu na rodzaj rozpuszczalnika zastosowanego do ekstrakcji surowca, wykazywały aktywność wobec różnych szczepów drobnoustrojów, w tym m.in. bakterii (*S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Streptococcus mutans*) i grzybów (*C. albicans*, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*) (6-10, 20). Wyniki badań opublikowane przez Ramanauskien i wsp. (21) wykazały, że ekstrakt z litewskiego propolisu przygotowany w glikolu propylenowym charakteryzował się aktywnością względem różnych szczepów bakterii (*S. aureus*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus cereus* i *Bacillus subtilis*) oraz grzyba drożdżoidalnego *C. albicans*.

W drugim etapie badań oceniano, czy czas przechowywania badanych ekstraktów z propolisu wpływa na całkowitą zawartość związków fenolowych (TPC) oraz flawonoidów (TFC), a otrzymane wyniki przedstawiono odpowiednio na rycinach 1 i 2.

Wyniki analizy całkowitej zawartości związków fenolowych oraz flawonoidów w badanych ekstraktach wykazały, że ekstrakty z propolisu bez względu na zastosowany rozpuszczalnik charakteryzowały się zbliżoną zawartością analizowanych związków.

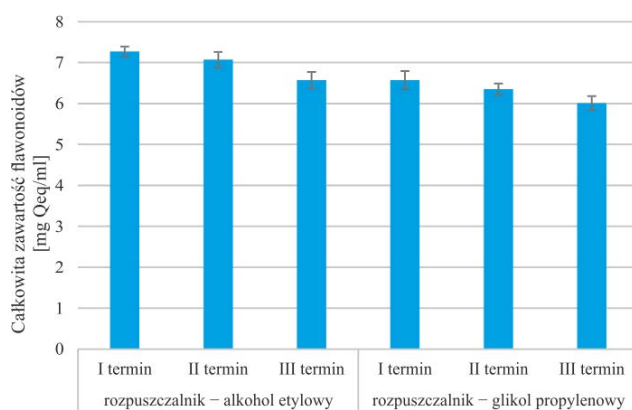


Ryc. 1. Całkowita zawartość związków fenolowych w ekstraktach z propolisu

* dane dotyczące TPC ekstraktów z I terminu pochodzą z pracy Woźniak i wsp. 2021 (19)

Ponadto, w czasie przechowywania badanych ekstraktów całkowita zawartość fenoli uległa niewielkiemu zmniejszeniu, zarówno dla ekstraktu alkoholowego (I termin – 18,59 mg GAEq/ml, III termin – 16,73 mg GAEq/ml) – co stanowiło spadek o 10%, jak i bezalkoholowego (I termin – 18,16 mg GAEq/ml, III termin – 16,58 mg GAEq/ml) – co stanowiło spadek o 8,7%. Podobnie, nieznaczne zmniejszenie całkowitej zawartości flawonoidów odnotowano dla obu badanych ekstraktów, gdzie dla ekstraktu alkoholowego wynosiło ono ok. 10% (I termin – 7,27 mg Qeq/ml, III termin – 6,57 mg Qeq/ml), a dla ekstraktu bezalkoholowego – 8,5% (I termin – 6,57 mg Qeq/ml, III termin – 6,01 mg Qeq/ml), porównując zawartość związków w ekstrakcie po jego przygotowaniu (termin I) oraz po okresie przydatności do spożycia podanym przez producenta (III termin).

Wyniki badań otrzymane przez Ramanauskien i wsp. (21) wykazały, że całkowita zawartość związków fenolowych w ekstraktach propolisowych przygotowanych w różnych rozpuszczalnikach była zależna od rodzaju zastosowanego ekstrahenta, a także stężenia ekstraktu. Ekstrakt surowca w alkoholu etylowym wykazywał całkowitą zawartość fenoli w stężeniu 5% na poziomie 175,6 mg ekwiwalentu kwasu ferulowego (FAE)/g, a w stężeniu 10% – 115,4 mg FAE/g. Natomiast, ekstrakt propolisowy przygotowany w glikolu propylenowym wykazywał zawartość związków fenolowych w zakresie od 118,6 (stężenie ekstraktu wynoszące 5%) do 171,4 mg FAE/g (stężenie ekstraktu 10%) (21). Z kolei badania opisane przez Galeotti i wsp. (22) wskazują, że ekstrakty propolisu przygotowane w 80% alkoholu etylowym i glikolu propylenowym wykazywały podobny profil fenolowy, jednak ekstrakt w glikolu charakteryzował się wyższą



Ryc. 2. Całkowita zawartość flawonoidów w ekstraktach z propolisu

* dane dotyczące TPC ekstraktów z I terminu pochodzą z pracy Woźniak i wsp. 2021 (19)

całkowitą zawartością związków fenolowych (81,2%) w porównaniu z ekstraktem propolisowym w alkoholu etylowym (69,7%).

