

Biological activity of essential oils and their components

G.A. Utegenova^{1,2}, S.V. Kushnarenko¹

¹Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

e-mail: gulzhakhan_utegen@mail.ru

Key words: essential oils, antibacterial, fungicidal, antiviral, antioxidant, cytotoxic, immunomodulatory, anti-inflammatory activity.

Abstract. Essential oils are mixture of volatile natural compounds characterized by complex chemical composition. More than 2,000 compounds were found among the volatile constituents of essential oils belonging to different classes of chemical compounds: terpenes, ketones, phenols, aldehydes, alcohols, alkanes, fatty acids and their esters, etc. Terpenoids and phenylpropanoids are the main compounds that provide distinctive flavor and biological properties of essential oils. Essential oils and aromatic raw material have the broadest spectrum of biological activity, including antimicrobial, antioxidant, antiviral, cytotoxic, immunomodulatory and anti-inflammatory properties, which leads to their widespread use in medicine, cosmetics, perfume, food and pharmaceutical industries. Essential oils are only a small part of the fresh plant material (about 1%) and are obtained by various methods: pressure, fermentation, extraction and hydrodistillation. The quantitative output and component composition of essential oils depends on many factors: plant species, climatic and soil conditions of its growth, including the stress effects. Currently about 3,000 essential oils isolated and identified, of which about 300 are commercially produced. However, until now the biological activity of many essential oils have not yet been studied. The presence of minor constituents can affect the flavor and the biological activity of the oils. In this review some of the biological activities of essential oils and their constituents are discussed.

УДК 581.19; 547.52/.68

Биологическая активность эфирных масел и их компонентов

Г.А. Утегенова^{1,2}, С.В. Кушнаренок¹

¹РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

e-mail: gulzhakhan_utegen@mail.ru

Ключевые слова: эфирные масла, антибактериальная, фунгицидная, антивирусная, антиоксидантная, цитотоксическая, иммуномодулирующая, противовоспалительная активность.

Аннотация. Эфирные масла – это летучие ароматические смеси органических веществ, отличающихся сложным химическим составом. Среди летучих компонентов эфирных масел было обнаружено более 2000 соединений, которые относятся к самым различным классам химических соединений: терпены, кетоны, фенолы, альдегиды, спирты, алканы, жирные кислоты и их эфиры и др. Терпеноиды и фенилпропаноиды являются основными соединениями, которые обеспечивают характерный аромат и биологические свойства эфирных масел. Эфирные масла и эфиромасличное сырье обладают широчайшим спектром биологической активности, в т.ч. антимикробной, антиоксидантной, антивирусной, цитотоксической, иммуномодулирующей, противовоспалительной, что обуславливает их широкое применение в медицине, косметической, парфюмерной, пищевой и фармацевтической промышленности. Эфирные масла составляют лишь небольшую часть сырого веса растительного материала (около 1%) и получают различными методами: отжим, ферментация, выгонка и гидроdistillation. Количественный выход и компонентный состав эфирных масел зависит от многих факторов: вида растения, климатических и почвенных условий его

произрастания, в том числе, воздействия стрессов. В настоящее время выделены и идентифицированы около 3000 эфирных масел, из которых около 300 производятся в коммерческих целях. Однако до сих пор биологическая активность многих эфирных масел еще не изучена. Наличие минорных компонентов может влиять на аромат, а также, в значительной степени, и на биологическую активность масел. В обзорной статье обсуждаются некоторые биологические активности эфирных масел и их компонентов.

Введение

Эфирные масла представляют собой сложные смеси соединений с низкой молекулярной массой (как правило, менее 500 дальтон), выделенных путем паровой дистилляции, гидродистилляции или экстракции растворителем. Эфирные масла могут содержать от 20 до 100 растительных вторичных метаболитов, принадлежащих к различным классам химических веществ. Терпеноиды и фенилпропаноиды являются основными компонентами эфирных масел. Кроме того, присутствуют ароматические и алифатические соединения. Монотерпены, сесквитерпены и окисленные производные этих двух соединений являются самой большой группой химических веществ эфирных масел [1].

На количественный выход и компонентный состав эфирных масел влияют как почвенно-климатические и экологические условия произрастания растения-эфироноса, время сбора и условия высушивания растения, тип используемого для выделения эфирных масел растительного материала, так и технология получения самого масла, и режим его хранения. Например, эфирные масла из различных частей растений, таких как цветы, листья, стебли, корни, плоды имеют различные биологические и лечебные свойства [2]. Еще одним важным обстоятельством, с которыми связаны различия в свойствах эфирных масел, является генетическая неоднородность растений в пределах одного вида.

Продукты растительного происхождения и их производные являются важными источниками новых терапевтических молекул. Использование эфирных масел в традиционной медицине практикуется с древних времен в истории человечества. Исследователи со всего мира изучают биологические свойства эфирных масел, такие как антимикробное, противовирусное, антимутагенное, противораковое, антиоксидантное, противовоспалительное и иммуномодулирующее.

