

*Anna Kędzia¹, Elżbieta Hołderna-Kędzia²

Wpływ olejku jodłowego (*Abietis aetheroleum*) na grzyby drożdżopodobne z rodzaju *Candida*

Influence of silver fir oil (*Abietis aetheroleum*) on yeastlike fungi from genus of *Candida*

¹Emerytowany profesor dr hab. n. med. Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

²Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań

Dyrektor Instytutu: dr hab. inż. Małgorzata Zimmiewska, prof. IWNiRZ

SUMMARY

Introduction. Silver fir (*Abies alba* Mill.) grows in mountainous areas all over Europe. The tree reaches a height of 40 to 60 m. Essential oils obtained from the needles, cones and fir wood by steam distillation differing in composition. The oil obtained from the needles mainly contains L- α -pinene, L-limonene, santene, L-bornyl acetate and laurel aldehyde. In the oil obtained from cones L-limonene, L- α -pinene, borneol and L-bornyl acetate dominated. Fir oil has antioxidant, disinfecting and antiseptic properties.

Aim. The aim of the research was to determine the activity of fir oil against yeast-like fungi.

Material and methods. 61 strains of yeast-like fungi isolated from the oral cavity and 9 reference strains were used for the study. Susceptibility of yeast-like fungi to fir oil was determined by serial dilution in Sabouraud agar. The inoculum containing 10⁸ CFU/drop was transferred with a Steers replicator to agar plates. The concentrations of the tested oil (Semifarm, Gdańsk) were 20.0, 15.0, 10.0, 7.5, 5.0 and 2.5 mg/ml. The oil-free agar was used to control the growth of the strains. Incubation was carried out in aerobic conditions at 37°C for 24-48 hours. The lowest concentration of oil that completely inhibited the growth of yeast-like fungi was assumed as the MIC.

Results. The results of the research carried out indicate that fir oil showed moderate activity against fungi tested. Concentrations in the range ≤ 5.0 -7.5 mg/ml inhibited the growth of 10 (16.3%) strains. However, 7.5-15.0 mg/ml of the oil was active against 48 (78.7%) strains. Only 3 (5%) strains were sensitive to 20.0 mg/ml oil or more. The *C. utilis* strains turned out to be the most sensitive (MIC = 2.5 mg/ml). Higher concentrations (≤ 2.5 -10.0 mg/ml) inhibited the growth of *C. glabrata* and *C. parapsilosis*. *C. krusei* and *C. kefyr* strains were sensitive to 5.0-15.0 mg/ml of oil, *C. guilliermondii* to 7.5-10.0 mg/ml, *C. lusitaniae* to 7.5- ≥ 20.0 mg/ml and *C. humicola* to 15.0 mg/ml. The oil was less active against *C. tropicalis* (MIC ≤ 2.5 - ≥ 20.0 mg/ml).

Conclusions. Fir oil showed the greatest activity against strains of yeast-like fungi of the *C. utilis* species. *C. glabrata* strains were characterized by moderate susceptibility. The oil showed moderate activity against *C. albicans*, which is often involved in infections.

Keywords: fir oil, activity, yeast-like fungi, *Candida*, application

STRESZCZENIE

Wstęp. Jodła pospolita *Abies alba* Mill. rośnie na terenach górzystych całej Europy. Drzewo osiąga wysokość od 40 do 60 m. Z igieł, szyszek i drewna jodły otrzymuje się metodą destylacji z parą wodną olejki eteryczne różniące się składem. Olejek uzyskany z igieł zawiera głównie L- α -pinen, L-limonen, santen, octan L-bornylu i aldehyd laurowy. Natomiast w olejku otrzymany z szyszek dominują L-limonen, L- α -pinen, borneol i octan L-bornylu. Olejek jodłowy ma właściwości przeciwutleniające, dezynfekcyjne i antyseptyczne.

Cel pracy. Celem badań było oznaczenie aktywności olejku jodłowego wobec grzybów drożdżopodobnych.

