

Przeciwbakteryjne działanie olejku cynamonowego na wybrane bakterie
Gram-dodatnie i Gram-ujemne

The antibacterial activity of cinnamon oil on the selected Gram-positive
and Gram-negative bacteria

Anna Urbaniak¹, Anna Głowacka², Edward Kowalczyk¹, Monika Łysakowska³,
Monika Sienkiewicz²

¹ Zakład Farmakologii i Toksykologii, Wydział Wojskowo-Lekarski, Uniwersytet
Medyczny w Łodzi ² Zakład Biologii Środowiskowej, Wydział Wojskowo-Lekarski,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

³ Zakład Mikrobiologii Lekarskiej i Sanitarnej, Wydział Wojskowo-Lekarski,
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Prezentujemy wyniki badania przeciwbakteryjnej aktywności olejku cynamonowego z kory (*Cinnamomum zeylanicum* Ness) wobec bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych należących do rodzajów: *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter* pochodzących z różnych próbek materiału klinicznego. Wartości minimalnego stężenia hamującego – MIC dla olejku cynamonowego z kory wyznaczano metodą mikrorozcieńczeń w bulionie. Wrażliwość bakterii na rekomendowane antybiotyki oceniano metodą dyfuzyjno-krażkową. Przeprowadzone badania dowiodły, że olejek cynamonowy z kory w niskich zakresach stężeń wykazuje aktywność wobec wszystkich testowanych szczepów. Nie stwierdzono korelacji między stopniem oporności bakterii na antybiotyki, a poziomem aktywności przeciwbakteryjnej badanego olejku eterycznego. Olejek cynamonowy z kory może być cennym składnikiem preparatów antyinfekcyjnych i środków dezynfekcyjnych stosowanych w środowisku szpitalnym.

Słowa kluczowe: olejek cynamonowy z kory; MIC; *Staphylococcus*; *Enterococcus*; *Enterobacter*; *Acinetobacter*.

ABSTRACT

Introduction: The aim of our study was to determine the antibacterial activity of cinnamon bark oil against Gram-positive and Gram-negative isolates belonging to *Staphylococcus*, *En-*

terococcus, *Enterobacter* and *Acinetobacter* genera come from different clinical specimens.

Methods: The microdilution method was used to determine the minimum inhibitory concentration – MIC for cinnamon bark oil. Susceptibility testing to antibiotics was carried out using disc-diffusion method.

Results: Our investigations showed that the tested cinnamon bark oil was inhibiting activity against all isolates. The MIC for Gram-positive bacteria were between 0,125 and 1,5 $\mu\text{l/ml}$ and for Gram-negative between 1,0 and 1,75 $\mu\text{l/ml}$. The tested bacteria come from *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* and *Acinetobacter* genera were susceptible to essential oil obtained from *Cinnamomum zeylanicum* Ness in low concentrations, despite the fact that the bacteria characterized the high resistance to recommended antibiotics. No correlation was found between the antibiotic resistance of the bacterial strains and their sensitivity to essential oil.

Conclusions: The cinnamon bark oil due to the strong activity can be used as alternative antibacterial agents in cosmetics, toiletries and disinfectants applied in hospital environment.

Key Words: *cinnamon bark oil*; *MIC*; *Staphylococcus*; *Enterococcus*; *Enterobacter*; *Acinetobacter*.

WSTĘP

Z powodu znacznego wzrostu oporności bakterii na antybiotyki, oraz ze względu na ich zdolności do wzrostu w postaci biofilmu, coraz większy problem stanowi leczenie infekcji bakteryjnych. Za duży odsetek zakażeń odpowiedzialne są gronkowce, głównie *Staphylococcus aureus*, ale również coraz większe znaczenie kliniczne zaczynają odgrywać gatunki koagulazo-ujemne jak *Staphylococcus epidermidis* oraz *Staphylococcus saprophyticus* (CoNS) (1, 2, 3). Gronkowce powodują infekcje skórne - ropnie, czyraki, a także zakażenia układowe i narządowe np. zapalenie płuc, opon mózgowo-rdzeniowych, ropnie mózgu, zapalenie szpiku kostnego i kości, zakażenia układu moczowego, zapalenie mięśnia sercowego, zatrucia związane z wytwarzaniem toksyn. Enterokoki należące do naturalnej flory jelit ludzi i zwierząt, głównie gatunki *E. faecalis* i *E. faecium* coraz częściej stają się oportunistycznymi patogenami odpowiedzialnymi za zakażenia szpitalne. Dysponują one szeregiem nie do końca poznanych czynników wirulencji (4). Są odpowiedzialne za nawracające zakażenia układu moczowego, zakażenia uogólnione powstałe po zabiegach chirurgicznych, zakażenia ran oparzeniowych, zapalenia wsierdza, zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych, zakażenia uogólnione u noworodków i niemowląt, posocznice, owrzodzenia podudzi, odleżyny. Stwierdzono, że rozprzestrzenianie bakterii z rodzaju *Enterococcus* w środowisku szpitalnym odbywa się głównie za pośrednictwem rąk, przez fartuchy pracowników służby zdrowia, powierzchnie urządzeń medycznych (5).