Появление устойчивых к лекарствам штаммов возбудителей болезней, увеличение населения с ослабленным иммунитетом и недостатки имеющихся антибиотиков побуждают исследователей применять дополнительные и альтернативные методы лечения, в том числе с использованием эфирных масел.

Биологическая активность эфирных масел и их основных соединений, а также компонентный состав эфирных масел некоторых редких и эндемичных растений еще не изучены. В этом отношении богатейшая флора Казахстана, насчитывающая около 6000 видов, в том числе почти 800 эндемов, представляет огромный интерес для исследования [3, 4]. Многие из этих видов являются малоизученными в фитохимическом отношении.

Антибактериальная и фунгицидная активность эфирных масел

Эфирные масла оказывают антимикробное действие на устойчивые формы микроорганизмов, например, на стафилококки, резистентные к антибиотикам. Основными компонентами, определяющими антимикробные свойства эфирных масел, являются окисленные терпеноиды, такие как спирты и фенольные терпены [5]. Взаимодействие между этими компонентами может привести как к антагонистическому, так и синергетическому эффекту. В некоторых исследованиях показано, что эфирное масло обладает более высокой антибактериальной активностью, чем смесь его основных компонентов. Эфирные масла, основными компонентами которых являются альдегиды или фенолы, такие как циннамальдегид, цитраль, карвакрол, эвгенол или тимол показали наиболее высокую антимикробную активность. Карвакрол обладает антимикробным действием против широкого спектра микроорганизмов: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Bacillus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Streptococci*, *Pseudomonas* и др. [6]. Выявлено, что эфирные масла, содержащие терпеновые спирты, также обладают высокой активностью. Эфирные масла, в состав которых входят кетоны или сложные эфиры, такие как β -мирцен, α -туйон или геранил ацетат, имеют менее выраженное антимикробное действие, а эфирные масла, содержащие терпеновые углеводороды, являются и вовсе неактивными. Эфирные масла с высокой концентрацией тимола и карвакрола в

большей степени подавляют грамположительные патогенные бактерии по сравнению с грамотрицательными [7]. Так, эфирное масло *Achillea clavennae* показало сильную антибактериальную активность против грамотрицательных возбудителей болезней *Haemophilus influenzae* и *Pseudomonas aeruginosa*, в то время как *Streptococcus pyogenes* был устойчив к действию этого эфирного масла [8]. Высокая антимикробная активность эфирных масел видов *Thymus* и *Origanum* была обусловлена содержанием фенольных компонентов, таких как тимол и карвакрол. В эфирных маслах *Eugenia caryophyllus* [5], *Syzygium aromaticum* [9] и *Ocimum basilicum* [10] высокая антимикробная активность связана с присутствием компонента эвгенол. Эфирные масла *Artemisia glabella*, *Mentha piperita*, *Thymus rasiatus*, *Schulzia crinita*, *Thymus marschallianus* и их основные компоненты: 1,8-цинеол и тимол обладают выраженной антимикробной активностью в отношении *Staphylococcus aureus* и *E. coli* [11]. Слабая антимикробная активность эфирного масла *Chaerophyllum libanoticum* [12], *Tanacetum argenteum subsp. flabellifolium* [13] и *Cupressus arizonica* была обусловлена высоким содержанием в них углеводов.

Имеется ограниченное количество работ, посвященных механизму действия эфирных масел или их отдельных компонентов. Предложенные механизмы противомикробного действия компонентов эфирных масел включают в себя последовательное торможение общего биохимического пути, ингибирование защитных ферментных систем бактерий и изменение проницаемости клеточной стенки, что способствует повышению поглощения других противомикробных препаратов [14].

Проводятся многочисленные работы по исследованию фунгицидной активности эфирных масел. Эфирное масло *Artemisia latifolia* проявило фунгицидные свойства в отношении *Trichophyton rubrum*, *Microsporum canis* и *Candida albicans* [15]. Эфирное масло *Thymus schimperi* Ronniger показало фунгицидную активность против широкого спектра патогенных грибов, таких как *Penicillium chrysogenum*, *Verticillium* sp., *Aspergillus tubingensis*, *Aspergillus minutus*, *Beauveria bassiana* и *Microsporum gypseum* [16]. Терпеноиды – цитраль, цитронеллол, гераниол и геранилацетат, которые являются основными составляющими эвкалиптового масла, масла чайного дерева и масла герани, блокируют S-фазу клеточного цикла патогенных дрожжей *Candida albicans* [17]. Эфирное масло *Angelica major* обладает фунгицидной активностью в низких концентрациях 0,08-1,25 мкг/мл против *Candida* spp., *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus* spp. и дерматофитов, что обусловлено наличием в его составе таких компонентов, как α -пинен и цис- β -оцимен [18].

