

\*Anna Kędzia<sup>1</sup>, Elżbieta Hołderna-Kędzia<sup>2</sup>

## Ocena aktywności olejku tatarakowego (*Calami aetheroleum*) wobec bakterii tlenowych i mikroaerofilnych

### The evaluation activity of calamus oil (*Calami aetheroleum*) against aerobic and microaerophilic bacteria

<sup>1</sup>Emerytowany profesor dr hab. n. med. Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

<sup>2</sup>Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu – Państwowy Instytut Badawczy  
Dyrektor Instytutu: dr hab. inż. Małgorzata Łochyńska, prof. IWNiRZ

---

#### SUMMARY

**Introduction.** *Calamus* (*Acorus calamus* L.) grows in South and North America and Asia, it reached Europe with the invasions of the Tatars. It is a perennial with strongly branched, creeping, aromatic rhizome, strongly elongated, sword-shaped, pointed leaves. Reaches a height of up to 1 m. It has a cob-shaped inflorescence with green-yellow flowers. The fruits are small red berries, but in our climate calamus does not bear fruit. The extracts and essential oil obtained from the plant contain:  $\alpha$ - and  $\beta$ -asarone, cyperenol, cyperol, acorin, acoritin, cyperenone, isoazarone, 2,2,5,5-tetramethyl-3-hexanol, galgavin, sacuranin, retusin, isoeugenol, elemicin, safrole, geranyl acetate, spathulenol, borneol, eugenol, linalool, camphor and linoleic, polmitinic and palmitoleic acid. Both the extract and the essential oil have antimicrobial properties.

**Aim.** The investigation activity of calamus oil on aerobic and microaerophilic bacteria.

**Material and methods.** The aerobic and microaerophilic bacteria were isolated from oral cavity and upper respiratory tract. The strains belonging to following genera: *Staphylococcus* (7), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Acinetobacter* (3), *Citrobacter* (2), *Escherichia* (4), *Klebsiella* (2), *Pseudomonas* (5), *Serratia* (2), *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (11), *Campylobacter* (3), *Eikenella* (4), *Rothia* (2) and 7 reference strains were used. Investigation for aerobic bacteria was carried out in Mueller-Hinton agar which contain 2.5-20.0 mg/ml calamus oil (Semifarm) and incubation was carried out in 37°C for 24 hrs and for microaerophilic bacteria in range 0.12-2.0 mg/ml in Brucella agar with 5% sheep blood, and was incubated in anaerostats (CAMPY Pak, BBL) in 37°C for 48 hrs. The inoculums contained 10<sup>5</sup> CFU per spot. The lowest dilution of calamus oil that completely inhibited the growth of the tested bacteria was taken as the MIC.

**Results.** The oil (10.0-15.0 mg/ml) inhibited the grows 4 strains from *Staphylococcus aureus* genus. MIC for remaining cocci were 15.0- $\geq$  20.0 mg/ml. The activity of calamus oil in the case of Gram-negative sticks turned out to be lower (15.0- $\geq$  20.0 mg/ml). The oil was more effective against microaerophilic bacteria (MIC 1.0- $\leq$  0.12 mg/ml). The strains from *Campylobacter* genus characterized the most susceptibility to oil (MIC  $\leq$  0.12-0.25 mg/ml). Until 81% of strains from *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* genus was susceptible in concentrations  $\leq$  0.12-0.25 mg/ml. The rods from *Eikenella* and *Rothia* genus turned out to be sensitive to the concentration of the oil in the range of  $\leq$  0.12-1.0 mg/ml.

**Conclusions.** The Gram-positive aerobic bacteria were most susceptible to calamus oil then Gram-negative rods. The oil was highly effective against microaerophilic bacteria of the *Campylobacter sputorum* species. Calamus oil showed higher activity against microaerophilic bacteria compared to aerobic microorganisms.

