УДК 582.949.2.579.61

Л. А. Котюк

АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ ЕФІРООЛІЙНИХ РОСЛИН РОДИНИ LAMIACEAE LINDL. ЩОДО *ESCHERICHIA COLI*

Житомирський національний агроекологічний університет, Україна
E-mail: kotyukl@mail.ru

Досліджено біологічну активність 40% етанольних екстрактів *Dracocephalum moldavica, Hyssopus officinalis, Satureja hortensis, Lophanthus anisatus і Monarda didyma*, вирощених в умовах Полісся України, щодо кишкової палички *(Escherichia coli* УКМ В–906 (АТСС 25922)), яка є патогенною стосовно інших організмів.

Показано, що етанольні екстракти *H. officinalis, D. moldavica, S. Hortensisi, L. anisatus* характеризувалися антимікробною активністю, оскільки екстраговані речовини у 2 рази підвищували показники мінімальної бактерицидної концентрації щодо *E. coli.* Відмічено також двократне підвищення мінімальної бактеріостатичної концентрації етанольного екстракту *L. anisatus.* Бактеріостатичний і бактерицидний вплив етанольного екстракту *M. didyma* стосовно *E. coli* не виявлено.

Ефіроолійні рослини родини Lamiaceae, які зростали в умовах Житомирського Полісся, відзначаються антимікробними властивостями завдяки утворенню і накопиченню у рослинній сировині біологічно активних речовин. Основні компоненти ефірної олії гісопу лікарського – це ізопінокамфон (44,43 %), пінокамфон (35,49 %), міртенол (5,26 %), гермакрен D (3,15 %), пулегон (2,93 %), біциклогермакрен (1,35 %). У ефірній олії лофанту ганусового переважали пулегон (59,19%), ізоментон (14,34%), біциклогермакрен (3,21 %), β-каріофілен (2,99 %), ментон (2,21 %), 1,6-гермакрадієн-5-ол (1,5 %), ізопулегон (1,4 %), у чаберу садового – карвакрол (89,07 %), γ-терпінен (3,53 %), α-туйон (1,7 %), камфора (1,48 %). Домінуючі компоненти ефірної олії змієголовника молдавського – гераніаль (26,19 %), нераль (22,36 %), гераніол (16,86 %), 2-(1-окси-1-ізопропіл)-циклопентанон (8,29 %), 2,3-дегідро-1,8-цинеол (6,87 %), 3-(1-окси-1-ізопропіл)-циклопентанон (6,51 %), нерол (4,74 %), 3-метил-2-циклогексен 1-он (2,13 %).

Відмічено перспективність подальшого детальнішого вивчення етанольних екстрактів трави гісопу лікарського, змієголовника молдавського, чаберу садового, лофанту ганусового з метою виготовлення антибактеріальних рослинних препаратів.

Ключові слова: Lamiaceae, Escherichia coli, ефіроолійні рослини, етанольний екстракт, мінімальна бактеріостатична концентрація, мінімальна бактерицидна концентрація.

Л. А. Котюк

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА LAMIACEAE LINDL. ОТНОСИТЕЛЬНО *ESCHERICHIA COLI*

Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина
E-mail: kotyukl@mail.ru

Исследовано биологическую активность 40% этанольных экстрактов *Dracocephalum moldavica, Hyssopus officinalis, Satureja hortensis, Lophanthus anisatus* и *Monarda didyma*, выращенных в условиях Полесья Украины, относительно кишечной палочки (*Escherichia coli* УКМ В-906 (АТСС 25922)), которая является патогенной по отношению к другим организмам.

Отмечено, что этанольные экстракты *H. officinalis, D. moldavica, S. hortensis* и *L. anisatus* характеризовались антимикробной активностью, поскольку экстрагированные вещества в 2 раза повышали показатели минимальной бактерицидной концентрации по отношению к *E. coli*. Отмечено также двукратное повышение минимальной бактериостатической концентрации этанольного экстракта *L. anisatus*. Бактериостатическое и бактерицидное влияние этанольного экстракта *M. didyma* относительно *E. coli* не обнаружено.

Эфиромасличные растения семейства Lamiaceae, культивируемые в условиях Житомирского Полесья, характеризуются антимикробными свойствами благодаря образованию и накоплению в растительном сырье биологически активных веществ. Основные компоненты эфирного масла иссопа лекарственного – это изопинокамфон (44,43%), пинокамфон (35,49%), миртенол (5,26%), гермакрен D (3,15%), пулегон (2,93%), бициклогермакрен (1,35%). В эфирном масле лофанта анисового преобладали пулегон (59,19%), изоментон (14,34%), бициклогермакрен (3,21%), β-кариофиллен (2,99%), ментон (2,21%), 1, 6-гермакрадиен-5-ол (1,5%), изопулегон (1,4%), а чабера садового - карвакрол (89,07%), γ-терпинен (3,53%), α-туйон (1, 7%), камфора (1,48%). Доминирующие компоненты эфирного масла змееголовника молдавского – гераниаль (26,19%), нераль (22,36%), гераниол (16,86%), 2 (1-окси-1-изопропил)-циклопентанон (8,29%) , 2,3-дегидро-1,8-цинеол (6,87%), 3 (1-окси-1-изопропил)-циклопентанон (6,51%), нерол (4,74%), 3-метил-2-циклогексен 1-он (2,13%).

Доказана перспективность дальнейшего изучения этанольных экстрактов иссопа лекарственного, змееголовника молдавского, чабера садового, лофанта анисового с целью изготовления антибактериальных растительных препаратов.

Ключевые слова: Lamiaceae, Escherichia coli, эфиромасличные растения, этанольный экстракт, минимальная бактериостатическое концентрация, минимальная бактерицидная концентрация.