Антивирусная активность эфирных масел

Эфирные масла могут быть потенциальной альтернативой синтетическим противовирусным препаратам, так как они проявляют антивирусные свойства, обладая при этом низкой токсичностью. В работах последних лет показана высокая антивирусная активность компонентов эфирных масел, в том числе фенилпропаноидов, монотерпенов, тритерпенов и сесквитерпенов, против вируса герпеса и риновирусов [19]. Эфирное масло *Melissa officinalis* L. из-за наличия в его составе цитраля и цитронеллала ингибирует репликацию вируса простого герпеса 2 (ВПГ-2) [20]. Репликация ВПГ-2 может быть подавлена путем инкубации *in vitro* с различными эфирными маслами. Например, эфирное масло лимонника обладает сильным антивирусным действием против вируса простого герпеса 1 (ВПГ-1) и после инкубации в течение 24 ч., даже при концентрации 0,1% полностью ингибирует репликацию вируса [21]. В исследованиях *in vitro* доказано, что эвгенол – основной компонент многих эфирных масел растений, является эффективным средством против ВПГ-1 и ВПГ-2 [22].

В работах казахстанских ученых экспериментально в условиях *in vivo*, с использованием куриных эмбрионов, установлено, что эфирное масло полыни гладкой в диапазоне исследуемых концентраций 5-100 мкмоль/л проявляет 100% ингибирующую активность по отношению к вирусу гриппа [23].

Антиоксидантная и антирадикальная активность эфирных масел

Большое количество исследований в области биологии и медицины нацелено на изучение активных форм кислорода (АФК). АФК являются неизбежным побочным продуктом клеточного дыхания, приводящим к окислению липидов, нуклеиновых кислот и белков. Повреждения, вызываемые АФК, являются основной причиной многих заболеваний, таких как рак, воспалительные и нейродегенеративные заболевания. Клетки имеют сложные антиоксидантные системы регулирования для поддержания надлежащего баланса АФК. Тем не менее, нарушения в

гомеостазе могут привести к окислительному стрессу и повреждению тканей.

Эфирные масла богаты фенольными соединениями и, по этой причине, привлекают исследователей для изучения их антиоксидантных свойств и использования в качестве антиоксидантов. В последние десятилетия интенсивные исследования выполняются в целях получения и использования природных антиоксидантов, которые могут служить в борьбе с процессом старения. Фенольные соединения эфирных масел проявили антиоксидантную активность, которая связана с их способностью нейтрализовать свободные радикалы. В ряде работ показано, что добавки эфирных масел к свежим ягодам и фруктам увеличивают антиоксидантную активность последних [24]. Изучение индивидуальных терпенов и фенолов, являющихся компонентами различных эфирных масел, показало, что многие терпены обладают антиоксидантной и антирадикальной активностью; причем активность циклических монотерпеновых углеводородов с двумя двойными связями сопоставима с активностью полифенолов и α -токоферола [25].

В основе биологической активности природных антиоксидантов лежат процессы торможения развивающегося радикального окисления тканевых липидов путем взаимодействия активных пероксирадикалов с биоантиоксидами. Антирадикальной активностью обладают такие компоненты как цитронеллаль, нераль и гераниаль, входящие в состав многих эфирных масел. Определение антирадикального свойства эфирного масла из *Rosa alba* L. с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила показало, что наиболее активными компонентами являются эвгенол, метилэвгенол, нерол, гераниол, цитронеллол и цитраль [26]. Эфирное масло *Thymus serpyllum* L. обладает антирадикальной активностью, которая близка к активности синтетического бутилированного гидрокситолуола в системе β -каротин/линолевая кислота. Антиоксидантная активность была обусловлена высоким содержанием таких фенольных компонентов как тимол и карвакрол [27].

Цитотоксическая активность эфирных масел

В ряде статей приводятся данные о цитотоксической (противоопухолевой) активности эфирных масел, которую в основном связывают с присутствием фенолов, альдегидов и спиртов [28]. В эфирных маслах обнаружены активные компоненты, которые проявляют противоопухолевое действие против различных раковых клеток в условиях *in vitro*. Цитотоксический эффект эфирных масел или их составляющих включает в себя индукцию гибели клеток путем апоптоза и/или некроза. Эфирные масла обладают сильным цитотоксическим действием в отношении рака простаты, лёгких и рака молочной железы.

Эфирное масло *Lippia gracilis*, основным компонентом которого является тимол (40,52%), обладает цитотоксическим эффектом против различных опухолевых клеток: HeLa, B16 и MCF-7 [29]. Сесквитерпеновые соединения эфирного масла *Salvia officinalis* α -гумулен и транс-кариофиллен ингибируют рост раковых клеток человека и животных [30].

Казахстанскими учеными исследована цитотоксическая активность *in vivo* эфирных масел некоторых растений флоры Казахстана. Например, цитотоксическую активность эфирного масла *Artemisia tschernieviana* Besser. проверяли на яйцах рачков *Artemia salina*. Эфирное масло *Artemisia tschernieviana* Besser. во всех концентрациях оказывает острую летальную токсичность — все личинки погибают [31].