---

**Keywords:** activity, calamus oil, aerobic bacteria, microaerophilic bacteria, oral cavity

---

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Tatarak (*Acorus calamus* L.) rośnie w Ameryce Południowej, Północnej i Azji, do Europy dotarł wraz z najazdami Tatarów. Jest byliną o silnie rozgałęzionym, pełzającym, aromatycznym kłączu, mocno wydłużonych, mieczowatych, ostro zakończonych liściach. Osiąga wysokość do 1 m. Posiada kolbowaty kwiatostan z zielonożółtymi kwiatami. Owocami są małe czerwone jagody, ale w naszym klimacie tatarak nie wydaje owoców. Otrzymywane z rośliny wyciągi i olejek eteryczny zawierają:  $\alpha$ - i  $\beta$ -azaron,

cyperenon, cyperol, akorynę, akorytynę, cyperenol, izoazaron, 2,2,2,5-tetrametylo-3-heksanol, galgawinę, sakuraninę, retuzynę, izoeugenol, elemicynę, safrol, octan geranylu, spatulenol, borneol, eugenol, linalol, kamforę oraz kwas linolowy, palmitynowy, palmitooleinowy. Zarówno wyciąg, jak i olejek eteryczny wykazują działanie przeciwdrobnoustrojowe.

**Cel pracy.** Oznaczenie wrażliwości bakterii tlenowych i mikroaerofilnych na olejek tatarakowy.

**Materiał i metody.** Badane bakterie tlenowe i mikroaerofilne zostały wyizolowane z jamy ustnej i górnych dróg oddechowych. Szczepy należały do następujących rodzajów: *Staphylococcus* (7), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Acinetobacter* (3), *Citrobacter* (2), *Escherichia* (4), *Klebsiella* (2), *Pseudomonas* (5), *Serratia* (2), *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (11), *Campylobacter* (3), *Eikenella* (4) i *Rothia* (2). Do doświadczeń włączono też 7 szczepów wzorcowych. Do oznaczenia wrażliwości bakterii tlenowych użyto agaru *Muelleria-Hinton*a, który zawierał od 2,5 do 20,0 mg/ml olejku tatarakowego (*Semifarm*) i hodowano w warunkach tlenowych w 37°C przez 24 godz. Bakterie mikroaerofilne posiewano na agar *Brucella* z dodatkiem 5% krwi baraniej oraz olejkiem tatarakowym (0,12-2,0 mg/ml). Posiewy inkubowano w anaerostatach (*CAMPY Pak*, *BBL*) przez 48 godz. Zawiesina bakterii zawierała 10<sup>5</sup> CFU na kroplę. Za MIC przyjęto najmniejsze rozcieńczenie olejku tatarakowego, które całkowicie hamowało wzrost testowanych bakterii.

**Wyniki.** Olejek (10,0-15,0 mg/ml) hamował wzrost 4 szczepów ziarniaków z gatunku *Staphylococcus aureus*. MIC dla pozostałych ziarniaków wynosiło 15,0-≥ 20,0 mg/ml. Aktywność olejku tatarakowego w przypadku Gram-ujemnych pałeczek okazała się niższa (MIC 15,0-≥ 20,0 mg/ml). Olejek działał skuteczniej wobec bakterii mikroaerofilnych (MIC 1,0-≤ 0,12 mg/ml). Największą wrażliwością charakteryzowały się szczepy z gatunku *Campylobacter sputorum* (MIC ≤ 0,12-0,25 mg/ml). Aż 81% szczepów *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* było wrażliwych na stężenie ≤ 0,12-0,25 mg/ml. Natomiast pałeczki z rodzajów *Eikenella* i *Rothia* okazały się wrażliwe na stężenie olejku w zakresie ≤ 0,12-1,0 mg/ml.

**Wnioski.** Gram-dodatnie bakterie tlenowe wykazały wyższą wrażliwość na olejek tatarakowy niż Gram-ujemne pałeczki. Olejek charakteryzował się dużą skutecznością działania wobec bakterii mikroaerofilnych z gatunku *Campylobacter sputorum*. Olejek tatarakowy wykazał wyższą aktywność wobec bakterii mikroaerofilnych w porównaniu z drobnoustrojami tlenowymi.

**Słowa kluczowe:** aktywność, olejek tatarakowy, bakterie tlenowe, bakterie mikroaerofilne, jama ustna

## Wstęp

Tatarak (*Acorus calamus* L.) rośnie w Ameryce Południowej, Północnej i w Azji, do Europy dotarł wraz z najazdami Tatarów, z którymi kojarzy się nazwa rośliny. Od wieków znany i stosowany w lecznictwie przez Indian (1). Poznano trzy jego cytotypy, w tym *american* (diploidalna), *acalamus* (triploidalna) i *spurius* (tetraploidalna) (2, 3). Różnią się one m.in. składem chemicznym wytwarzanego olejku.

