

Teresa KRZYŚKO-ŁUPICKA¹, Magdalena MYSLEK¹ i Katarzyna BŁASZCZYK¹

WRAŻLIWOŚĆ NA OLEJKI ETERYCZNE ŚRODOWISKOWYCH LEKOOPORNYCH SZCZEPÓW *Escherichia coli*

SENSITIVITY TO THE ESSENTIAL OILS OF ENVIRONMENTAL, RESISTANT TO DRUGS STRAINS OF *Escherichia coli*

Abstrakt: W środowisku coraz powszechniej stwierdzana jest obecność lekoopornych szczepów *Escherichia coli*. Alternatywną drogę ich eliminacji mogą stanowić biodegradowalne i nietoksyczne substancje, między innymi olejki eteryczne. Celem pracy była ocena działania olejków eterycznych na środowiskowe lekooporne szczepy *Escherichia coli*. Materiał badawczy stanowiło 10 wyizolowanych ze środowiska naturalnego lekoopornych szczepów *E. coli*, w tym 8 glukuronidazo-dodatnich. Wrażliwość szczepów na takie antybiotyki, jak: ampicylina, amoksycylina, cefotaksym, chloramfenikol, cyprofloksacyna, ceftazydim, doksycyklina, gentamycyna, kanamycyna, trimetoprim, tetracyklina, streptomycyna, kwas nalidyksowy oraz na sulfonamidy, oznaczono na podłożu Mueller-Hinton. Metodą dyfuzyjną płytkowo-cylinderkową oceniono wrażliwość szczepów na olejki: tymiankowy, oregano, herbaciany, lemongrasowy, cytrynowy i kminkowy oraz tymol w stężeniach 1,5%; 1,0%; 0,5%; 0,25%. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że testowane szczepy *E. coli* wykazywały oporność na co najmniej połowę testowanych antybiotyków, a 90% z nich było odporne na ampicylinę i amoksycylinę. Także wrażliwość szczepów na testowane olejki eteryczne była zróżnicowana. Tylko olejek tymiankowy w stężeniach 1 i 1,5% zahamował rozwój 90% badanych szczepów *E. coli*. Olejki herbaciany, lemongrasowy, cytrynowy, oregano i kminkowy w testowanych stężeniach nie hamowały rozwoju testowanych szczepów *Escherichia coli*.

Słowa kluczowe: *Escherichia coli*, antybiotykooporność, olejki eteryczne

Wstęp

W ostatnich latach na świecie odnotowuje się wzrost oporności bakterii na antybiotyki [1], które są niezbędne dla zapobiegania, kontroli i leczenia zakażeń bakteryjnych u ludzi i zwierząt [2, 3]. Antybiotyki razem z odchodami zwierząt i ludzi przedostają się do wód powierzchniowych [4] oraz osadów dennych wód [5], powodując pojawienie się i występowanie w środowisku szczepów opornych. Selekcja bakterii wykazujących cechy oporności związana jest z nieprawidłowym zastosowaniem nie tylko antybiotyków, ale i środków dezynfekcyjnych w lecznictwie i sanacji pomieszczeń. Substancje antybakteryjne w stężeniach działających statycznie, a nie bakteriobójczo przyczyniają się do przeżywania szczepów niosących cechy oporności. Nabywanie oporności zarówno przez bakterie chorobotwórcze, jak i komensaliczne może zagrażać skuteczności leczenia infekcji u ludzi i prowadzenia dezynfekcji [6]. Tym bardziej, że oporność może zostać nabyta w drodze horyzontalnego transferu genów między mikroorganizmami, w wyniku adaptacji do substancji obecnej w środowisku lub aktywacji genów oporności, po kontakcie z substancją czynną [7]. Niezależnie od pochodzenia genów wyróżnia się 5 mechanizmów oporności (tab. 1).