Иммуномодулирующая и противовоспалительная активность эфирных масел

Воспаление является наиболее ранней реакцией иммунной системы на инфекцию. Существует целый ряд медиаторов воспаления: фактор некроза опухоли- α (TNF α), интерлейкин (ИЛ) – 1 β , ИЛ-8, ИЛ-10 и простагландин E $_2$. Как показано в современной литературе, эфирные масла обладают иммуномодулирующей и противовоспалительной активностями. Иммуномодулирующая активность некоторых эфирных масел и основных компонентов была продемонстрирована *in vivo* и *in vitro*. Например, эфирное масло, выделенное из лекарственного растения Ирана *Zataria multiflora*, стимулировало иммунный ответ у кроликов на антигены *Candida albicans* [32] и у цыплят, вакцинированных живыми вакцинами вируса болезни Ньюкасла [33]. Отдельные компоненты эфирных масел, такие как гераниол и гераниол ацетат показали иммуностимулирующее действие в системе *in vitro* [34]. Эфирное масло *Nigella sativa* влияет на иммунную систему; оно способно ингибировать многие воспалительные медиаторы и может улучшить воспалительные и аутоиммунные состояния [35].

Фенилпропаноиды являются перспективным источником противовоспалительных веществ. Анетол – природный компонент эфирного масла многих растений, например *Illicium verum* Hook. f., обладает антиоксидантными, фунгицидными, обезболивающими и противовоспалительными свойствами [36]. Противовоспалительное действие эфирных масел может быть связано не только с их антиоксидантными свойствами, но также и с взаимодействием с сигнальными каскадами, которое осуществляется с участием цитокинов и регуляторных транскрипционных факторов, экспрессией провоспалительных генов [37]. Оксид азота (NO) является важным медиатором воспалительных процессов, и, таким образом, подавление образования NO может иметь важное значение для разработки противовоспалительных агентов [38].

В Казахстане также ведутся работы по исследованию противовоспалительной активности эфирных масел. Показано, что эфирное масло *Artemisia glabella* обладает выраженными антиэкссудативными свойствами. По видимому, противовоспалительное действие связано как с ингибированием биосинтеза некоторых медиаторов воспаления (цитокинов TNF α , лейкотриена B $_4$, тромбксана B $_2$ и простогландина E $_2$), обусловленного наличием 1,8-цинеола, так и с другими механизмами, например антимиаторными (в частности, антигистаминным) свойствами [23]. Эфирное масло *Ocimum gratissimum* ингибирует функции ферментов, которые участвуют в синтезе медиаторов воспаления [39]. Эфирное масло и его основные компоненты являются важными природными лекарственными средствами при предотвращении или облегчении воспалительных процессов организма.

Заключение

Эфирные масла представляют собой смесь летучих органических соединений, принадлежащих к различным классам химических веществ: терпены, кетоны, фенолы, альдегиды, спирты, алканы, жирные кислоты и их эфиры и др. Благодаря многокомпонентному составу эфирные масла обладают широчайшим спектром биологической активности, в т.ч. антимикробной, антиоксидантной, антивирусной, цитотоксической, иммуномодулирующей, противовоспалительной и находят практическое применение в медицине, косметической, парфюмерной, пищевой и фармацевтической промышленности. Несмотря на широкое использование эфирных масел важно продолжать исследования для более глубокого понимания механизмов действия эфирных масел и их отдельных компонентов и поиска возможностей их нового применения в различных областях здравоохранения, сельского хозяйства и защиты окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nakatsu T., Lupo A.T., Chinn, J.W., Kang R.K.L. Biological activity of essential oils and their constituents // Stud. Nat. Prod. Chem. – 2000. – V. 21. – P. 571–631.
- [2] Cowan M.M. Plant products as antimicrobial agents // Clin. Microbiol. Rev. 1999. – V. 12 (4). – P. 564–582.
- [3] Кукунов М.К., Егубаева Р.А., Аверина В.Ю., Демидовская Л.Ф., Аталыкова Ф.М. Эфирномасличные растения Казахстана и их рациональное использование. – Алматы: Гылым. – 1990. – 143 с.
- [4] Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана. – Алматы. 2014. – 200 с.
- [5] Ait-Ouazzou A., Cherrat L., Espina L., Lorán S., Rota C., Pagán R. The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation // Innov. Food Sci. Emerg. – 2011. – V. 12 (3). – P. 320–329.
- [6] Baser KHC. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils // Curr Pharm Des. – 2008. – V. 14 (29). – P. 3106–3119.
- [7] Nevas M., Korhonen A., Lindstrom M., Turkki P., Korkeala H. Antibacterial efficiency of Finnish spice essential oils against pathogenic and spoilage bacteria // J. Food Prot. – 2004. – No. 1. – P. 199–202.
- [8] Skocibusic M., Bezic N., Dunkic V., Radonic A. Antibacterial activity of *Achillea clavennae* essential oil against respiratory tract pathogens // Fitoterapia. – 2004. – V. 75 (7–8). – P. 733–736.
- [9] Fu Y.J., Zu Y.G., Chen L.Y., Shi X.G., Wang Z., Sun S., Efferth T. Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination // Phytother. Res. – 2007. – V. 21 (10). – P. 989–994.
- [10] Bassolé I.H.N., Lamien-Meda A., Bayala B., Tirogo S., Franz C., Novak J., Nebié R.C., Dicko M.H. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination // Molecules – 2010. – V. 15 (11). – P. 7825–7839.
- [11] Торина А.К., Бисенова Г.Н., Шегебаева А.А., Ибраева А., Рязанцев О., Атажанова Г.А. Антимикробная активность основных компонентов эфирных масел и их некоторых производных // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2014. – №3 (82). – С.54–62.