Wśród bakterii Gram-ujemnych dominującymi patogenami stają się nie tylko pałeczki *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Proteus* sp. czy *Pseudomonas* sp., ale również bakterie należące do rodzaju *Enterobacter* czy *Acinetobacter*. Pałeczki z rodziny *Enterobacteriaceae* są ważnym czynnikiem zakażeń szpitalnych u pacjentów z obniżoną odpornością. Szczególne

znaczenie mają szczepy wytwarzające β -laktamazy o rozszerzonym spektrum substratowym, w tym metalo- β -laktamazy (6, 7). Pałeczki te wywołują zakażenia układu oddechowego, moczowego, opon mózgowo-rdzeniowych, ran czy posocznice. Stanowią one szczególnie poważne zagrożenie w środowisku szpitalnym, zarówno ze względu na wrodzoną i nabytą oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe, skłonność do szybkiego rozprzestrzeniania się i zdolności do przetrwania przez dłuższy czas na powierzchni nieożywionej (8).

Wobec często nieskutecznej antybiotykoterapii w ostatnich latach wzrosło zainteresowanie olejkami eterycznymi. Stanowią one naturalne, wieloskładnikowe mieszaniny, spotykane w świecie roślin. Wiele spośród nich opisanych zostało jako surowce farmakopealne i ujętych w normach ISO. Stosuje się je w aromaterapii, coraz częściej w leczeniu infekcji układu oddechowego i w dermatologii. W badaniach *in vitro* i *in vivo* udowodniono bardzo silne właściwości bakteriobójcze olejków eterycznych konkurujących z antybiotykami. Ponadto jak dotąd nie stwierdzono mechanizmów nabywania oporności mikroorganizmów na olejki. Dodatkowo udokumentowano ich szeroką gamę aktywności terapeutycznych w tym działanie przeciwpalne, immunostymulujące czy antyoksydacyjne (9).

Celem niniejszej pracy było określenie i analiza przeciwbakteryjnej aktywności olejku cynamonowego z kory (*Cinnamomum zeylanicum* Ness) wobec klinicznych szczepów bakterii z rodzajów: *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter* w kontekście ich oporności na wybrane antybiotyki.

MATERIAŁ I METODY

Szczepy bakteryjne. W badaniach użyto szczepów wyizolowanych w Pracowni Mikrobiologicznej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego Nr 2 w Łodzi należących do rodzajów: *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter*. Izolację i identyfikację prowadzono zgodnie ze standardowymi metodami mikrobiologicznymi, w tym z użyciem systemu Vitek, potwierdzano również przy użyciu testów: API Staph, API Strep, API 20 E and API 20 NE (bioMérieux). Badane bakterie pochodziły z oddziałów: chorób wewnętrznych, chirurgii, urologii i intensywnej opieki medycznej. Do badań użyto 10 klinicznych szczepów gronkowców, w tym: 5 izolowanych z ran, 2 z ropni, 1 z wysięku z opłucnej, 1 z gardła i 1 z krwi; 12 izolatów enterokoków, w tym 2 z ran, 6 z moczu, 3 z urządzeń medycznych i 1 ze środowiska szpitalnego; 10 izolatów z rodzaju *Enterobacter*, w tym 2 z jamy otrzewnej, 1 z rany, 1 z ropnia, 1 z oskrzeli, 3 z moczu, 1 z krwi i 1 ze środowiska szpitalnego oraz 16 izolatów z rodzaju *Acinetobacter*, w tym 3 z oskrzeli, 2 z ran, 2 z moczu, 2 z płwociny, 3 z odbytu i 4 ze środowiska szpitalnego.

Jako kontroli użyto szczepów wzorcowych: *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Enterococcus faecalis* Van B ATCC 51299, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922 i *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606 pochodzących z kolekcji Zakładu Mikrobiologii Lekarskiej i Sanitarnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi.

Oznaczanie wrażliwości badanych szczepów bakteryjnych na antybiotyki. Wrażliwość testowanych szczepów klinicznych na zalecane antybiotyki i chemioterapeutyki określano metodą dyfuzyjno-krażkową i weryfikowano zgodnie z zaleceniami EUCAST (10).

Dla szczepów gronkowców użyto krążków: GM – gentamycyna (10 mg), CIP – ciprofloksacyna (5 mg), AN – amikacyna (30 mg), NET – netilmycyna (30 mg), TOB – tobramycyna (10 mg), C – chloramfenikol (30 mg), TE – tetracyklina (30 mg), TGC – tigecyklina (15 mg), SXT – trimetoprim / sulfametoksazol (1.25 mg /23.75 mg), FOX – cefoksytyna (30 mg), E – erytromycyna (15 µg), DA – klindamycyna (2 µg), RA – rifampicyna (5 µg), LZD – linezolid (30 µg), FD – kwas fusydowy (10 µg), QD – chinopristina/dalfopristina (15 µg), K – kanamycyna (30 µg), MUP – mupiracyna (200 µg).

