

Karolina Jakubczyk¹, Paweł Kwiatkowski², Monika Sienkiewicz³, *Katarzyna Janda¹

Zawartość polifenoli w ekstraktach z podagrycznika pospolitego (*Aegopodium podagraria* L.) oraz ich aktywność przeciwgronkowcowa

The content of polyphenols in extract from goutweed (*Aegopodium podagraria* L.) and their antistaphylococcal activity

¹Zakład Biochemii i Żywienia Człowieka, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Ewa Stachowska

²Katedra Mikrobiologii, Immunologii i Medycyny Laboratoryjnej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. Barbara Dołęgowska

³Zakład Alergologii i Rehabilitacji Oddechowej, II Katedra Otolaryngologii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Kierownik Zakładu: dr hab. n. med. Hanna Zielińska-Bliźniewska, prof. nadzw.

SUMMARY

Introduction. Various plant secondary metabolites produce valuable pharmacological effects, demonstrating antibacterial, antiviral and antifungal properties. Goutweed, as very widespread plant, for a very long time was used to treat of burns, wounds and different inflammations. According data of literature raw materials obtained from *Aegopodium podagraria* L. growing in different geographical origin have antibacterial activity.

Aim. The aim of the study was to evaluate the overall content of polyphenols in plant materials from goutweed depending on the temperature of extraction and to check their antistaphylococcal properties.

Material and methods. Leaves, flowers, seeds and rhizomes of goutweed were purified, frozen and lyophilized. Plant material was subjected to extraction for 3 hours at 80°C and 25°C in a water-bath. For the microbiological tests the reference and clinical strain of *S. aureus* were used. Susceptibility testing to antibiotics and chemotherapeutics for bacteria was carried out using disc-diffusion method. The minimal inhibitory concentration (MIC) values for gentamicin were detected by use of E-test. MIC for the ethanolic extracts was established by the microdilution broth method with use of resazurin.

Results. The results of experiments showed that the overall content of polyphenols in the ethanolic extracts from different organs of *Aegopodium podagraria* L. depends on the temperature of extraction. Research found that all tested extracts show inhibiting activity against reference and clinical strain of *S. aureus* with MIC value 64 mg/ml.

Conclusions. Our investigations draw attention on the impact of the conditions of extraction and also in the relation to the literature, to the geographical conditions on the content of plant metabolites – polyphenols in the different raw materials from goutweed. Ethanolic extracts from *Aegopodium podagraria* L. because of the inhibiting activity can be helpful as addition to preparations used in the treatment of staphylococcal infections.

Keywords: goutweed, polyphenols, antistaphylococcal activity

STRESZCZENIE

Wstęp. Metabolity roślinne mają cenne właściwości farmakologiczne, w tym przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwgrzybicze. Podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria* L.), jako szeroko rozpowszechniona roślina, od dawnych czasów używany był do leczenia oparzeń, ran i stanów zapalnych. Zgodnie z danymi piśmiennictwa, preparaty otrzymane z gatunku *Aegopodium podagraria* L. rosnącego w różnych regionach geograficznych wykazują właściwości przeciwbakteryjne.

Cel pracy. Celem badań była ocena ogólnej zawartości polifenoli w ekstraktach pozyskanych z podagrycznika pospolitego w zależności od temperatury ekstrakcji oraz zbadanie ich właściwości przeciwwronkowcowych.

Materiał i metody. Liście, kwiaty, nasiona i kłącza podagrycznika pospolitego oczyszczono, zamrożono i zliofilizowano. Materiał roślinny poddano ekstrakcji etanolem przez 3 godz. w temp. 80°C oraz w 25°C w łaźni wodnej. Do badań mikrobiologicznych wykorzystano szczep referencyjny oraz szczep kliniczny *S. aureus*. Testy wrażliwości bakterii na antybiotyki i chemioterapeutyki przeprowadzono metodą dyfuzyjno-krążkową. Minimalne stężenie hamujące (MIC) dla gentamycyny wyznaczono metodą E-test. MIC dla ekstraktów etanolowych określono metodą mikrorozcieńczeń w podłożu płynnym, przy czym jako wskaźnik zastosowano resazurynę.

