

**Antibacterial activity of herbal infusions against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* in vitro**

V. Zazharskyi<sup>1</sup>, P. Davydenko<sup>1</sup>  
O. Kulishenko<sup>1</sup>, I. Borovik<sup>2</sup>  
V. Brygadyrenko<sup>3</sup>, N. Zazharska<sup>4\*</sup>

1. Department of Epizootology and Infectious Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

2. Department of Bacteriology, Dnipropetrovsk Region State Laboratory of Veterinary Medicine, Dnipro, Ukraine

3. Department of Zoology and Ecology, Faculty of Biology and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

4\*. Department of Parasitology, Veterinary and Sanitary Expertise, Faculty of Veterinary Medicine, Dnipro State Agrarian and Economic University, 276, Mandrykivska Str., Dnipro, Ukraine.

\*e-mail: zazharskayan@gmail.com

# Gyógynövényfőzetek *in vitro* antibakteriális hatása *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* és *Pseudomonas aeruginosa* törzsek ellen

**Volodymyr Zazharskyi<sup>1</sup>, Pavlo Davydenko<sup>1</sup>, Oleg Kulishenko<sup>1</sup>, Iryna Borovik<sup>2</sup>, Viktor Brygadyrenko<sup>3</sup>, Nadiia Zazharska<sup>4\*</sup>**

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen kutatás során növényi főzetek antibakteriális hatását vizsgálták *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* és *Pseudomonas aeruginosa*-val szemben. Kontrollként staphylococcusok esetén penicillint, *P. aeruginosa* ellen gentamicint alkalmaztak. *S. aureus*-ra legerősebb gátló hatást a tajgagyökér (*Eleutherococcus senticosus*), a japán túskefa (*E. sieboldianus*) és a kislevelű fikusz (*Ficus benjamina*); *S. epidermidis*-re pedig a gránátalma (*Punica granatum*) mutatott. *P. aeruginosa* növekedését több főzet gátolta, legerősebbnek itt is a gránátalma bizonyult. A vizsgált növények használhatóak lehetnek az említett baktériumok polirezisztens törzsei által okozott fertőzésekben, mivel hatásuk erősebb volt a kontroll antibiotikumoknál.

## SUMMARY

The objective of the study was to determine the antibacterial action of herbal infusions against reference strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 and *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 *in vitro*. The antibacterial activity of herbal infusions was determined using the agar diffusion test. From the culture of reference strains of *S. aureus*, *S. epidermidis* and *P. aeruginosa*, we prepared a suspension of  $1.5 \times 10^8$  CFU to match 0.5 McFarland turbidity standard, defined with a densitometer. The obtained suspension was sieved onto Mueller-Hinton agar (Himedia), followed by further cultivation over 24 hours. The inoculations were covered with discs, which were impregnated with corresponding herbal infusions. For positive control, benzylpenicillin sodium salt was used against staphylococci, while in case of *P. aeruginosa*, gentamicin sulfate was used. *S. aureus* was most strongly inhibited by Siberian ginseng (*Eleutherococcus senticosus*, 1.46 times stronger compared to the control), Fiveleaf Aralia (*E. sieboldianus*, 1.61) and weeping fig (*Ficus benjamina*, 1.35). In case of *S. epidermidis*, pomegranate (*Punica granatum*) showed antibacterial activity (3.53), while *P. aeruginosa* was inhibited by common yucca (*Yucca filamentosa*, 1.10), alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*, 1.00), carob (*Ceratonia siliqua*, 1.21), fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*, 0.97), pomegranate (5.46) and Norway spruce (*Picea abies*, 1.51). These herbal extracts could be recommended for use against polyresistant strains of the abovementioned microorganisms. The present study showed that the abovementioned species of plants affect polyresistant bacteria strains more intensively than benzylpenicillin sodium salt.

Napjainkban a multirezisztens baktériumtörzsek elterjedésének köszönhetően egyre növekvő jelentősége van a növényi kivonatok antibakteriális hatását vizsgáló kutatásoknak. Ezen vizsgálatok egy része a tradicionális orvoslás eredményein alapul (4), mások a növényi eredetű vegyületek pontos kémiai összetételére fókuszálnak (20, 42), megint mások pedig egy specifikus növény bizonyos összetevőjének biológiai hatását kutatják (8, 18). A növényevő állatok által elfogyasztott növények összetett hatással vannak az állatok bélflórájára és bélben élő parazitáira, ezáltal befolyásolhatják az állatok általános egészségi állapotát és termelését egyaránt (9).

A multirezisztens *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, valamint *Pseudomonas aeruginosa* törzsek súlyos problémát jelentenek mind a humán, mind pedig az állategészségügy számára. *S. aureus* és *P. aeruginosa* törzsek gyakran okoznak antibiotikummal nehezen kezelhető kórházi, akár műtéti fertőzéseket. A növényi kivonatok antibakteriális hatását multirezisztens staphylococcusok és *P.aeruginosa*-val szemben számos szerző leírta. MENDEZ és mtsai kimutatták, hogy a soronai kreozot (*Larrea tridentata*), a *Flourensia cernua*, az illatos gyógyajak (*Lippia graveolens*), az *Agave lechuguilla*, a *Yucca filifera*, a közönséges fügekaktusz (*Opuntia ficus-indica*) és a pekándió (*Carya illinoensis*) kivonata is képes volt gátolni egyes *Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, *Salmonella typhi* és *S. aureus* törzseket (25). NOSTRO és mtsai antibakteriális aktivitást tapasztaltak a közönséges füge (*Ficus carica*), a közönséges dió (*Juglans regia*), az olajfa (*Olea europaea*), a gránátalma és a cserző szumák (*Rhus coriaria*) esetén, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *Escherichia coli* és *P. aeruginosa* ellen (29). Ezzel szemben ZAHARSKA és mtsai a mikroorganizmusok számának növekedését tapasztalták gránátalmafőzet hatására kolbászgártás során (41).

AQIL és AHMAD különböző növények (fehér sarjika (*Bryophyllum pinnatum*), *Caesalpinia bonducella*, tűzfa (*Delonix regia*), gyömbérliliom (*Hedychium spicatum*), mangó (*Mangifera indica*), curry (*Murraya coenigii*), rózsaalma (*Syzygium cumini*), mezei katáng (*Cichorium intybus*), szent fügefafa (*Ficus religiosa*), görögszéna (*Trigonella foenum-graecum*), *Pistacia integerrima* és a himalájai rebarbara (*Rheum emodi*) baktérium- (*S. aureus*, *Salmonella typhimurium*, *S. paratyphi*, *S. typhi*, *E. coli*, *Shigella dysenteriae*, *P. aeruginosa*) és gombaellenes (*Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Fusarium chlamydosporum*, *Rhizoctonia bataticola*, *Trichoderma viride*, *Candida albicans*) hatását vizsgálták (6).