Dla szczepów *Enterococcus faecalis* użyto krążków: GM – gentamycyna (120 mg), CIP – ciprofloksacyna (5 mg) (dla izolatów z moczu), C – chloramfenikol (30 mg), TE – tetracyklina (30 mg), TGC – tigecyklina (15 mg), RA – rifampicyna (5 µg), LZD – linezolid (30 µg), P – penicylina 10 IU, AM – ampicylina (10 µg), VA – wankomycyna (30 µg), TEC – teikoplanina (30 µg), N/F – nitrofurantoina (300 µg) (dla izolatów z moczu), NOR – norfloksacyna (10 µg) (dla izolatów z moczu), FOS – fosfomycyna (200 µg) (dla izolatów z moczu), S – streptomycyna (300 µg).

Dla szczepów *Enterobacter cloacae* użyto krążków: GM – gentamycyna (10 mg), PIP – piperacilina (100 mg), TIC – tikarcylina (75 mg), TZP – piperacilina/tazobaktam (100/10 mg), TIM – tikarcylina/kwas klawulanowy (75 mg /10 mg), CTX – cefotaksym (30 mg), CAZ – ceftazydym (30 mg), FEP – cefepim (30 mg), ATM – aztreonam (30 mg), IPM – imipenem (10 mg), MEM – meropenem (10 mg), ETP – ertapenem (10 mg), DOR – doripenem (10 mg), CIP – ciprofloksacyna (5 mg), AN – amikacyna (30 mg), NET – netilmycyna (30 mg), TOB – tobramycyna (10 mg), CXM – cefuroksym (30 mg), C – chloramfenikol (30 mg), TE – tetracyklina (30 mg), TGC – tigecyklina (15 mg), SXT – trimetoprim /sulfametoksazol (1,25 mg /23,75 mg).

Dla szczepów *Acinetobacter baumannii* użyto: GM – gentamycyna (10 mg), PIP – piperacylina (100 mg), TIC – tikarcylina (75 mg), TZP – piperacylina/tazobaktam (100/10 mg), TIM – tikarcylina/kwas klawulanowy (75 mg /10 mg), CTX – cefotaksym (30 mg), CAZ – ceftazydym (30 mg), FEP – cefepim (30 mg), ATM – aztreonam (30 mg), IPM – imipenem (10 mg), MEM – meropenem (10 mg), ETP – ertapenem (10 mg), DOR – doripenem (10 mg), CIP – ciprofloksacyna (5 mg), AN – amikacyna (30 mg), NET – netilmycyna (30 mg), TOB – tobramycyna (10 mg), C – chloramfenikol (30 mg), SXT – trimetoprim/sulfametoksazol (1,25 mg /23,75 mg), SAM – ampicylina/sulbaktam (10/10 mg), CL – kolistyna (50 mg).

Sporządzanie zawiesin szczepów bakteryjnych do określania wrażliwości na olejki eteryczne i antybiotyki. Testowane szczepy kliniczne posiewano na stałe podłoża agarowe Columbia Agar i inkubowano 24 godziny w temperaturze 37°C w warunkach tlenowych. Następnie przy użyciu densytometru firmy bioMerieux sporządzano zawiesinę o gęstości optycznej 0,5 w skali Mc Farlanda.

Olejek eteryczny. W badaniach testowano olejek eteryczny firmy POLLENA – AROMA otrzymany z *Cinnamomum zeylanicum* Ness (*Lauraceae*). Skład olejku oznaczano metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią masową (GC-FID-MS) w Instytucie Podstaw Chemii Żywności Politechniki Łódzkiej. Składniki olejków eterycznych identyfikowano na podstawie RI i MS dostępnych w bibliotece wzorów Instytutu Chemii Żywności PŁ i bibliotece NIST.

Określanie właściwości przeciwbakteryjnych testowanych olejków eterycznych. Jako roztworu wyjściowego użyto olejku cyamonomowego z kory rozcieńczonego w DMSO. Odpowiednią ilość roztworu wyjściowego dodawano do bulionu Mueller-Hin-

ton i nanoszono po 100 µl do studzienek płytek 96-dółkowych. W analizie aktywności przeciwbakteryjnej olejku cynamonowego z kory zastosowano stężenia od 0,0625 do 2,0 ml/ml. Dla każdego wariantu stężeń wykonano próby na podłożach kontrolnych zawierających tylko rozpuszczalnik w ilości odpowiadającej objętości wykorzystanej do rozpuszczenia olejku dla prób badanych. Inokulat zawierający $1,5 \times 10^8$ CFU/ml testowanych szczepów bakteryjnych w ilości 10 µl umieszczano w studzienkach zawierających odpowiednie stężenia badanego olejku. MIC (Minimal Inhibitory Concentration) określano po 24 godzinach inkubacji płytek w temperaturze 37°C w warunkach tlenowych.

Dla każdego wariantu stężeń olejków, a także w przypadku prób kontrolnych stosowano trzykrotne powtórzenia. W podłożach kontrolnych rozpuszczalnik nie wpływał na wzrost wszystkich badanych szczepów bakteryjnych.

