

# PRZECIWDROBNOUSTROJOWA AKTYWNOŚĆ ROŚLINNYCH SUBSTANCJI BIOAKTYWNYCH WOBEC BAKTERII Z RODZAJU *CAMPYLOBACTER SPP.*

**Anna Szosland-Fałtyń, Joanna Królasik, Beata Bartodziejska**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego  
Zakład Jakości Żywności w Łodzi  
anna.szosland@ibprs.pl

## **Streszczenie**

Z punktu widzenia zdrowia ludzkiego pałeczki z rodzaju *Campylobacter* spp., obok takich patogenów jak *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, należą do najbardziej niebezpiecznych bakterii odzwierzęcych rozprzestrzeniających się głównie drogą pokarmową. Pomimo ich wrażliwości na większość antybiotyków, coraz więcej izoluje się szczepów opornych na powszechnie stosowane terapeutyki. Wzrasta również liczba szczepów niewrażliwych na antyseptyki i dezynfektanty. Dlatego też naukowcy poświęcają wiele uwagi opracowaniu nowych strategii walki z tymi patogenami. Jedną z takich metod może być wykorzystanie substancji przeciwbakteryjnych produkowanych przez rośliny. Celem artykułu jest przegląd aktualnego stanu wiedzy na temat bakterii z rodzaju *Campylobacter* spp. i ich wrażliwości na substancje bioaktywne zawarte w ekstraktach roślinnych.

**Słowa kluczowe:** *Campylobacter*, patogen, substancje bioaktywne, ekstrakty roślinne

## **ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE BIOACTIVE SUBSTANCES FROM PLANT AGAINST *CAMPYLOBACTER SPP.***

### **Summary**

From the point of view of human health *Campylobacter* spp., next to pathogens such as *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, is the most dangerous zoonotic microorganism spread mainly by the oral route. Despite their sensitivity to most antibiotics, resistance is more frequently noticed among strains of *Campylobacter*. The number of strains not sensitive to antiseptics and disinfectants also increased. Therefore, the development of novel strategies to combat these pathogens attracts significantly scientific attention. The use of antimicrobial substances produced by plants might be one of promising methods. This paper aims to review the current state of knowledge on *Campylobacter* spp. and its sensitivity to bioactive compounds present in the plant extracts.

**Key words:** *Campylobacter*, pathogen, bioactive substances, plant extracts

## **Charakterystyka bakterii z rodzaju *Campylobacter* spp.**

Pomimo że pierwsze wzmianki na temat pałeczek *Campylobacter* spp. pojawiły się już w 1886 roku dzięki Theodorowi Escherichowi, pediatrze specjalizującemu się w chorobach zakaźnych, dopiero początek lat siedemdziesiątych XX wieku przyniósł wzrost zainteresowania tymi bakteriami. Patogeny te są odpowiedzialne za zatrucia pokarmowe objawiające się głównie ostrym zapaleniem jelita powiązanych z biegunką, złym samopoczuciem, gorączką, nudnościami, bólem brzucha. Zakażenie przechodzi zazwyczaj samoistnie, jednakże może się utrzymywać nawet powyżej tygodnia. W skrajnych przypadkach, zwłaszcza u osób z grupy podwyższonego ryzyka, bakterie *Campylobacter* spp. mogą doprowadzić do bakteremii, a nawet sepsy. Jak dotąd nie opracowano skutecznej szczepionki dla ludzi chroniącej przed kamylobakteriozą. Głównym źródłem infekcji są ptaki i ssaki żyjące na wolności oraz domowe (bydło, świnie, psy, koty, króliki, drób), u których bakterie te bytują w przewodzie pokarmowym, zazwyczaj nie dając żadnych objawów. Człowiek zaraża się poprzez kontakt ze zwierzętami chorymi lub bezobjawowymi nosicielami, a także przez spożycie zakażonych produktów pochodzenia zwierzęcego, wody oraz niepasteryzowanego mleka. Przeciwdziałanie zakażeniom polega na prawidłowej obróbce cieplnej przygotowywanych posiłków czy mleka, zapobieganiu zanieczyszczenia ujęć wody i kontroli częstości zakażeń.

