

МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 582.091/097:615.322./458.011:615.28
<https://doi.org/10.33989/2414-9810.2019.5.1.195128>

Т.В. Дерев'янку

Українська медична стоматологічна академія (м. Полтава)
 вул. Шевченка, 23, Полтава, 36024, Україна
derevyanko602@ukr.net
 ORCID 0000-0002-5097-8299

ПРОТИМІКРОБНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОГЕННИХ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

В статті проаналізовано та узагальнено наукові джерела щодо протимікробних властивостей фітонцидів поширених деревних рослин, можливостей раціонального їх використання для збереження і покращення здоров'я людини та оптимізації мікробного складу повітряного середовища. З'ясовано, що дослідження біогенних летких органічних речовин рослинного походження привертала увагу багатьох науковців останніх десятиліть з метою їх широкого використання в різних сферах народного господарства, зокрема в медицині.

Відмічено, що у процесі життєдіяльності вищі рослини виділяють в повітря леткі органічні речовини, які є одним із факторів природного імунітету рослин, регуляторів санітарного стану біосфери, відіграють вагомий роль у взаємодії організмів в урбанізованих фітоценозах, підтримуючи баланс патогенної мікрофлори в атмосферному повітрі урбоєкосистеми та житлових приміщень. Фітонциди є засобом профілактики та терапії низки захворювань, оскільки, потрапляючи в організм людини, вони активно діють на різні групи мікроорганізмів (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Bordetella pertussis*, *Paratubercium caudatum*, *Stillionima millibus* та ін.), які спричинюють бактеріальні, вірусні, грибкові чи протозойні інфекції.

Багатьма науковцями доведено, що леткі органічні речовини рослинного походження розрізняються за хімічним складом і потужністю дії, а ступінь їх антимікробної активності залежить не тільки від видової приналежності рослин та фенологічної фази сезонного розвитку, але й від життєвого стану рослинного організму, метеорологічних умов.

Аналіз літературних джерел показав, що всі види хвойних рослин (зокрема, родів *Abies*, *Pinus*, *Picea* та ін.) характеризуються високою бактерицидністю первинних і вторинних фітонцидів, а серед листяних необхідно відмітити такі види: *Betula pendula* Roth, *Padus avium* Mill., *Morus alba* L., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Syringa vulgaris* L., *Ulmus pumila* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. та інші. Середньою антимікробною дією характеризуються наступні види: *Populus bolleana* Lauche, *Salix alba* L., *Quercus robur* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea vanhouttei* (Briot) Carrière, *Viburnum opulus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tillia cordata* Mill., які володіють як вторинними, так і первинними леткими виділеннями.

Ключові слова: фітонциди, протимікробна активність, деревні рослини, мікроорганізми.

Вступ. Посилена індустріалізація, урбанізація, хімізація останніх десятиліть призводить до погіршення стану як навколишнього середовища, так і громадського здоров'я в цілому. До одних із механізмів боротьби із забрудненнями належать аделопатичні явища, хімічні взаємодії рослин, що сприяють ліквідації певних забруднювачів природного і штучного походження (Гродзинський, 1973; Гродзинський, 1991).

Мікроорганізми з різним патогенним потенціалом, як один із чинників біологічного забруднення довкілля, перебувають в будь-яких екологічних нішах біосфери, оточують і супроводжують людину завжди, спричиняють інфекційні захворювання. Лікування захворювань, спричинених патогенними та умовно патогенними мікроорганізмами, синтетичними та напівсинтетичними лікарськими засобами, здебільшого призводить до розвитку полірезистентності патогенів до них, численною побічною дією на організм людини. Цих негативних аспектів можна уникнути, використовуючи рослинні ресурси, які посідають на сьогодні вагомий місце в арсеналі лікувальних засобів, користуються значною популярністю та мають низку переваг (Макарчук та ін., 1990). Існує також нагальна потреба пошуку безпечних природних засобів для зниження контамінації повітряного середовища як відкритих, так і закритих громадських місць, у зв'язку із загрозою спалаху епідемій інфекційних захворювань. Тому останніми роками активно проводяться дослідження, присвячені пошукам альтернативних засобів антимікробної дії.