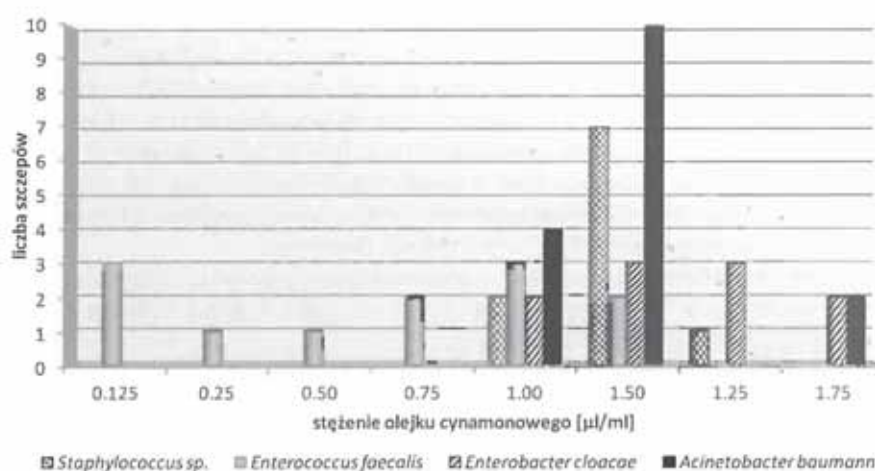
WYNIKI

Skład badanego olejku eterycznego. Analiza składu olejku cynamonowego z kory pozyskanego z cynamonowca cejlońskiego – *Cinnamomum zeylanicum* Ness wykazała obecność czterdziestu ośmiu składników. Skład badanego olejku był zgodny z zaleceniami Farmakopei Polskiej VIII (11) i Farmakopei Europejskiej 6 (12) dla sześciu głównych składników. W testowanym oleju cynamonowym stwierdzono obecność dwóch dominujących składników: aldehydu cynamonowego (76,8%) metoksy-aldehydu cynamonowego (11,7%).

Aktywność testowanego olejku cynamonowego z kory wobec szczepów klinicznych. *Staphylococcus* sp. Olejek cynamonowy z kory wykazywał działanie hamujące wobec wszystkich testowanych szczepów klinicznych z rodzaju *Staphylococcus*. Wartości współczynników MIC mieściły się w granicach od 1,0 do 1,5 ml/ml (Rycina 1). Wartość MIC – 1,5 ml/ml oznaczono dla 7 z 10 testowanych szczepów. Spośród 6 badanych gronkowców złocistych jeden szczep pochodzący z rany i jeden wyizolowany z ropnia był wrażliwy na stężenie olejku cynamonowego wynoszące odpowiednio 1,0 ml/ml oraz 1,25 ml/ml. Wśród 4 badanych gronkowców koagulazo-ujemnych jeden z wyizolowanych z płynu pobranego z opłucnej był wrażliwy na stężenie olejku – 1,0 ml/ml.

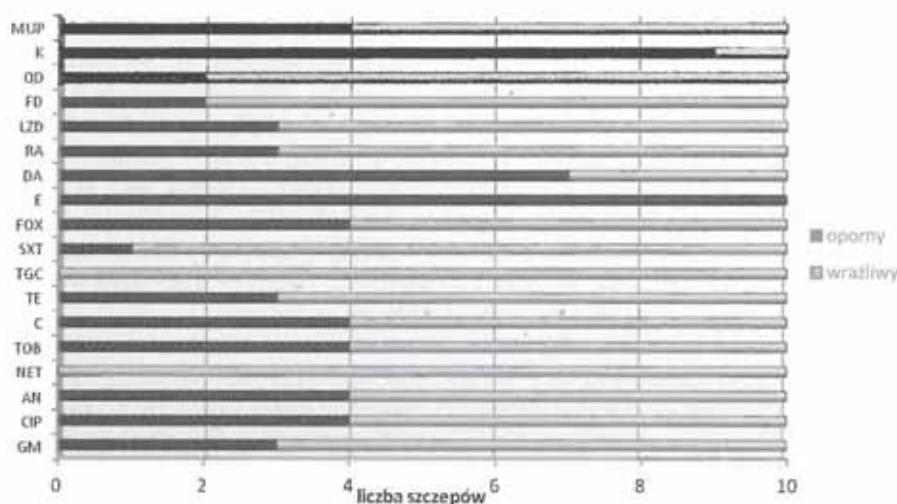
***Enterococcus faecalis*.** Testowane izolaty *Enterococcus faecalis* okazały się znacznie bardziej wrażliwe na olejek cynamonowy z kory. Wyznaczone wartości współczynnika MIC mieściły się w granicach od 0,125 do 1,5 ml/ml (Rycina 1). Stężenie 0,125 ml/ml wyznaczono dla 3 z 12 izolatów pochodzących z rany, moczu i cewnika. Wartości MIC – 0,25 i 0,50 ml/ml uzyskano dla dwóch izolatów z moczu, natomiast MIC – 0,75 ml/ml dla izolatu z respiratora. Najbardziej odporne na działanie olejku cynamonowego z kory okazały się 2 szczepy wyizolowane z moczu i 1 szczep pochodzący z rany dla których wyznaczony współczynnik MIC wynosił 1,0 ml/ml oraz 2 szczepy hamowane stężeniem 1,5 ml/ml wyizolowane z moczu i parapetu na oddziale szpitalnym.