¹ Samodzielna Katedra Biotechnologii i Biologii Molekularnej, Uniwersytet Opolski, ul kard. B. Kominka 6a, 45-035 Opole, tel. 77 401 60 57, email: teresak@uni.opole.pl

* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'15, Jarnołtówek, 14-16.10.2015

Mechanizmy oporności bakterii na antybiotyki [8]

Tabela 1

The mechanism resistant bacteria of antibiotics [8]

Table 1

| Mechanizm | Zastosowanie mechanizmu u bakterii |
|--|---|
| Inaktywacja enzymatyczna antybiotyków | Oporne gatunki z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> hydrolizują antybiotyki β -laktamowe z udziałem β -laktamaz |
| Zmiany strukturalne miejsca działania leku | Oporność <i>Pseudomonas aeruginosa</i> na fluorochinolony poprzez zmianę budowy enzymu gyrazy DNA |
| Zastąpienie miejsca docelowego inną cząsteczką, która nie posiada powinowactwa do leku | Produkcja białka o zmniejszonym powinowactwie do β -laktamów przez <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) |
| Zmniejszenie przepuszczalności osłon komórkowych dla antybiotyku | Bakterie gramujemne są mniej podatne na działanie środków dezynfekcyjnych niż bakterie gramododatnie. Także mutanty wykazujące zmiany w przepuszczalności błony komórkowej poprzez jej ograniczenie lub wzmocnione wypłukiwanie („ <i>efflux</i> ”) były mniej podatne na działanie środków dezynfekcyjnych |
| Aktywne wypompowywanie leku z komórki | Pompy u szczepów <i>Pseudomonas aeruginosa</i> usuwają m.in. tetracykliny, β -laktamy |

W 2010 r. Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) opublikował raport na temat oporności na czynniki antybakteryjne wybranych bakterii zoonotycznych (*Salmonella* i *Campylobacter*) oraz wskaźnikowych (*Escherichia coli*, *Enterococcus* spp.) wyizolowanych od zwierząt i z żywności, w krajach Unii Europejskiej, w 2008 r. [1]. W raporcie nie uwzględniono jednak bakterii pochodzenia kałowego występujących w powietrzu, takich jak *Pantoea* sp., *Serratia* sp. [9], oraz w otoczeniu oczyszczalni ścieków - *Pseudomonas fluorescens* [9, 10].

Członkowie Unii zobowiązani są do monitorowania oporności na czynniki przeciwbakteryjne izolatów *Salmonella* i *Campylobacter* pochodzących od zwierząt i z żywności, natomiast w przypadku *E. coli* i enterokoków monitoring taki odbywa się na zasadach dobrowolności, chociaż ich obecność w środowisku świadczy o zanieczyszczeniach pochodzenia fekalnego [11, 12]. Należy też podkreślić, że jednym z najważniejszych sprawców zatruc pokarmowych jest *E. coli*. Większość szczepów *E. coli* przenosi się wraz z zanieczyszczoną wodą zarówno płynącą [13], jak i stojącą [14] oraz z żywnością [15]. Źródłem zakażenia może być także bezpośredni kontakt ze zwierzętami hodowlanymi, zwłaszcza bydłem [13, 14].

W związku z narastającą obecnością w środowisku bakterii *E. coli* coraz bardziej powszechne są na świecie zakażenia wywołane przez oporne szczepy, które stanowią poważny problem zdrowotny w medycynie [6].

W większości krajów w latach 2005-2008 odnotowano wzrost oporności tych bakterii na cefalosporyny trzeciej generacji oraz fluorochinolony [6]. Kaesbohrer i in. podają, że z przetestowanych 1462 komensalnych szczepów *E. coli* 68% wykazywało oporność na co najmniej jeden antybiotyk, a 57% było opornych na więcej niż jeden antybiotyk [15]. Najczęściej wykrywana jest oporność na tetracykliny, aminopenicyliny i sulfonamidy stosowane w weterynarii [16]. Alternatywną drogę eliminacji lekoopornych szczepów *E. coli* mogą stanowić biodegradowalne i nietoksyczne substancje, między innymi olejki eteryczne.

Celem pracy była ocena działania olejków eterycznych na lekooporne, środowiskowe szczepy *Escherichia coli*.