Materiał i metody. Do badań wykorzystano 61 szczepów grzybów drożdżopodobnych wyizolowanych z jamy ustnej oraz 9 szczepów wzorcowych. Wrażliwość grzybów drożdżopodobnych na olejek jodłowy oznaczono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Sabourauda. Inokulum zawierające 10⁸ CFU/kroplę przenoszono replikatorem Steersa na płytki z agarem. Stężenia badanego olejku (Semifarm, Gdańsk) wynosiły 20,0, 15,0, 10,0, 7,5, 5,0 i 2,5 mg/ml. Agar niezawierający olejku stanowił kontrolę wzrostu szczepów. Inkubację

prowadzono w warunkach tlenowych, w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin. Za MIC przyjęto takie najmniejsze stężenie olejku, które całkowicie hamowało wzrost grzybów drożdżopodobnych.

Wyniki. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że olejek jodłowy wykazał umiarkowaną aktywność wobec grzybów. Stężenia w zakresie $\leq 5,0$ - $7,5$ mg/ml hamowały wzrost 10 (16,3%) szczepów. Natomiast $7,5$ - $15,0$ mg/ml olejku działało wobec 48 (78,7%) szczepów. Tylko 3 (5%) szczepy były wrażliwe na $20,0$ mg/ml olejku lub więcej. Szczepy z gatunku *C. utilis* okazały się najbardziej wrażliwe (MIC = $2,5$ mg/ml). Wyższe stężenia ($\leq 2,5$ - $10,0$ mg/ml) hamowały wzrost *C. glabrata* i *C. parapsilosis*. Szczepy gatunków *C. krusei* i *C. kefyr* były wrażliwe na $5,0$ - $15,0$ mg/ml olejku, *C. guilliermondii* na $7,5$ - $10,0$ mg/ml, *C. lusitaniae* na $7,5$ - $\geq 20,0$ mg/ml, a *C. humicola* na $15,0$ mg/ml. Olejek był mniej aktywny wobec gatunku *C. tropicalis* (MIC $\leq 2,5$ - $\geq 20,0$ mg/ml).

Wnioski. Olejek jodłowy wykazał największą aktywność wobec szczepów grzybów drożdżopodobnych z gatunku *C. utilis*. Średnią wrażliwością charakteryzowały się szczepy *C. glabrata*. Olejek wykazał umiarkowaną aktywność wobec grzybów z gatunku *C. albicans*, który często uczestniczy w zakażeniach.

Słowa kluczowe: olejek jodłowy, aktywność, grzyby drożdżopodobne, *Candida*, zastosowanie

Wstęp

Rodzaj *Abies* z rodziny *Pinaceae* obejmuje około 50 gatunków, które są spotykane w umiarkowanych i borealnych regionach Ameryki Północnej i Środkowej, Europy, Azji i Afryki Północnej, 8 z nich jest endemicznych dla regionu śródziemnomorskiego (1). Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) jest szeroko rozpowszechniona w Europie Środkowej, a także w regionach górskich, takich jak Pireneje, Karpaty, Bałkany, Alpy i Apeniny na stosunkowo dużych wysokościach (2). Gatunek ten jest długowiecznym drzewem o kształcie stożka i wysokości do 60 m, a średnica pnia może wynosić 1-2 m. Preferuje glebę próchnicową, dobrze napowietrzoną i zacienione stanowiska. Nie jest odporny na długotrwałą suszę, upały, niskie temperatury oraz zanieczyszczone środowisko. Kora jest gładka, srebrzystoszara, drewno ma barwę szarą albo zielonkawą, a wydzielana żywica posiada charakterystyczny aromat. Igły jodły są długości 15-30 mm zebrane w dwustronne grzebienie, ciemnozielone, na górze błyszczące, od spodu z dwoma podłużnymi białymi paskami nalotu woskowego. Roślina wytwarza szyszki barwy zielonej, pionowo osadzone na górnych gałązkach o długości 10-14 cm, dojrzewając zmieniają barwę na brązową, a po dojrzeniu rozsypują się. Łuski nasienne na brzegach są zaokrąglone, a okrywowe wąskie i dłuższe od nasiennych. Żółtawe nasiona są trójkątnojawowe, opatrzone skrzydełkiem o purpurowo-żółtym zabarwieniu. Drewno jodły wykorzystywane jest w budownictwie i przemyśle celulozowo-papierniczym. Pasożytem jodły pospolitej są mszyce wytwarzające spadź, którą pszczoły przetwarzają na miody spadziowe. Wyniki badań wskazują, że chorwacki miód ze spadzi jodłowej ma potencjał terapeutyczny ze względu na silną aktywność biologiczną: antyproliferacyjną, przeciwdrobnoustrojową i przeciwutleniającą (3).