SEMENIUC és mtsai esszenciális olajok (bazsalikom [*Ocimum basilicum*], kerti kakukkfű [*Thymus vulgaris*], petrezselyem [*Petroselinum crispum*] és orvosi lestyán [*Levisticum officinale*]) antibakteriális hatását igazolták *Bacillus cereus* ATCC 11778, *S. aureus* ATCC 6538P, *P.*

Recently, due to the spread of multiresistant bacterial strains, there is an increasing number of reports on the potential of searching for efficient antibacterial substances among herbal extracts. Some of these researches focused on the evaluation of experiences in traditional medicine (4), some are based on a detailed study of chemical compounds of plants (20, 42) and some are devoted to the evaluation of biological activity of individual substances in a particular plant (8, 18). The plants included in the diet of herbivorous animals have a complex effect on their bacterial flora and intestinal parasites, therefore changing the productivity and general health status of living organisms (9).

Multiresistant strains of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* present a serious problem in human and veterinary medicine. *S. aureus* and *P. aeruginosa* often cause nosocomial and surgical infections of soft tissues in humans and animals, which are difficult to treat with antibiotics. The efficacy of some plants' extracts against multiresistant staphylococci and *P.aeruginosa* has been shown by a number of authors. Research by MENDEZ et al. allow one to state that extracts of *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Lippia graveolens*, *Agave lechuguilla*, *Yucca filifera*, *Opuntia ficus-indica* and *Carya illinoensis* are capable of inhibiting *Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, *Salmonella typhi* and *S. aureus* (25). NOSTRO et al. determined the activity of methanolic extracts of *Ficus carica*, *Juglans regia*, *Olea europaea*, *Punica granatum*, *Rhus coriaria*, *P. granatum*, *R. coriaria* against *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *Escherichia coli* and *P. aeruginosa* (29). On the contrary, ZAHARSKA et al. received an increase in the number of microorganisms when using pomegranate infusion during sausage production (41).

AQIL and AHMAD studied the antibacterial and antifungal effect of *Bryophyllum pinnatum*, *Caesalpinia bonducella*, *Delonix regia*, *Hedychium spicatum*, *Mangifera indica*, *Murraya coenigii*, *Syzygium cumini*, *Cichorium intybus*, *Ficus religiosa*, *Trigonella foenum-graecum*, *Pistacia integerrima* and *Rheum emodi* against *S. aureus*, *Salmonella typhimurium*, *S. paratyphi*, *S. typhi*, *E. coli*, *Shigella dysenteriae*, *P. aeruginosa* and the fungi *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Fusarium chlamydosporum*, *Rhizoctonia bataticola*, *Trichoderma viride* and *Candida albicans* (6).

SEMENIUC et al. demonstrated the antibacterial effect of essential oils of *Ocimum basilicum*, *Thymus vulgaris*, *Petroselinum crispum* and *Levisticum officinale* against *Bacillus cereus* ATCC 11778, *S. aureus* ATCC 6538P, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *E. coli* ATCC 25922 and *S. typhimurium* ATCC 14028 (34). GHOSH et al. studied

*aeruginosa* ATCC 27853, *E. coli* ATCC 25922 és *S. typhimurium* ATCC 14028 ellen (34). GHOSH és mtsai számos növény (indiai cserzőgubacs (*Terminallia chebula*), bibhitaki (*T. bellerica*), amla (*Phyllanthus emblica*), gránátalma, henna (*Lawsonia alba*) és *Mikania micrantha*) vizes és metanolos oldatáról mutattak ki antibakteriális hatást *S. aureus* MTCC 2940, *B. subtilis* MTCC 441, *E. coli* MTCC 739, valamint *Proteus vulgaris* MTCC 426 és *Enterobacter aerogenes* MTCC 111 ellen (16). Mindezen adatok szilárdan alátámasztják, hogy több tucat növényi vegyület rendelkezik baktericid és bakteriosztatikus hatással *S. aureus*, *S. epidermidis* és *P. aeruginosa* ellen. Mindazonáltal számos további növény ismert, amelyek még kevésbé vizsgáltak, de potenciálisan használhatók lehetnek a humán- és az állatgyógyászatban egyaránt.

Jelen kutatás célja egyes növényi főzetek *in vitro* antibakteriális hatásának felderítése *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 és *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 referenciatörzsekkel szemben.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálathoz a növénytermesztési időszak eltérő időpontjaiban összesen 48 féle növény különböző részei (magok, szárak, hajtások, levelek, gyümölcsök és héjak) kerültek begyűjtésre az Oles Honchar Dnipro Nemzeti Egyetem Botanikus Kertjében, valamint Dnyipro területének rekreációs övezetéből (1. táblázat).

the antibacterial activity of aqueous and methanolic extracts of *Terminallia chebula*, *T. bellerica*, *Phyllanthus emblica*, *Punica granatum*, *Lawsonia alba* and *Mikania micrantha* against *S. aureus* MTCC 2940, *B. subtilis* MTCC 441, *E. coli* MTCC 739, *Proteus vulgaris* MTCC 426 and *Enterobacter aerogenes* MTCC 111 (16). Thus, currently reliable bactericidal and bacteriostatic effect has been proven against *S. aureus*, *S. epidermidis* and *P. aeruginosa* of substances contained in several dozen plant species. Nevertheless, several plant species have remained unstudied in this aspect and could possess a great potential for human and veterinary medicine.

The objective of this article is to describe the antibacterial effect of herbal infusions on reference strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 and *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 *in vitro*.

## MATERIALS AND METHODS

Herbal parts of 48 plant (seeds, grass, shoots, leaves, compound fruit, peel) obtained at different periods of growing season were collected from the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipro National University and the recreational zone of Dnipro (Table 1).