Zgodnie z taksonomią rodzaj *Campylobacter* wraz z rodzajem *Arcobacter* należy do rodziny *Campylobacteraceae*, rzędu *Campylobacterales*. Do rodzaju *Campylobacter* należy 28 gatunków. Od ludzi chorych na kamylobakteriozę najczęściej izolowane są cztery termotolerancyjne gatunki *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter lari*, *Campylobacter upsaliensis*. Są to mikroaerofilne i kapnofilne gatunki wymagające do wzrostu atmosfery z podwyższonym stężeniem dwutlenku węgla. W badaniu mikroskopowym są Gram-ujemnymi, katalazo-dodatnimi pałeczkami o zagiętym kształcie, wymiarach 0,2-0,8  $\mu\text{m}$  x 0,5-5,0  $\mu\text{m}$ , nietworzącymi spor. Ze względu na posiadanie rzęski umieszczonej na jednym lub dwóch biegunach wykazują ruch korkociągowy [Szosland-Fałtyn i in. 2016]. Pomimo specyficznych wymagań mikroorganizmy te są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie, stanowiąc naturalną mikroflorę przewodu pokarmowego zwierząt dziko żyjących i hodowlanych. Ponadto, wciąż odkrywano nowe mechanizmy adaptacyjne tych patogenów do niesprzyjających warunków wzrostu. Jednym z nich jest wielolekooporność, czyli brak wrażliwości na co najmniej trzy lub więcej klas antybiotyków czy chemioterapeutyków. Wielolekooporne szczepy *Campylobacter* izolowano z próbek kału malezyjskich kurczaków

[Mansouri-Najand i in. 2012] oraz ze stolca fińskich pacjentów [Lehtopolku i in. 2010].

### **Substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego**

Oszacowano, że na Ziemi istnieje od 250 000 do 500 000 gatunków roślin, z czego stosunkowo niski procent (od 1% do 10%) jest konsumowany przez ludzi czy zwierzęta. Tymczasem rośliny mają istotny wpływ na zdrowie i funkcjonowanie człowieka, będąc źródłem nie tylko składników pokarmowych, lecz także substancji bioaktywnych, zwłaszcza o charakterze przeciwutleniaczy, które mogą ograniczać rozwój patogenów. Pod pojęciem substancji bioaktywnych kryją się metabolity wtórne o charakterze farmakologicznym lub toksykologicznym (z wyłączeniem funkcji odżywczych), które zazwyczaj występują w roślinach bądź w ich ekstraktach roślinnych w małych ilościach [Bernhoft 2008]. Ze względu na różnorodną budowę chemiczną, szlaki metaboliczne, w jakich powstają, czy funkcje biologiczne, jakie pełnią, mogą być klasyfikowane według różnych kryteriów. Jednym z najczęściej przytaczanych jest podział zaproponowany w 2000 r. przez Croteau, grupujący je w trzech kategoriach: terpenów i terpenoidów (około 25 000 różnych węglowodorów i ich pochodnych), alkaloidów (około 12 000 związków zasadowych na ogół heterocyklicznych zawierających w swej budowie azot) oraz związków fenolowych (około 8000 arenów zawierających grupę hydroksylową - OH związaną bezpośrednio z pierścieniem aromatycznym) [Azmir i in. 2013].

Już w starożytności znane były gatunki roślin, w tym ziół, które były remedium na różnego typu choroby, dolegliwości trawienne, zatrucia pokarmowe, osłabienie czy też przyspieszające gojenie się ran. Hipokrates wspomina o ponad 400 leczniczych roślinach, natomiast w Biblii znajdziemy opisy około 30 uzdrawiających ziół. Obecnie, jak wynika z danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), w 91 krajach istnieje około 20 000 roślin o właściwościach prozdrowotnych [Sasidharan i in. 2011].

Do najważniejszych substancji biologicznie czynnych wytwarzanych przez rośliny, którym przypisuje się powyższe działanie, należą między innymi: glikozydy, terpeny, związki polifenolowe (flawonoidy, fenole, fenolokwasy, fenoloaldehydy), garbniki, alkaloidy, kwasy organiczne, śluzy, gумы, lignany, olejki eteryczne, saponiny, żywice, balsamy [Sadowska i in. 2014]. Wybrane grupy substancji bioaktywnych zostały scharakteryzowane poniżej.