Większość badań składników jodły pospolitej dotyczyła olejków eterycznych i składników lotnych, otrzymywanych z części jodeł (igieł, gałązek, szyszek oraz

drewna) różnymi technikami, najczęściej destylacji z parą wodną, ale też maceracji, ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi, w stanie nadkrytycznym czy ekstrakcji do fazy stałej (4-13). Zawartość związków lotnych jest zróżnicowana i zależy od różnych czynników, sposobu otrzymywania olejku/frakcji, pochodzenia geograficznego gatunku oraz okresu pozyskiwania surowca i innych. Olejek uzyskiwany z igieł jest bezbarwny, czasem jasnożółty o specyficznym orzeźwiający zapachu. Natomiast olejek otrzymywany z szyszek jodłowych ma podobne zabarwienie i zapach przypominający owoce cytrusowe, związany z wysoką zawartością limonenu.

Handlowy olejek jodłowy uzyskiwany z igieł i gałązek jodły pospolitej analizowano za pomocą GC-MS, głównymi składnikami olejku były: octan bornylu (30,31%), kamfen (19,81%), 3-karen (13,85%), tricyklen (12,90%), D-, L-limonen (7,50%), α -pinen (2,87%), kariofilen (2,18%), β -felandren (2,13%), borneol (1,74%), bicyklo[2,2,1]hept-2-en, 2,3-dimetyl (1,64%) i α -terpinen (1,24%). Olejek ten wykazywał aktywność antyoksydacyjną (ABTS i DPPH) i słabą przeciwbakteryjną, spośród przebadanych bakterii najsilniej przeciwko *Staphylococcus aureus* (2).

Olejek eteryczny z nasion oraz z szyszek *Abies alba* zawierał głównie węglowodory monoterpene, natomiast w hydrolacie z nasion występowały utlenione pochodne seskwiterpenów. Obydwa olejki eteryczne wykazywały właściwości zmiatania rodników DPPH i niską aktywność przeciwbakteryjną wobec badanych szczepów bakterii, a także niską cytotoxycywność w stosunku do fibroblastów i linii komórek rakowych MCF-7 i MBA-231 (14).

Spośród przebadanych 15 olejków eterycznych (handlowe próbki) na aktywność przeciwbakteryjną przeciwko bakteriom z rodzaju *Clostridium*, stosując metodę dyfuzji na krążkach agarowych i mikrorozcieńczeń w bulionie, olejek eteryczny z *Abies alba* wykazał najwyższą aktywność przeciwko *C. intestinale* i *C. ramosum* (7).

Oceniano też skuteczność rozpylania mieszaniną olejków z *Citrus limon* i *Abies alba* w redukcji zanieczyszczenia mikrobiologicznego na dwóch oddziałach szpitala z 1227 łózkami w Austrii. Zawartość bakterii i grzybów w powietrzu mierzono w salach chorych przed rozpylaniem i po rozpylaniu mieszaniny olejków; zaobserwowano zmniejszenie zanieczyszczenia zarówno bakteriami, jak i grzybami. W ciągu pierwszych 2 godzin średnie stężenie bakterii i grzybów unoszących się w powietrzu zmniejszyło się odpowiednio o około 40% i 30-60% (9).

Ekstrakty z poszczególnych części drzew iglastych cieszą się coraz większym zainteresowaniem ze względu na ich związki bioaktywne i właściwości przydatne w wielu dziedzinach, takich jak: nutraceutyka, kosmetyka, farmakologia, konserwacja żywności i stymulacja wzrostu roślin (15).

Badania dotyczyły również wyciągów i frakcji polifenolowych otrzymanych z różnych części *Abies alba*, potwierdzając ich potencjalną skuteczność w chorobie zwyrodnieniowej stawów, łuszczycy, a także aktywność kardioprotekcyjną, antyproliferacyjną i antykarcinogenną.

Olejek jodłowy jest składnikiem maści i mazideł rozgrzewających i przeciwbólowych stosowanych do nacierania w reumatyzmie i artretyzmie. Ze względu na właściwości antyoksydacyjne, antyseptyczne i dezynfekcyjne (5, 10, 15) stosowany jest do inhalacji w infekcjach gardła, grypie, anginie i zapaleniu oskrzeli. Zarówno olejek jodłowy, jak i otrzymane ze świeżych pędów wyciągi są składnikami preparatów kosmetycznych. Doświadczalnie wykazano, że olejek posiada działanie przeciwdrobnoustrojowe, a zwłaszcza przeciwbakteryjne (1, 3, 5-7, 9, 17-19). Brakuje danych dotyczących wpływu tego olejku na grzyby drożdżopodobne.