***Enterobacter cloacae*.** Wszystkie testowane izolaty *Enterobacter cloacae* były wrażliwe na olejek cynamonowy z kory. Wartości MIC dla 10 testowanych szczepów mieściły się w granicach od 1,0 do 1,75 ml/ml. (Rycina 1). Najniższe stężenie olejku było aktywne dla 2 izolatów pozyskanych z moczu i rany. Stężenie 1,25 ml/ml wykazywało działanie hamujące wobec 3 szczepów wyizolowanych z ropnia, oskrzeli i otrzewnej, natomiast MIC – 1,50 ml/ml wyznaczono dla 2 izolatów z moczu i 1 ze środowiska szpitalnego. Najwyższe wartości współczynnika MIC – 1,75 ml/ml oznaczono dla 2 izolatów otrzymanych z otrzewnej i krwi.

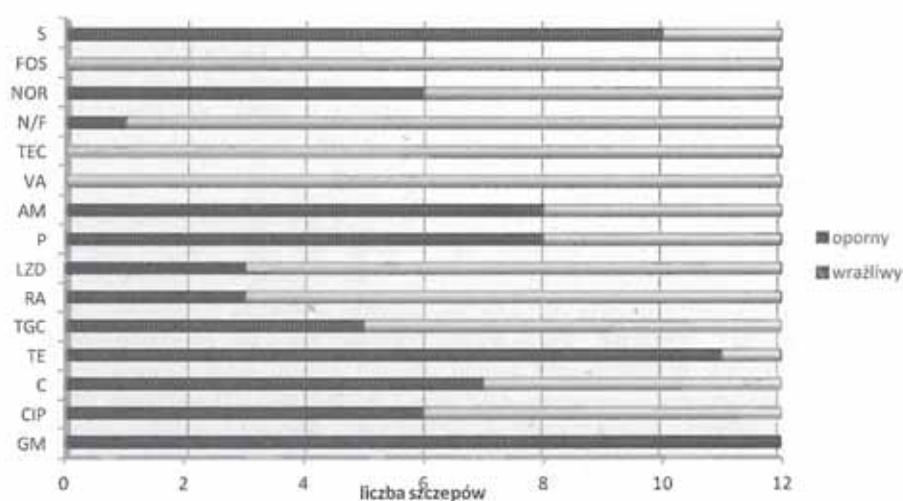
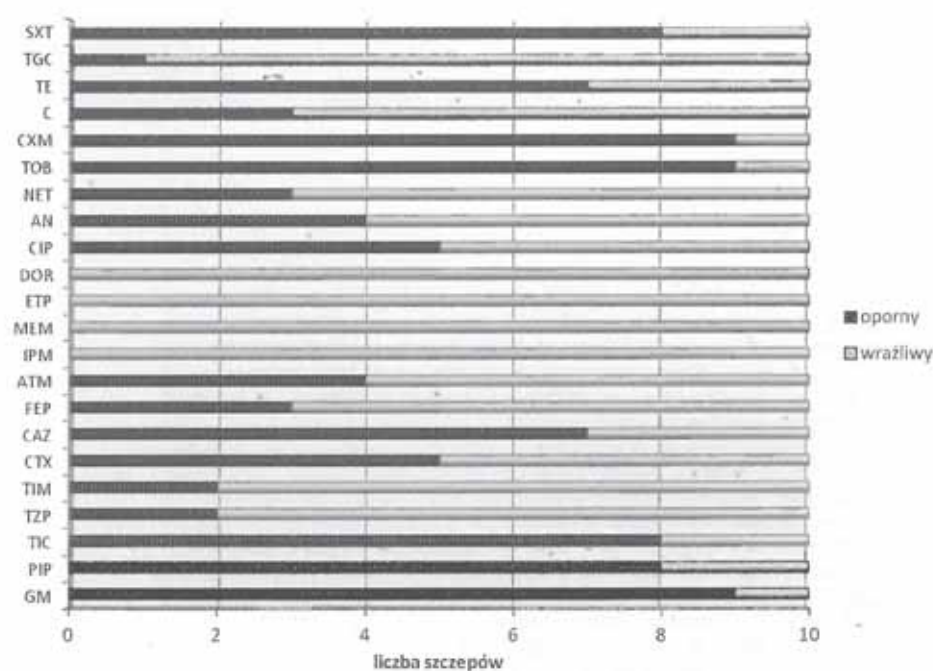


Ryc. 1 Wrażliwość badanych izolatów z rodzajów *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter* na olejek cynamonowy określona współczynnikiem MIC (Minimal Inhibitory Concentration (µl/ml))

Acinetobacter baumannii. Dla testowanych izolatów *Acinetobacter baumannii* olejek cynamonowy z kory był aktywny również w granicach od 1,0 do 1,75 ml/ml (Rycina 1). Wyraźnie największa liczba szczepów 10 z 16 była hamowana stężeniem 1,5 ml/ml. Były to izolaty pozyskane z płwociny, oskrzeli, moczu, odbytu i ze środowiska szpitalnego. Niższą wartość MIC – 1,0 ml/ml wyznaczono dla 4 szczepów pozyskanych również z oskrzeli i środowiska.