### 1. TÁBLÁZAT. A felhasznált növényi részek, valamint antibakteriális aktivitásukra vonatkozó adatok

TABLE 1. Part of the plants used and most important data on their antibacterial activity

Család Family	Faj Species	Növényi rész Used part of the plant	Forrás Reference
Apiaceae (Zellerfélék) (Celery family)	<i>Levisticum officinale</i> (Orvosi lestyán) (Lovage)	S	26
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Petrezselyem) (Garden parsley)	S	26
Apocynaceae (Meténgfélék) (Dogbane family)	<i>Nerium oleander</i> (Leander) (Nerium)	H	2
Apocynaceae	<i>Vinca minor</i> (Kis meténg) (Lesser periwinkle)	S	2
Araliaceae (Aráliafélék) (Ginseng family)	<i>Eleutherococcus senticosus</i> (Tajgagyökér) (Siberian ginseng)	H	17
Araliaceae	<i>Eleutherococcus sieboldianus</i> (Japán túskefa) (Fiveleaf Aralia)	H	17
Asparagaceae (Spárgafélék) (Asparagus family)	<i>Yucca filamentosa</i> (Fürtös pálmaliliom) (Common yucca)	L	27

Család Family	Faj Species	Növényi rész Used part of the plant	Forrás Reference
Asteraceae (Őszirózsafélék) (Aster family)	<i>Artemisia annua</i> (Egynyári üröm) (Annual wormwood)	S	40
Asteraceae	<i>Echinacea purpurea</i> (Bíbor kasvirág) (Eastern purple coneflower)	S	40
Asteraceae	<i>Matricaria recutita</i> (Orvosi székfű) (Chamomile)	S	7
Asteraceae	<i>Tanacetum vulgare</i> (Gilisztáúzó varádcis) (Tansy)	S	7
Betulaceae (Nyírfafélék) (Birch family)	<i>Betula pendula</i> (Közönséges nyír) (Silver birch)	H	39
Betulaceae	<i>Corylus avellana</i> (Közönséges mogyoró) (Common hazel)	H	39
Buxaceae (Puszpángfélék) (Boxwood family)	<i>Buxus sempervirens</i> (Örökzöld puszpáng) (Common box)	H	21
Cannabaceae (Kenderfélék) (Hemp family)	<i>Humulus lupulus</i> (Közönséges komló) (Common hop)	G	21
Crassulaceae (Varjúhájfélék) (Stonecrop family)	<i>Crassula ovata</i> (Majomfa) (Jade plant)	L	36
Crassulaceae	<i>Bryophyllum daigremontianum</i> (Sarjika) (Devil's backbone)	L	36
Cupressaceae (Ciprusfélék) (Cypress family)	<i>Juniperus communis</i> (Közönséges boróka) (Common juniper)	L	5
Cupressaceae	<i>Platycladus orientalis</i> (Keleti tuja) (Chinese thuja)	H	5
Cycadaceae (Cikászfélék) (Cycad family)	<i>Cycas revoluta</i> (Cikász pálma) (Sago palm)	L	13
Ericaceae (Hangafélék) (Heath family)	<i>Calluna vulgaris</i> (Közönséges csarab) (Common heather)	H	31
Ericaceae	<i>Rhododendron ferrugineum</i> (Rododendron) (Alpenrose)	H	31
Fabaceae (Pillangósvirágúak) (Legume family)	<i>Ceratonia siliqua</i> (Szentjánoskenyérfa) (Carob)	H	22
Fabaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i> (Görögcséna) (Fenugreek)	M	22
Grossulariaceae (Ribiszkefélék) (Gooseberry family)	<i>Ribes nigrum</i> (Fekete ribiszke) (Black currant)	H	37
Lamiaceae (Ajakosok) (Mint family)	<i>Lavandula angustifolia</i> (Közönséges levendula) (Lavender)	S	1
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> (Citromfű) (Lemon balm)	S	1

Család Family	Faj Species	Növényi rész Used part of the plant	Forrás Reference
Lamiaceae	<i>Monarda fistulosa</i> (Csöves méhbalzsam) (Wild bergamot)	S	1
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> (Oregánó) (Oregano)	S	10
Lamiaceae	<i>Salvia sclarea</i> (Muskotályzsálya) (Clary sage)	S	10
Lauraceae (Babérfélék) (Laurel family)	<i>Laurus nobilis</i> (Nemes babér) (Bay tree)	L	12
Lythraceae (Füzényfélék) (Loosestrife family)	<i>Punica granatum</i> (gránátalma) (pomegranate)	G	12
Malvaceae (Mályvafélék) (Mallow family)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (Kínai hibiszkusz) (Chinese hibiscus)	L	12
Moraceae (Eperfafélék) (Mulberry family)	<i>Ficus benjamina</i> (Kislevelű fikusz) (Weeping fig)	L	11
Moraceae	<i>Morus alba</i> (Fehér eperfa) (White mulberry)	H	11
Paeoniaceae (Bazsarózsafélék) (Peony family)	<i>Paeonia suffruticosa</i> (Fás bazsarózsa) (Tree peony)	H	11
Pinaceae (Fenyőfélék) (Pine family)	<i>Picea abies</i> (Közönséges lucfenyő) (Norway spruce)	H	14
Ranunculaceae (Boglárkafélék) (Buttercup family)	<i>Adonis vernalis</i> (Tavaszi hérics) (Pheasant's eye)	S	14
Rosaceae (Rózsafélék) (Rose family)	<i>Amelanchier ovalis</i> (Szirti fanyarka) (Snowy mespilus)	H	32
Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i> (Kajszibarack) (Armenian plum)	M	32
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> (Egybibés galagonya) (Common hawthorn)	H	32
Rutaceae (Rutafélék) (Rue family)	<i>Citrus sinensis</i> (Narancs) (Orange)	G	33
Salicaceae (Fűzfafélék) (Willow family)	<i>Salix babylonica</i> (Babiloni szomorúfűz) (Babylon willow)	H	33
Saxifragaceae (Kőtörőfűfélék) (Saxifrage family)	<i>Bergenia crassifolia</i> (Vaskoslevelű bőrlevél) (Heart-leaved bergenia)	L	33
Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Kínai kúszómagnólia) (Chinese magnolia-vine)	H	38
Taxaceae (Tiszafafélék) (Yew family)	<i>Taxus baccata</i> (Közönséges tiszafa) (Common yew)	H	38

Magyarázat: H – hajtás, G – gyümölcs, S – szár, L – levél, M – mag

Note: H – shoots, G – compound fruit, S – grass, L – leaves, M – seeds

Az összegyűjtött növényi részek egy LP-309 típusú szárító szekrényben (Labor Műszeripari Művek ESZTERGOM, Hungary) kerültek osztályozásra és szárításra 60 °C-on, 5–6 napon keresztül, majd laboratóriumi gabonamalomban 0,5–1 mm-es részecskeméretűre lettek őrölve. ESJ-200-4 analitikai mérlegen („Axis”, USA), 1–1 g került kimérésre a mintákból, majd ezek 3 héten keresztül száraz, hideg helyen 5 ml, 96%-os etanolos kezelést kaptak. Az így kapott alkoholos kivonatok üveg-tölcséren keresztül steril, többrétegű gézszűrőn (50 db, 6 mm átmérőjű steril szűrőpapírkorong) lettek átszűrve steril flasksba 10 napon keresztül. Mielőtt a korongok rákerültek volna a baktériumtenyészetekre, 30 percen keresztül száradtak steril lamináris boxban (BMB-II Laminar-S 1.2 Cytos, Germany) UV megvilágítás mellett.