Materiały i metody

Materiał do badań stanowiło 10 lekoopornych, środowiskowych szczepów *E. coli*. W podłożu chromogennym TBX inkubowanym w temperaturze 44°C przez 24 godziny oceniono obecność glukuronidazy. Ocenę wrażliwości wyizolowanych szczepów na antybiotyki i sulfonamidy przeprowadzono metodą dyfuzyjno-krążkową w podłożu Mueller-Hinton, a profil oporności ustalano na podstawie rekomendacji CLSI. W badaniach zastosowano krążki firmy BTL wysycane antybiotykami, takimi jak: ampicylina (AM), amoksycylina (AX) cefotaksym (CXM), chloramfenikol (C), cyprofloksacyna (CIP), ceftazydim (CAZ), doksycyklina (DO), gentamycyna (CN), kanamycyna (K), trimetoprim (TMP), tetracyklina (TE), streptomycyna (S), kwas nalidyksowy (NA) oraz sulfonamidy (SULFA).

Równoległe metodą dyfuzyjną płytkowo-cylinderkową oceniono wrażliwość szczepów na olejki eteryczne: tymiankowy, oregano, herbaciany, lemongrasowy, cytrynowy i kminkowy oraz tymol, w stężeniach 1,5; 1,0; 0,5; 0,25%. Strefy zahamowania wzrostu podano w [mm].

Wyniki i omówienie wyników

Fakultatywnie beztlenowe, zasiedlające układ pokarmowy człowieka szczepy *E. coli* należą do gramujemnych bakterii zaliczanych do rodziny Enterobacteriaceae. Z 10 środowiskowych lekoopornych szczepów 8 posiadało geny kodujące enzym glukuronidazę (tab. 2). Podłoże TBX zawiera chromogen 5-bromo-4-chloroindolilo β -D-glukuronid, który pod wpływem glukuronidazy rozkładany jest na glukuronid i barwny kompleks, dzięki czemu kolonie przybierają niebieskozielony kolor. Obecność bakteryjnej β -glukuronidazy w jelicie grubym powoduje powstawanie związków karcynogennych, takich jak fenol lub indol, odpowiedzialnych za tworzenie nowotworów jelita, ważna jest więc eliminacja zagrożeń związanych z zakażeniami wywołanymi tą grupą szczepów *E. coli* [17].

Tabela 2

Wynik testu na obecność glukuronidazy

Table 2

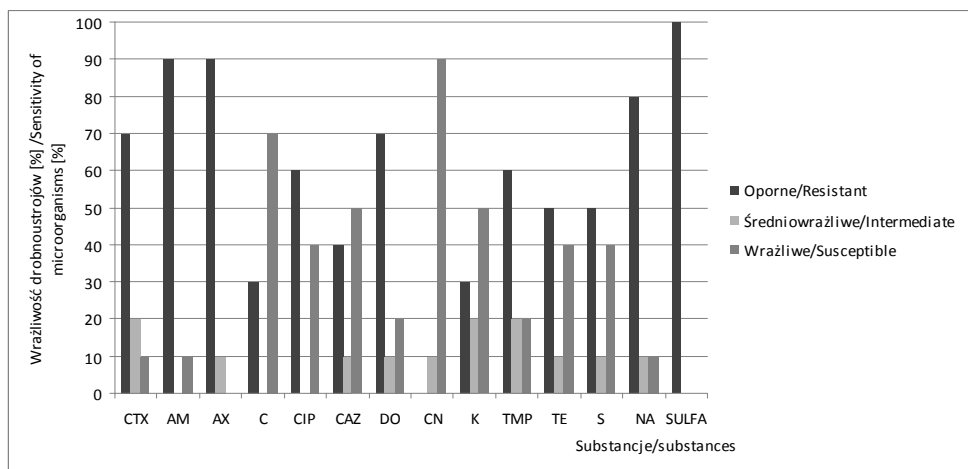
The result of the test for the presence of glukuronidase

| Nr szczepu | Test na obecność glukuronidazy | Nr szczepu | Test na obecność glukuronidazy |
|------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|
| 4 | + | 65 | + |
| 6 | - | 67 | + |
| 20 | + | 68 | + |
| 48 | + | 81 | + |
| 50 | + | 88 | - |

Każdy z przebadanych szczepów wykazywał oporność na co najmniej połowę przetestowanych substancji antybakteryjnych, a szczep *E. coli* 88 był oporny na 5 antybiotyków i średnio oporny na amoksycylinę oraz doksycylinę. Szczepy środowiskowe wykazują znacznie większą oporność na antybiotyki niż bakterie

zoonotyczne (wyizolowane od zwierząt). Według raportu EFSA (2009) w Polsce największą opornością na antybiotyki charakteryzują się bakterie *E. coli* wyizolowane od kury domowej [18].