L.A. Kotyuk

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF OIL-BEARING PLANTS LAMIACEAE LINDL. TOWARDS ESCHERICHIA COLI

Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine
E-mail: kotyukl@mail.ru

The paper relates to study of biological activity of 40% ethanol extracts of *Dracocephalum moldavica, Hyssopus officinalis, Satureja hortensis, Lophanthus anisatus* and *Monarda diduma*, grown in Ukrainian Polissya, against a pathogenic agent *Escherichia coli* UCM – B (ATCC 25922).

The research proves that ethanol extracts of *H. officinalis, D. moldavica, S. hortensis, L. anisatus* exert antimicrobial activity as the extracted substances provided a twofold increase in minimum bactericidal concentration (MBC) values against *E. coli.* Likewise, a twofold increase was observed in minimum inhibitory concentration (MIC) of *L. anisatus* ethanol extracts. As to *M. diduma* ethanol extracts, their inhibitory and bactericidal influence on *E. coli* was not registered.

Oil-bearing plants (family *Lamiaceae),* grown in Zhytomyr Polissya, are characterized by antimicrobial properties, attributed to biologically active substances that are formed and accumulated in the plant material. The main components of hyssop essential oil are isopinocamphone (44.43%), pinocamphone (35.49%), myrtenol (5.26 %), germacrene D (3.15 %), pulegone (2.93 %), bicyclogermacrene (1.35 %). In mint anise essential oil prevailed pulegone (59.19%), izomenton (14.34%), bicyclogermacrene (3,21 %), β-kariofilen (2,99 %), menton (2.21 %), 1,6-germacradien-5-ol (1.5 %), isopulegone (1.4 %), in summer savory – carvacrol (89.07%), γ-terpinene (3.53%), α-thujone (1.7 %), camphor (1.48 %). The dominant components of moldavian dragonhead essential oil were geranial (26.19%) and neral (22.36%), 2-(1-hydroxy-1-isopropyl)-cyklopentanon (8.29 %), 2,3-dehydro-1,8-cineole (6.87 %), 3-(1-hydroxy-1-isopropyl) cyklopentanon (6,51 %), nerol (4.74 %), 3-methyl-2-cyclohexane 1-on (2.13 %).

The paper draws attention to further more detailed study of ethanol extracts of hyssop, moldavian dragonhead, summer savory, mint anise with the aim of producing antibacterial herbal preparations.

Key words: Lamiaceae, Escherichia coli, oil-bearing plants, ethanol extract, minimal bacteriostatic concentration, minimal bactericidal concentration.

Останнім часом зріс науковий інтерес до антимікробних засобів рослинного походження. До природних біологічно активних речовин (БАР), яким властива протимікробна дія, належать рослинні антибіотики, фітонциди, ефірні олії, бальзами, смоли, органічні кислоти, алкалоїди, глікозиди, дубильні речовини. Вони утворюються у процесі життєдіяльності рослин для самозахисту живих тканин від патогенних мікроорганізмів. Потрапляючи у організм, БАР активно діють проти хвороботворних бактерій і грибів, небезпечних для здоров'я людини. Їх застосовують для лікування та профілактики багатьох недуг: грипу, гострих респіраторних вірусних інфекцій,

ангіни, гінекологічних захворювань, гнійних утворень, а також захворювань травного каналу. Вважають, що деякі БАР стимулюють власні цілющі сили організму – фагоцитоз, антигенну реактивність, антибіотичні особливості тканин, регенеративні процеси, що є найкращим способом боротьби з хворобою (Reichling et al., 2009; Водолазова та ін., 2011; Стадницька та ін., 2011).

За повідомленнями багатьох дослідників (Делова и Гуськова, 1974; Тульчинская и Юргелайтис, 1981), бактерицидні властивості характерні для деревних і трав'яних рослин, але більш яскраво вони виражені у ефіроолійних рослин. A. Salamone зі співавторами (Salamone et al., 2006) і A. Gormez із співавторами (Gormez et al., 2015) відзначають рослини, які належать до родини Lamiaceae, як джерело потенційних протимікробних засобів. Вони мають широкий спектр впливу на організм, оскільки є багатокомпонентними сумішами хімічних сполук, переважно терпеноїдів та ароматичних компонентів (Шанайда і Покришко, 2015).

Дослідження А. Нікітіної та її співавторів (Никитина и др., 2007; 2011) свідчать про антимікробні властивості та фармакологічну дію рослинної сировини змієголовника молдавського (*Dracocephalum moldavica* L.) і гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.). За повідомленням єгипетських дослідників (Abd El-Bacy & El-Baroty, 2008), ефірна олія *D. moldavica* виявилася патогенною стосовно грам-позитивних (*Bacillus subtilis, B. cereus, Staphyloccocus aureus, Micrococcus luteus)* та грам-негативних бактерій (*Klebsiella pneumoninae, Serratia marcescens).*

F. Fathiazad і S. Hamedeyazdan (Fathiazad & Hamedeyazdan, 2011) відзначили гісоп лікарський як джерело БАР, здатних пригнічувати життєдіяльність патогенних організмів. G. Mazzanti зі співавторами (G. Mazzanti et al., 1998) виявили антимікробні властивості ефірної олії *H. officinalis* щодо *Klebsiella oxytoca, Escherichia coli, Proteus mirabilis, Pseudomonas spp., Salmonella spp*. Встановлено антимікробну дію ефірної олії *H. officinalis* стосовно патогенних бактерій *Erwinia amylovora і Klebsiella sp.* (Dehghanzadeh et al., 2012), *Staphylococcus pyogenes* ATCC19615, *Staphylococcus aureus* 25923, *Escherichia coli* ATCC25922 (Cvijovic et al., 2010; Kizil et al., 2010), *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* (Vlase et al., 2014). Італійські дослідники відмітили антимікробні властивості *H. officinalis* стосовно бактерій *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua* (Marino et al., 2001), *Bacillus cereus* 4313, *Bacillus cereus* 4384, *Escherichia coli, Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus* (De Martino, 2009).