Wyniki. Badania wykazały, że całkowita zawartość polifenoli w ekstraktach etanolowych pozyskanych z różnych części morfologicznych podagrycznika jest zależna od temperatury ekstrakcji. Dowiedziono, że wszystkie ekstrakty etanolowe wykazują właściwości hamujące wzrost szczepu referencyjnego i klinicznego *S. aureus* w stężeniu 64 mg/ml.

Wnioski. Nasze badania zwracają uwagę na wpływ warunków ekstrakcji, znaczenie części morfologicznej rośliny oraz warunków uprawy na zawartość metabolitów roślinnych – związków polifenolowych w surowcach pozyskanych z podagrycznika pospolitego. Ekstrakty etanolowe z *Aegopodium podagraria* L. ze względu na właściwości przeciwbakteryjne mogą być użyteczne jako dodatek do preparatów stosowanych w zakażeniach szczepami gronkowca złocistego.

Słowa kluczowe: podagrycznik pospolity, polifenole, aktywność przeciwwronkowcowa

Wprowadzenie

Podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria* L.) jest powszechnie spotykaną rośliną należącą do rodziny selerowatych (*Apiaceae*). Występuje w całej Europie i Ameryce Północnej (1-3). Roślina ta rozmnaża się za pomocą kłączy i rozłogów, jest odporna na mróz. Odnacza się przy tym dużą konkurencyjnością w stosunku do innych gatunków, dzięki czemu szybko opanowuje teren, z czym wiąże się dobra dostępność i łatwość pozyskiwania surowca.

Skład chemiczny *A. podagraria* jest stosunkowo słabo poznany (4). W świetle najnowszych badań najważniejszą grupą związków chemicznych wydają się być poliacetyleny: falkarinol, falkarindiol, falkarinon oraz falkarinolon (4, 5). Drugą istotną grupą związków chemicznych obecnych w podagryczniku są olejki eteryczne, zawierające głównie mono- i seskwiterpeny (6). Gatunek ten ceniony jest także jako źródło witamin oraz makro- i mikroelementów, m.in. żelaza, miedzi, manganu, tytanu, boru, wapnia i potasu (1). W podagryczniku występują również związki fenolowe z grupy kumaryn, kwasów fenolowych i flawonoidów (3, 4, 7).

Podagrycznik stosowany był w medycynie ludowej od czasów starożytnych, przede wszystkim w leczeniu chorób reumatycznych, dny moczanowej i rwy kulszowej. Roślina ta wykazuje działanie uspokajające, moczopędne, przeciwzapalne, przeciwdrobnoustrojowe oraz przeciwutleniające (3, 5, 7-9). Zgodnie z danymi piśmiennictwa napar z ziela to lek zalecany w leczeniu podagry, żyłaków odbytu, stanów zapalnych nerek i pęcherza moczowego, pomocniczo w kamicy nerkowej, a także poprawiający przemianę materii. Natomiast świeże liście przykładane na rany powodują szybsze ich gojenie (3, 7).

Dostępne piśmiennictwo donosi o bezpieczeństwie stosowania podagrycznika pospolitego. Wynika to

z dużej rozpiętości pomiędzy dawką terapeutyczną i toksyczną głównego czynnego związku zawartego w roślinie (falkarinolu), co pozwala na stosowanie surowca bez ryzyka wystąpienia działań niepożądanych (4, 5).

Gronkowce złociste (*Staphylococcus aureus*) należą do bakterii Gram-dodatnich, względnie beztlenowych i katalazo-dodatnich (10). Są one bardzo wytrzymałe na wysychanie, poza ustrojem mogą przeżyć nawet wiele tygodni (11).