Szczepy wyizolowane ze środowiska i odzwierzęce wykazują podobną oporność na tetracyklinę (50 i 49%) oraz cyprofloksacynę (60 oraz 62%). Oporność na gentamycynę szczepów odzwierzęcych *E. coli* wynosi od 1% (izolaty od bydła) do 7% (izolaty od kury domowej), natomiast szczepy środowiskowe nie wykazują oporności na gentamycynę [18]. W naszych badaniach wszystkie szczepy wykazywały całkowitą oporność na sulfonamidy, a 60% z nich wykazywało oporność zarówno na trimetoprim, jak i sulfonamidy (rys. 1). Sulfonamidy to pochodne sulfanilamidu stosowane powszechnie jako leki przeciwbakteryjne. Obecnie wiele gatunków bakterii jest opornych na sulfonamidy i dlatego w leczeniu stosuje się połączenie trimetoprimu i sulfametoksazolu (związek należący do grupy sulfonamidów). Połączenie tych dwóch związków wykazuje działanie bakteriobójcze w stosunku do *E. coli*, *Proteus* sp. i *Enterobacter* sp.



Rys. 1. Lekooporność szczepów *Escherichia coli*

Fig. 1. The resistant strains of *Escherichia coli*

Równolegle oceniono potencjalną możliwość zastosowania olejków eterycznych jako naturalnych środków antybakteryjnych. W badaniach nad ograniczaniem rozwoju lekoopornych szczepów *E. coli* zastosowano handlowe olejki eteryczne o zróżnicowanym składzie chemicznym (tab. 3), które, uwzględniając główną substancję czynną olejku, podzielono na 6 grup:

1. tymol - olejek tymiankowy
2. karwakrol, sabinen - olejek oregano
3. citral - olejek lemongrasowy
4. 1 - terpinen-4-ol i α -terpinen - olejek z drzewa herbacianego
5. limonen, α i β -pinen - olejek cytrynowy
6. karwon, limonen - olejek kminkowy

Skład olejków eterycznych [19-23]

Tabela 3

The composition of essential oils [19-23]

Table 3

| Testowany olejek | Substancje czynne |
|------------------|--|
| Herbacyany | Terpinen-4ol (29-45%), γ -terpinen (12-23%), α -terpinen (8-11%), α -terpineol (2-7%), 1,8-cyneol (2-16%), p-cymen (1-12%), α -pinen (2-5%) limonen (1-6%) |
| Tymiankowy | Tymol (38,1%), karwakrol (2,3%), p-cymen (29,1%), terpinen (5,2%), linalol (3,7%) kariofyllen (3,1%) |
| Cytrynowy | Limonen (48,27%), β -pinen (15,14%) α -pinen (11,06%), γ -terpinen (4,8%), β -myrcen (4,11%) citral i jego izomery (łącznie 11,4%) |
| Kminkowy | Karwon (55,4-71,6%), limonen (25,0-40,4%), dihydrokarwon (0,03-0,12%) |
| Oregano | Sabinen (5,24-19,41%), tlenek kariofilenu (6,07-19,21%), β -kariofilen (3,29-12,00%), karwakrol (2,16-6,08%) |
| Lemongrasowy | Citral (68,95%), linalol, borneol |