T. Mihajilov-Krstev із співавторами (Mihajilov-Krstev et al., 2009) виявили токсичні властивості ефірної олії чаберу садового (*Satureja hortensis* L.) щодо грам-позитивних (*Bacillus subtilis, Clostridium perfringens, Micrococcus flavus, Staphylococcus aureus, Sarcina lutea*) та грам-негативних (*Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella enteritidis and Erwinia amylovora*) бактерій. M. Abolfazl із співавторами (Abolfazl et al, 2013) виявили бактерицидний ефект *S. hortensis*

щодо *S. pneumonia, S. aureus and P. aeruginosa*, а S. Rezvanpanah із співавторами (Rezvanpanah et al, 2011) – стосовно *Staphylococcus aureus* та *Escherchia coli.* Дослідження інших авторів (Novak et al, 2006) показали, що ефірна олія чаберу садового була активною щодо *Helicobacter pylori*.

Рядом дослідників (De Martino, 2009; Zielińska & Matkowski, 2014) встановлено ефективність використання лофанту ганусового (*Lophanthus anisatus Benth.)* проти патогенних організмів.

Встановлено високу антимікробну активність ефірної олії монарди двійчастої (*Monarda diduma* L.) стосовно бактерій *Neisseria catarralis*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus* 209, *Citrobacter* OG, *Escherichia coli* 0-Ш, *Klebsiella preumoniae*, *Proteus vulgaris, Enterobacter cloacae, Serrabia marcescens* (Жилякова та ін., 2013).

Відомості про антимікробні властивості ефіроолійних рослин родини Lamiaceae свідчать про бактерицидні властивості їх компонентів, тому **метою** наших досліджень була оцінка біологічної активності 40 % етанольних екстрактів *Dracocephalum moldavica, Hyssopus officinalis, Satureja hortensis, Lophanthus anisatus і Monarda diduma* стосовно патогенного організму *Escherichia coli.*

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Вихідна сировина для досліджень – надземна частина ефіроолійних рослин родини Lamiaceae: змієголовника молдавського, чаберу садового, гісопу лікарського, лофанту ганусового, монарди двійчастої, вирощених в умовах Полісся України (рис. 1). У експериментах використовували фітомасу, зібрану під час цвітіння. Екстракти ефіроолійних рослин отримано методом мацерації повітряно-сухої фітосировини у 40% етиловому спирті упродовж семи діб за температури 25°С у співвідношенні 1:5, концентрація – 200 мг/мл (Сидоров та ін., 2008).

Антимікробну активність екстрагованих речовин визначали шляхом порівняння їх мінімальної пригнічуючої (бактеріостатичної) концентрації (МІС) та мінімальної бактерицидної концентрації (МВС) із такими у 40 % етиловому спирті (Методичні вказівки …, 2007).

У дослідженнях використовували тест-культуру мікроорганізму *Escherichia coli* УКМ В–906 (АТСС 25922). Цю культуру отримано із Депозитарію мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України (Украинская коллекция микроорганизмов .., 2007).

Рис. 1. Ефіроолійні рослини родини Lamiaceae в умовах Житомирського Полісся:
А – *H. officinalis; Б – L. anisatus; В – D. moldavica; Г – S. hortensis; Д – M. didyma.*

Встановлення антимікробної активності екстрактів ефіроолійних рослин стосовно тест-культури мікроорганізму здійснювали згідно з методикою визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів. Антимікробну активність досліджуваних речовин вивчали методом послідовних серійних розведень, який передбачав визначення мінімальної бактеріостатичної та мінімальної бактерицидної концентрацій. Для визначення МВС готували послідовні двократні розведення речовини у рідкому живильному середовищі, яку згодом визначали за найменшою концентрацією

речовини, при наявності якої не спостерігали росту культури. Бактерицидну концентрацію досліджуваних речовин встановлювали за результатом висівання вмісту пробірок з розведенням на щільні живильні середовища (Методичні вказівки…, 2007).

Добову культуру мікроорганізму отримували на щільному поживному середовищі LB (Luria–Bertani medium, Merck, Germany); приготування робочої суспензії мікроорганізму, визначення мінімальних інгібуючих концентрацій розведень зразків досліджуваних екстрактів проводили у рідкому середовищі LB. Висів аліквот дослідних і контрольних суспензій для встановлення мінімальних бактерицидних концентрацій препаратів здійснювали на щільне поживне середовище LB у чашки Петрі (Миллер, 1976).

Добову культуру мікроорганізму отримували шляхом культивування на щільному поживному середовищі LB протягом 18–24 годин при 37 °С. Із добових культур у 0,9 % розчині хлориду натрію готували вихідну бактеріальну суспензію за стандартом мутності 0,5 Од по МакФарланду (титр $1,5\times10^8$ КУО/мл). Останні розводили рідким середовищем LB у співвідношенні 1:100 (по об'єму) і отримували робочу суспензію мікроорганізму (Методичні вказівки…, 2007).

Для тест-культури мікроорганізму готували ряд із дев'яти пробірок, у які вносили по 0,5 мл середовища LB. Відбирали по 0,5 мл етанольного екстракту рослини та вносили у перші пробірки кожного ряду. Після цього у семи пробірках кожного ряду готували двократні серійні розведення досліджуваних екстрактів, досягаючи кінцевого розведення 1:128. В останні дві пробірки кожного ряду досліджувані зразки не вносили.