Garbniki to pochodne fenolokwasów, łatwo rozpuszczalne w wodzie, wykazujące zdolność wiązania się z białkami lub metalami ciężkimi, tworząc trwale nierozpuszczalne kompleksy. Głównie zlokalizowane w korze, korzeniach, kłęczach, owocach, nasionach oraz liściach. Olejki eteryczne to substancje lotne, charakteryzujące się zapachem, najczęściej ciecze, słabo rozpuszczające się w wodzie, dobrze zaś w rozpuszczalnikach organicznych.

Są mieszaniną związków, głównie mono- i seskwiterpenów oraz pochodnych fenylopropenu. W skład olejków eterycznych mogą również wchodzić aldehydy, alkohole, estry, ketony, kwasy organiczne, fenole, etery, węglowodory, furanokumaryny, izoprenoidy. Olejki eteryczne zlokalizowane są w różnych częściach roślin: owocach, liściach, korzeniach, a także – jak w przypadku drzew – w ich pniu. Posiadają właściwości przeciwbakteryjne oraz przeciwgrzybicze, szczególnie w warunkach *in vitro* [Sadowska i in. 2014; Śledź i Witrowa-Rajchert 2012]. Alkaloidy stanowią grupę różnorodnych heterocyklicznych związków o charakterze zasadowym, zawierających w swym pierścieniu azot. Występują w postaci stałej, z wyjątkiem dwóch: nikotyny i koniiny, które są cieczami. Nadają roślinom charakterystyczny piekący, ostry smak. Do fenoli roślinnych, metabolitów wtórnych, zaliczamy: proste fenole, alkoholofenole, glikozydy fenolowe, aldehydofenole, fenolokwasy i depsydy [Kędzia i Hołderna-Kędzia 2012]. Kwasy fenolowe w swojej strukturze zawierają grupę hydroksylową i karboksylową. W świecie roślin rozpowszechnione są hydroksylowe pochodne kwasu benzoowego oraz kwasu cynamonowego. Wyróżniają się aktywnością antyoksydacyjną, dlatego też, wraz z karotenoidami, tokoferolami i witaminą C, zaliczane są do naturalnych składników żywnościowych o charakterze przeciwutleniaczy. Właściwości antyoksydacyjne tych związków polegają na eliminowaniu reaktywnych form tlenu, blokowaniu wolnych rodników, inhibicji enzymów z grupy oksydaz, a także wspomaganie enzymów wykazujących właściwości przeciwutleniające oraz chelatowaniu jonów metali (żelaza, miedzi) [Parus 2013]. Karotenoidy, związki rozpuszczalne w tłuszczach, nadają roślinom żółtą, pomarańczową oraz czerwoną barwę. Należą do terpenoidów, zawierających 40 atomów węgla w ośmiu resztach izoprenowych. Karotenoidy podzielone są na dwie główne grupy: karoteny (m.in.  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, likopen) oraz ksantofile (m.in. luteina), będące ich tlenowymi pochodnymi. Poza aktywnością prowitaminową (są prekursorami witaminy A) wykazują silne działanie antyoksydacyjne [Śledź i Witrowa-Rajchert 2012]. Glikozydy, pochodne cukrów prostych, powstają przez połączenie cukru z hydroksylowym składnikiem niecukrowym (aglikonem). W zależności od rodzaju składnika cukrowego można wśród nich wyróżnić: glukozydy, mannozydy czy galaktozydy (zawierające odpowiednio glukozę, mannozę i galaktozę). Wytwarzane są głównie w liściach, a gromadzone w owocach, kwiatach, korze i kłączach. Mają silne działanie bakteriobójcze. Glikozydy są najczęściej związkami krystalicznymi i bezbarwnymi, rozpuszczalnymi w wodzie, alkoholu i acetonie, trudno rozpuszczalnymi natomiast w chloroformie, eterze i benzenie. W lecznictwie stosowane są głównie jako środki nasercowe, przeczyszczające i ściągające.