S. aureus jest od wielu lat jednym z podstawowych drobnoustrojów chorobotwórczych odpowiedzialnych za zakażenia szpitalne i pozaszpitalne u ludzi; często są to zakażenia inwazyjne o ciężkim lub umiarkowanym przebiegu. Zakażenia te dotyczą przede wszystkim skóry i tkanki podskórnej, zwykle z udziałem procesu ropnego (12). Najbardziej powszechne są ropne zakażenia skóry, takie jak: liszajec, czyrączność, trądzik, jęczmień, zapalenie mieszków włosowych, gruczołów potowych, gruczołu mlekowego oraz zakażenia ran pooperacyjnych (10, 12).

Gronkowce złociste charakteryzuje zdolność do łatwego nabywania oporności na antybiotyki, dlatego stwarzają one duże zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka (13). W większości przypadków dotychczasowe metody leczenia antybiotykami z grupy penicylin są nieskuteczne, co utrudnia terapię zakażeń o etiologii gronkowcowej, stąd powierzchowne zakażenia skóry są nadal wyzwaniem dla klinicystów (13).

Problem narastającej oporności bakterii na antybiotyki skłania środowisko naukowe do poszukiwania alternatywnych sposobów leczenia zakażeń wywołanych przez wielolekooporne gronkowce. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie mogą być surowce roślinne bogate w związki bioaktywne o działaniu przeciwbakteryjnym, które mogą stanowić cenne uzupełnienie terapii konwencjonalnej.

Rośliny z rodziny *Apiaceae*, w tym podagrycznik pospolity, są bogatym źródłem związków poliacetylenowych oraz kumaryn o działaniu przeciwbakteryjnym. Istotne jest poszukiwanie optymalnych warunków uprawy oraz ich otrzymywania z surowca roślinnego, które pozwolą na uzyskanie ekstraktów o wysokiej zawartości tych związków, a tym samym lepszej aktywności przeciwdrobnoustrojowej.

Cel pracy

Celem pracy była ocena ogólnej zawartości związków polifenolowych w ekstraktach z kwiatów, kłączy, nasion i liści podagrycznika pospolitego w zależności od warunków ekstrakcji z surowca roślinnego oraz zbadanie właściwości przeciwbakteryjnych pozyskanych ekstraktów wobec *S. aureus*.

Materiał i metody

Materiał roślinny

Materiał roślinny do badań stanowiły części nadziemne (liście, kwiaty, nasiona) oraz podziemne (kłącza) podagrycznika pospolitego zbierane w okresie od maja do października 2016 roku, w okresach optymalnych dla pozyskiwania poszczególnych organów roślinnych. Bezpośrednio po zbiorze materiał został oczyszczony, zamrożony oraz poddany liofilizacji (Alpha 1-2 LD Plus, 0,735 mm Hg, -20°C), a następnie roztarciu w moździerzu do postaci proszku.

Przygotowanie ekstraktu etanolowego

Do sproszkowanego suchego materiału roślinnego dodano alkohol etylowy (Chempur). Ekstrakcję prowadzono przez 3 godz. w temp. 80°C oraz 25°C w łaźni wodnej, ekstrakty pozostawiono w ciemnym miejscu na 24 godz., a następnie alkohol oddestylowano pod zmniejszonym ciśnieniem.

Oznaczenie ogólnej zawartości polifenoli

Do fiołki wprowadzano kolejno: roztwór Folina-Ciocalteu (Chempur), próbę badaną o stężeniu 100 ppm oraz etanol jako rozpuszczalnik (Chempur). Próbkę wytrząsano przez 5 min, a następnie dodawano do nich 7,5% Na₂CO₃ (Chempur). Sporządzony roztwór po wymieszaniu inkubowano przez 60 min w temperaturze pokojowej. Przed przystąpieniem do pomiaru kalibrowano spektrofotometr na drodze pomiaru absorbancji przy długości fali $\lambda = 765$ nm. Używano roztworu referencyjnego, zawierającego: wodę destylowaną, roztwór Folina-Ciocalteu oraz 7,5% Na₂CO₃. Następnie wykonano pomiar wobec próby referencyjnej. Przed pomiarem zawartość fiołki dokładnie mieszano, przelewano do kuwet

i niezwłocznie dokonywano pomiaru widma absorbancji. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Zawartość polifenoli określano w przeliczeniu na kwas galusowy (14). Oznaczenia aktywności przeciwutleniającej badanych ekstraktów przeprowadzono przy użyciu spektrofotometru UV-Vis Agilent 8453.