У подальшому в перші сім пробірок кожного ряду із приготовленими двократними розведеннями досліджуваного екстракту вносили по 0,5 мл робочої суспензії мікроорганізму. Таким чином, кінцевий об'єм розчину в пробірках становив 1 мл, а титр тест-культури мікроорганізму – 5×10^5 КУО/мл, що відповідає вимогам до постановки дослідів для визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів (Методичні вказівки…). Культивування проводили упродовж 18–24 годин за 37°С у термостаті. В останні дві пробірки (контрольні зразки) кожного ряду із 0,5 мл середовища LB без додавання екстрактів вносили по 0,5 мл робочої суспензії мікроорганізму. Одну із пробірок витримували протягом 18–24 годин за 37 °С у термостаті – позитивний контроль росту тест-культур мікроорганізмів, тоді як іншу – при +4°С в холодильнику – негативний контроль росту тест-культур мікроорганізмів. Як контролі чистоти використаного поживного середовища використовували пробірки із 1 мл середовища LB без додавання бактеріальної суспензії і екстрактів. Як контролі чистоти наданих екстрактів використовували пробірки із двократним розведенням кожного досліджуваного зразка в

середовищі LB. Контролі чистоти середовища і чистоти зразка витримували протягом 18–24 годин за 37 °С в термостаті.

Перед встановленням результатів контролю середовища і зразка перевіряли на відсутність росту мікроорганізмів, а позитивні контролі – на наявність росту використаної тест-культури. При дотриманні зазначених умов для контрольних зразків проведений експеримент розглядали як поставлений коректно.

Визначали найменше розведення досліджуваних екстрактів для кожного ряду дослідних пробірок, при якому спостерігалась відсутність видимого росту мікроорганізмів. Це розведення приймали як мінімальну бактеріостатичну концентрацію етанольного екстракту рослини для тест-культури мікроорганізму.

Для визначення МВС препаратів із усіх дослідних зразків з відсутністю видимого росту вносили одну петлю суспензії у чашки Петрі із щільним середовищем LB. Після підсихання суспензій чашки Петрі інкубували за 37 °С упродовж 18–24 годин у термостаті. Мінімальну бактерицидну концентрацію етанольного екстракту рослини стосовно тест-культури мікроорганізму визначали за першим розведенням, при висіванні із якого спостерігали відсутність росту тест-культури.

Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії виконували на газовому хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973. Умови аналізу: хроматографічна колонка – капілярна DB-5, діаметром 0,25 мм і завдовжки 30 м. Швидкість газу-носія (гелію) – 2 мл/хв, температура нагрівача при введенні проби – 250ºС. Температура термостата з програмуванням від 50 до 320ºС зі швидкістю 4º/хв. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY2007 із загальною кількістю спектрів більше 470 000 у комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST (Черногород и Виноградов, 2006).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показали, що внесення до суспензії тест-культури *E. coli* 40% етанолу виявлено бактеріостатичну активність лише у розведенні 1:2. При подальшому розведенні 40 % етанолу пригнічення росту мікроорганізмів у рідкій культурі не спостерігали (табл. 1). Не встановлено бактерицидну дію 40 % спирту за жодного із розведень (табл. 2).

Внесення 40 % етанольного екстракту *L. anisatus* до суспензій з культурою *E. coli* показало посилення МІС удвічі. Не виявлено пригнічення росту кишкової палички при внесенні 40 % етанольних екстрактів *H. officinalis, D. moldavica, S. hortensis і M. didyma* (табл. 1).

Етанольні екстракти *H. officinalis, D. moldavica, S. hortensis і L. anisatus* проявили бактерицидний вплив стосовно культури *E. coli*, їхня МВС перевищила удвічі МВС 40 % етилового спирту за розведення 1:2. МВС

етанольного екстракту *M. didyma* не відрізнялася від МВС етанолу (табл. 2).

Відомо, що фітонцидні властивості рослин залежать від якісного та кількісного складу хімічних сполук, які вони продукують під час свого життя (Mihajilov-Krstev et al., 2009). За повідомленням М. Шанайди і О. Покришко (2015), найбільш виражені антимікробні властивості встановлено у *L. anisatus* та *S. hortensis*, що зумовлено домінуванням у ефірних оліях ароматичних сполук і монотерпеноїдів. Здійснений нами попередній хромато-мас-спектрометричний аналіз ефірних олій гісопу лікарського, лофанту ганусового, змієголовника молдавського і чаберу садового, підтвердив цей факт.

Таблиця 1. **Визначення мінімальної пригнічувальної концентрації 40 % етилового спирту і етанольних екстрактів ефіроолійних рослин родини Lamiaceae щодо *Escherichia coli* УКМ В-906**

Досліджувані речовини	Наявність росту тест-культури в дослідних варіантах при відповідному розведенні зразка							Наявність росту тест-культури в контрольних варіантах			
	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	+К	–К	Кс	Кз
Етиловий спирт, 40 %	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
Етанольні екстракти:											
H. officinalis	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
L. anisatus	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–
D. moldavica	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
S. hortensis	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
M. didyma	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–

Примітка (тут і далі): «+» – наявність росту культури; «–» – відсутність росту культури; «+К» – позитивний контроль росту тест-культури; «–К» – негативний контроль росту тест-культури; «Кс» – контроль чистоти середовища.; «Кз» – контроль чистоти зразка (у розведенні 1:2).