Az egyes növényi főzetek antibakteriális hatásának kimutatására agargél-diffúziós módszerrel került sor. A baktériumok (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 és *Pseudomonas aeruginosa* 27/99) referenciatörzseinek tenyészetéből denzitométer használatával 0,5 McFarland turbiditású szuszpenzió készült, ami aztán Müller–Hinton-agarra („Himedia”, India) kioltva további 24 óra inkubálásra került TCO-80/1 termosztátban (Oroszország), 37 °C-on. A tenyészetekre a kioltást követően a megfelelő növényi főzettel (20%) átitatott korong került. A pozitív kontrollként használt korongok 6,0 µg benzilpenicillin-nátrium-sót tartalmaztak staphylococcusok ellen, ill. 10,0 µg gentamicin-szulfátot *P. aeruginosa* esetén. A gátlási zóna átmérője 24 órával később, antibiotikum-skálával (antibiotic zonescale–C, PW297, India) és TpsDig2 programmal került meghatározásra. A bemutatott adatok átlag ± szórás (SD) formátumban vannak feltüntetve.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

A kapott eredmények alapján leghatékonyabbnak a tajgagyökér, a japán túskefa és a kislevelű fikusz bizonyult, mivel az általuk okozott gátlási zóna átmérője nagyobb volt, mint a kontrollé (rendre 1,46, 1,61 és 1,35-ször) (2. táblázat).

*S. aureus*-szal szemben legerősebb antibakteriális hatást az egynyári ürömből (*Artemisia annua*) készített főzet mutatott (12,69 ± 3,43 mm), ez ugyanakkor gyengébb volt, mint a kontroll antibiotikum hatása (12,81 ± 0,23 mm). *S. epidermidis* esetén egyik vizsgált készítmény sem volt hatékonyabb, mint a benzilpenicillin, bár a gránátalma kivonata jelentős gátlást eredményezett (3,53 ± 0,31 mm). *P. aeruginosa* ellen több növény (fürtös pálmaliliom (*Yucca filamentosa*), rododendron (*Rhododendron ferrugineum*), szentjánoskenyérfa (*Ceratonia siliqua*), görögcséna (*Trigonella foenum-graecum*) és közönséges lucfenyő (*Picea abies*)) kivonata

The materials were classified and dried in an LP-309 drying cabinet (“Labor Műszeripari Művek ESZTERGOM”, Hungary) at a temperature of 60 °C over 5–6 days, then placed into a laboratory grain mill and grounded until the size of particles reached 0.5–1.0 mm. Using ESJ-200-4 analytical scales (“Axis”, USA), 1–1 g samples has been measured, treated with 5 ml of 96% ethanol and kept for three weeks in a dry, cold place. The obtained alcoholic extract was filtered through a glass funnel with sterile multi-layer gauze filters (50 sterile discs of filter paper with 6 mm diameter) into sterile glass flasks over 10 days. Before the discs were put on the inoculated agar plates of the corresponding culture, they were dried in a sterile laminar flow cabinet (BMB-II Laminar-S 1.2 Cytos, Germany) in UV light for 30 minutes.

The antibacterial effect of the different herbal infusions was determined using the agar diffusion method. From the culture of reference strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 and *Pseudomonas aeruginosa* 27/99, we prepared a suspension corresponding to 0.5 McFarland turbidity standard. The obtained suspension was sieved onto Mueller-Hinton agar (“Himedia”, India) followed by further cultivation over 24 hours in thermostat TCO-80/1 (Russia) at the temperature of 37 °C. The plates were covered with discs impregnated with the corresponding herbal infusions (20 %). Positive control discs contained 6.0 µg of benzylpenicillin sodium salt against staphylococci. In case of *P. aeruginosa*, discs with 10.0 µg of gentamicin sulfate served as positive control. After 24 hours, the diameter of the zone of the culture’s growth inhibition was measured with antibiotic zonescale (C, PW297, India) and TpsDig2 programs. The data is presented as mean ± SD.

## RESULTS AND DISCUSSION

During the study it was found that *Eleutherococcus senticosus*, *E. sieboldianus* and *Ficus benjamina* could be recommended due to the fact that the zone of bacterial inhibition is larger in diameter compared to the control (1.46, 1.61 and 1.35 times, respectively, Table 2).

We found that the greatest antibacterial activity on the reference strain of *S. aureus* was showed by infusions of *Artemisia annua*, but the impact of the infusion (12.69 ± 3.43 mm) was not higher than the effect of the antibiotic (12.81 ± 0.23 mm). In relation to the antibacterial effect on *S. epidermidis*, none of the tested preparations showed higher effectiveness than benzylpenicillin, although *Punica granatum* showed a large zone of growth inhibition (3.53 ± 0.31 mm). An antibacterial effect against *P. aeruginosa* was showed by infusions of *Yucca filamentosa*, *Rhododendron ferru-*

is mutatott gátló hatást, de a leghatékonyabb ebben az esetben is a gránátalma volt,  $5,46 \pm 0,34$  mm-es gátlási zónával.

*gineum*, *Ceratonia siliqua*, *Trigonella foenum-graecum* and *Picea abies* but the highest activity was noticed in a case of *Punica granatum* –  $5.46 \pm 0.34$  mm.

**2. TÁBLÁZAT.** Növényi főzetek antibakteriális hatása *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* és *S. aureus* ellen ( $x \pm SD$ ,  $n = 8$ ), mm

**TABLE 2.** Antibacterial effect of herbal infusions on *P. aeruginosa*, *S. epidermidis* and *S. aureus* ( $x \pm SD$ ,  $n = 8$ ), mm