Szczepy bakteryjne

W badaniu wykorzystano szczep kliniczny *S. aureus* wyizolowany z trudno gojącej się rany. Jako szczep wzorcowy użyto *S. aureus* ATCC 29213. Bakterie posiewano na podłoża Chapmana oraz Columbia agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (bioMérieux), następnie inkubowano je w temp. 37°C przez 24 godz. w warunkach tlenowych. Przy identyfikacji bakterii uwzględniano morfologię komórek w preparacie barwionym metodą Grama, morfologię kolonii z określeniem hemolizy na podłożu krwawym oraz rozkład mannitolu. Biochemiczną identyfikację izolatu przeprowadzono przy użyciu zautomatyzowanego systemu Vitek 2 Compact (bioMérieux). Badania identyfikacji wykonywano zgodnie z instrukcjami wytwórcy systemu, wykorzystując karty identyfikacji bakterii (GP).

Oznaczenie wrażliwości *S. aureus* na wybrane antybiotyki i chemioterapeutyki

Badanie lekowrażliwości *S. aureus* przeprowadzono zgodnie z zaleceniami Europejskiego Komitetu ds. Oznaczenia Lekowrażliwości (EUCAST) (15). Ocenę wrażliwości szczepu klinicznego oraz szczepu wzorcowego przeprowadzono metodą dyfuzyjno-krażkową z użyciem następujących referencyjnych antybiotyków: gentamycyna – GE (10 µg), amikacyna – AN (30 µg), tobramycyna – TOB (10 µg), ciprofloksacyna – CIP (5 µg), trimetoprim/sulfametoksazol – SXT (1,25/23,75 µg) i mupirocyna – MUP (200 µg) (Becton Dickinson). Oznaczenie oporności na metycylinę (fenotyp MRSA) przeprowadzono z wykorzystaniem krążka bibułowego nasączonego 30 µg cefoksytyny (FOX) (Becton Dickinson). W celu wykrycia antagonizmu klindamycyny (CC) i antybiotyku z grupy makrolidów zastosowano metodę dyfuzyjno-krażkową z wykorzystaniem krążków bibułowych nasączonych 2 µg CC i 15 µg erytromycyny (E). Interpretacji wyników dokonywano według EUCAST (15).

Określenie minimalnego stężenia hamującego (MIC) dla gentamycyny

MIC dla gentamycyny wyznaczono metodą E-test zgodnie z rekomendacjami EUCAST (15). Paski

nasączone gentamycyną (bioMérieux) w gradencji stężeń 0,016-256 μg nanoszono na podłoże Mueller-Hinton (bioMérieux), na które uprzednio posiano zawiesiny badanych szczepów *S. aureus* o gęstości 0,5 w skali McFarlanda. Płytki inkubowano w warunkach tlenowych przez 18 godz. w temp. 37°C. Interpretacji wyników dokonano według EUCAST (15).

Określenie MIC ekstraktów z podagrycznika pospolitego wobec badanych szczepów *S. aureus*