Встановлено, що основні компоненти ефірної олії гісопу лікарського, вирощеного в умовах Житомирського Полісся, – це ізопінокамфон (44,43 %), пінокамфон (35,49 %), міртенол (5,26 %), гермакрен D (3,15 %), пулегон (2,93 %), біциклогермакрен (1,35 %) (рис. 2А). Деякі дослідники (Cvijovic et al., 2010) вважають, що монотерпенові кетони ізопінокамфон і пінокамфон визначають якість ефірної олії і характеризуються значною біологічною активністю.

Таблиця 2. **Визначення мінімальної бактерицидної концентрації 40 % етилового спирту і етанольних екстрактів ефіроолійних рослин родини Lamiaceae відносно *Escherichia coli* УКМ В-906**

Досліджувані речовини	Наявність росту тест-культури на щільному середовищі при нанесенні відповідного розведення зразка						
	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128
Етиловий спирт, 40 %	+	+	+	+	+	+	+
Етанольні екстракти рослин:							
H. officinalis	–	+	+	+	+	+	+
L. anisatus	–	+	+	+	+	+	+
D. moldavica	–	+	+	+	+	+	+
S. hortensis	–	+	+	+	+	+	+
M. didyma	+	+	+	+	+	+	+

У ефірній олії лофанту ганусового переважали пулегон (59,19%), ізоментон (14,34%), біциклогермакрен (3,21 %), *β*-каріофілен (2,99 %), ментон (2,21 %), 1,6-гермакрадієн-5-ол (1,5 %), ізопулегон (1,4 %), у чаберу садового – карвакрол (89,07 %), γ-терпінен (3,53 %), *α*-туйон (1,7 %), камфора (1,48 %). Очевидно, високий вміст пулегону і карвакролу зумовили антимікробні властивості *L. anisatus* та *S. hortensis* (рис. 2Б, Г).

Основні компоненти ефірної олії змієголовника молдавського – гераніаль (26,19 %), нераль (22,36 %), гераніол (16,86 %), 2-(1-окси-1-ізопропіл)-циклопентанон (8,29 %), 2,3-дегідро-1,8-цинеол (6,87 %), 3-(1-окси-1-ізопропіл)-циклопентанон (6,51 %), нерол (4,74 %), 3-метил-2-циклогексен 1-он (2,13 %) - рис. 2В. За повідомленням деяких дослідників (Бокова та ін., 2006), антисептичні і протизапальні властивості *D. moldavica* визначає кількісний вміст у фітосировині цитралю – суміші ізомерів гереніалю та нералю.

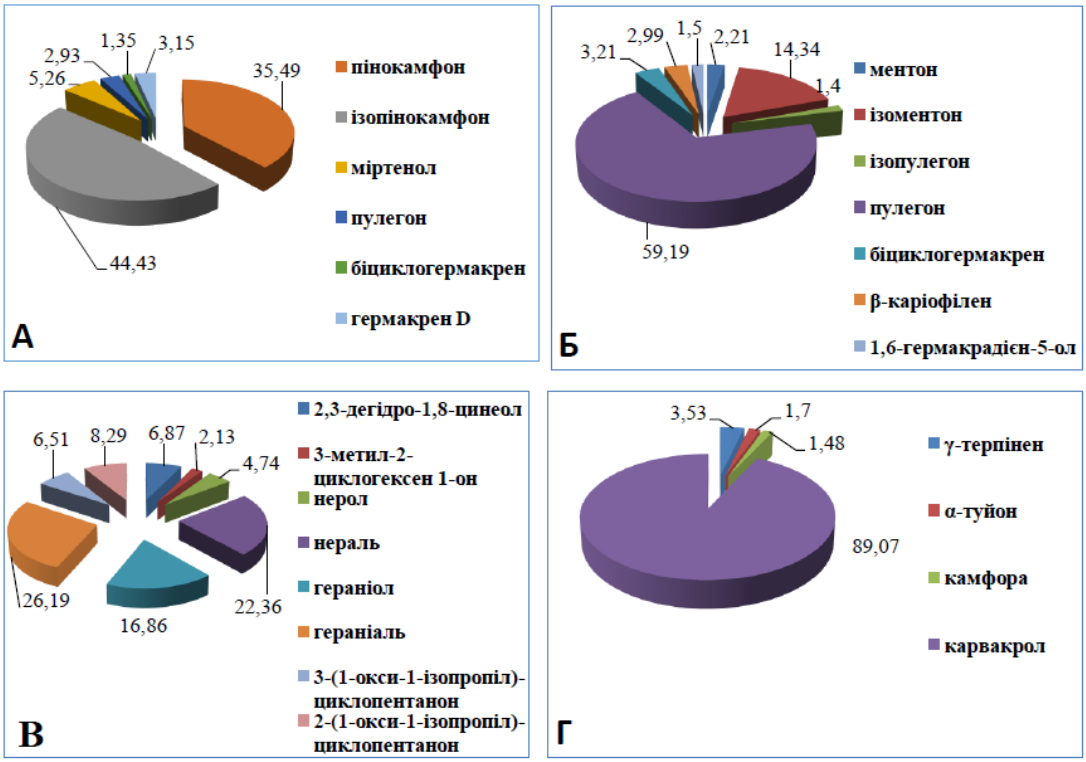

Рис. 2. Основні компоненти ефірних олій, отримані у період цвітіння з надземної частини рослин: А – *H. officinalis;* Б – *L. anisatus;* В – *D. moldavica;* Г – *S. hortensis*, %

ВИСНОВКИ

Таким чином, етанольні екстракти *H. officinalis, D. moldavica, S. hortensis, L. anisatus* проявили бактерицидний вплив стосовно патогенного організму *Escherichia coli* УКМ В–906 (АТСС 25922). Їхня мінімальна бактерицидна концентрація перевищила удвічі МВС 40 % етилового спирту. Відмічено також двократне підвищення мінімальної бактеріостатичної концентрації етанольного екстракту *L. anisatus.* Бактеріостатичного і бактерицидного впливу етанольного екстракту *Monarda didyma* стосовно *E. coli* не виявлено.