Cel pracy

Badania miały na celu ocenę aktywności olejku jodłowego wobec grzybów drożdżopodobnych.

Materiał i metody

Grzyby drożdżopodobne zostały wyhodowane z materiałów otrzymanych od pacjentów ze stwierdzoną kandydozą w obrębie jamy ustnej. Pobrane wymazy były posiewane na podłoże Sabourauda. Inkubację prowadzono w warunkach tlenowych przez 24-48 godzin w temperaturze 37°C. Identyfikację szczepów grzybów prowadzono na podstawie ich cech morfologicznych i fizjologicznych, uwzględniając morfologię komórek, wzrost na podłożu CHROMagar (Bio Rad), cechy biochemiczne (oznaczone testem API AUX, bioMérieux), zdolność do formowania chlamydosporów i test filamentacji.

Oceniono wrażliwość 61 szczepów zakwalifikowanych do gatunków: *Candida albicans* (28 szczepów), *Candida glabrata* (6), *Candida guilliermondii* (2), *Candida humicola* (1), *Candida kefy* (3), *Candida krusei* (5), *Candida lusitaniae* (3), *Candida parapsilosis* (5), *Candida tropicalis* (7) i *Candida utilis* (1). Ponadto określono aktywność olejku jodłowego wobec 9 szczepów wzorcowych grzybów drożdżopodobnych, w tym: *C. albicans* ATCC 10231, *C. glabrata* ATCC 66032, *C. guilliermondii* ATCC 6260, *C. kefy* ATCC 4130, *C. krusei* ATCC 14243, *C. lusitaniae* ATCC 34499, *C. parapsilosis* ATCC 22019, *C. tropicalis* ATCC 750 oraz *C. utilis* ATCC 9958. Badania przeprowadzono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Sabourauda. Najpierw olejek jodłowy (Semifarm, Gdańsk) został rozcieńczony w DMSO, a potem w jałowej wodzie destylowanej, w celu uzyskania rozcieńczeń wynoszących: 20,0, 15,0, 10,0, 7,5, 5,0 i 2,5 mg/ml. Na podłoże Sabourauda, zawierające odpowiednie stężenie olejku, nanoszono aparatem Steersa hodowlę zawierającą 10⁵ CFU/kroplę. Podłoże bez dodatku olejku stanowiło kontrolę wzrostu szczepów. Inkubację posiewów prowadzono w warunkach tlenowych, w temperaturze 37°C przez 24-48 godzin. Najmniejsze rozcieńczenie olejku jodłowego, które całkowicie hamowało wzrost badanych grzybów drożdżopodobnych, uznano za MIC.

Wyniki badań i dyskusja

W tabeli 1 zebrano wyniki badań wrażliwości na olejek jodłowy szczepów grzybów drożdżopodobnych wyhodowanych od pacjentów, a w tabeli 2 szczepów wzorcowych. Wśród testowanych grzybów drożdżopodobnych z rodzaju *Candida* największą wrażliwość wykazał gatunek *C. utilis* (MIC = 2,5 mg/ml). Natomiast olejek działał aktywnie wobec szczepów *C. glabrata* w zakresie 2,5-10,0 mg/ml. Szczepy *C. parapsilosis* okazały się wrażliwe na stężenia wynoszące 2,5-15,0 mg/ml. Wzrost dwóch kolejnych gatunków, tj. *C. krusei* i *C. kefy*, był hamowany w zakresie od 5,0 do 15,0 mg/ml. Natomiast szczepy *C. guilliermondii* okazały się wrażliwe na stężenia olejku jodłowego wynoszące 7,5-10,0 mg/ml.

Wśród ocenianych grzybów drożdżopodobnych najlicniejszą grupę stanowił gatunek *C. albicans*. Tylko 2 szczepy tego gatunku były wrażliwe na 2,5 i 5,0 mg/ml olejku jodłowego. Kolejne stężenia hamowały wzrost 12 (42,8%) szczepów, 3 (10,7%) oraz 10 (35,7%). Tylko 1 szczep z gatunku *C. albicans* wymagał do zahamowania wzrostu użycia stężenia > 20,0 mg/ml.