MIC ekstraktów z podagrycznika pospolitego wobec badanych szczepów *S. aureus* oznaczano metodą seryjnych rozcieńczeń w bulionie Mueller-Hinton (MHB) (Sigma-Aldrich) zgodnie z rekomendacjami Clinical and Laboratory Standards Institute (16). Roztwór wyjściowy badanych ekstraktów przygotowano z dodatkiem Tweenu 80 (1%), uzyskując zakres stężeń od 0,5 do 128 mg/ml. Po 50 μl kolejnych stężeń ekstraktów dodawano do 96-dółkowej mikropłytki. Następnie do studzienek mikropłytki ze wzrastającym stężeniem ekstraktu dodawano 50 μl zawiesiny bakteryjnej o stężeniu 10^6 jtk/ml. Po 18 godz. inkubacji w temp. 35°C określano MIC dla poszczególnych ekstraktów, dodając do studzienek po 20 μl 0,02% roztworu resazuryny (Sigma-Aldrich) (13). Zmiana barwy z granatowej na różową po trzygodzinnej inkubacji z resazuryną w temp. 37°C wskazywała na obecność bakterii. Pierwsza studzienka, w której utrzymywała się barwa granatowa, wyznaczała wartość MIC. Próby kontrolne przeprowadzono w podłożu MHB oraz w podłożu MHB z dodatkiem Tweenu 80 (1%) w celu wykluczenia jego wpływu na hamowanie wzrostu bakterii. Dla każdego ekstraktu badanie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statistica 12,5 oraz Microsoft Excel 2007. Średnie arytmetyczne (AMS) i odchylenia standardowe AM (SDS) obliczono dla każdego badanego ekstraktu w odniesieniu do ogólnej zawartości polifenoli. Rozkład wyników zbadano testem Shapiro-Wilka. Aby ocenić różnice pomiędzy badanymi parametrami, zastosowano test Tukeya. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

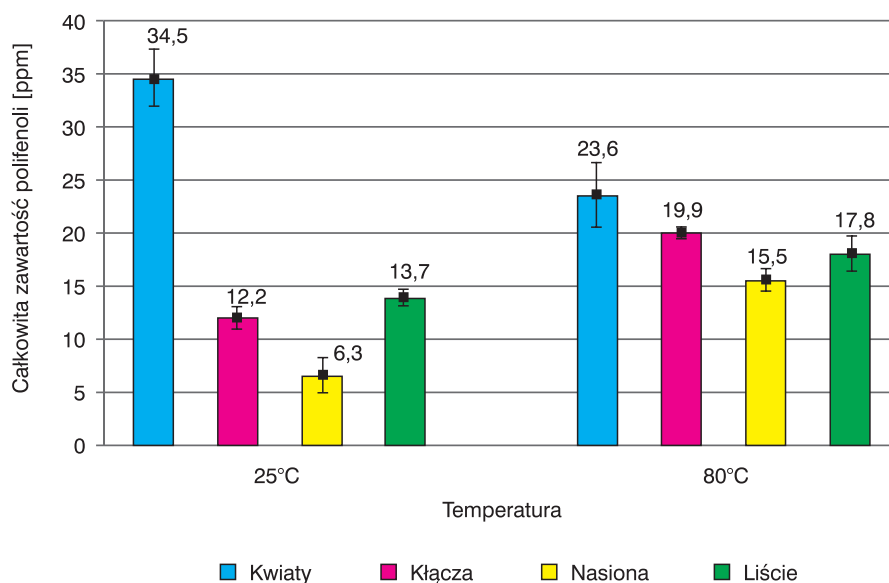
W ostatnich latach odnotowuje się coraz większą oporność bakterii na stosowane antybiotyki. W obszarze zainteresowań naukowców znalazły się rośliny lecznicze, będące źródłem substancji o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Zawartość związków biologicznie czynnych, w tym związków polifenolowych

w poszczególnych częściach roślin, może istotnie wpływać na ich właściwości. Podagrycznik pospolity należy do roślin rzadko stosowanych we współczesnej fitoterapii, z powodzeniem jednak był stosowany już od czasów starożytnych do leczenia wielu chorób. W medycynie ludowej wykorzystano jego właściwości do przyspieszenia gojenia się ran, co może świadczyć o jego właściwościach przeciwdrobnoustrojowych (3, 5, 7-9). Badania dowodzą, że istnieje związek między składem chemicznym i aktywnością przeciwbakteryjną surowców roślinnych (17, 18). Brak informacji o składzie chemicznym surowców pozyskanych z poszczególnych organów tej rośliny oraz ich właściwościach skłania do prowadzenia badań w tym zakresie (4).