Rozmnaża się tylko wegetatywnie z kłączy, ponieważ w naszym klimacie nie produkuje owoców i nasion. Są one grube, rozgałęziające się, aromatyczne, stojące lub wolno płynące przy brzegach wód. Z kłączy wyrastają wysokie, mieczowate, ostro zakończone liście, osiągające długość do 1 m. Często tworzą one gęste kępy, które w białostockim znane są jako łabuzie, na Podlasiu – szuwały, na Pomorzu – lepie, w kieleckim – szczwar, w sandomierskim – łącz, a na Mazowszu – ajer. Wytwarza drobne, pojedyncze, zielonożółte, obupłciowe kwiaty, do 8 cm długości, osadzone w kolbie barwy zielonej, kwitnie od maja do lipca. Owoce mają postać czerwonych jagód, ale nie są spotykane w polskich warunkach. Odnacza się charakterystycznym aromatycznym zapachem.

Ze względu na obecność w kłączach tataraku β-azaronu o właściwościach mutagennych jego zastosowanie do wewnątrz jest ograniczone. Na rynku jest dostępne kłącze tataraku w formie rozdrobnionego surowca i producenci (m.in. Dary Natury, Flos)

zalecają napary nie tylko zewnętrznie na skórę, owłosioną skórę głowy i do kąpieli, a także w zaburzeniach trawiennych, infekcjach, stanach zapalnych dróg moczowych i reumatyzmie.

Na liście surowców kosmetycznych wymienione są *Acorus calamus* EXTRACT i *Acorus calamus* ROOT POWDER, oba jako odżywiające skórę.

Wyciągi z kłączy tataraku wchodziły w skład preparatów *Dentosept* i *Dentosept A* (*Phytopharm*, Kłęka S.A.). W 100,0 g preparatu *Dentosept* znajdują się wyciągi (w g): koszyczków rumianku (13,0), kory dębu (13,0), liści szafalii (13,0), kłączy tataraku (6,5), ziela mięty pieprzowej (6,5), ziela tymianku (6,5) i ziela arniki (6,5). Jest on zalecany do płukania jamy ustnej i dziąseł, w zapaleniu przyzębia i języka oraz krwawieniu dziąseł. Natomiast *Dentosept A* zawiera w 100,0 g wyciągi (w g): koszyczków rumianku (6,5), kory dębu (6,5), liści szafalii (6,5), kłączy tataraku (3,25), ziela mięty pieprzowej (3,25), ziela arniki (3,25), ziela tymianku (3,25) oraz benzokainę (2,0) i czteroboran sodu (4,0). Preparat zaleca się do płukania jamy ustnej w stanach zapalnych błon śluzowych, w odleżynach spowodowanych protezami, w krwawieniach dziąseł oraz jako środek przeciwbólowy i ściągający. Oba preparaty wykazują zdecydowane działanie przeciwdrobnoustrojowe.

Z badań wynika, że kłącze tataraku zawiera od 1,5 do 4,0% olejku eterycznego, którego skład jest uzależniony od miejsca pochodzenia. Wśród składników olejku są obecne: α-azaron (trans), β-azaron (cis), akoryna, cyperol, cyperenol, izoazaron,

2,2,5,5-tetrametylo-3-heksanol, galgawina, sakuragina, retuzyna, izoeugenol, elemicyna, safrol, octan geranylu, borneol, eugenol, linalol, kamfora, ponadto kłącze zawiera kwas linolowy, stearynowy, palmitynowy, palmitooleinowy i mirystycynowy (1, 4-18). Zarówno wyciągi, jak i olejek eteryczny wykazują działanie przeciwdrobnoustrojowe (1, 4, 7, 9, 19-34). Brakuje danych dotyczących wpływu olejku tatarakowego na bakterie tlenowe i mikroaerofilne.

### Cel pracy

Badania miały na celu oznaczenie wrażliwości bakterii tlenowych i mikroaerofilnych występujących w jamie ustnej na olejek tatarakowy.