Podsumowując wyniki badań, należy zaznaczyć, że olejek jodłowy wykazał umiarkowaną aktywność wobec testowanych grzybów drożdżopodobnych. Niższe stężenia w zakresie ≤ 2,5-5,0 mg/ml hamowały wzrost

Tab. 1. Aktywność olejku jodłowego wobec grzybów drożdżopodobnych

Grzyby drożdżopodobne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące (MIC mg/ml)					
		≥ 20,0	15,0	10,0	7,5	5,0	≤ 2,5
<i>Candida albicans</i>	28	1	10	3	12	1	1
<i>Candida glabrata</i>	6			1	3	1	1
<i>Candida guilliermondii</i>	2			1	1		1
<i>Candida humicola</i>	1		1				
<i>Candida kefyr</i>	3		1		1	1	
<i>Candida krusei</i>	5		1	1	2	1	
<i>Candida lusitanae</i>	3	1		1	1		
<i>Candida parapsilosis</i>	5		1	1	1	1	1
<i>Candida tropicalis</i>	7	1	3		2		1
<i>Candida utilis</i>	1						1
Grzyby drożdżopodobne łącznie	61	3	17	8	23	5	5

Tab. 2. Aktywność olejku jodłowego wobec szczepów wzorcowych grzybów drożdżopodobnych

Grzyby drożdżopodobne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące (MIC mg/ml)					
		≥ 20,0	15,0	10,0	7,5	5,0	2,5
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	1			1			
<i>Candida glabrata</i> ATCC 66032	1			1			
<i>Candida guilliermondii</i> ATCC 6260	1			1			
<i>Candida kefyr</i> ATCC 4130	1				1		
<i>Candida krusei</i> ATCC 14243	1			1			
<i>Candida lusitanae</i> ATCC 34499	1			1			
<i>Candida parapsilosis</i> ATCC 22019	1			1			
<i>Candida tropicalis</i> ATCC 750	1			1			
<i>Candida utilis</i> ATCC 9958	1					1	

16,3% szczepów, a kolejne wynoszące 7,5-15,0 mg/ml – 48 (78,7%) szczepów ocenianych grzybów. Tylko 3 (5%) szczepy wymagały do zahamowania ich wzrostu użycia stężeń ≥ 20,0 mg/ml olejku.

Wyniki doświadczeń innych autorów wskazują na przeciwdrobnoustrojową aktywność olejku jodłowego. Kačániová i wsp. (7) zbadali wpływ olejku

na kilka gatunków laseczek z rodzaju *Clostridium*, wykorzystując metodę seryjnych rozcieńczeń oraz krążkowo-dyfuzyjną. Autorzy wykazali aktywność olejku jodłowego wobec szczepów *C. rhamnosus* i *C. intestinalis* (7). Metoda MIC wykorzystana przez Thilemanna i wsp. (18) ujawniła działanie olejku wobec szczepów gronkowców *Staphylococcus aureus*

i pałeczek *Escherichia coli*. Badania kolejnych autorów (1) wykazały aktywność olejku jodłowego w stosunku do bakterii *Bacillus megaterium* DSM 32, *Bacillus cereus* FMC 19, *Bacillus brevis* FMC 3, *Staphylococcus aureus* COWAN 1, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531 oraz brak działania w przypadku grzybów *Saccharomyces cerevisiae* FMC 16 i *Candida albicans* TMC 17. Janssen i wsp. (16) stosując metodę krążkowo-dyfuzyjną, uzytkali strefy zahamowania wzrostu przez olejek jodłowy szczepów, tj. *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* oraz *Candida albicans*, które wynosiły od 10,3 do 18,3 mm, oraz brak działania wobec pałeczek *Pseudomonas aeruginosa*. Wykorzystując

tę samą metodę badawczą, Chao i wsp. (17) wykazali oddziaływanie olejku na metycyliny-oporne gronkowce *Staphylococcus aureus*. Podobnie, metodą krążkowo-dyfuzyjną aktywność przeciwbakteryjną udowodnili Yang i wsp. (2) oraz Fit i wsp. (6).

Wnioski

1. Olejek jodłowy wykazał największą aktywność wobec grzybów drożdżopodobnych z gatunku *C. utilis*.
2. Średnią wrażliwością charakteryzowały się szczepy *C. glabrata*.
3. Olejek wykazał umiarkowaną aktywność wobec szczepów *C. albicans* – gatunku, który często uczestniczy w zakażeniach.