Analiza ogólnej zawartości polifenoli w ekstraktach z podagrycznika pospolitego wykazała, że zawartość związków należących do tej grupy wahała się w zakresie od 6,3 do 34,5 ppm. Temperatura ekstrakcji miała wpływ na zawartość związków polifenolowych w ekstraktach. Dla wszystkich surowców, za wyjątkiem kwiatów, odnotowano wyższą zawartość polifenoli w ekstraktach przygotowanych w temp. 80°C. Najwyższą zawartość polifenoli odnotowano dla ekstraktów z kwiatów podagrycznika pospolitego, najniższą zaś dla ekstraktów przygotowanych w temp. 25°C z nasion tej rośliny (ryc. 1).

Różnice statystyczne uzyskane dla ogólnej zawartości polifenoli dla różnych części morfotycznych oraz temperatury ekstrakcji przedstawiono w tabeli 1. Różnice te z pewnością związane są ze zmienną kumulacją tych związków w poszczególnych organach rośliny. Wiadomo również, że zawartość metabolitów wtórnych jest związana z okresem zbioru i warunkami uprawy. W zależności od potrzeb rośliny w okresie wegetacji, metabolity mogą kumulować się w organach w zróżnicowanej ilości. Niektóre z nich to barwniki, np. antocyjany, zlokalizowane w powierzchniowych warstwach tkanek roślinnych, chroniące je przed szkodliwym działaniem promieniowania ultrafioletowego (19).

Analiza lekowrażliwości szczepu klinicznego *S. aureus* pozyskanego z rany wykazała, że jest on oporny na wszystkie antybiotyki z grupy aminoglikozydów, tj. gentamycynę, amikacynę i tobramycynę. Uzyskana wartość MIC dla gentamycyny wynosiła 32 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Badania wykazały również brak obecności fenotypu MRSA (wrażliwość na FOX) oraz brak obecności mechanizmu oporności na makrolidy, linkozamidy i streptograminy B (wrażliwość na E i CC). Szczep wzorcowy *S. aureus* ATCC 29213 był wrażliwy na wszystkie referencyjne antybiotyki i chemioterapeutyki. Uzyskana wartość MIC dla gentamycyny wynosiła 0,125 $\mu\text{g}/\text{ml}$.



Ryc. 1. Ogólna zawartość polifenoli w ekstraktach pozyskanych z podagrycznika pospolitego

Tab. 1. Analiza statystyczna ogólnej zawartości polifenoli w ekstraktach z podagrycznika pospolitego

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
Kwiaty 25°C {1}		*	*	*	*	*	*	*
Kwiaty 80°C {2}	*		*	NS	*	*	*	*
Kłęcza 25°C {3}	*	*		*	*	NS	NS	*
Kłęcza 80°C {4}	*	NS	*		*	*	*	NS
Nasiona 25°C {5}	*	*	*	*		*	*	*
Nasiona 80°C {6}	*	*	NS	*	*		NS	NS
Liście 25°C {7}	*	*	NS	*	*	NS		*
Liście 80°C {8}	*	*	*	NS	*	NS	*	

NS – brak istotności statystycznej przy $p \leq 0,05$

*Różnica statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$

Na podstawie otrzymanych wyników badań aktywności przeciwbakteryjnej można stwierdzić, że ekstrakty etanolowe zawierające polifenole pozyskane z liści, kwiatów, nasion oraz kłęczki *A. podagraria* wykazują właściwości hamujące wzrost szczepu wzorcowego *S. aureus* ATCC 29213 oraz szczepu klinicznego *S. aureus* pochodzącego z rany. Wartość minimalnego stężenia hamującego (MIC) dla obu szczepów gronkowców wyniosła 64 mg/ml.