Ryc. 2 Lekowrażliwość badanych izolatów *Staphylococcus sp.*

Ryc. 3 Lekowrażliwość badanych izolatów *Enterococcus faecalis*Ryc. 4 Lekowrażliwość badanych izolatów *Enterobacter cloacae*

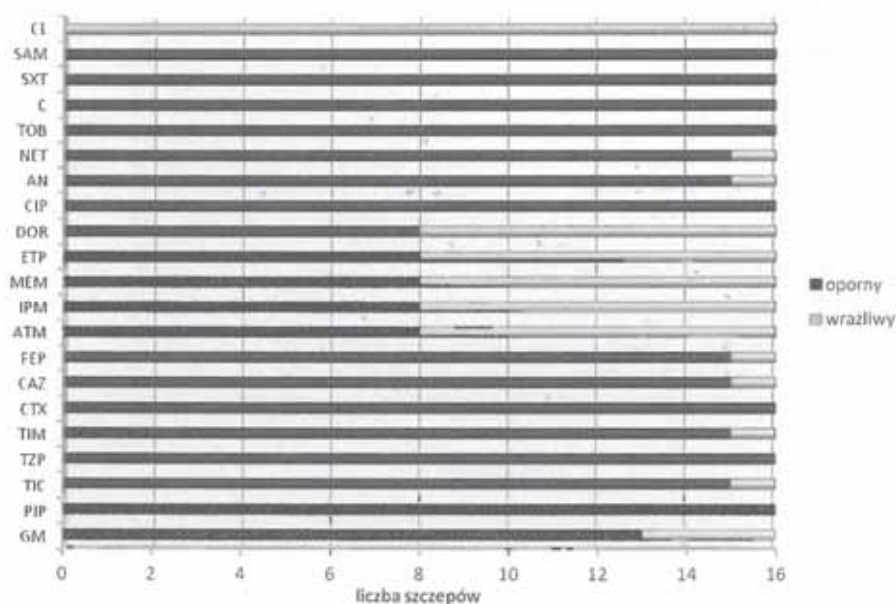
Lekowrażliwość szczepów.

Staphylococcus sp. Badania wrażliwości klinicznych szczepów *Staphylococcus* sp. pochodzących z ran, ropni, wysięku z opłucnej, gardła i krwi wykazały, że największa liczba testowanych szczepów była oporna na: E (100%), K (90%), DA (70%). Oporność na GM, CIP, AN, TOB i C była jednakowa i wyniosła 40%. Lekowrażliwość klinicznych szczepów *Staphylococcus* sp. przedstawiono na rycinie 2.

Enterococcus faecalis. Szczepy *Enterococcus faecalis* wyizolowane z ran, moczu, urządzeń medycznych i środowiska szpitalnego okazały się w największym stopniu odporne na: GE (100%), TE (90%), S (80%), P (70%), AM (70%), C (60%) CIP (50%), NOR (50%). Lekowrażliwość izolatów *Enterococcus faecalis* przedstawiono na rycinie 3.

Enterobacter cloacae. Testy lekowrażliwości izolatów *Enterobacter cloacae* pochodzących z jamy otrzewnej, rany, ropnia, oskrzeli, moczu, krwi i środowiska szpitalnego wykazały najwyższą oporność na: GM (90%), TOB (90%), CXM (90%), PIP (80%), TIC (80%), SXT (80%) oraz CAZ (70%) oraz TE (70%). Wszystkie szczepy *Enterobacter cloacae* były wrażliwe na karbapenemy. Lekowrażliwość izolatów *Enterobacter cloacae* przedstawiono na rycinie 4.

Acinetobacter baumannii. Zdecydowanie najwyższą lekoopornością charakteryzowały się izolaty *Acinetobacter baumannii* pochodzące z oskrzeli, ran, moczu, płwociny, odbytu oraz ze środowiska szpitalnego. Okazały się one w 100% odporne na: PIP, TZP, CTX, CIP, TOB, C, SXT oraz SAM. Wśród badanych szczepów 50 % wykazywało oporność na wszystkie użyte karbapenemy. Jedynie kolistyna była aktywna wobec wszystkich izolowanych szczepów *Acinetobacter baumannii*. Lekowrażliwość szczepów *Acinetobacter baumannii* przedstawiono na rycinie 5.