Мета дослідження: аналіз та узагальнення відомостей щодо протимікробних властивостей біогенних летких органічних речовин поширених деревних рослин, можливостей раціонального їх використання для збереження і покращення здоров'я людини та оптимізації мікробного складу повітряного середовища.

Результати та їх обговорення. У процесі життєдіяльності деревні рослини (дерева, кущі, напівкущі та кустики) виділяють в повітря легкі органічні речовини, які є одним із регуляторів санітарного стану біосфери (Акимов, 1985) і засобом профілактики ряду інфекційних захворювань. Одним із факторів природного імунітету рослин (Райс, 1986) є фітонциди, які відіграють регуляторну роль у взаємодії організмів в урбанізованих фітоценозах, підтримуючи баланс патогенної мікрофлори в атмосферному повітрі урбоекосистеми та жилих приміщень. За науковими джерелами відомо близько тисячі рослин, із них більше 500 видів дерево-кущових, які мають фітонцидні властивості, що вбивають або гальмують розвиток шкідливих мікроорганізмів, тим самим впливаючи на склад мікрофлори повітря в умовах різних рослинних асоціацій (Горленко, 1985; Токин, 1974; Nowak, Crane, & Stevens, 2006).

Значення фітонцидів для медицини, їх роль для людини широко вивчалася багатьма вченими. Термін «фітонциди» вперше був введений Б.П. Токиним у 1928 р., який відкрив здатність подрібнених цибулин часнику та цибулі продукувати леткі та нелеткі речовини, що спричиняли зміни культуральних властивостей мікроорганізмів (Токин, 1974). Досліди Б.П. Токіна дали поштовх лікарям минулих років застосовувати подрібнені частини рослин у хірургічній і терапевтичній практиці для пригнічення росту хвороботворних мікробів. Піонерами досліджень, в даному напрямку, були також А. Філатова та А. Тебякіна, які вперше переконливо довели сильні бактерицидні властивості фітонцидів харчових рослин по відношенню до деяких патогенних для людини бактерій (Токин, 1974).

У 60–80-х роках ХХ ст. багато авторів пропонували різні тлумачення терміну «фітонциди». Найбільше розповсюдження отримало поняття «фітонциди» і його використовують для позначення активних речовин, які містяться у виділеннях пошкоджених і непошкоджених тканин та органів рослин (Слепих, 2009, 2010). С.С. Скворцов (1961) трактував фітонциди як «нативні леткі органічні речовини», що продукуються непошкодженими тканинами та органами рослин. А.М. Гродзинський (1973, 1991) увів термін «коліни», під яким розумів фізіологічно активні речовини, які відіграють важливу роль у взаємозв'язках рослин. Для позначення антибіотичних речовин, що виробляються тільки у пошкоджених структурах рослин у відповідь на інфекційний агент, використовують термін «фітоалексини» (Айзенман, Смирнов, & Бондаренко, 1986; Денбновецький, Басова, & Менина, 1985; Дмитриев, 1985).

В англійських джерелах (Kesselmeier, & Staudt, 1999) для позначення леткої фракції фітонцидів прийняте поняття – біогенні леткі органічні речовини (*biogenic volatile organic compounds*), під яким розуміють органічні атмосферні гази біогенного походження. У науковій літературі використовують скорочення БЛОР (BVOC), або біогенні ЛОР (biogenic VOC), ЛОР, що виділяються рослинами (plant VOC).