## **Aktywność antybakteryjna roślinnych substancji bioaktywnych wobec *Campylobacter* spp.**

Jak wynika z europejskich raportów zoonotycznych, liczba zarejestrowanych i potwierdzonych przypadków kamylobakteriozy od lat utrzymuje się na wysokim poziomie, sięgającym powyżej dwustu tysięcy przypadków rocznie [EFSA 2013; EFSA 2014; EFSA 2015a]. W krajach UE w 2014 r. odnotowano 236 851 zachorowań na kamylobakteriozę, a *Campylobacter* spp. został uznany, obok takich czynników chorobotwórczych jak wirusy, *Salmonella* czy toksyny bakterii, za najczęstszą przyczynę wykrywanych ognisk zatruc pokarmowych [EFSA 2015b]. Wzrastająca oporność na powszechnie stosowane chemioterapeutki szczepów z rodzaju *Campylobacter* spp stanowi duże wyzwanie dla klinicystów. Ponadto zmieniające się potrzeby konsumentów, przywiązujących coraz większą wagę do żywności bezpiecznej mikrobiologicznie, ale jak najmniej przetworzonej, wpływają na docenienie roli naturalnych substancji antimikrobiologicznych [Castillo i in. 2011]. Obserwuje się odwrót od stosowania chemicznych konserwantów, na rzecz funkcjonalnych, roślinnych substancji czynnych o właściwościach nie tylko poprawiających sensorykę czy konserwujących, lecz także antydrobnoustrojowych oraz prozdrowotnych. Z tego też powodu intensyfikuje się badania w kierunku poszukiwania bioaktywnych substancji roślinnych, skutecznie inhibujących wzrost patogenu (tabela 1).

W badaniach Dholvitayakhun i Trachoo [2012], dotyczących antydrobnoustrojowej aktywności czterdziestu ekstraktów roślinnych stosowanych w tajskiej medycynie, dowiedziono hamującego wpływu jedynie pięciu ekstraktów. Ekstrakty otrzymywane były z takich roślin jak: *Adenanthera pavonina* L., *Moringa oleifera* Lam., *Annona squamosa* L., *Hibiscus sabdariffa* L. i *Eupatorium odortum* L. Ekstrakty hamowały wzrost szczepów *Campylobacter jejuni*, a strefy inhibicji wzrostu szczepów *Campylobacter jejuni* wynosiły od  $8,67 \pm 0,58$  mm dla *Hibiscus sabdariffa* do  $34,67 \pm 0,58$  mm dla *Adenanthera pavonina* L. Pozostałe ekstrakty roślinne nie wykazywały antybakteryjnego działania. Nannapaneni i in. [2009] analizowali hamujące działanie siedmiu olejków z pomarańczy na wzrost czternastu szczepów *C. jejuni*, pięciu szczepów *C. coli* i dwóch szczepów *C. lari*. Wszystkie badane izolaty *Campylobacter* spp. były wrażliwe na działanie różnych frakcji olejków pomarańczowych, czego dowodem były strefy inhibicji od  $9,5 \pm 0,7$  mm dla szczepu *C. lari* do  $80,0 \pm 0,0$  mm dla szczepów *C. jejuni* i *C. coli* [Nannapaneni i in. 2009]. Silván i in. [2013] podjęli próbę określenia właściwości przeciwdrobnoustrojowych ekstraktu z pestek winogron na wzrost dwunastu szczepów *Campylobacter* należących do dwóch gatunków *jejuni* i *coli*. Minimalne stężenie inhibujące dla badanych szczepów wynosiło 20 mg/l,

a minimalne stężenie bakteriobójcze, przy którym następował spadek poniżej 0,1% wyjściowej liczba żywych bakterii, wynosiło 60 mg/l. Ponadto autorzy określili skład ekstraktu z pestek winogron, który zawierał głównie składniki fenolowe należące do kwasów fenolowych, flawonoli, katechiny i proantycjanidyny, jednocześnie przypisując właśnie tym składnikom aktywność antybakteryjną. Doświadczenia Castillo i in. [2011], dotyczące wrażliwości szczepów *Campylobacter* spp. na dwadzieścia osiem ekstraktów roślinnych, wykazały, że najsilniejsze działanie hamujące wzrost patogenu mają cztery ekstrakty z *Acacia farnesiana*, *Artemisia ludoviciana*, *Opuntia ficus-indica* i *Cynara scolymus*, przy czym minimalne stężenie bakteriobójcze wynosiło odpowiednio 0,3, 0,5, 0,4, 2,0 mg/ml.