Ryc. 5 Lekowrażliwość badanych izolatów *Acinetobacter baumannii*

DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wszystkie izolowane szczepy z rodzajów *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter*, również te o wysokim odsetku oporności na antybiotyki były wrażliwe na olejek cynamonowy z kory w bardzo niskich zakresach stężeń. Wrażliwość bakterii Gram-dodatnich była nieco większa niż Gram-ujemnych. Wśród gronkowców dla których uzyskano najwyższą wartość współczynnika MIC – 1,5 µl/ml były zarówno szczepy oporne na 13, 9 czy 7 spośród 18 użytych antybiotyków, jak i oporne tylko na 2 i 4 antybiotyki. W przypadku szczepów *Enterococcus faecalis* obserwacje były podobne. Szczepy wrażliwe na najniższe stężenie olejku – 0,125 µl/ml były oporne na 5 i 7 antybiotyków, natomiast szczepy dla których wyznaczono najwyższą wartość MIC – 1,5 µl/ml były oporne na 7 i 9 spośród 15 użytych antybiotyków. Minimalne stężenie hamujące wzrost izolatów *Enterobacter cloacae* wynoszące 1,0 µl/ml odnotowano dla szczepów opornych na 9 i 13 antybiotyków, natomiast MIC – 1,75 µl/ml dla szczepów opornych na 8 i 11 spośród 22 antybiotyków. Wśród szczepów *Acinetobacter baumannii* wrażliwych na stężenie wynoszące 1,0 µl/ml znalazły się oporne na 21 spośród 22 użytych antybiotyków, a wśród wrażliwych na stężenie – 1,5 µl/ml były oporne na 15 spośród 22 antybiotyków. Tak więc dla wszystkich izolatów z rodzajów *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter* nie stwierdzono korelacji między poziomem oporności na antybiotyki, a stopniem wrażliwości na olejek cynamonowy.

Inne badania aktywności przeciwbakteryjnej olejków eterycznych potwierdzają ich ogromną zaletę jako efektywnych środków przeciwdrobnoustrojowych i brak korelacji między poziomem aktywności, a stopniem oporności na antybiotyki np. w badaniach aktywności olejku geraniowego wobec patogenów pochodzących z zakażeń ran czy olejków bazyliowego i rozmarynowego wobec szczepów pałeczek *Escherichia coli* opornych na antybiotyki (13, 14).

Wysoką aktywność przeciwbakteryjną olejku cynamonowego wobec opornych patogenów wykazali również Fani i Kohanteb (15). Badania dotyczyły *Streptococcus mutans* i *Staphylococcus aureus* izolowanych z zakażeń jamy ustnej wykazujących pięć wzorów oporności dotyczącej głównie tetracykliny, penicyliny, amoksycyliny, erytromycyny, klindamycyny i rifampicyny. Olejek cynamonowy był aktywny wobec szczepów klinicznych *Streptococcus mutans* w stężeniach: 100, 50, 25, 12,5 i 6,25 %, uzyskane strefy zahamowania wzrostu wynosiły odpowiednio: 62, 51, 35, 21 i 16 mm przy zastosowaniu 6 mm krążków nasączonych 50 µl olejku. Wartości współczynnika MIC uzyskane za pomocą metody rozcieńczeń w podłożu agarowym wynosiły 12,5 µg niezależnie od stopnia oporności testowanych paciorkowców.

Z kolei badania Inouye i wsp. dowiodły wysokiej aktywności olejku cynamonowego z kory wobec patogenów (*Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* i *Streptococcus pyogenes*) odpowiedzialnych za zakażenia układu oddechowego (16, 17). Inni autorzy wykazali aktywność olejku cynamonowego wobec drobnoustrojów wyizolowanych z żywności jak: *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enterica*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Yersinia enterocolitica* (18, 19, 20). Shahverdi i wsp. wykazali właściwości synergistyczne olejku cynamonowego z kory zawierającego jako główny składnik aldehyd trans-cynamonowy w połączeniu z klindamycyną. W badaniach

aktywności tego olejku eterycznego wobec *C. difficile* zaobserwowano znaczące obniżenie wartości współczynnika MIC (21).

Cynamonowiec cejloński - *Cinnamomum zeylanicum* i cynamonowiec wonny - *C. cassia* są to rośliny od dawna cenione ze względu na działanie regulujące trawienie, przeciwbólowe, znieczulające i przeciwwrobacze (22). Gruenvald i wsp. opisują nie tylko działanie antyinfekcyjne, ale również przeciwnowotworowe, obniżające poziom cholesterolu, przeciwcukrzycowe, obniżające ciśnienie krwi oraz immunostymulujące olejków eterycznych pozyskanych z tych roślin (23). Surowce roślinne cieszą się obecnie coraz większym zainteresowaniem pod kątem ich zastosowania medycznego. Ze względu na alarmujące doniesienia o rosnącej oporności drobnoustrojów na antybiotyki i problemy z wprowadzaniem coraz to nowych, skutecznych i bezpiecznych środków przeciwdrobnoustrojowych warto zwrócić uwagę na ogromne zasoby efektywnych związków pochodzenia naturalnego.