Фітонциди різних рослин розрізняються за хімічним складом і потужністю дії (Токин, 1974; Спахова, & Коновалова, 1973). Фітонциди одних рослин характеризуються бактерицидними властивостями (Ельська, 2010), інших – бактериостатичними. Окремі групи фітонцидів спричиняють протистотидну та фунгіцидну дію. За силою впливу на мікроорганізми деякі рослини займають провідне місце серед протимікробних засобів сучасної медицини.

До складу летких фітоорганічних речовин, які виділяються як хвойними, так і листяними видами деревних рослин, входять речовини різної хімічної природи: ізопрен, терпеноїди (Кинтя, Фадеев, & Акимов, 1990), ефірні олії, спирти, органічні кислоти, альдегіди, складні ефіри, а також ненасичені вуглеводні (Акимов, Кинт, & Фадеев, 1997; Исидоров, 1994). У метаболітах хвойних також присутні монотерпенові та сесквітерпенові вуглеводні (Степень і др., 1979). Усі відмічені органічні речовини характерні для виділень як цілих, так і подрібнених клітин та тканин рослини. Проте, в останньому випадку активність утворення летких речовин істотно зростає, тому що вільний доступ кисню до пошкоджених рослинних тканин призводить до значного посилення окисних і гідролітичних процесів, що сприяє зміні утворених метаболітів (Рощина В., & Рощина В., 1989). Відмінності щодо інтенсивності та складу летких виділень цілих і пошкоджених рослин дали можливість дослідникам розділити леткі речовини на первинні та вторинні фітонциди. Первинними фітонцидами називають леткі органічні речовини, що виділяються цілими структурами рослин, а вторинними – леткі органічні речовини, що вивільнюються пошкодженими тканинами.

Чимала когорта науковців (Горленко, 1985; Синельщиков, & Мекець, 1979; Кочергина, 2009; Володарець, 2012b) вивчали фітонцидну активність деревних рослин природних і штучних зелених насаджень (Акимов, 1985), досліджували вплив летких органічних речовин на мікробіоценоз повітряного середовища. М.М. Артем'єва з'ясувала (Токин, 1974), що 1 га листяних лісів виділяє за добу близько 2 кг летких органічних речовин, а 1 га хвойних фітоценозів – 5 кг, які згубно впливають на мікрофлору повітря. М.Г. Холодний назвав леткі речовини, які виділяються вищими рослинами у повітря, «атмосферними вітамінами» або «вітаміноподібними речовинами», що можуть позитивно впливати на організм людини (Токин, 1974).

У результаті літературного огляду, встановлено, що для розширення адаптаційних можливостей людини і збереження її здоров'я, доцільним є використання фітоорганічного фону зелених насаджень, рослини яких характеризуються високим фітонцидним потенціалом. Це є одним із найпростіших і доступних для практичної реалізації варіантів аромопрофілактики та аромотерапії (Петкова, 1988). Актуальність досліджуваного питання полягає ще й у тому,

що при озелененні міських територій і, особливо, місць масового відпочинку, санітарно-курортних зон, лікувально-профілактичних, дитячих навчальних закладів необхідно враховувати фітонцидні властивості рослин і їх діючого ефекту у різних умовах. Системне створення в парку чи в жилих приміщеннях диференційованих зон сприятиме підвищенню санітарно-гігієнічних показників у цілому, і знизить рівень мікробного забруднення повітряного середовища.

Аналіз наукових джерел показав, що серед листяних видів високою бактерицидністю вторинних фітонцидів характеризуються *Betula pendula* Roth, *Padus avium* Mill., *Morus alba* L., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Syringa vulgaris* L., *Ulmus pumila* L. (Володарець, 2012b). Зокрема, фітонциди берези повислої виявляють бактерицидну дію на *Corynebacterium diphtheriae* та *Escherichia coli*. Первинні леткі виділення *Morus alba* L., *Padus avium* Mill., *Acer pseudoplatanus* L., *Syringa vulgaris* L. мають також високі бактерицидні властивості. А.С. Спаховою та В.Н. Коваловою (1979) методом «опарення» вторинних виділень листків *Padus avium* у зеленій зоні міста була виявлена висока антимікробна активність до *Staphylococcus aureus*. Інші види даної групи характеризувалися середньою або слабкою дією летких виділень непошкоджених листків на культуральні властивості мікроорганізмів.