Гісоп лікарський, лофант ганусовий, змієголовник молдавський і чабер садовий, вирощені в умовах Полісся України, відзначаються антимікробними властивостями завдяки утворенню і накопиченню у рослинній сировині біологічно активних речовин: ізопінокамфону, пінокамфону, пулегону, ізоментону, цитралю, карвакролу та інших сполук.

Враховуючи результати досліджень, вважаємо перспективним подальше детальніше вивчення етанольних екстрактів із *H. officinalis; L. anisatus; D.*

moldavica і S. hortensis з метою розширення асортименту антибактеріальних рослинних препаратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобкова І.А. Фармакогнозія: підручник / І. А. Бобкова, Л. В. Варлахова, М. М. Маньковська. – К.: Медицина, 2006. – 440 с.
2. Водолазова С. В. Антимикробная активность эфирных масел и водных извлечений из лекарстенных растений Хакасии / С. В. Водолазова, М. А. Мяделец, М. Р. Карпова, Ю. В. Саранчина // Сибиский медицинский журнал. – 2011. – Т. 26, №2. – Вып 2. – С. 54–58.
3. Делова Г. В. Антибактериальные и антифунгальные свойства эфирных масел некоторых видов губоцветных / Г. В. Делова, И. Н. Гуськова // Комплексное изучение полезных растений Сибири. – Новосибирск,1974. – С. 131–146.
4. Жилякова Е. Т. Исследование антимикробной и противовоспалительной активности новой лекарственной формы с маслом монарды / Е. Т. Жилякова, О. О. Новиков, Е. Н. Науменко, О. А. Кузьмичева, К. А. Бочарова, Л. В. Титарева // Научные ведомости Бел. ГУ. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – № 25 (168), Вып. 24/1. – С.198-201.
5. Елланська Н. Е. Особливості формування мікробоценозів у грунтах під ароматичними рослинами / Н. Е. Елланська, Н. О. Гнатюк, О. П. Юношева, І. Г. Хохлова // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологічна. – 2010. – Вип. 27. – С.29 – 33.
6. Екстракція рослинної сировини: навчальний посібник / Ю. І. Сидоров, І. І. Губицька, Р. Т. Конечна, В. П. Новіков – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. – 336 с.
7. Методичні вказівки «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів». Наказ МОЗ України №167. [Чинний від 2007–04–05]. К.: МОЗ України, 2007. – 63 с.
8. Миллер Д. Эксперименты в молекулярной генетике. Под ред. С. И. Алиханяна. – Москва: Мир. 1976. – С. 394–395.
9. Никитина А. С. Исследование антимикробных свойств эфирного масла змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.), культивируемого в Ставропольском крае / А. С. Никитина, О. И. Попова, И. И. Клишина //

Аптечный форум. От производителя до аптеки и потребителя. – Москва, 2007. – С. 88–89.

10. Разработка и научное обоснование использования растительного сырья иссопа лекарственного и змееголовника молдавського / А. С. Никитина, О. И. Попова, И. В. Попов, Н. В. Никитина // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 2. – С. 25–31.

11. Стадницька Н. Є. Рослини з протимікробними властивостями / Н. Є. Стадницька, О. З. Комаровська-Порохнявець, Х. Я. Кіщак, О. Б. Миколів, Б. Я. Литвин, Р. Т. Конечна, В. П. Новіков // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". – 2011. – № 700. – С. 111–116.

12. Тульчинская В. П. Растения – против микробов / В. П. Тульчинская, Н. Г. Юргелайтис. –2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Урожай, 1981. – 64 с.

13. Украинская коллекция микроорганизмов: Каталог культур / Под ред. В. С. Подгорского, О. И. Коцофляк, Е. А. Киприановой, О. Р. Гвоздяк. – 2007. – К.: Наукова думка. – 270 с.

14. Черногород Л. Б. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фрагранол / Л. Б. Черногород, Б. А. Виноградов // Растительные ресурсы. – Санкт-Петербург. – 2006. – Т.42, Вып. 2. – С. 61–68.

15. Шанайда М. І. Антимікробна активність ефірних олій культивованих представників родини *Lamiaceae* Juss / М. І. Шанайда, О. В. Покришко // Annals of Mechnikov Institute. – 2015. – №4. – С. 66–69.

16. Abd El-Bacy H. H. Chemical and biological evaluation of the essential oil of Egyptian moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) / H. H. Abd El-Bacy, G. S. El-Baroty // International Journal of Integrative Biology. – 2008. – Vol.3, №3. – P. 202–208.

17. Abolfazl M. *In vitro* antibacterial activity and phytochemical analysis of some medicinal plants / M. Abolfazl, A. Hadi, M. Frhad, N. Hossein // Journal of Medicinal Plants Research. – 2014. – Vol. 8(3). – P. 186–194.

18. Cvijovic V. Composition and antimicrobial activity of essential oils of some medicinal and spice plants / V. Cvijovic, D. Djukic, L. Mandis, G. Acamovic-Djokovic, M. Pesakovic // Chemistry of Natural Compounds. – 2010. – Vol. 46 (3) – P. 481–482. doi:10.1007/s10600-010-9652-z

19. Dehghanzadeh N. Essential oil composition and antibacterial activity of *Hyssopus officinalis* L. grown in Iran / N. Dehghanzadeh, S. Ketabci, A. Alizaden // Asian J. Biol. Sci. – 2012. – Vol. 3 (4). – P. 767–771.