Ponadto wykazano, że aktywność przeciwbakteryjna badanych ekstraktów kształtuje się na tym samym poziomie, pomimo różnic w całkowitej zawartości polifenoli dla ekstraktów sporządzonych w temp. 25

i 80°C (tab. 2). Można przypuszczać, że skład polifenoli w poszczególnych organach rośliny jest odmienny, a dodatkowo na ich poziom mają wpływ również warunki ekstrakcji, stąd brak różnic w aktywności przeciwoznaczowej między badanymi ekstraktami. Wyjaśnienie tego zagadnienia mogą przynieść bardziej szczegółowe badania składu ekstraktów.

Dostępne piśmiennictwo donosi o słabych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych ekstraktów z podagrycznika pospolitego wobec *S. aureus* (20, 21). Badania przeprowadzone metodą dyfuzyjno-krażkową pozwoliły na określenie strefy zahamowania wzrostu *S. aureus* wokół krążka nasączonego ekstraktem

Tab. 2. Charakterystyka szczepów *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus	Temp. ekstrakcji	MIC [mg/ml]	MIC GE [μ g/ml]	Lekowrażliwość szczepów										Fenotyp
				GE	AN	TOB	CIP	SXT	MUP	FOX	CC	E		
Wyizolowany z rany	25°C	64 ^{li, kw, na, kł}	32	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	MSSA
	80°C	64 ^{li, kw, na, kł}												
ATCC 29213	25°C	64 ^{li, kw, na, kł}	0,125	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	MSSA
	80°C	64 ^{li, kw, na, kł}												

MIC – minimalne stężenie hamujące; li – liście; kw – kwiaty; na – nasiona; kł – kłącza; GE – gentamycyna; AN – amikacyna; TOB – tobramycyna; CIP – ciprofloksacyna; SXT – trimetoprim/sulfametoksazol; MUP – mupirocyna; FOX – cefoksytyna; CC – klindamycyna; E – erytromycyna; MSSA – *Staphylococcus aureus* wrażliwy na metycylinę

zawierającym kumaryny w ilości 5 μ g/ml, która wynosiła jedynie około 1 mm. W badaniach tych stwierdzono, że im wyższa zawartość kumaryn, tym właściwości te były silniejsze. Nie tylko kumaryny warunkują zdolności mikrobiologiczne ekstraktów roślinnych, ale również olejki eteryczne oraz flawonoidy należące do grupy polifenoli. Z kolei z badań Stefanovic i wsp. (3) wynika, że najsilniejsze właściwości wykazywał ekstrakt etanolowy – MIC wynosiło 5 mg/ml, natomiast ekstrakt wodny nie wykazywał właściwości przeciwbakteryjnych. Zgodnie z danymi piśmiennictwa ekstrakty pozyskane z podagrycznika pospolitego charakteryzowały się także zróżnicowanym poziomem aktywności przeciwbakteryjnej wobec innych bakterii, zarówno Gram-dodatnich, jak i Gram-ujemnych (3, 21, 22). Na wyniki aktywności przeciwbakteryjnej

prawdopodobnie mają wpływ zarówno warunki ekstrakcji, takie jak: temperatura, czas i użyte rozpuszczalniki, a także czynniki geologiczne i klimatyczne, które warunkują odmienny skład i właściwości surowców pozyskanych z podagrycznika pospolitego.

Wnioski

Przeprowadzone badania wskazują na wpływ warunków ekstrakcji oraz wykorzystanej części morfologicznej podagrycznika pospolitego, a także warunków uprawy na zawartość polifenoli w ekstraktach pozyskanych z podagrycznika pospolitego. Ekstrakty etanolowe z *Aegopodium podagraria* L. ze względu na działanie przeciwbakteryjne mogą być potencjalnym dodatkiem do preparatów stosowanych w zakażeniach gronkowcami złocistymi.