**Tabela 1.** Roślinne substancje bioaktywne o działaniu antybakteryjnym wobec *Campylobacter* spp.

Ekstrakt / olejek/substancja	Grupa związków czynnych	Szczep wrażliwy	Źródło
tymol, karwakol	terpeny	<i>C. jejuni</i>	Arsi i in. (2014)
linalol	alkohol alifatyczny	<i>C. jejuni</i>	Zakarienié i in. (2015)
cynamal	aldehyd		
ekstrakt z pestek winogron	mieszanina: kwasów fenolowych, katechin, proantycjanidyn	<i>C. jejuni</i>	Silván i in. (2013)
ekstrakt z zielonej herbaty		<i>C. jejuni</i>	Silván i in. (2014)
ekstrakt z akacji Farnesa	mieszanina: fenoli, katechin, flawonoli, flawonoidów, garbników, olejków eterycznych, laktonów, seskwiterpenowych, fitosteroli, terpenów, kwasu askorbinowego, karotenoidów, itp.	<i>C. jejuni</i> i <i>C. coli</i>	Castillo i in. (2011)
ekstrakt z bylicy luizjańskiej			
ekstrakt z papryki rocznej			
ekstrakt z palczatki cytrynowej			
ekstrakt z karczocha zwyczajnego			
ekstrakt z mango indyjskiego			
ekstrakt z bazylii pospolitej			
ekstrakt z opuncji figowej			
ekstrakt ze śliwy japońskiej			
ekstrakt z maliny właściwej			
kwas homowanilinowy	kwasy fenolowe	<i>C. jejuni</i>	Mingo i in. (2014)
kwas wanilinowy			
kwas p-hydroksybenzoesowy			
ekstrakt z <i>Eleutherine americana</i> (rośliny z rodziny kosaćcowatych)	naftochinony	<i>Campylobacter</i> spp.	Sirirak i Voravuthikunchai (2011)
olejek z manuka	mieszanina: terpenów, alkoholi, aldehydów, ketonów, estrów, eterów, itp.	<i>C. jejuni</i> i <i>C. coli</i>	Kurekci i in. (2013)
olejek z drzewa herbacianego			
olejek z mirtu cytrynowego			
ekstrakty z: <i>Adenantha pavonina</i> L., <i>Moringa oleifera</i> Lam, <i>Annona squamosa</i> L	mieszanina: saponin, alkaloidów, tanin, flawonoidów	<i>C. jejuni</i>	Dholvitayakhuni i Trachoo (2012)

## PODSUMOWANIE

Śledząc aktualne piśmiennictwo, można bez wątplenia stwierdzić, że roślinne substancje bioaktywne mogą być niezastąpione nie tylko w leczeniu wielu dolegliwości, lecz także w zwalczaniu patogenów, zwłaszcza tych wielolekoopornych. Należy jednak pamiętać, że przeciwbakteryjne oddziaływanie olejków, ekstraktów roślinnych czy pojedynczych substancji jest ściśle powiązane z ich stężeniem, składem chemicznym, regionem pochodzenia, a także szczepem bakteryjnym.

## PIŚMIENICTWO

1. Arsi K., Donoghue A. M., Venkitanarayanan K., Kollanoor-Johny A., Fanatico A. C., Blore P. J., Donoghue D. J. (2014). The efficacy of the natural plant extracts, thymol and carvacrol against *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *J. Food Safety*, 34 (4), 321-325
2. Azmir J., Zaidul I. S. M., Rahman M. M., Sharif K. M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M. H. A., Ghafoor K., Norulaini N. A. N., Omar A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *J. Food Eng.*, 117, 426-436
3. Bernhoft A. (2008). Bioactive compounds in plants – benefits and risks for man and animals. Proceedings from a symposium held at The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo, 13 – 14 November
4. Castillo S. L., Heredia N., Contreras J. F., Garcia S. (2011). Extracts of edible and medicinal plants in inhibition of growth, adherence, and cytotoxin production of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *J. Food Sci.*, 76 (6), 421-426
5. Dholvitayakhun A., Trachoo N. (2012). Antibacterial activity of ethanol extract from some thai medicinal plants against *Campylobacter jejuni*. *Int. J. Med., Health, Biomed., Bioeng. Pharm. Eng.*, 6 (5), 113-116
6. EFSA (2013). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. *EFSA J.*, 4 (11), 3129
7. EFSA (2014). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA J.*, 2 (12), 3547
8. EFSA (2015a). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2013. *EFSA J.*, 13 (1), 3991