Середньою антимікробною дією характеризуються наступні види: *Populus bolleana* Lauche, *Salix alba* L., *Quercus robur* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea×vanhouttei* (Briot) Carrière, *Viburnum opulus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tillia cordata* Mill., які володіють як вторинними, так і первинними леткими виділеннями.

Р.Г. Синельщиков та К.Н. Мебель (1979) вивчали бактерицидні властивості деяких видів роду *Populus* L. безпосередньо в природних екосистемах. Для цього вони розміщували чашки Петрі з м'ясо-пептонним агаром у кронах дерев, а також на відкритому місці. З'ясовано, що в похмуру погоду в кронах *Populus bolleana*, *P. simonii* Carrière та інших деревних порід (*Robinia pseudoacacia* L., *Acer saccharinum* L., *Fraxinus lanceolata* Borck, *Ulmus pumila*) число бактеріальних колоній знижувалось, порівняно з контролем на 3–24%.

Слабку дію на ріст і розвиток мікроорганізмів спричинювали вторинні та первинні фітонциди листків видів *Sambucus racemosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Berberis vulgaris* L. та *Junglans regia* L. Так, у дослідях М.В. Кочергіної (2009) леткі виділення листків *Morus alba* знизили кількість колоній окремих видів роду *Staphylococcus* лише на 3%.

За літературними даними встановлено, що всі види хвойних рослин характеризуються високою бактерицидністю первинних і вторинних фітонцидів (Володарець, 2012b). Але Т.В. Старовойтова, О.С. Лахно та В.А. Ярошенко відмічають, що фітонциди *Juniperus sabina* L., які вивільняються цілісною, не пошкодженою хвоєю, мають слабкі бактерицидні властивості. У деяких випадках під впливом фітонцидів цього виду відбувалось навіть збільшення колоній *Staphylococcus aureus*. Фітонциди різних видів роду *Abies* виявляють бактерицидну дію на *Corynebacterium diphtheriae*, *Bordetella pertussis*, представників роду *Staphylococcus* (Володарець, 2012b).

С.О. Володарець (Володарець, 2012а) встановила, що ступінь антимікробної активності рослин залежить не тільки від їх видової приналежності та фенологічної фази сезонного розвитку, але й від життєвого стану рослинного організму, метеорологічних умов та ін. Фітонцидну активність автор визначав за методом «опарення» посівів культур мікроорганізмів, за ступенем пригнічення тест-об'єктів грамположитивних бактерій *Bacillus subtilis* ІМВ В-7018 та грамнегативних *Escherichia coli* УКМ В-926. Було доведено високі показники антимікробної дії *Populus simonii*, *Robinia pseudoacacia* та *Syringa vulgaris*, у яких зі збільшенням запиленості листків антимікробна здатність летких органічних речовин зростає. Антимікробну активність виду вважали дуже високою, якщо середній показник його фітонцидності за вегетаційний період коливається від 81 % до 100 % загибелі колоній тест-культури (*Bacillus subtilis* та *Escherichia coli*), високою – від 61 до 80 %, середньою – від 45 до 60 % та низькою від 44 %. Для більшості видів автором виявлено літній тип фітонцидності, за винятком *A. pseudoplatanus*, *A. negundo* та *R. pseudoacacia*. Леткі органічні речовини листків двох останніх видів восени призводять до загибелі колоній тест-організмів до 80%. *A. pseudoplatanus* спричинює однакову антимікробну дію у липні та вересні. Фітонцидна активність листків *Tilia cordata* – 77,5 % та 78,4 % відповідно до тест-культур (*B. subtilis* та *E. coli*), що відповідає максимальній антимікробній дії впродовж вегетації цього виду.