Család Family	Faj Species	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> strain 27/99**	<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 14990*	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923*
Asteraceae (Őszirózsafélék) (Aster family)	<i>Artemisia annua</i> (Egynyári üröm) (Annual wormwood)	0 ± 0	1,39 ± 0,25	12,69±3,43
Lythraceae (Füzényfélék) (Loosestrife family)	<i>Punica granatum</i> (Gránátalma) (Pomegranate)	5,46 ± 0,34	3,53 ± 0,31	1,52±0,23
Apiaceae (Zellerfélék) (Celery family)	<i>Petroselinum crispum</i> (Petrezselyem) (Garden parsley)	0±0	2,36 ± 0,42	0,76±0,27
Buxaceae (Puszpángfélék) (Boxwood family)	<i>Buxus sempervirens</i> (Örökzöld puszpáng) (Common box)	0,78 ± 0,30	2,28 ± 0,39	1,77±0,16
Apiaceae	<i>Levisticum officinale</i> (Orvosi lestyán) (Lovage)	0 ± 0	0,45 ± 0,08	2,27±0,61
Lamiaceae (Ajakosok) (Mint family)	<i>Origanum vulgare</i> (Oregánó) (Oregano)	0 ± 0	2,17 ± 0,48	1,67±0,10
Rutaceae (Rutafélék) (Rue family)	<i>Citrus sinensis</i> (Narancs) (Orange)	0,44 ± 0,07	1,99 ± 0,34	1,70±0,25
Cannabaceae (Kenderfélék) (Hemp family)	<i>Humulus lupulus</i> (Közönséges komló) (Common hop)	0 ± 0	1,92 ± 0,25	1,71±0,15
Lamiaceae	<i>Salvia sclarea</i> (Muskotályzsálya) (Clary sage)	0,68 ± 0,15	1,91 ± 0,23	0,84±0,10
Apocynaceae (Meténgfélék) (Dogbane family)	<i>Vinca minor</i> (Kis meténg) (Lesser periwinkle)	0 ± 0	1,86 ± 0,20	0±0
Cupressaceae (Ciprusfélék) (Cypress family)	<i>Platycladus orientalis</i> (Keleti tuja) (Chinese thuja)	1,82 ± 0,20	1,16 ± 0,19	1,08±0,17
Saxifragaceae (Kőtörőfűfélék) (Saxifrage family)	<i>Bergenia crassifolia</i> (Vaskoslevelű bőrlevél) (Heart-leaved bergenia)	0 ± 0	1,07 ± 0,23	1,63±0,60
Cycadaceae (Cikászfélék) (Cycad family)	<i>Cycas revoluta</i> (Cikász pálma) (Sago palm)	0,16 ± 0,04	1,61 ± 0,27	1,00±0,39
Araliaceae (Aráliafélék) (Ginseng family)	<i>Eleutherococcus sieboldianus</i> (Japán túskefa) (Fiveleaf Aralia)	0,31 ± 0,09	0 ± 0	1,61±0,24
Crassulaceae (Varjúhájfélék) (Stonecrop family)	<i>Bryophyllum daigremontianum</i> (Sarjika) (Devil's backbone)	0,81 ± 0,33	1,56 ± 0,15	1,40±0,28
Pinaceae (Fenyőfélék) (Pine family)	<i>Picea abies</i> (Közönséges lucfenyő) (Norway spruce)	1,51 ± 0,26	0,56 ± 0,09	0±0

Család Family	Faj Species	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> strain 27/99**	<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 14990*	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923*
Lamiaceae	<i>Lavandula angustifolia</i> (Közönséges levendula) (Lavender)	1,39 ± 0,16	1,35 ± 0,15	1,47 ± 0,16
Ericaceae (Hangafélék) (Heath family)	<i>Calluna vulgaris</i> (Közönséges csarab) (Common heather)	0 ± 0	0,37 ± 0,08	1,47 ± 0,22
Araliaceae	<i>Eleutherococcus senticosus</i> (Tajgagyökér) (Siberian ginseng)	0 ± 0	1,12 ± 0,17	1,46 ± 0,16
Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Kínai kúszó magnólia) (Chinese magnolia-vine)	1,41 ± 0,23	1,29 ± 0,12	1,37 ± 0,12
Malvaceae (Mályvafélék) (Mallow family)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (Kínai hibiszkusz) (Chinese hibiscus)	1,13 ± 0,25	1,40 ± 0,31	0,99 ± 0,12
Ranunculaceae (Boglárfafélék) (Buttercup family)	<i>Adonis vernalis</i> (Tavaszi hérics) (Pheasant's eye)	1,39 ± 0,16	0 ± 0	1,20 ± 0,12
Moraceae (Eperfafélék) (Mulberry family)	<i>Ficus benjamina</i> (Kislevelű fikusz) (Weeping fig)	0 ± 0	0 ± 0	1,35 ± 0,11
Ericaceae	<i>Rhododendron ferrugineum</i> (Rododendron) (Alpenrose)	1,00 ± 0,17	0,34 ± 0,14	1,31 ± 0,23
Fabaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i> (Görögszéna) (Fenugreek)	0,97 ± 0,34	0 ± 0	1,31 ± 0,23
Lauraceae (Babérfélék) (Laurel family)	<i>Laurus nobilis</i> (Nemes babér) (Bay tree)	0 ± 0	1,09 ± 0,16	1,30 ± 0,33
Betulaceae (Nyírfafélék) (Birch family)	<i>Corylus avellana</i> (Közönséges mogyoró) (Common hazel)	0 ± 0	0 ± 0	1,24 ± 0,10
Fabaceae (Pillangósvirágúak) (Legume family)	<i>Ceratonia siliqua</i> (Szentjánoskenyérfa) (Carob)	1,21 ± 0,07	1,22 ± 0,22	0,92 ± 0,12
Asparagaceae (Spárgafélék) (Asparagus family)	<i>Yucca filamentosa</i> (Fürtös pálmaliliom) (Common yucca)	1,10 ± 0,19	0 ± 0	1,20 ± 0,22
Asteraceae	<i>Tanacetum vulgare</i> (Gilisztazöld varádics) (Tansy)	0 ± 0	1,16 ± 0,12	0,75 ± 0,13
Menispermaceae (Holdmagfélék) (Moonseed family)	<i>Menispermum dauricum</i> (Ázsiai holdmag) (Asian moonseed)	0 ± 0	0 ± 0	1,11 ± 0,19
Rosaceae (Rózsafélék) (Rose family)	<i>Crataegus monogyna</i> (Egybibés galagonya) (Common hawthorn)	0 ± 0	1,05 ± 0,24	0 ± 0
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> (Leander) (Nerium)	0 ± 0	0 ± 0	1,01 ± 0,21
Crassulaceae	<i>Crassula ovata</i> (Majomfa) (Jade plant)	0 ± 0	0 ± 0	1,00 ± 0,39
Moraceae	<i>Morus alba</i> (Fehér eperfa) (White mulberry)	0,81 ± 0,15	0,99 ± 0,20	0,93 ± 0,19