9. EFSA (2015b). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2014. *EFSA J.*, 13 (12), 4329
10. Kędzia B., Hołderna-Kędzia E. (2012). Działanie przeciwdrobnoustrojowe roślinnych pochodnych fenolu. *Post. Fitoter.*, 3, 151-155
11. Kurekci C., Padmanabha J., Bishop-Hurley S. L., Hassan E., Al Jassim R. A., McSweeney C. S. (2013). Antimicrobial activity of essential oils and five terpenoid compounds against *Campylobacter jejuni* in pure and mixed culture experiments. *Int. J. Food Microbiol.*, 166 (3), 450-457
12. Lehtopolku M., Nakari U.-M. , Kotilainen P., Huovinen P., Siitonen A., Hakanen A. J. (2010). Antimicrobial susceptibilities of multidrug-resistant *Campylobacter jejuni* and *C. coli* strains: *in vitro* activities of 20 antimicrobial agents. *Antimicrob. Agents Ch.*, 1232-1236
13. Mansouri-Najand L., Saleha A. A., Wai S. S. (2012). Prevalence of multidrug resistance *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in chickens slaughtered in selected markets, Malaysia. *Trop. Biomed.*, 29 (2) 231-238
14. Mingo E., Carrascosa A. V., de Pascual-Teresa S., Martinez-Rodriguez A. J. (2014). Grape phenolic extract potentially useful in the control of antibiotic resistant strains of *Campylobacter*. *Adv. Microbiol.*, 4, 73-80
15. Nannapaneni R., Chalova V. I., Crandall P. G., Riecke S. C., Johnson M. G., O'Bryan C. A. (2009). *Campylobacter* and *Arcobacter* species sensitivity to commercial orange oil fractions. *Int. J. Food Microbiol.*, 129 (1), 43-49
16. Parus A. (2013). Przeciwtleniające i farmakologiczne właściwości kwasów fenolowych. *Post. Fitoter.*, 1, 48-53
17. Sadowska A., Skarżyńska E., Rakowska R., Batogowska J., Waszkiewicz-Robak B. (2014). Substancje bioaktywne w surowcach pochodzenia roślinnego i roślinach zielarskich. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 2, 131-135
18. Sasidharan S., Chen Y., Saravanan D., Sundram K. M., Yoga Latha L. (2011). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *Afr. J. Tradit. Complem.*, 8 (1), 1-10
19. Silván J. M., Domínguez-Perles R., Carvajal M., Moreno D. A., Garcia-Viguera C., Martinez-Rodriguez A. J., de Pascual-Teresa S. (2014). Antibacterial activity of green tea and broccoli extracts against *Campylobacter jejuni*. *Rev. Fac. Nac. Argon.*, 67 (2), 286-288



20. Silván J. M., Mingo E., Hidalgo M., de Pascual-Teresa S., Carrascosa A. V., Martínez-Rodríguez A. J. (2013). Antibacterial activity of a grape seed extract and its fractions against *Campylobacter* spp. *Food Control*, 29, 25-31
21. Sirirak T., Voravuthikunchai S. P. (2011). *Eleutherine americana*: a candidate for the control of *Campylobacter* species. *Poultry Sci.*, 90, 791-796
22. Szosland-Fałtyn A., Królasik J., Bartodziejska B. (2016). Chimeryczny lokator – tworzenie przez *Campylobacter* biofilmu. *Przem. Spoż.*, 70 (1), 16-18
23. Śledź M., Witrowa-Rajchert D. (2012). Składniki biologicznie czynne w suszonych ziołach – czy ciągle aktywne? *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*, 61 (2), 319-329
24. Zakarienė G., Šernienė L., Malakauskas M. (2015). Effects of lactic acid, linalool and cinnamaldehyde against *Campylobacter jejuni in vitro* and on broiler breast fillets. *Vet. Zootec.*, 72 (94), 45-52