20. De Martino L. Chemical composition and *in vitro* antimicrobial and mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. / L. De Martino, V. De Feo, F. Nazzaro // Molecules 2009. – Vol. 14. – P. 4213-4230. doi:10.3390/molecules14104213

21. Fathiazad F. A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities / F. Fathiazad, S. Hamedeyazdan S. // Afr. J. Pharm. Pharmacol. – 2011. – Vol. 5. – № 17. – P. 1959–1966.

22. Gormez A. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of two species of Lamiaceae against phytopathogenic bacteria / A. Gormez, S. Bozari, D. Yanmis, M. Gulluce, F. Sahin, G. Agar // Polish journal of microbiology. – 2015. – Vol. 64. – № 2. – P. 121–127.

23. Kizil S. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) essential oil / S. Kizil, N. Hasimi, V. Tolan, E. Kilininc, H. Karatas // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca. – 2010. – Vol. 38 (3). – P. 99–103.

24. Marino M. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae / M. Marino, C. Bersani, G. Comi. // International Journal of Food Microbiology. – 2001. – Vol. 67. – P. 187–195.

25. Mazzanti G. Antimicrobial properties of the linalol-rich essential oil of *Hyssopus officinalis* L. var *decumbens* (Lamiaceae) / G. Mazzanti, L. Battinelli, G. Salvatore // Flavour Frag. J. – 1998. –Vol. 13. – № 5. – P. 289–294.

26. Mihajilov-Krstev T. Antimicrobial activiti of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains. / T. Mihajilov-Krstev, D. Radnovic, D. Kitic, Z. Stojanovic-Radic, B. Zlatkovic // Arch. Biol. Sci. – Belgrade, 2010. – Vol. 62 (1), – P. 159-166. doi:10.2298/ABS1001159M

27. **N**ovak J. Composition of individual essential oil glands of savory (*Satureja hortensis* L., Lamiaceae) from Syria / J. **N**ovak, L. Bahoo, U. Mitteregger, C. Franz // Flavour and Fragrance Journal. – 2006. –Vol. 21. – Issue 4. – P. 731–734.

28. Rezvanpan S. Antibacterial properties and chemical characterization of the essential oils from summer savory extracted by microwave-assisted hydrodistillation / S. Rezvanpanah, K. Rezaei, M. –T. Golmakani, S. H. Razavi // Braz J. Microbiol. – 2011. – Vol. 42(4). – P. 1453–1462.

29. Reichling J. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties-an overview / J. Reichling, P. Schnitzler, U. Suschke, R. Saller // Forsch Komplementmed. – 2009. – Vol. 16(2). – P. 79–90.

30. Salamone, A. The antimicrobial activity of water extracts from Labiatae / A. Salamone, G.V. Zizzo, G. Scarito // Acta Hortic. – 2006. – Vol. 723. – P. 465–470. doi: 10.17660/ActaHortic.2006.723.67

31. Zielińska S. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus Agastache (Lamiaceae) / S. Zielińska, A. Matkowski. // Phytochem Rev. – 2014. – Vol.13(2). – P. 391–416. doi:10.1007/s11101-014-9349-1

32. Vlase L. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys* / L. Vlase et al. // Molecules. – 2014. – Vol. 19. – P. 5490–5507. doi:10.3390/molecules19055490

REFERENCES

Abd El-Bacy, H.H., El-Baroty, G.S. (2008). Chemical and biological evaluation of the essential oil of Egyptian moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). International Journal of Integrative Biology. 3 (3), 202–208.

Abolfazl, M., Hadi, A., Frhad M., Hossein N. (2014). *In vitro* antibacterial activity and phytochemical analysis of some medicinal plants. Journal of Medicinal Plants Research. 8 (3),186–194.

Bobkova, I.A., Varlakhova, L.V., Mankovska, M.M. (2006). Pharmacognosy: textbook. K.: Medicine. 36–37. (in Ukrainian)

Chernogorod, L.B., Vinogradov, B.A. (2006). Essential oils of some species of the genus *Achillea* L., containing fragranol. Plant resources. St. Petersburg. 42 (2), 61–68. (in Russian)

Cvijovic, V., Djukic, D., Mandis, L., Acamovic-Djokovic, G., Pesakovic, M. (2010). Composition and antimicrobial activity of essential oils of some medicinal and spice plants. Chemistry of Natural Compounds. 46 (3), 481–482. doi:10.1007/s10600-010-9652-z

Dehghanzadeh, N., Ketabci, S., Alizaden, A. (2012). Essential oil composition and antibacterial activity of Hyssopus officinalis L. grown in Iran. Asian J. Biol. Sci. 3 (4), 767–771.

Delova, G.V., Gus'kova, I.N. (1994). Comprehensive study of useful plants in Siberia. Novosibirsk. 131–145. (in Russian)

De Martino, L., De Feo, V., Nazzaro, F. (2009). Chemical composition and *in vitro* antimicrobial and mutagenic activities of seven Lamiaceae essential oils. Molecules. 14, 4213-4230. doi:10.3390/molecules14104213

Ellanska, N.Ye. Gnatyuk, N.O., Yunosheva, O.P., Khokhlova, I.G. (2010). Formation of Microbiocenoses in Soils Under Aromatic Plants. Scientific Bulletin of Uzhgorod University. Biology Series. 27, 29–33. (in Ukrainian)

Fathiazad, F., Hamedeyazdan, S. (2011). A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities. Afr. J. Pharm. Pharmacol. 5(17), 1959–1966.