### Materiał i metody

Wykorzystane w badaniach bakterie tlenowe i mikroaerofilne (rosnące przy obniżonej zawartości tlenu) zostały wyhodowane z jamy ustnej i górnych dróg oddechowych. Szczepy należały do następujących rodzajów: *Staphylococcus* (7 szczepów), *Enterococcus* (4), *Corynebacterium* (2), *Acinetobacter* (3), *Citrobacter* (2), *Escherichia* (4), *Klebsiella* (2), *Pseudomonas* (5), *Serratia* (2), *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (11), *Campylobacter* (3), *Eikenella* (4) i *Rothia* (2). Do doświadczeń włączono też szczepy wzorcowe: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 i *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* ATCC 2143. Przebadano łącznie 31 szczepów bakterii tlenowych oraz 20 szczepów bakterii mikroaerofilnych. Wrażliwość (MIC) drobnoustrojów tlenowych na olejek tatarakowy (Semifarm) oznaczono metodą seryjnych rozcieńczeń w agarze Muellera-Hintona (Merck). Najpierw olejek rozpuszczono w dwumetylosulfotlenku (DMSO, Serva), a następnie w jałowej wodzie destylowanej, uzyskując stężenia: 20,0; 15,0; 10,0; 7,5; 5,0 i 2,5 mg/ml. Zawiesinę bakterii, o zawartości  $10^5$  CFU na kroplę, nanoszono aparatem Steersa na powierzchnię agaru z dodatkiem lub bez olejku (kontrola wzrostu szczepów). Posiewy hodowano w warunkach tlenowych przez 24 godz. w temp. 37°C.

Natomiast w przypadku bakterii mikroaerofilnych olejek w stężeniach: 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 i 0,12 mg/ml dodawano do agaru Brucella z dodatkiem 5% krwi baraniej. Na powierzchnię agaru nanoszono inokulum, zawierające  $10^5$  CFU na kroplę odpowiednich bakterii. Inkubację podłoży prowadzono przez 48 godz. w 37°C, w anaerostatach, w warunkach mikroaerofilnych (CAMPY Pak, BBL).

Za MIC uznano najmniejsze rozcieńczenie olejku tatarakowego, które całkowicie hamowało wzrost testowanych szczepów bakterii.

### Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki badań aktywności olejku tatarakowego wobec bakterii tlenowych zebrano w tabeli 1, a dla szczepów wzorcowych w tabeli 2. Olejek działał na 31 testowanych szczepów drobnoustrojów w zakresie stężeń od 10,0 do 20,0 mg/ml. Gram-dodatnie bakterie tlenowe okazały się bardziej wrażliwe w porównaniu z Gram-ujemnymi. W zakresie stężeń 10,0-15,0 mg/ml olejek hamował wzrost 4 spośród 7 ocenianych szczepów Gram-dodatnich ziarniaków. Należały one do gatunku *Staphylococcus aureus*. Natomiast szczepy z gatunku *Staphylococcus epidermidis* wymagały do zahamowania wzrostu użycia wyższych stężeń olejku wynoszących  $\geq 20,0$  mg/ml. Podobne wartości MIC otrzymano dla szczepów *Enterococcus faecalis*. Ich wzrost był hamowany w stężeniach 15,0-20,0 mg/ml i wyższych. Aktywność olejku tatarakowego w przypadku szczepów Gram-ujemnych pałeczek była podobna. Wartości MIC wyniosły od 15,0 do 20,0 mg/ml i więcej.

Znacznie wyższą aktywnością charakteryzował się olejek tatarakowy wobec szczepów bakterii mikroaerofilnych (tab. 3). Ich wzrost był hamowany przez stężenia w zakresie  $1,0 \leq 0,12$  mg/ml. Największą wrażliwość wykazały szczepy z gatunku *Campylobacter sputorum*. W niskich stężeniach (MIC  $\leq 0,12$ -0,25 mg/ml) olejek hamował wzrost wszystkich testowanych szczepów. Również pałeczki z gatunku *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* charakteryzowały się wysoką wrażliwością. Stężenia wynoszące  $\leq 0,12$ -0,25 mg/ml hamowały wzrost 81% tych szczepów. Natomiast nieznacznie niższą wrażliwość wykazały szczepy z rodzajów *Eikenella* i *Rothia*. Olejek hamował ich wzrost w zakresie stężeń  $\leq 0,12$ -1,0 mg/ml.