Család Family	Faj Species	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> strain 27/99**	<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 14990*	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923*
Betulaceae	<i>Betula pendula</i> (Közönséges nyír) (Silver birch)	0,50 ± 0,25	0,97 ± 0,24	0,79 ± 0,19
Paeoniaceae (Bazsarózsfélék) (Peony family)	<i>Paeonia suffruticosa</i> (Fás bazsarózsa) (Tree peony)	0 ± 0	0,51 ± 0,09	0,91 ± 0,22
Asteraceae	<i>Echinacea purpurea</i> (Bíbor kasvirág) (Eastern purple coneflower)	0 ± 0	0,90 ± 0,15	0 ± 0
Rosaceae	<i>Amelanchier ovalis</i> (Szirti fanyarka) (Snowy mespilus)	0 ± 0	0,66 ± 0,09	0 ± 0
Salicaceae (Fűzfafélék) (Willow family)	<i>Salix babylonica</i> (Babiloni szomorúfűz) (Babylon willow)	0 ± 0	0,61 ± 0,07	0 ± 0
Asteraceae	<i>Matricaria recutita</i> (Orvosi székfű) (Chamomile)	0,41 ± 0,15	0,36 ± 0,07	0,59 ± 0,10
Taxaceae (Tiszafafélék) (Yew family)	<i>Taxus baccata</i> (Közönséges tiszafa) (Common yew)	0,22 ± 0,07	0 ± 0	0,52 ± 0,06
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> (Citromfű) (Lemon balm)	0 ± 0	0,47 ± 0,20	0 ± 0
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> (Közönséges boróka) (Common juniper)	0,16 ± 0,05	0,43 ± 0,11	0,33 ± 0,11
Grossulariaceae (Ribiszkefélék) (Gooseberry family)	<i>Ribes nigrum</i> (Fekete ribiszke) (Black currant)	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Lamiaceae	<i>Monarda fistulosa</i> (Csöves méhbalzsam) (Wild bergamot)	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i> (Kajszibarack) (Armenian plum)	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

\* Pozitív kontrollként használt benzilpenicillin-nátrium-só tartalmú korongok (korongonként 6,0 µg, VALLE és mtsai (38) alapján)

\*\* Pozitív kontrollként használt gentamicin tartalmú korongok (korongonként 10,0 µg)

\* Discs with benzylpenicillin sodium salt (one disc contains 6.0 µg of the preparation according to VALLE et al. (38)) were used as control

\*\* Discs with gentamicin sulfate (one disc contains 10.0 µg of the preparation) were used as control

Tajgagyökér esetén pozitív hatást tapasztaltak *S. aureus*-szal szemben. GLATTHAAR-SAALMÜLLER és mtsai vizsgálatában az ezen növény gyökeréből készített folyékony kivonatot gátolni tudta több RNS-vírus; a humán rhinovírus (HRV), a respiratory syncytial virus (RSV) és egy influenza A csoportba tartozó vírus replikációját sejtenyészeten. A vírusok replikációjának analízise a tajgagyökér kivonatának szignifikáns anti-

We experienced a positive effect of *Eleutherococcus senticosus* against *S. aureus*. In the work of GLATTHAAR-SAALMÜLLER et al., liquid extract of roots of this plant species inhibited replication of human rhinovirus (HRV), respiratory syncytial virus (RSV) and a virus from type A influenza group in cell cultures. All mentioned viruses belong to RNA viruses. The analysis of replication of viruses after treating infected cells using analyses

virális hatását támasztotta alá, amely hatás a gyógyszerkészítés és tárolás körülményei között is stabil maradt (17).

Jelen vizsgálat során a kislevelű fikusz 1,35-ször erősebb antibakteriális hatást mutatott *S. aureus*-szal szemben, mint a kontrollként használt antibiotikum. A növény kivonata egy korábbi tanulmány alkalmával számos Gram-negatív baktérium ellen hatékony volt, multirezisztens fenotípusok ellen is. A vizsgált baktériumtörzsek közé a következők tartoztak: *E. coli* ATCC 10536 (MIC 128 µg/ml), *E. coli* AG100A, AG100Atet, AG102, MC4100 és W3110; *E. aerogenes* CM64, *K. pneumoniae* KP55 és KP63 (MIC 512 µg/ml), *E. aerogenes* ATCC 13048 és EA289, *E. cloacae* BM47 és BM67, *K. pneumoniae* ATCC 11296, K2 és K24, *P. stuartii* ATCC 29916 és PS299645 (MIC 1024 µg/ml) (19).

Mindezekén túl a gránátalmából készült főzet hatékonyan gátolta *S. epidermidis* növekedését, 3,53-szor volt erősebb antibakteriális hatása, mint a kontrollként használt penicillinek. AHMAD és BEG leírták, hogy a gránátalma alkoholos kivonata antibakteriális hatással volt *S. aureus*, *E. coli* és *Shigella dysenteriae* törzsek ellen (3). PRASHANTH és mtsai vizsgálata során a gránátalma héjából készült metanolos kivonat minden vizsgált baktérium ellen aktívnek bizonyult (30). Ezen ismeretek összhangban vannak a jelen kutatás eredményeivel. MATHABE és mtsai szintén azt tapasztalták, hogy a gránátalmából származó kivonatok hatékonyan gátolták a vizsgált mikroorganizmusok (*S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera*, *S. dysenteriae*, *S. sonnei*, *S. flexneri* és *S. boydii*) szaporodását 12–31 mm gátlási zónákkal (23). MELENDEZ és CAPRILES vizsgálataiban ugyancsak antibakteriális hatása volt a gránátalmának számos baktérium ellen (*E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *P. fluorescens*, *Proteus vulgaris*, *Alcaligenes faecalis*, *Serratia marcescens*, *E. aerogenes*, *S. aureus*, *Arthrobacter globiformis*, *M. luteus*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. coagulans*, *Micrococcus roseus*, *M. phlei*, *M. rodochrus* és *M. smegmatis*) (24). A gátlási zónák 11–31 mm között alakultak a kísérletben. Ezen szerzők említést tesznek arról, hogy Puerto-Ricoban elterjedten használják a gránátalma kivonatot megfázás és bakteriális fertőzések kezelésére. Az említett irodalmi adatok, valamint jelen vizsgálat eredményei egyértelműen bizonyítják a gránátalma antibakteriális hatását.

*P. aeruginosa* ellen a következő növények főzetei mutattak antibakteriális hatást: fürtös pálmaliliom, rododendron, szentjánoskenyérfa, görögszéna, gránátalma, valamint a lucfenyő. DUMAN és mtsai ugyancsak *in vitro* antibakteriális hatást írtak le a gránátalma kivonataról *B. megaterium*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *C. kerosis*, *E. coli*, *E. faecalis* és *M. luteus*-szal szemben, 13–26 mm-es gátlási zónákkal (15). Több vizsgálat szá-

based on plaques showed significant antiviral activity of *Eleutherococcus* extract. This antiviral activity remained stable in the conditions used for preparing and maintaining medications (17).