Gormez, A. Bozari, S., Yanmis, D., Gulluce M., Sahin F., Agar G. (2015). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of two species of *Lamiaceae* against phytopathogenic bacteria. Polish journal of microbiology. 64 (2), 121–127.

Kizil S., Hasimi N., Tolan V., Kilininc, E., Karatas, H. (2010). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) essential oil. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca. 38 (3), 99–103.

Marino, M., Bersani, C., Comi, G. (2001). Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. International Journal of Food Microbiology. 67, 187–195.

Mazzanti, G., Battinelli, L., Salvatore, G. (1998). Antimicrobial properties of the linalol-rich essential oil of *Hyssopus officinalis* L. var *decumbens* (Lamiaceae). Flavour Frag. J. 13(5), 289–294.

Methodical instructions 'Determination of the sensibility of microorganisms to antibacterial preparations'(2007).The Order of the Ministry of Health of

Ukraine No 167. – [Valid from 20072–04–05]. Kyiv: Ministry of Health of Ukraine. (in Ukrainian)

Mihajilov-Krstev, T., Radnovic, D., Kitic, D., Stojanovic-Radic, Z., Zlatkovic, B. (2010). Antimicrobial activiti of *Satureja hortensis* L. essential oil against pathogenic microbial strains. Arch. Biol. Sci. Belgrade. 62 (1), 159-166. 2010 doi:10.2298/ABS1001159M

Miller, D. Experiments in molecular genetics (1976). Edited by of S.I. Alikhanyan. Moscow: Mir Publishers, 394-395.

Nikitina A.S., Popova O.I., Klishina I.I. Studies on antimicrobial properties of essential oil from moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) grown in Stavropol region. Apothecary forum. From producer to a drugstore and consumer. Moscow, 2007, 88-89. (in Russian)

Nikitina A.S., Popova O.I., Popov I.V., Nikitina N.V. Development and scientific rationale for integrated use of plant resources of *Hyssopus officinalis* L. and *Dracocephalum moldavica* L. Contemporary issues of science and education. 2011. 2, 25-31. (in Russian)

Novak, J., Bahoo, L., Mitteregger, U., Franz C. (2006).Composition of individual essential oil glands of savory (*Satureja hortensis* L., Lamiaceae) from Syria. Flavour and Fragrance Journal. Volume 21, Issue 4, 731–734.

Podgorsky, V.S., Kotsoflyak, O.I., Kiprianova, Ye.I., Gvozdyak, O.R. The Ukrainian collection of microorganisms: Crop catalogue. (2007). (Eds.). Kyiv: Naukova Dumka Publishers. (in Russian)

Reichling, J, Schnitzler, P, Suschke, U, Saller, R. (2009). Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties-an overview. Forsch Komplementmed, 16(2), 79–90.

Rezvanpanah, S., Rezaei, K, Golmakani, M.-T., and Razavi, S. H. (2011). Antibacterial properties and chemical characterization of the essential oils from summer savory extracted by microwave-assisted hydrodistillation. Braz J Microbiol., 42(4), 1453–1462.

Salamone, A., Zizzo, G.V., Scarito G. (2006). The antimicrobial activity of water extracts from *Labiatae*. Acta Hortic. 723, 465–470. doi: 10.17660/ActaHortic.2006.723.67

Shanayda, M.I., Pokryshko, O.V. (2015). Antimicrobial activity of essential oils of plants belonging to *Lamiaceae* Juss. family. Annals of Mechnikov Institute. 4, 66-69. (in Ukrainian)

Stadnyts'ka, N.Ye., Komarovs'ka-Porokhnyavets,' O.Z., Kishchak, Kh.Ya., Mykoliv, O.B., Lytvyn, B.Ya., Konechna, R.T., Novikov, V.P. (2011).

Plants with antimicrobial properties. Bulletin of National. Univ. Lviv polytehcnik. 700, 111–116. (in Ukrainian)

Sydorov, Yu.I., Gubytska, I.I., Konechna, R.T., Novikov, V.P. (2008). Extraction of plant raw material. Manual. Lviv: Lviv Politekhnika Publishers. (in Ukrainian)

Tulchinska, V. P., Yurgelaitis, N. G.(1981). Plants Against Microbes. Kyiv: Urozhai Publishers. (in Russian)

Vlase, L., Benedec, D., Hanganu, D., Damian, G., Csillag, I., Sevastre, B., Mot, A. C., Silaghi-Dumitrescu, R., Tilea, I. (2014). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys.* Molecules. 9, 5490–5507. doi:10.3390/molecules19055490

Vodolazova, S.V., Myadelets, M.A., Karpova, M.R., Saranchina, Yu.V. (2011). Antimicrobic activity of volatile oils and water extracts from medicinal herbs of Khakasia. The Siberian medical journal. 26, 2 (2), 54–58. (in Russian)

Zhilyakova, E.T., Novikov, O.O., Naumenko, E.N., Kuzmichyova, O.A., Bocharova, K.A., Titareva, L.V. (2013). Antimicrobial and anti-inflammatory activity of new formulation with monarda oil. Belgorod State University Scientific

bulletin: Medicine Pharmacy. 25 (168), 24/1,198-201. (in Russian)

Zielińska S., Matkowski A. (2014). Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae). Phytochem Rev.13(2), 391–416. doi:10.1007/s11101-014-9349-1

Поступила в редакцию 19.01.2016

Как цитировать:

Kotyuk, L.A. (2016). Antimicrobial activity of oil-bearing plants Lamiaceae Lindl. towards Escherichia coli. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University, 6 (1), 216-236.
crossref **http://dx.doi.org/10.15421/201612**