Z przeprowadzonych badań wynika, że bakterie mikroaerofilne wykazały wyższą wrażliwość na olejek tatarakowy niż szczepy bakterii tlenowych. Zakres wartości MIC dla bakterii rosnących w warunkach przy dostępie tlenu wynosił od 10,0 do 20,0 mg/ml, a dla bakterii mikroaerofilnych  $\leq 0,12$ -1,0 mg/ml. Kędzia i wsp. (35) we wcześniejszych doświadczeniach wykazali znaczną aktywność olejku tatarakowego wobec bakterii beztlenowych. Szczepy charakteryzowały się wysoką wrażliwością. Stężenia olejku w zakresie  $\leq 0,06$ -1,0 mg/ml hamowały wzrost 93% badanych Gram-ujemnych bakterii oraz 100% ocenianych Gram-dodatnich beztlenowców (35). Badania przeprowadzone przez innych autorów także potwierdzają aktywność olejku tatarakowego wobec różnych drobnoustrojów.

**Tab. 1.** Wrażliwość bakterii tlenowych na olejek tatarakowy

Bakterie tlenowe	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC mg/ml					
		≥ 20,0	15,0	10,0	7,5	5,0	2,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	1	2			
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	2					
<i>Enterococcus faecalis</i>	4	3	1				
Gram-dodatnie ziarniaki łącznie	11	7	2	2			
<i>Corynebacterium xerosis</i>	2	2					
Gram-dodatnie pałeczki łącznie	2	2					
<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	3					
<i>Citrobacter freundii</i>	2	2					
<i>Escherichia coli</i>	4	4					
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	1	1				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	3					
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	2	2					
<i>Serratia marcescens</i>	2	2					
Gram-ujemne pałeczki ogółem	18	17	1				
Bakterie tlenowe łącznie	31	26	3	2			

**Tab. 2.** Wrażliwość na olejek tatarakowy szczepów wzorcowych bakterii

Bakterie	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC mg/ml					
		≤ 20,0	15,0	10,0	5,0	2,5	≤ 1,2
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	1			1			
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	1		1				
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	1	1					
<i>Acinetobacter baumannii</i> ATCC19606	1				1		
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	1			1			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	1	1					
<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> ATCC 2143	1						1

Ventil i wsp. (36) wykazali działanie olejku wobec szczepów: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi* i *Listeria monocytogenes*. Natomiast Devi i Ganajewa (20)

opisali aktywność uzyskanego z ekstraktu tataraku  $\alpha$ - oraz  $\beta$ -azaronu przeciw różnym szczepom bakterii i grzybów. Manikandan i wsp. (37) wykorzystując metodę dyfuzyjną, udowodnili działanie etanolowych

Tab. 3. Wrażliwość bakterii mikroaerofilnych na olejek tatarakowy

Bakterie mikroaerofilne	Liczba szczepów	Najmniejsze stężenie hamujące MIC mg/ml				
		2,0	1,0	0,5	0,25	≤ 0,12
<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	11		2		8	1
<i>Campylobacter sputorum</i>	3				2	1
<i>Eikenella corrodens</i>	4		2	1	1	
<i>Rothia dentocariosa</i>	2		1			1
Bakterie mikroaerofilne łącznie	20		5	1	11	3

ekstraktów z *Acorus calamus* na szczepy *Bacillus subtilis* MTCC 441, *Staphylococcus aureus* MTCC 96, *Proteus mirabilis* ATCC 1429, *Escherichia coli* MTCC 443 i *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 424. Inni badacze wskazali na zróżnicowane oddziaływanie wyciągów etanolowych i metanolowych z tataraku wobec szczepów *Salmonella paratyphi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* i *Klebsiella pneumoniae* (30). Kolejni autorzy (30) opisali wrażliwość na wyciągi z kłącza tataraku ziarniaków *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* oraz Gram-ujemnych pałeczek z gatunków *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Proteus mirabilis*. Strefy zahamowania wzrostu testowanych bakterii oceniali metodą krążków bibułowych. Korzystne oddziaływanie olejku tatarakowego wobec wybranych bakterii i grzybów wykazali także Kasture i wsp. (3). Szereg innych autorów opisał działanie różnych wyciągów z kłączy

tataraku wobec badanych drobnoustrojów (1, 4, 9, 19, 21, 25-29, 38-40). Natomiast Prabussenivasan i wsp. (23) wykazali, że użyty przez nich olejek tatarakowy nie działał na szczep z gatunku *Escherichia coli*. Natomiast z badań Janssen i wsp. (19) wynika, że olejek tatarakowy nie wykazał aktywności wobec Gram-ujemnych pałeczek *Pseudomonas aeruginosa*.