Środowiskowe, lekooporne szczepy *E. coli* wykazały całkowitą oporność na testowane stężenia większości olejków eterycznych: herbacianego, kminkowego, cytrynowego, oregano i lemongrasowego. Natomiast z wyjątkiem szczepu *E. coli* 65 były wrażliwe na działanie olejku tymiankowego w stężeniach 1,0 i 1,5%, a strefy zahamowania wzrostu tych szczepów wynosiły od 16 do 26 mm (tab. 4). Kędzia i in. także wskazują na bakteriobójcze działanie tymolu na szczepy *E. coli*, a dodatkowo podkreślają, że podobny efekt wykazuje jego pochodna - karwakrol [24]. W naszych badaniach żaden z testowanych szczepów nie wykazał wrażliwości na testowane stężenia olejku oregano, którego głównymi składnikami są sabinen i karwakrol. Ponadto wykazano, że roztwór tymolu w stężeniach 0,25, 0,5, 1,0 i 1,5% nie hamował rozwoju tych szczepów. Sugeruje to, że zaobserwowane działanie antybakteryjne olejku tymiankowego jest efektem synergicznego oddziaływania tymolu z innymi substancjami czynnymi wchodzącymi w skład tego olejku.

Aktywność antybakteryjna olejków eterycznych zależy nie tylko od rodzaju i zastosowanego stężenia olejku, ale warunkowana jest aktywnością poszczególnych jego składników. Skład chemiczny olejków, a głównie stężenie substancji czynnych ma istotny wpływ na stopień ograniczenia rozwoju mikroorganizmów.

Strefy zahamowanego wzrostu testowanych szczepów *E. coli* w obecności olejku tymiankowego

Tabela 4

Table 4

Zones of the stopped growth tested strains of *E. coli* in the presence of thyme oil

| Olejek i jego stężenie [%] | Strefy zahamowania wzrostu szczepów <i>E. coli</i> [mm] | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 4 | 6 | 20 | 48 | 50 | 65 | 67 | 68 | 81 | 88 |
| Olejek tymiankowy | | | | | | | | | | |
| 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,0 | 17 | 16 | 16 | 17 | 16 | 0 | 19 | 20 | 17 | 22 |
| 1,5 | 19 | 22 | 17 | 23 | 18 | 0 | 25 | 26 | 21 | 26 |

Poznanie zależności pomiędzy składem chemicznym olejków a ich działaniem antimikrobiologicznym ma duże znaczenie ze względu na potencjalną możliwość zastosowania preparatów opartych na olejkach eterycznych jako naturalnych środków przeciw bakteriom gatunku *E. coli*.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wykazują, że zdolność do selekcji szczepów opornych na daną substancję czynną jest zróżnicowana w obrębie jednego gatunku. Przebadane środowiskowe szczepy *E. coli* stanowią zagrożenie dla człowieka ze względu na wysoką oporność na antybiotyki i sulfonamidy oraz większość testowanych olejków eterycznych. Szczepy *E. coli* o wykazanej lekooporności były całkowicie odporne na testowane stężenia większości olejków eterycznych: herbacianego, kminkowego, cytrynowego, oregano i lemongrasowego. Jedynie olejek tymiankowy w stężeniu 1,0 i 1,5% może stanowić alternatywę w procesach higienizacji środowiska.