Our research showed that antibacterial effect of *Ficus benjamina* against *S. aureus* was 1.35 times higher compared to the control. The methanolic extract from *F. benjamina* showed antibacterial activity against the group of Gram-negative bacteria, including MDR phenotypes. Registered species included *E. coli* ATCC 10536 (MIC 128 µg/ml), *E. coli* AG100A, AG100Atet, AG102, MC4100 and W3110; *E. aerogenes* CM64, *K. pneumoniae* KP55 and KP63 (MIC 512 µg/ml), *E. aerogenes* ATCC 13048 and EA289, *E. cloacae* BM47 and BM67, *K. pneumoniae* ATCC 11296, K2 and K24, *P. stuartii* ATCC 29916 and PS299645 (MIC 1024 µg/ml) (19).

The results of our research on the antibacterial effect of *Punica granatum* infusion against *S. epidermidis* showed inhibition of bacterial growth (3.53 times higher than the effect of penicillin). AHMAD and BEG reported that alcoholic extracts of pomegranate fruits showed antibacterial activity in the tests against *S. aureus*, *E. coli* and *Shigella dysenteriae* (3). PRASHANTH et al. also reported that methanolic extracts of *Punica granatum* husk is active against all tested bacteria (30). These results coincide with the data we obtained. MATHABE et al. reported that extracts obtained from pomegranate are efficient against the tested microorganisms (*S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera*, *S. dysenteriae*, *S. sonnei*, *S. flexneri* and *S. boydii*): they showed inhibition zones of 12–31 mm (23). MELENDEZ and CAPRILES also reported that the extracts of pomegranate fruits have antibacterial activity *in vitro* against many tested bacteria (*E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *P. fluorescens*, *Proteus vulgaris*, *Alcaligenes faecalis*, *Serratia marcescens*, *E. aerogenes*, *S. aureus*, *Arthrobacter globiformis*, *M. luteus*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. coagulans*, *Micrococcus roseus*, *M. phlei*, *M. rodochrus* and *M. smegmatis*), with inhibition zones ranging within 11–31 mm (24). These authors mentioned that it is a common practice in Puerto-Rico to use herbal extracts of *Punica granatum* against colds and bacterial infections. These results indicate antibacterial bonds in non-purified methanolic extracts of this plant. All mentioned data and also the results we obtained after the study clearly prove the efficiency of pomegranate fruits against bacterial activity.

Studying the infusions of *Yucca filamentosa*, *Rhododendron ferrugineum*, *Ceratonia siliqua*, *Trigonella foenum-graecum*, *Punica granatum* and *Picea abies* in our experiments, we observed antibacterial effect against *P. aeruginosa*. DUMAN et al. also reported *in vitro* antibacterial activity of the extracts obtained from pomegranate against *B. megaterium*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *C. kerosis*, *E. coli*, *E. faecalis* and *M. luteus* bacteria: the

mol be a gránátalma antibakteriális hatásáról *S. epidermidis* és *K. pneumoniae* törzsek ellen (4, 12, 28, 30). NEGI és JAYAPRAKASHA a gránátalma héjából készítették kivonatokat poláros oldószerekkel szobahőmérsékleten, melyek körül a metanolos kivonat antibakteriális hatásúnak bizonyult (28).

## ÖSSZEGZÉS

Jelen tanulmány kimutatta a tajgagyökér, a japán tuskéfa és a kislevelű fikuszból készült növényi főzetek antibakteriális aktivitását *S. aureus* ATCC 25923 referencia törzssel szemben; továbbá a gránátalma hatását *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990 ellen; valamint a fürtös pálmaliliom, a rododendron, a szentjánoskenyérfa, a görögszéna, a gránátalma és a lucfenyő hatékonyságát *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 esetén. Ezen növényi kivonatokat érdemes lehet tovább vizsgálni, mivel az eredmények alapján potenciálisan hatékonyak lehetnek a fenti kórokozók polirezisztens törzsei által okozott megbetegedések kezelésére.

## IRODALOM / BIBLIOGRAPHY

1. ABD EL-HACK, M. E. – ALAGAWANY, M. et al.: Beneficial impacts of thymol essential oil on health and production of animals, fish and poultry: A review. *J. Essent. Oil. Res.*, 2016. 28. 365–382.
2. ABDALLAH, N. A. – ABD EL-RAHMAN, R. Z. et al.: Antibacterial activity of some plant extracts on the treatment of surgical wounds infection. *Egypt. J. Exp. Biol. (Bot)*, 2013. 9. 115–124.
3. AHMAD, I. – BEG, A. Z.: Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. *J. Ethnopharmacol.*, 2001. 74. 113–123.
4. ALI, K. – KHAN, S. et al.: Ethnobotanical and ecological study of *Punica granatum* in district Dir, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2017. 8. 656–661.
5. ALVES, L. D. S. – FIGUEIRÊDO, C. B. M. et al.: *Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae): Review of botanical, phyto-chemical, pharmacological and toxicological aspects. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 2014. 5. 1163–1177.
6. AQIL, F. – AHMAD, I.: Broad-spectrum antibacterial and antifungal properties of certain traditionally used Indian medicinal plants. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2003. 19. 653–657.
7. BASER, K. H. C. – DEMIRCI, B. et al.: The essential oil constituents and antimicrobial activity of *Anthemis aciphylla* Boiss. var. *discoidea* Boiss. *Chem. Pharm. Bull.*, 2006. 54. 222–225.
8. BOYKO, A. A. – BRYGADYRENKO, V. V.: Influence of water infusion of medicinal plants on larvae of *Strongyloides papillosus* (Nematoda, Strongyloididae). *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 2016. 24. 519–525.
9. BOYKO, O. O. – ZAZHARSKA, N. M. – BRYGADYRENKO, V. V.: The influence of the extent of infestation by helminths upon changes in body weight of sheep in Ukraine. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 2016. 24. 3–7.
10. CARNEIRO, V. A. – DOS SANTOS, H. S. et al.: Casbane diterpene as a promising natural antimicrobial agent against biofilm-associated infections. *Molecules*, 2010. 16. 190–201.
11. CHUSRI, S. – CHAICHOCH, N. et al.: *In vitro* antibacterial activity of ethanol extracts of nine herbal formulas and its plant components used for skin infections in Southern Thailand. *J. Med. Plant. Res.*, 2012. 6. 5616–5623.
12. DAHHAM, S. S. – ALI, M. N. et al.: Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2010. 9. 273–281.
13. DE OLIVEIRA, D. M. – LACERDA, A. F.: Peptídeos antimicrobianos: Biotecnologia aplicada a saúde. *Revista de Saude da Faciplac Brasilia*, 2014. 1. 341–345.
14. DRAGOEVA, A. – IGNATOVA-IVANOVA, T. et al.: Comparison of the effect of water infusions of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* and *Adonis vernalis* on the growth of human melanoma cell line and Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 2015. 4. 571–577.
15. DUMAN, A. D. – ÖZGEN, M. et al.: Antimicrobial activity of six pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their relation to some of their pomological and phytonutrient characteristics. *Molecules*, 2009. 14. 1808–1817.
16. GHOSH, A. – DAS, B. K. et al.: Antibacterial activity of some medicinal plant extracts. *J. Nat. Med.*, 2008. 62. 259–262.
17. GLATTHAAR-SAALMÜLLER, B. – SACHER, F. – ESPERESTER, A.: Antiviral activity of an extract derived from roots of *Eleutherococcus senticosus*. *Antiviral Res.*, 2001. 50. 223–228.
18. IVASHCHENKO, I. V.: Chemical composition of essential oil and antimicrobial properties of *Chrysanthemum coronarium* (Asteraceae). *Biosyst Divers.*, 2017. 25. 119–123.