### Wnioski

1. Gram-dodatnie bakterie tlenowe wykazały wyższą wrażliwość na olejek tatarakowy niż Gram-ujemne pałeczki.
2. Olejek tatarakowy charakteryzował się wysoką aktywnością wobec szczepów bakterii mikroaerofilnych, w tym z gatunku *Campylobacter sputorum*.
3. Bakterie mikroaerofilne okazały się bardziej wrażliwe na olejek w porównaniu z drobnoustrojami tlenowymi.

### Piśmiennictwo

1. Khatri P, Jamolagni P, Sindhu A i wsp. Antimicrobial potential of important medicinal plants of India. Intern J Microbial Resource Technol 2016; 3(1):301-8.
2. Devi AS, Bawankar R, Babu S. Current status on biological activities of *Acorus calamus*. A review. Int J Pharm Pharmaceut Sci 2014; 6(10):66-71.
3. Kasture A, Patel S, Chauhan J i wsp. In vitro antimicrobial effect of essential oil from leaf and rhizome of various accessions of *Acorus calamus* Linn., and its phytochemical screenings. Europ J Med Plants 2015; 9(2):1-13.
4. Balakumbahan R, Rajamani K, Kumanan K. *Acorus calamus*: An overview. J Med Plants Res 2010; 4(25):2740-5.
5. Imam H, Riaz Z, Azhar M i wsp. Sweet flag (*Acorus calamus* Linn.). An incredible medicinal herb. Int J Green Pharm 2013; 7:288-96.
6. Dong W, Yang D, Lu R. Chemical constituents from the rhizome of *Acorus calamus* L. Planta Med 2010; 76:454-7.
7. Kumar V, Ravinder Singh, Vijay J. Antimicrobial activity of rhizome extract of *Acorus calamus* against different microorganisms. Octa J Biosci 2014; (1):59-63.
8. Wang HZ, Cheng YG, Fan CS. Review of studies on chemical constituents and pharmacology of *Acorus*. Acta Bot Yunnanica 1998; 5:96-100.
9. Rahanoz-Haghighi S, Hasein Asadi M, Riahi-Madvar A i wsp. Antibacterial effect of *Acorus calamus* extractions against Gram-positive and negative bacteria. Ethno-Pharmaceut Prod 2014; 1(1):1-7.
10. McGaw LJ, Jager AK, van Staden J. Isolation of  $\beta$ -asarone, an antibacterial and anthelmintic compounds from *Acorus calamus* in South Africa. South African J Bot 2002; 2(68):31-5.
11. Motley TJ. The ethnobotany of Sweet flag, *Acorus calamus* (Araceae). Econ Bot 1994; 48:397-412.
12. Kour G, Sharma AK, Dash S i wsp. Vacha (*Acorus calamus* Linn.): A variable medicinal plant. Int J Ayur Pharma Res 2014; 2(8):1-11.
13. Gerhard H, Schmidt T, Martin S. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) oil and its main compound  $\beta$ -asarone on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J Stored Products Res 1994; 30:227-35.