WNIOSKI

Na podstawie wyników badań przeciwbakteryjnej aktywności olejku cynamonowego z kory (*Cinnamomum zeylanicum* Ness) wobec patogenów o różnym stopniu oporności należących do rodzajów *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Enterobacter* i *Acinetobacter* można wysnuć następujące wnioski:

1. Olejek cynamonowy z kory wykazuje właściwości przeciwbakteryjne wobec izolatów należących do rodzajów: *Staphylococcus* sp., *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae* i *Acinetobacter baumannii*.
2. Uzyskane wartości minimalnego stężenia hamującego – MIC dla wszystkich badanych bakterii mieszczą się w niskich zakresach stężeń.
3. Poziom aktywności przeciwbakteryjnej testowanego olejku cynamonowego z kory nie jest zależny od stopnia oporności bakterii na antybiotyki.

Badania zaprezentowane w niniejszej pracy zostały sfinansowane z grantu no. 502-03/5-108-03/502-54-112

Podziękowania

Autorzy serdecznie dziękują Pani Profesor Danucie Kalembie za analizę testowanego olejku eterycznego.

PIŚMIENNICTWO

1. Warren R. *Staphylococcus aureus* — A cross sectional study of prevalence and risk factors in one general practice. Aust Fam Physician 2012; 41: 325–8.
2. DeLeo FR, Otto M, Kreiswirth BN, Chambers HN. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Lancet 2010; 375: 1557–68.
3. von Eiff C, Proctor RA, Peters G. Coagulase-negative staphylococci. Pathogens have major role in nosocomial infections. Prostgrad Med 2001; 110: 63–76.
4. Łysakowska M, Śmigiełski J, Denys A. Występowanie genów zjadliwości wśród szczepów *Enterococcus faecalis* izolowanych od pacjentów i ze środowiska szpitalnego. Med Dośw Mikrobiol 2009; 61: 125–32.

5. Strycharczyk M, Markuszewski L, Denys A. Zakażenia powodowane przez bakterie z rodzaju *Enterococcus* na oddziałach urologii. *Urol Pol* 2005; 58: 257-60.
6. Gaynes R, Edwards J. Overview of nosocomial infections caused by gram-negative bacilli. *Clin Infect Dis* 2005; 41: 848-54.
7. Empel J, Baraniak A, Literacka E i inni. Molecular survey of β -lactamases conferring resistance to newer β -lactams in *Enterobacteriaceae* isolates from Polish hospitals. *Antimicrob Agents Chemother* 2008; 52: 2449-54.
8. Falagas M, Karveli E. The changing global epidemiology of *Acinetobacter baumannii* infections: a development with major public health implications. *Clin Microbiol Infect* 2007; 13: 117-9.
9. Silva NCC, Fernandes Júnior A. Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. *J Venom Anim Toxins incl Trop Dis* 2010; 16: 402-13.
10. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Breakpoint Tables for Interpretation of MICs and Zone Diameters, version 2.0; valid from 1 January 2012; Available online: www.eucast.org (accessed on 16 December 2012).
11. *Farmakopea Polska VIII*. 8 Edycja. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa, 2008.
12. *European Pharmacopoeia*. 6 th Edition, Council of Europe, Strasbourg, 2008.
13. Sienkiewicz M, Poznańska-Kurowska K, Kaszuba A, Kowalczyk E. The antibacterial activity of geranium oil against Gram-negative bacteria isolated from difficult-to-heal wounds. *Burns* 2013; S0305-4179(13)00361-6.
14. Sienkiewicz M, Łysakowska M, Pastuszka M i inni. The Potential of Use Basil and Rosemary Essential Oils as Effective Antibacterial Agents. *Molecules* 2013; 18: 9334-51.
15. Fani MM, Kohanteb J. Inhibitory activity of *Cinnamon zeylanicum* and *Eucalyptus globulus* oils on *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, and *Candida* species isolated from patients with oral infections. *Shiraz Univ Dent J* 2011; 11: 14-22.
16. Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J Antimicrob Chemother* 2001; 47: 565-73.
17. Inouye S, Yamaguchi H, Takizawa T. Screening of the antibacterial effects of a variety of essential oils on respiratory tract pathogens, using a modified dilution assay method. *J Infect Chemother* 2001; 7: 251-4.
18. Lopez P, Sanchez C, Battle R, Ner'in C. Vapor-phase activities of cinnamon, thyme, and oregano essential oils and key constituents against foodborne microorganisms. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 4348-56.
19. Lopez P, Sanchez C, Battle R, Nern C. Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 6939-46.
20. Friedman M, Henika PR, Mandrell RE. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *J Food Prot* 2002; 65: 1545-60.
21. Shahverdi AR, Monsef-Esfahani HR, Tavasoli F i inni. Trans-cinnamaldehyde from *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil reduces the clindamycin resistance of *Clostridium difficile* in vitro. *J Food Sci* 2007; 72: S055-8.
22. Zhu ZP, Zhang MF, Shen Y, Chen GJ. Pharmacological study on spleen-stomach warming and analgesic action of *Cinnamomum cassia* Presl. *Zhongguo Zhong. Yao Za Zhi*. 1993; 18: 553-5.
23. Gruenwald J, Freder J, Armbruester N. Cinnamon and health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010; 50: 822-34.

Otrzymano: 18 II 2014 r.

Adres Autora: 90-752 Łódź, ul. Żeligowskiego 7/9, Zakład Farmakologii i Toksykologii,
Wydział Wojskowo-Lekarski, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