- [12] Demirci B., Kosar M., Demirci F., Dinc M., Baser K.H.C. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of *Chaerophyllum libanoticum* Boiss.et Kotschy // Food Chem. – 2007. – V. 105 (4). – P. 1512-1517.
- [13] Tabanca N., Demirci F., Demirci B., Wedge D.E., Baser K.H.C. Composition, enantiomeric distribution, and antimicrobial activity of *Tanacetum argenteum* subsp. *flabellifolium* essential oil // J. Pharm. Biomed. – 2007. – V. 45 (5). – P.714-719.
- [14] Bassolé I.H.N., Juliani H.R. Essential Oils in combination and their antimicrobial properties // Molecules – 2012. – V. 17 (4). – P. 3989-4006.
- [15] Амирханова Ж.Т., Ахметова С.Б., Ахметова Н.Т. Эфирные масла флоры Казахстана проявляющие противогрибковый эффект // Материалы международной конференции молодых ученых: Современная медицина: тенденции развития. – 2013. – С. 15-17.
- [16] Properzi A., Angelini P., Bertuzzi G., Venanzoni R. Some Biological Activities of Essential Oils // Medicinal & Aromatic Plants. – 2013. – V. 2(5). – P. 1-4.
- [17] Zore G.B., Thakre A.D., Jadhav S., Karuppaiyil S.M. Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle // Phytomedicine. – 2011. – V. 18 (13). – P. 1181-1190.
- [18] Cavaleiro C., Salgueiro L., Goncalves M.J., Hrimpeng K., Pinto J., Pinto E. Antifungal activity of the essential oil of *Angelica major* against *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* and dermatophyte species // Journal of Natural Medicines. – 2015. – V. 69 (2). – P. 241-248.
- [19] Astani A., Schnitzler P. Antiviral activity of monoterpenes beta-pinene and limonene against herpes simplex virus *in vitro* // Iranian Journal of Microbiology. – 2014. – V. 6 (3). – P. 149-155.
- [20] Allahverdiyev A., Duran N., Ozguven M., Koltas S. Antiviral activity of the volatile oils of *Melissa officinalis* L. against Herpes simplex virus type-2 // Phytomedicine. – 2004. – V. 11 (7-8). – P. 657-661.
- [21] Minami M., Kita M., Nakaya T., Yamamoto T., Kuriyama H., Imanishi J. The inhibitory effect of essential oils on herpes simplex virus type-1 replication *in vitro* // Microbiol. Immunol. – 2003. – V. 47 (9). – P.681-684.
- [22] Tragoolpua Y., Jatisatieur A. Anti-herpes simplex virus activities of *Eugenia caryophyllus* (Spreng.) Bullock and S.G. Harrison and essential oil, eugenol // Phytother. Res. – 2007. – V. 21(12). – P. 1153-1158.
- [23] Сейдахметова Р.Б., Бейсенбаева А.А., Атажанова Г.А., Сулейменов Е.М., Пак Р.Н., Кульясов А.Т., Адекенов С.М. Химический состав и биологическая активность эфирного масла полыни гладкой // Химико-фармацевтический журнал. – 2002– Т. 36. – № 3. – С. 27-30.
- [24] Wang C.Y., Wang S.Y., Chen C. Increasing antioxidant activity and reducing decay of blueberries by essential oils // J. Agric. Food Chem. – 2008. – V. 56 (10). – P. 3587-3592.
- [25] Foti M.C., Ingold K.C. Mechanism of inhibition of lipid peroxidation by γ -terpinene, an unusual and potentially useful hydrocarbon antioxidant // J. Agric. Food Chem. – 2003. – V. 51 (9). – P. 2758-2765.
- [26] Mileva M.M., Kusovski V.K., Krastev D.S., Dobрева A.M., Galabov A.S. Chemical composition, *in vitro* antiradical and antimicrobial activities of Bulgarian *Rosa alba* L. essential oil against some oral pathogens // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2014. – V. 3 (7). – P. 11-20.
- [27] Nikolic M., Glamoclija J., Ferreira I. C.F.R., Calhella R.C. Fernandes Â., Markovic T., Markovic D., Giweli A., Sokovic M. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils // Industrial Crops and Products. – 2014. – V. 52. – P. 183-190.
- [28] Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., Bruni R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in food // Food Chemistry. – 2005. – V. 91 (4). – P. 621-632.
- [29] Melo J.O., Fachin A.L., Rizo W.F., Jesus H.C.R., Arrigoni-Blank M.F., Alves P.B., Marins M.A., França S.C., Blank A.F. Cytotoxic effects of essential oils from three *Lippia gracilis* Schauer genotypes on HeLa, B16, and MCF-7 cells and normal human fibroblasts // Genetics and Molecular Research. – 2014. – V. 13 (2). – P. 2691-2697.
- [30] Hadri A., Gómez del Río M. Á., Sanz J., González C. A., Idaomar M., Ozonas B. R., González J. B., Reus S.M.I. Cytotoxic activity of α -humulene and trans-caryophyllene from *Salvia officinalis* in animal and human tumor cells // An. R. Acad. Nac. Farm. – 2010. – V. 76 (3). – P. 343-356.
- [31] Сисенгалиева Г.Г., Ишмуратова М.Ю., Исакова Ж.Б., Джалмаханбетова Р.И., Сулеймен Е.М. Исследование биологической активности и анатомического строения *Artemisia tschernievia* Besser из Казахстана // Сб. ст. по материалам XVII междунар. науч.-практ. конф. / Изд. «СибАК». – Новосибирск. – 2014. – № 4 (16). – С. 109.
- [32] Khosravi A., Franco M., Shokri H., Yahyaeyat R. Evaluation of the effects of *Zataria multiflora*, *Geranium pelargonium*, *Myrth* and *Lemon* essences on immune system function in experimental animals // J. Vet. Res. – 2007. – V. 62. – P. 119-123.
- [33] Mosleh N., Shomali T., Aghapour Kazemi H. Effect of *Zataria multiflora* essential oil on immune responses and faecal virus shedding period in broilers immunized with live Newcastle disease vaccines // Iranian Journal of Veterinary Research. – 2013. – V. 14 (3). – P. 220-225.
- [34] Seema F., Vijaya P.P., Manivannan V. Immunomodulatory activity of geranial, geranial acetate, gingerol, and eugenol essential oils: evidence for humoral and cell-mediated responses // Avicenna J Phytomed. – 2013. – V. 3 (3). – P. 224-230.
- [35] Hmza A.J.A., Osman M.T., Adnan A., Omar E. Immunomodulatory effect of *Nigella sativa* oil in the disease process of type 1 diabetic rats // RJPBCS. – 2013. – V. 4 (1). – P. 980-988.
- [36] De M., De A.K., Sen P., Banerjee A.B. Antimicrobial properties of star anise (*Illicium verum* Hook f) // Phytother. Res. – 2002. – V.16(1). – P. 94-95.
- [37] Miguel M.G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review // Molecules. – 2010. – V. 15. – P. 9252-9287.