Wnioski

Badane ekstrakty z propolisu wykazywały wysoką aktywność względem *S. aureus* oraz *C. albicans*, która była niezależna od rodzaju zastosowanego rozpuszczalnika oraz czasu przechowywania ekstraktów.

Analiza całkowitej zawartości związków fenolowych oraz flawonoidów wykazała, że ich całkowite stężenie zmniejsza się nieznacznie w obu ekstraktach w czasie ich przechowywania.

Nieznaczny spadek całkowitej zawartości związków fenolowych oraz flawonoidów nie wpłynął na zmniejszenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej badanych ekstraktów, co jest związane z obecnością w propolisie także innych związków o działaniu przeciwdrobnoustrojowym.

Otrzymane wyniki wskazują, że czas przechowywania ekstraktów z propolisu nie wpływa na zmniejszenie ich aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybiczej. Ponadto, wyniki przeprowadzonych badań sugerują, że spożywanie ekstraktów propolisowych może mieć korzystny wpływ na zapobieganie rozwojowi wielu chorób cywilizacyjnych.

Piśmiennictwo

1. Kędzia B. Skład chemiczny i aktywność biologiczna propolisu pochodzącego z różnych regionów świata. *Post Fitoter* 2006; (1):23-35.
2. Toreti VC, Sato HH, Pastore GM i wsp. Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. *Evid Based Compl Alt* 2013; Article ID 697390.
3. Kurek-Górecka A, Keskin S, Bobis O i wsp. Comparison of the antioxidant activity of propolis samples from different geographical regions. *Plants* 2022; 11:1203.
4. Castaldo S, Capasso F. Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoter* 2002; Suppl. 1:S1-S6.
5. Wagh VD. Propolis: A wonder bees product and its pharmacological potentials. *Evid Based Compl Alt* 2013; Article ID 308249.
6. Przybyłek I, Karpiński TM. Antibacterial properties of propolis. *Molecules* 2019; 24:2047.
7. Dudoit A, Cardinault N, Mertz C i wsp. Antifungal activities of propolis and its main components with an emphasis against phytopathogenic fungi. *J Apic Sci* 2021; 65:5-24.
8. Popova M, Giannopoulou E, Skalicka-Woźniak K i wsp. Characterization and biological evaluation of propolis from Poland. *Molecules* 2017; 22:1159.
9. Woźniak M, Sip A, Mrówczyńska L i wsp. Biological activity and chemical composition of propolis from various regions of Poland. *Molecules* 2023; 28:141.
10. Woźniak M, Mrówczyńska L, Kwaśniewska-Sip P i wsp. Effect of the solvent on propolis phenolic profile and its antifungal, antioxidant, and in vitro cytoprotective activity in human erythrocytes under oxidative stress. *Molecules* 2020; 25:4266.
11. 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.
12. 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; 20:18-24.
13. Wieczorek PP, Hudz N, Yezerska O i wsp. Chemical variability and pharmacological potential of propolis as a source for the development of new pharmaceutical products. *Molecules* 2022; 27:1600.
14. Okińczyc P, Szumny A, Szperlik J i wsp. Profile of polyphenolic and essential oil composition of Polish propolis, black poplar and aspens buds. *Molecules* 2018; 23:1262.
15. Kędzia B. Skład chemiczny propolisu polskiego. Cz. II. Nowe badania. *Post Fitoter* 2009; 2:122-8.
16. Markiewicz-Żukowska SK, Sawicka D, Szynaka B i wsp. Ethanolic extract of propolis, chrysin, CAPE inhibit human astroglia cells. *Adv Med Sci* 2012; 57:208-2016.
17. Papotti G, Bertelli D, Bortolotti L i wsp. Chemical and functional characterization of Italian propolis obtained by different harvesting methods. *J Agric Food Chem* 2012; 60:2852-62.
18. Cottica SM, Sawaya ACHF, Eberlin MN i wsp. Antioxidant activity and composition of propolis obtained by different methods of extraction. *J Braz Chem Soc* 2011; 22(5):929-35.
19. Woźniak M, Kwiatkowska A, Hołderna-Kędzia E i wsp. Aktywność biologiczna ekstraktów z propolisu. *Post Fitoter* 2021; 22:8-13.
20. 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; 74:715-22.
21. Ramanauskien K, Inkeniene AM, Petrikaite V i wsp. Total phenolic content and antimicrobial activity of different Lithuanian propolis solutions. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013:842985.
22. Galeotti F, Maccari F, Fachini A i wsp. Chemical composition and antioxidant activity of propolis prepared in different forms and in different solvents useful for finished products. *Foods* 2018; 7:41.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 17.09.2022

zaakceptowano/accepted: 01.10.2022

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