Literatura

- [1] European Food Safety Authority (EFSA). Joint opinion on antimicrobial resistance (AMR) focused on zoonotic infections. EFSA J. 2013;7:1372. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/1372.pdf.
- [2] Aarestrup FM, Patrick F, Kahlmeter G. Antimicrobial susceptibility testing. Clinical break points and epidemiological cut-off values. 2007;2. <http://www.crl-ar.eu/pdf/newsletters/11%2007%20Newsletter%20No%20%202.pdf>.
- [3] FAO/WHO/OIE. Joint FAO/OIE/WHO expert meeting on critically important antimicrobials. Report of a meeting held in FAO, Rome, Italy, November 2007, Geneva, Switzerland. 2008; http://www.who.int/foodborne_disease/resources/Report_CIA_Meeting.pdf.
- [4] Huang J-J, Hu H-Y, Lu S-Q, Li Y, Tang F, Lu Y, et al. Monitoring and evaluation of antibiotic-resistant bacteria AT a municipal wastewater treatment plant in China. Environ Int. 2012;42:31-36. DOI: 10.1016/j.envint.2011.03.001.
- [5] Velicu M, Suri M. Presence of steroid hormones and antibiotics in surface water of agricultural, suburban and mixed-use areas. Environ Monit Assess. 2009;154:349-359. DOI: 10.1007/s10661-008-0402-7.
- [6] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2009. Annual Report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm. 2010; http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1011_SUR_annual_EARS_Net_2009.pdf.
- [7] Stanton TB. A call for antibiotic alternatives research. Trends Microbiol. 2013;21(3):111-113. DOI: 10.1016/j.tim.2012.11.002.
- [8] Cantón R. Antibiotic resistance genes from the environment: a perspective through newly identified antibiotic resistance mechanisms in the clinical setting. CMI. 2009;15(Suppl.1):20-25. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2008.02679.x.
- [9] Korzeniewska E, Filipkowska Z, Gotkowska-Płachta A, Janczukowicz W. Bakteriologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków z systemem filtrów gruntowo-roślinnych. Woda - Środ - Obszary Wiejskie. 2008;1(22):161-173. https://www.researchgate.net/publication/228916829_Bakteriologiczne_zanieczyszczenie_powietrza_na_terenie_iw_otoczeniu_oczyszczalni_sciekow_z_systemem_filtrow_gruntowo-roslinnych.
- [10] Przybulewska K, Czupryniak M. Microbial quality of air in various seasons under the influence of emissions from sewage treatment plant. Environ Protect Eng. 2006;32(3):25-30. http://epe.pwr.wroc.pl/2006/Przybulewska_3-2006.pdf.
- [11] Bartoszewicz M, Michalska M, Cieszyńska M. Antybiotykooporność bakterii heterotroficznych jako skutek zanieczyszczenia środowiska. Medycyna Środowisk. 2014;17(4):38-46. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.psjd-617711e9-5558-40b0-8cdc-fbc7ef2ef824>.
- [12] Frańk M, Jankiewicz U. Liczebność *Escherichia coli* jako potencjalny wskaźnik użytkowania zlewni Górnej Narwi. Pol J Agron. 2013;15:3-7. http://www.iung.pulawy.pl/PJA/wydane/15/PJA15str3_7.pdf.
- [13] Solomon EB, Yaron S, Matthews KR. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. Appl Environ Microbiol. 2002;68(1):397-400. DOI: 10.1128/AEM.68.1.397-400.2002.