[38] Tosun A., Khan S., Kim Y.Sh., Calín-Sánchez Á., Hysenaj X., Carbonell-Barrachina Á.A. Essential oil composition and anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) in murin macrophages // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. – 2014. – V. 13 (6). – P. 937-942.

[39] Sahouo G.B., Tonzibo Z.F., Boti B., Chopard C., Mahy J.P., Yao T.N. Anti-inflammatory and analgesic activities: Chemical constituents of essential oils of *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon giganteus* inhibited lipoxygenase L-1 and cyclooxygenase of PGHS // *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* – 2003. – V. 17 (2). – P. 191-197.

REFERENCES

[1] Nakatsu T., Lupo A.T., Chinn, J.W., Kang R.K.L. Biological activity of essential oils and their constituents. *Stud. Nat. Prod. Chem.*, **2000**, 21, 571–631.

[2] Cowan M.M. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.*, 1999, 12 (4), 564-582.

[3] Kukenov M.K., Egeubaeva R.A., Averina V.Ju., Demidovskaja L.F., Atalykova F.M. Jefirmomaslichnye rastenija Kazahstana i ih racional'noe ispol'zovanie, Almaty: Gylym, **1990**, 143 p. (in Russ.).

[4] Grudzhinskaja L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh. Annotirovannyj spisok lekarstvennyh rastenij Kazahstana, Almaty, **2014**, 200 p. (in Russ.).

[5] Ait-Ouazzou A., Cherrat L., Espina L., Lorán S., Rota C., Pagán R. The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation, *Innov. Food Sci. Emerg.*, **2011**, 12 (3), 320-329.

[6] Baser K.H.C. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils, *Curr Pharm Des.*, **2008**, 14 (29), 3106-3119.

[7] Nevas M., Korhonen A., Lindstrom M., Turkki P., Korkeala H. Antibacterial efficiency of Finnish spice essential oils against pathogenic and spoilage bacteria, *J. Food Prot.*, **2004**, 1, 199-202.

[8] Skocibusic M., Bezic N., Dunkic V., Radonic A. Antibacterial activity of *Achillea clavennae* essential oil against respiratory tract pathogens, *Fitoterapia*, **2004**, 75 (7-8), 733-736.

[9] Fu Y.J., Zu Y.G., Chen L.Y., Shi X.G., Wang Z., Sun S., Efferth T. Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination, *Phytother. Res.*, **2007**, 21 (10), 989-994.

[10] Bassolé I.H.N., Lamien-Meda A., Bayala B., Tirogo S., Franz C., Novak J., Nebié R.C., Dicko M.H. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination, *Molecules*, **2010**, 15 (11), 7825-7839.

[11] Torina A.K., Bisenova G.N., Shegebaeva A.A., Ibraeva A., Rjazancev O., Atazhanova G.A. Antimikrobnaja aktivnost' osnovnyh komponentov jefirnyh masel i ih nekotoryh proizvodnyh, *Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, **2014**, 3 (82), 54-62 (in Russ.).