Piśmiennictwo

1. Bağcı E, Diğrak M. Antimicrobial activity of essential oils of some *Abies* (fir) species from Turkey. *Flav Fragranc J* 1996; 11:252-6.
2. Yang SA, Jeon SK, Lee EJ i wsp. Radical scavenging activity of the essential oil of silver fir (*Abies alba*). *J Clin Biochem Nutr* 2009; 44(3):253-9.
3. Broznic D, Ratkaj I, Malenica Staver M i wsp. Evaluation of the antioxidant capacity, antimicrobial and antiproliferative potential of fir (*Abies alba* Mill.) honeydew honey connected from Gorski Kotar (Croatia). *Food Technol Biotechnol* 2018; 56(4):533-46.
4. Zeneli G, Tsitsimpikon C, Petrakis PV i wsp. Foliar and cortex oleoresin variability of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Albania. *Z Naturfresh /C/* 2001; 56:531-9.
5. Seun-An Y, Sang-Kyung J, Eun-Jung L i wsp. Radical scavenging activity of the essential oil of silver fir (*Abies alba*). *J Clin Biochem Metr* 2009; 44:253-9.
6. Fit JN, Rapuntean G, Rapuntean S i wsp. Antimicrobial effect of essential vegetal extracts on *Staphylococcus aureus* compound to antibiotics. *Not Bot Hort Agrobot Cluj* 2009; 37(2):117-23.
7. Kačaniová M, Vuković N, Horská E i wsp. Antibacterial activity against *Clostridium* genus and antiradical activity genus and antiradical activity of the essential oils from different origin. *J Environ Sci Health Part B* 2014; 49(7):505-12.
8. Klimek R. Olejki eteryczne. Państw Wyd Przem Lekki i Spoż, Warszawa 1957; 327-30.
9. Lanzerstorfer A, Hacki M, Schlömer M i wsp. The influence of air-dispersed essential oils from lemon (*Citrus lemon*) and silver fir (*Abies alba*) on airborne bacteria and fungi in hospital rooms. *J Environ Sci Health Part A* 2019; 54(3):256-60.
10. Maukntar S, Couret C, Rouil L i wsp. Biogenic volatile organic compounds (BVOCs) emissions from *Abies alba* in French forest. *Sci Total Environ* 2006; 354(2-3):232-45.
11. Duquesncy E, Marongin B, Castola V i wsp. Combined analysis by GC (RI), GC-MS and 13 NMR of the supercritical fluid extract of *Abies alba* twigs. *Nat Prod Commun* 2010; 5(12):1995-8.
12. Vasincu A, Crețu E, Geangaláu I i wsp. Polyphenolic content and antioxidant activity of an extractive fraction from *Abies alba* bark. *Rev Med Chir Sci Med Nat Iasi* 2013; 117(2):545-50.
13. Chiej R. Encyclopaedia of Medicinal Plants. Mac Donald 1954.
14. Wajs Bonikowska A, Sienkiewicz M, Stobiecka A i wsp. Chemical composition and biological activity of *Abies alba* and *Abies koreana* seed and cone essential oils and characterization of their seeds hydrolates. *Chem Biodivers* 2015; 12(3):407-18.
15. Albanese L, Bonetti A, D'Acqui LP i wsp. Affordable production of antioxidant aqueous solutions by hydrodynamic cavitation processing of silver fir (*Abies alba* Mill.) needles. *Foods* 2019; 8(2):65.
16. Janssen AM, Chin NLJ, Scheffer JJC i wsp. Screening for antimicrobial activity of some essential oils by the agar overlay techniques. *Pharm Weekblad Sci Ed* 1986; 8:289-92.
17. Chao S, Young G, Oberg C i wsp. Inhibition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) by essential oils. *Flavour Fragr J* 2008; 23:444-9.
18. Thilemann J, Murenyi P, Kazman P. Screening essential oils for their antimicrobial activities against the foodborne pathogenic bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Heliyon* 2019. PMID: PMC 6551484.
19. Kalembe D, Kunicka A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr Med Chem* 2003; 10:813-29.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 20.10.2020
zaakceptowano/accepted: 10.11.2020

Adres/address:

*prof. dr hab. n. med. Anna Kędzia
ul. Małachowskiego 5/5
80-262 Gdańsk-Wrzeszcz
e-mail: anak@gumed.edu.pl