Piśmiennictwo

- Olechnowicz-Stępień W, Lamer-Zarawska E. Rośliny lecznicze stosowane u dzieci. PZWL, Warszawa 1989.
- Strzelecka H, Kowalski J. Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. PWN, Warszawa 2000.
- Stefanovic O, Comic L, Stanojevic D i wsp. Antibacterial activity of *Aegopodium podagraria* L. extracts and interaction between extracts and antibiotics. Turk J Biol 2009; 33:145-50.
- Kunstman P, Wojcińska M, Popławska P. Podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria* L.). Post Fitoter 2012; (4):244-9.
- Christensen LP, Brandt K. Bioactive polyacetylenes in food plants of the *Apiaceae* family: occurrence, bioactivity and analysis. J Pharm Biomed Anal 2006; 41:683-93.
- Kapetanios C, Karioti A, Bojović S i wsp. Chemical and principal-component analyses of the essential oils of *Apioidae* taxa (*Apiaceae*) from central Balkan. Chem Biodivers 2008; 5:101-19.
- Trąba C, Rogut K, Wolański P. Rośliny dziko występujące i ich zastosowanie. Przewodnik po wybranych gatunkach. Procapathia, Rzeszów 2012.
- Prior RM, Lundgaard NH, Light ME i wsp. The polyacetylene falcarindiol with COX-1 activity isolated from *Aegopodium podagraria* L. J Ethnopharmacol 2007; 113:176-8.
- Valyova M, Tashev A, Stoyanov S i wsp. *In vitro* free-radical scavenging activity of *Aegopodium podagraria* L. and *Orlaya grandiflora* (L.) Hoffm. (*Apiaceae*). J Chem Technol Metall 2016; 51:271-4.
- Kluytmans J, van Belkum A, Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. Clin Microbiol Rev 1997; 10:505-20.
- Jawetz E, Melnick JL, Adalberg EA. Przegląd mikrobiologii lekarskiej. PZWL, Warszawa 1991.
- Berk DR, Bayliss SJ. MRSA, staphylococcal scalded skin syndrome, and other cutaneous bacterial emergencies. Pediatr Ann 2010; 39:627-33.
- Kwiatkowski P, Mnichowska-Polanowska M, Pruss A i wsp. Activity of essential oils against *Staphylococcus aureus* strains isolated from skin lesions in the course of staphylococcal skin infections. Herba Pol 2017; 63:43-52.

14. Abdelhady MIS, Motaal AA, Beerhues L. Total phenolic content and antioxidant activity of standardized extracts for leaves and cell cultures of three *Callistemon* species. *Am J Plant Sci* 2011; 2:847-50.
15. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoints tables for interpretation of MICs and zones diameters. Version 5.0, 2015. <http://www.eucast.org>.
16. CLSI: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, Approved Standard. 9th ed. CLSI document M07-A9. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne 2012.
17. Iwu MW, Duncan AR, Okunji CO. New antimicrobials of plant origin. [In:] Janick J (ed.). *Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria 1999; 457-62.
18. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev* 1999; 12:564-82.
19. Stołowska M, Kłobus G. Charakterystyka flawonoidów i ich rola w kosmetyce i terapii. *Post Kosmetol* 2010; 1:8-12.
20. Redo MC, Rios JL, Villar A. A review of some antimicrobial compounds isolated from medicinal plants reported in the literature 1978-88. *Phytother Res* 1989; 3:117-25.
21. Ojala T, Remes S, Haansuu P i wsp. Antimicrobial activity of some coumarin containing herbal plants growing in Finland. *J Ethnopharmacol* 2000; 73:299-305.
22. Duško BL, Čomić L, Solujić-Sukdolac S. Antibacterial activity of some plants from family *Apiaceae* in relation to selected phytopathogenic bacteria. *Kragujevac J Sci* 2006; 28:65-72.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 21.07.2017

zaakceptowano/accepted: 10.08.2017

Adres/address:

*dr hab. inż. Katarzyna Janda, prof. PUM
Zakład Biochemii i Żywności Człowieka
Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
ul. Broniewskiego 24, 71-460 Szczecin
tel.: +48 (91) 441-48-18
e-mail: kjanda4@gmail.com