[12] Demirci B., Kosar M., Demirci F., Dinc M., Baser K.H.C. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of *Chaerophyllum libanoticum* Boiss. et Kotschy, *Food Chem.*, **2007**, 105 (4), 1512-1517.

[13] Tabanca N., Demirci F., Demirci B., Wedge D.E., Baser K.H.C. Composition, enantiomeric distribution, and antimicrobial activity of *Tanacetum argenteum* subsp. flabellifolium essential oil, *J. Pharm. Biomed.*, **2007**, 45 (5), 714-719.

[14] Bassolé I. H. N., Juliani H. R. Essential Oils in combination and their antimicrobial properties, *Molecules*, **2012**, 17 (4), 3989-4006.

[15] Amirhanova Zh.T., Ahmetova S.B., Ahmetova N.T. Jefirnye masla flory Kazahstana projavljajushhie protivogribkovyj jeffekt, *Materialy mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh: Sovremennaja medicina: tendencii razvitija*, **2013**, 15-17 (in Russ.).

[16] Properzi A., Angelini P., Bertuzzi G., Venanzoni R. Some Biological Activities of Essential Oils, *Medicinal & Aromatic Plants*, **2013**, 2(5), 1-4.

[17] Zore G.B., Thakre A.D., Jadhav S., Karuppaiyl S.M. Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle, *Phytomedicine*, **2011**, 18 (13), 1181-1190.

[18] Cavaleiro C., Salgueiro L., Goncalves M.J., Hrimpeng K., Pinto J., Pinto E. Antifungal activity of the essential oil of *Angelica major* against *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* and dermatophyte species, *Journal of Natural Medicines*, **2015**, 69 (2), 241-248.

[19] Astani A., Schnitzler P. Antiviral activity of monoterpenes beta-pinene and limonene against herpes simplex virus in vitro, *Iranian Journal of Microbiology*, **2014**, V. 6 (3), 149-155.

[20] Allahverdiyev A., Duran N., Ozguven M., Koltas S. Antiviral activity of the volatile oils of *Melissa officinalis* L. against Herpes simplex virus type-2, *Phytomedicine*, **2004**, 11 (7-8), 657-661.

[21] Minami M., Kita M., Nakaya T., Yamamoto T., Kuriyama H., Imanishi J. The inhibitory effect of essential oils on herpes simplex virus type-1 replication in vitro, *Microbiol. Immunol.*, **2003**, 47 (9), 681-684.

[22] Tragoolpua Y., Jatisatieu A. Anti-herpes simplex virus activities of *Eugenia caryophyllus* (Spreng.) Bullock and S. G. Harrison and essential oil, eugenol, *Phytother. Res.*, **2007**, 21(12), 1153-1158.

[23] Sisengalieva G.G., Ishmuratova M.Ju. Iskakova Zh.B., Dzhalmahanbetova R.I., Cylejmen E.M. Issledovanie biologicheskoy aktivnosti i anatomicheskogo stroenija *Artemisia tshermieviana* Besser iz Kazahstana, *Sb. st. po materialam XVII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izd. SibAK, Novosibirsk*: **2014**, 4 (16), 109 (in Russ.).

[24] Wang C.Y., Wang S.Y., Chen C. Increasing antioxidant activity and reducing decay of blueberries by essential oils, *J. Agric. Food Chem.*, **2008**, 56 (10), 3587-3592.

[25] Foti M.C., Ingold K.C. Mechanism of inhibition of lipid peroxidation by γ -terpinene, an unusual and potentially useful hydrocarbon antioxidant, *J. Agric. Food Chem.*, **2003**, 51 (9), 2758-2765.

[26] Mileva M.M., Kusovski V.K., Krastev D.S., Dobreva A.M., Galabov A.S. Chemical composition, in vitro antiradical and antimicrobial activities of Bulgarian *Rosa alba* L. essential oil against some oral pathogens, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*,

2014, 3 (7), 11-20.

[27] Nikolic M., Glamoclija J., Ferreira I. C.F.R., Calhelha R.C. Fernandes Á., Markovic T., Markovic D., Giweli A., Sokovic M. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils, *Industrial Crops and Products*, **2014**, 52, 183-190.

[28] Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., Bruni R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in food, *Food Chemistry*, **2005**, 91 (4), 621-632.

[29] Melo J.O., Fachin A.L., Rizo W.F., Jesus H.C.R., Arrigoni-Blank M.F., Alves P.B., Marins M.A., França S.C., Blank A.F. Cytotoxic effects of essential oils from three *Lippia gracilis* Schauer genotypes on HeLa, B16, and MCF-7 cells and normal human fibroblasts, *Genetics and Molecular Research*, **2014**, 13 (2), 2691-2697.

[30] Hadri A., Gómez del Río M.Á., Sanz J., González C.A., Idaomar M., Ozonas B.R., González J.B., Reus S.M.I.. Cytotoxic activity of α -humulene and trans-caryophyllene from *Salvia officinalis* in animal and human tumor cells, *An. R. Acad. Nac. Farm.*, **2010**, 76 (3), 343-356.