19. KUETE, V. – KAMGA, J. et al.: Antimicrobial activities of the methanol extract, fractions and compounds from *Ficus polita* Vahl. (Moraceae). *BMC Complement. Alter. Med.*, 2011. 11. 6.
20. LAVRYK, G. – KORNIYCHUK, O. – TYMKIV, M.: Ultrastructural changes in biofilm forms of staphylococci cultivated in a mixed culture with lactobacilli. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2017. 8. 98–103.
21. MAHADY, G.: Medicinal plants for the prevention and treatment of bacterial infections. *Curr. Pharm. Design*, 2005. 11. 2405–2427.
22. MARZOUGUI, N. – ANISSA, B. et al.: Antibacterial activity of extracts of diploid and induced autotetraploid Tunisian populations of *Trigonella foenum-graecum* L. *J. Med. Plant. Res.*, 2012. 6. 5166–5172.
23. MATHABE, M. C. – NIKOLOVA, R. V. et al.: Antibacterial activities of medicinal plants used for the treatment of diarrhoea in Limpopo Province, South Africa. *J. Ethnopharmacol.*, 2006. 105. 286–293.
24. MELENDEZ, P. A. – CAPRILES, V. A.: Antibacterial properties of tropical plants from Puerto Rico. *Phytomedicine*, 2006. 13. 272–276.
25. MENDEZ, M. – RODRIGUEZ, R. et al.: Antibacterial activity of plant extracts obtained with alternative organic solvents against food-borne pathogen bacteria. *Ind. Crops. Prod.*, 2012. 37. 445–450.
26. MIRJALILI, M. – SALEHI, P. et al.: The composition and antibacterial activity of the essential oil of *Levisticum officinale* Koch. flowers and fruits at different developmental stages. *J. Serb. Chem. Soc.*, 2010. 75. 1661–1669.
27. MIYAKOSHI, M. – TAMURA, Y. et al.: Antiyeast steroidal saponins from *Yucca schidigera* (Mohave yucca), a new anti-food-deteriorating agent. *J. Nat. Prod.*, 2000. 63. 332–338.
28. NEGI, P. S. – JAYAPRAKASHA, G. K.: Antioxidant and antibacterial activities of *Punica granatum* peel extracts. *J. Food Sci.*, 2003. 68. 1473–1477.
29. NOSTRO, A. – GUERRINI, A. et al.: *In vitro* activity of plant extracts against biofilm-producing food-related bacteria. *Int. J. Food Microb.*, 2016. 238. 33–39.
30. PRASHANTH, D. – ASHA, M. K. – AMIT, A.: Antibacterial activity of *Punica granatum*. *Fitoterapia*, 2001. 72. 171–173.
31. QIU, Z. – CAO, L. et al.: Isolation and characterization of endophytic *Streptomyces* strains from surface-sterilized tomato (*Lycopersicon esculentum*) roots. *Lett. Appl. Microbiol.*, 2004. 39. 425–430.
32. RASHID, F. – AHMED, R. et al.: Flavonoid glycosides from *Prunus armeniaca* and the antibacterial activity of a crude extract. *Arch. Pharm. Res.*, 2007. 30. 932–937.
33. RAUHA, J.-P. – REMES, S. et al.: Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000. 56. 3–12.
34. SEMENIUC, C. A. – POP, C. R. – ROTAR, A. M.: Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against Gram-positive and Gram-negative bacteria. *J. Food Drug. Anal.*, 2017. 25. 403–408.
35. SEYYEDNEJA, S. M. – MOTAMEDI, H.: A review on native medicinal plants in Khuzestan, Iran with antibacterial properties. *Int. J. Pharmacol.*, 2010. 6. 551–560.
36. SSERUNKUMA, P. – MCGAW, L. J. et al.: 2017. Selected southern African medicinal plants with low cytotoxicity and good activity against bovine mastitis pathogens. *S. Afr. J. Bot.*, 2017. 111. 242–247.
37. STEVIC, T. – SAVIKIN, K. et al.: Composition and antimicrobial activity of the essential oil of the leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivar Cacanska crna. *J. Serb. Chem. Soc.*, 2010. 75. 35–43.
38. VALLE, D. L. – ANDRADE, J. I. et al.: Antibacterial activities of ethanol extracts of Philippine medicinal plants against multidrug-resistant bacteria. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 2015. 5. 532–540.
39. WEGIERA, M. – KOSIKOWSKA, U. et al.: Antimicrobial activity of the extracts from fruits of *Rumex* L. species. *Cent. Eur. J. Biol.*, 2011. 6. 1036–1043.
40. YU, H. – ZHANG, L. et al.: Recent developments and future prospects of antimicrobial metabolites produced by endophytes. *Microbiol. Res.*, 2010. 165. 437–449.
41. ZAZHARSKA, N. – SAMOILENKO, Y. – HORIAIENOVA, T.: Using of pomegranate infusion to prolongate the shelf life of blood sausage. *Scientific and technical bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 2018. 19. 117–124.
42. ZAZHARSKYI, V. V. – DAVYDENKO, P. O. et al.: Bactericidal, protistocidal and nematocidal properties of mixtures of alkyltrimethylbenzyl ammonium chloride, didecyltrimethyl ammonium chloride, glutaraldehyde and formaldehyde. *Regul. Mech. Biosyst.*, 2018. 9. 540–545.

Közlésre ér. / Received for publication: 2018. dec. 17.