- [14] Bis H, Mędrała-Kuder E. Czystość mikrobiologiczna mleka i jego produktów dostarczanych przez indywidualnych producentów na plac targowy Stary Kleparz w Krakowie. *Hygiene Public Health*. 2011;46(1):57-63. <http://www.h-ph.pl/pdf/hyg-2011/hyg-2011-1-057.pdf>.
- [15] Kaesbohrer A, Schroeder A, Tenhagen BA, Alt K, Guerra B, Appel B. Emerging antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* with public health relevance. *Zoonoses Public Health*. 2012;59:158-165. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2011.01451.x.
- [16] Merle R, Hajek P, Kaesbohrer A, Hegger-Gravenhorst Ch, Mollenhauer Y, Robanus M, et al. Monitoring of antibiotic consumption in livestock: a German feasibility study. *Prev Vet Med*. 2012;104(1-2):34-43. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2011.10.013.
- [17] Nowak A, Libudzisz Z. Karcynogenna aktywność mikroorganizmów jelitowych. *Żywność. Nauka. Technol. Jakość*. 2008;6(61):25-39. [http://www.ptz.org/zyw/wyd/czas/2008,%206\(61\)/03_Nowak.pdf](http://www.ptz.org/zyw/wyd/czas/2008,%206(61)/03_Nowak.pdf)
- [18] European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from animals and food in the European Union in 2009. *EFSA J*. 2001;9(7):104-129. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.2154.
- [19] Kędzia B, Alkiewicz J, Han S. Znaczenie olejku z drzewa herbacianego w fitoterapii. Cz. I. Skład olejku i jego właściwości biologiczne. *Post Fitoterapii*. 2000;2:36-40. <http://www.czytelniamedyczna.pl/2437,znaczenie-olejku-z-drzewa-herbacianego-w-fitoterapii-cz-i-sklad-olejku-i-jego-wl.html>.
- [20] Sienkiewicz M, Wasiela M. Aktywność olejków tymiankowego i lawendowego wobec opornych na antybiotyki szczepów klinicznych *Pseudomonas aeruginosa*. *Post Fitoterapii*. 2012;3:139-145. <http://www.czytelniamedyczna.pl/4188,aktywnosc-olejkow-tymiankowego-i-lawendowego-wobec-opornych-na-antybiotyki-szczepy.html>.
- [21] Białoń M, Krzyśko-Lupicka T, Koszałkowska M, Wieczorek P. Chemical composition of lemon essential oils and their fungicidal activity against *Candida* yeasts. *Mycopathologia*. 2014;177:29-39. DOI: 10.1007/s11046-013-9723-3.
- [22] Seidler-Łożykowska K, Król D, Bocianowski J. Zawartość olejku eterycznego i jego skład w owocach pochodzących z kolekcji kminku zwyczajnego (*Carum carvi* L.). *Rośliny Oleiste*. 2010;XXXI:145-158. [http://biblioteka.ihar.edu.pl/oilseed_crops.php?field\[slova_kluczowe\]=&field\[autor\]=&id=38&idd=668&podzial_id=1&podzial_idd=#lib](http://biblioteka.ihar.edu.pl/oilseed_crops.php?field[slova_kluczowe]=&field[autor]=&id=38&idd=668&podzial_id=1&podzial_idd=#lib).
- [23] Kosakowska O, Bączek K, Geszprych A, Węglarz Z. Ocena składu chemicznego olejku eterycznego dziko rosnących populacji lebiodki pospolitej (*Organum vulgare* L.). *Pol J Agron*. 2013;15:60-64. http://www.iung.pulawy.pl/PJA/wydane/15/PJA15str60_64.pdf.
- [24] Kędzia B, Holderna-Kędzia E. Działanie terpenów roślinnych na drobnoustroje. *Post Fitoterapii*. 2012;4:226-229. http://www.postepfitoterapii.pl/wp-content/uploads/2014/11/pf_2012_226-229.pdf.

SENSITIVITY TO THE ESSENTIAL OILS OF ENVIRONMENTAL, RESISTANT TO DRUGS STRAINS OF *Escherichia coli*

Chair of Biotechnology and Molecular Biology, University of Opole, Poland

Abstract: In an environment increasingly common finding is the presence of antibiotic-resistant strains of *Escherichia coli*. An alternative way to eliminate them can provide biodegradable and non-toxic substances, including essential oils. The aim of this study was to evaluate the effect of essential oils on environmental, antibiotic-resistant strains of *Escherichia coli*. The research material consisted of 10 isolated from the environment, antibiotic-resistant strains of *E. coli*, including 8 glucuronidase-positive. Using the Mueller-Hinton medium was evaluated the sensitivity to antibiotics such as ampicillin, amoxicillin, cefotaxime, chloramphenicol, ciprofloxacin, ceftazidime, doxycycline, gentamycin, kanamycin, trimethoprim, tetracycline, streptomycin, nalidixic acid and sulfonamides. Using the platelet-cylinders diffusion method was assessed the sensitivity of the strains on essential oils: thyme, oregano, tea tree, lemongrass, lemon, and caraway, at concentrations of 1.5%; 1.0%; 0.5%, 0.25%. Based on the results, it was found that the tested strains of *E. coli* were resistant to at least half of the used antibiotics and 90% of them showed resistance to ampicillin, and amoxicillin. Also, the sensitivity of the strains to tested essential oils has been diverse. Only thyme oil in a concentration of 1.5% inhibited growth of 90% of the tested strains of *E. coli*. On the other hand, oregano oil in a concentration of 1.5% inhibited the development of 3 out of 10 tested strains. Oils of tea, lemongrass, lemon and caraway, at the mentioned concentrations have been not bactericidal against strains of *Escherichia coli*.

Keywords: *Escherichia coli*, antibiotic resistance, essential oils