[31] Sisengalieva G.G., Ishmuratova M.Ju. Iskakova Zh.B., Dzhalmanbetova R.I., Cylejmen E.M. Issledovanie biologicheskoy aktivnosti i anatomicheskogo stroeniya *Artemisia tshernieviana* Besser iz Kazahstana, *Sb. st. po materialam XVII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Izd. SibAK, Novosibirsk*: **2014**, 4 (16), 109 (in Russ.).

[32] Khosravi A., Franco M., Shokri H., Yahyaraeyat R. Evaluation of the effects of *Zataria multiflora*, *Geranium pelargonium*, *Myrth* and *Lemon* essences on immune system function in experimental animals, *J. Vet. Res.*, **2007**, 62, 119-123.

[33] Mosleh N., Shomali T., Aghapour Kazemi H. Effect of *Zataria multiflora* essential oil on immune responses and faecal virus shedding period in broilers immunized with live Newcastle disease vaccines, *Iranian Journal of Veterinary Research*, **2013**, 14 (3), 220-225.

[34] Seema F., Vijaya P.P., Manivannan V. Immunomodulatory activity of geranial, geranial acetate, gingerol, and eugenol essential oils: evidence for humoral and cell-mediated responses, *Avicenna J Phytomed.*, **2013**, 3 (3), 224-230.

[35] Hmza A. J. A., Osman M. T., Adnan A., Omar E. Immunomodulatory effect of *Nigella sativa* oil in the disease process of type 1 diabetic rats, *RJPBCS*, **2013**, 4 (1), P. 980-988.

[36] De M., De A.K., Sen P., Banerjee A.B. Antimicrobial properties of star anise (*Illicium verum* Hook f), *Phytother. Res.*, **2002**, 16(1), 94-95.

[37] Miguel M. G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review, *Molecules*, **2010**, 15, 9252-9287.

[38] Tosun A., Khan S., Kim Y. Sh., Calín-Sánchez Á., Hysenaj X., Carbonell-Barrachina Á.A. Essential oil composition and anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) in murin macrophages, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **2014**, 13 (6), 937-942.

[39] Sahouo G.B., Tonzibo Z.F., Boti B., Chopard C., Mahy J.P., Yao T.N. Anti-inflammatory and analgesic activities: Chemical constituents of essential oils of *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus citriodora* and *Cymbopogon giganteus* inhibited lipoxygenase L-1 and cyclooxygenase of PGHS, *Bull. Chem. Soc. Ethiop.*, **2003**, 17 (2), 191-197.

Эфир майларының және олардың компоненттерінің биологиялық белсенділігі

Г.А. Утегенова^{1,2}, С.В. Кушнарченко²

¹РМК Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы Институты ҒК БҒМ ҚР, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

e-mail: gulzhakhan_uten@mail.ru

Тірек сөздер: эфир майлары, антибактериальды, фунгицидтік, антивирустық, антиоксидантты, цитотоксикалық, иммуномодульдеуші, қабынуға қарсы белсенділік.

Аннотация. Эфир майлары – күрделі химиялық құрамымен ерекшеленетін, ұшқыш ароматты органикалық заттардың қосындысы. Эфир майларының ұшқыш компоненттерінің арасында әртүрлі химиялық топтарға: терпендер, кетондар, фенолдар, альдегидтер, спирттер, алкандар, май қышқылдары және тағы басқаларына жататын 2000-нан астам қосылыстар анықталған. Терпеноидтар және фенилпропаноидтар эфир майларына хош иіс және биологиялық қасиеттерді беретін негізгі қосылыстар. Эфир майлары және эфирмайлы шикізат кең спектрлі биологиялық белсенділікке ие: антимикробтық, антиоксидантты, антивирустық, цитотоксикалық, иммуномодульдеуші және қабынуға қарсы қасиеттер эфир майларын медицинада, косметикалық, парфюмерлік, тағамдық және фармацевтикалық өнеркәсіпте пайдалануды белгілейді. Эфир майлары – өсімдік материалының салмағының аз ғана бөлігін құрайды (шамамен 1%) және әр түрлі әдістермен алынады: сығу, ферментация, сүзу және гидродистилляция. Эфир майларының сандық және сапалық көрсеткіштері көптеген факторларға байланысты болады: өсімдік түріне, өсімдік өсетін ортаның климаттық және топырақ жағдайларына, соның ішінде әр түрлі стресс жағдайларының әсері. Қазіргі күні 3000-нан астам эфир майлары бөліп алынған және анықталған, олардың ішінде шамамен 300 коммерциялық мақсаттарда пайдаланылады. Дегенмен осы күнге дейін көптеген эфир майларының биологиялық белсенділіктері зерттелмеген. Минорлы компоненттердің болуы эфир майларының хош иісіне, белгілі бір деңгейде майлардың биологиялық белсенділіктеріне әсер етуі мүмкін. Шолу мақаласында эфир майларының және олардың компоненттерінің кейбір биологиялық белсенділіктері талқыланады.

Поступила 05.05.2015 г