14. Katesan R, Karnppiah PS, Arumugam G i wsp.  $\beta$ -asarone exhibits antifungal activity by inhibitory ergosterol biosynthesis in *Aspergillus niger* ATCC 16888. Peoc Natl Acad Sci India 2017, Sect B. Biol Sci 1-12.
15. Parki A, Chaubey P, Prakash O i wsp. Season variation in essential oil compositions and antioxidant properties of *Acorus calamus* L. accessions. Medicines 2017; 4:81-94.
16. Maronglu B, Piras A, Porcedda S i wsp. Chemical composition of the essential oil and supercritical CO<sub>2</sub> extract of *Commiphora myrrha* (Nees) Engl. and of *Acorus calamus* L. J Agric Food Chem 2995; 53(20):7939-43.
17. Raina VK, Srivastava SK, Syamasunder KV. Essential oil composition of *Acorus calamus* L. from the lower region of the Himalayas. Flavour Fragr J 2003; 18:18-20.
18. Chandra D, Prasad K, Kohling G i wsp. Essential oil composition of *Acorus calamus* from District-Pithoragarh Urrarakhand, India. WJPR 2015; 4(9):1158-66.
19. Janssen AM, Chin NLJ, Scheffer JJC i wsp. Screening for antimicrobial activity of some essential oils the agar overlay technique. Pharm Weekblad Sci Ed 1986; 8:289-92.
20. Devi A, Ganajewa D. Antimicrobial activity of *Acorus calamus* (L) rhizome and leaf extract. Acta Biol Szegediensis 2009; 51(1):45-9.
21. Kim WJ, Hwang KH, Park DG i wsp. Major constituents and antimicrobial activity of Korean herb *Acorus calamus*. Nat Prod Res 2011; 25(3):1278-81.
22. Radušiene J, Pečinlyte D, Judentienne A. Volatile constituents of *Acorus calamus* and their antimicrobial activity. Acta Horti 2008; 765(4):35-42.
23. Prabussenivasan S, Jayakumar M, Ignacimuthu S. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. BMC Compl Altern Med 2006; 6:39-46.
24. Ganajewala D, Srivastava AK. An update on chemical composition and bioactivities of *Acorus* species. Asian J Plant Sci 2011; 10(3):182-9.
25. Funde SG. Phytochemicals evaluation, anticancer, antioxidant and antimicrobial activity of *Acorus calamus* different solvent extracts. J Chen Pharmaceut Res 2015; 7(6):495-504.
26. Parakh J, Chanda S. Antibacterial and biochemical studies on twelve species of Indian medical plants. Afric J Biomed Res 2007; 10:175-81.
27. Bhuvanewari R, Balasundaram C. Antibacterial activity of *Acorus calamus* and some its derivatives against fish pathogen *Aeromonas hydrophila*. J Med Plant Res 2009; 3(7):538-47.
28. Pawar R, Barve S, Zambre V. *In vitro* antibacterial activity of *Acorus calamus* extract on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* wound isolates and reduced invasion into mucosal fibroblasts. J Plant Res Biotechnol 2020; 33(4):712-21.
29. Shreelaxmi, Sharanagouda H, Ramachandra CT i wsp. Antimicrobial activity of supercritical fluid extracted *Acorus calamus* oil against different microbes. J Pharmacogn Phytochem 2018; 7(3):2836-40.
30. Vishnupriya, Bharati D, Aswini K. Comparative analysis on antibacterial activity of commercially available antibiotics and extracts of *Acorus calamus* (Linn.) on wound infection causing pathogens. Int J Pharm Sci Rev Res 2019; 65(1):23-7.
31. Tasleem A, Mateen A, Waheed MA i wsp. Antimicrobial activity of some herbal drugs used in unani system of medicine. Int J Herbal Med 2015; 2(15):27-30.
32. Subha TS, Gnanamani A. *Candida* biofilm perfusion using active fraction of *Acorus calamus*. J Animal Plant Sci 2009; 4(2):363-71.
33. Stimson J, Aswathy C, Sruthy T. Formulation and evaluation of *Acorus calamus* gel for topical candidiasis. Indo Am J Pharm Res 2016; 6(4):5324-30.
34. Muchtaromah B, Ahmad M, Koestanti ES i wsp. Phytochemicals, antioxidant and antifungal properties of *Acorus calamus*, *Curcuma mangga* and *Allium sativum*. Veterinary Med Inter Conference 2017; 93-104.
35. Kędzia A, Kędzia AW. Przeciwbakteryjna aktywność olejku tatarakowego (*Oleum calami*) wobec bakterii beztlenowych. Post Fitoter 2019; 2:96-101.
36. Ventil CK, Suresh S, Raja S. Beta-asarone – an antimicrobial compound from sweet flag (*Acorus calamus* Linn.). Ind Forester Oldest Inst Peer Rev Forestry J 2009; 135(1):1-7.
37. Manikandan S, Devi RS, Srikuma R i wsp. *In vitro* antibacterial activity of aqueous and ethanolic extracts of *Acorus calamus*. Intern J Appl Biol Pharmaceut Technol 2010; 1(3):1073-5.
38. Phongpaichit S, Pujenjob N, Rukachaisirikul V i wsp. Antimicrobial activities of the crude methanol extract of *Acorus calamus* Linn. Songklanakarin J Sci Technol 2005; 27 Suppl 21:517-23.
39. Begum J, Schrab H, Yusuf M i wsp. Antifungal activity of azaron isolated from rhizome extract of *Acorus calamus* L. Pakistan J Biol Sci 2004; 8:1376-9.
40. Senthil Kumar S, Soban Akram A, Fareed TS i wsp. Phytochemical analysis and antimicrobial activity of the ethanolic extract of *Acorus calamus* rhizome. Oriental J Chem 2010; 29, 20(1):223-7.

#### Konflikt interesów

#### Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 02.08.2021

zaakceptowano/accepted: 23.08.2021

Adres/address:

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