Антибактеріальна дія проти різних бактерій досить виражена у видів роду *Alnus* L. Згідно з дослідженнями П. Ламбрева спиртовий екстракт із кори *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth. має бактерицидну дію проти *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* та *Bacillus subtilis*. Фітонциди, які виявлені у корі вільхи сірої, ефективні проти деяких найпростіших: *Paramecium caudatum*, *Stiltonima millibus*, *Opalia tenerum*, *Lambia intestinalis* (Петкова, 1988). У 1961 р. П. Ламбrev і його колеги досліджували протимікробні властивості *Cornus mas* L. і встановили, що відвар із молоді корі дерену має не тільки бактериостатичний ефект щодо *Escherichia coli*, але й бактерицидну дію до *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* та *Shigella sonnei*. Доведено, що відвар приготовлений із старої корі, має нижчу активність і набуває бактериостатичної дії. Препарати, отримані з плодів дерену, також мають бактериостатичний ефект щодо окремих представників родини *Enterobacteriaceae* (Петкова, 1988).

Внаслідок проведених досліджень Н.Є. Стадницькою, О.З. Комаровською-Порохнявець, Х.Я. Кішак та ін. (2011) виявлено, що протимікробну активність проявляє настоянка вічнозеленого кущика *Vaccinium vitis-idaea* відносно грамположитивних культур *Mycobacterium luteum* (16 мм – зона пригнічення росту) та *Staphylococcus aureus* (20 мм).

Деякі дослідники (Іваненко О.В., Олійник О.А., Балак С.О.) приділяли увагу вивченню проблем щодо застосування антибіотиків рослинного походження для лікування слизової порожнини рота (Іваненко, Олійник, & Балак, 2016). До них віднесено наступні: сальвін (виділений із шавлії лікарської) – здійснює ефективну фітонцидну дію на грампозитивні та грамотрикативні мікроорганізми (стрептококи, стафілококи й ентерококи), оскільки пригнічує синтез пептидоглікану; стоматофіт (комплекс густого екстракту листя шавлії, квіток ромашки лікарської, кори дуба, трави арніки, кореневища лепехи, листя м'яти перцевої, трава чебрецю звичайного) виявляє протигрибковий ефект, є протизапальним засобом та ін.; хлорофіліпт (хлорофіли з листя евкаліпта) – чинить бактеріостатичну і бактерицидну дію щодо стафілококів, стрептококів. Крім того, він насичує клітини тканин киснем, має виражений дезінтоксикаційний ефект, підвищує активність місцевого імунного захисту.

Значної уваги науковці та лікарі (Д.Д. Вердеревський, М.Я. Молдован, В.Г. Ушаков, Ф.М. Спірідонов, В.М. Коротков, І.Є. Новікова та ін.) приділяли дослідженням, які були спрямовані на вивчення протівірусних властивостей фітонцидів окремих видів рослин і їх практичного використання в терапії деяких вірусних захворювань (Токин, 1974).

Основоположником наукових положень щодо впливу фітонцидів на віруси вважають В.Г. Ушакова, який зі своїми колегами (Б.П. Токінім, А.Г. Філатовою) вивчав вплив фітонцидів на вірус сказу. Ф.М. Спірідонов довів, що послаблення вірулентності вірусу ящуру спостерігається під впливом фітонцидів листків *Populus balsamifera*. Таким чином, ветеринарний лікар створив протиящуру фітонцидно-тканеву вакцину, яка широко використовувалася при епідеміях інфекційного захворювання серед ВРХ і свиней (Токин, 1974). Заслуга лаборанта-вірусолога В.П. Короткової в тому, що вона вивчала дію фітонцидних препаратів із різних вищих рослин (*Populus balsamifera*, *Malus domestica* 'Antonovka', *Cornus mas* та *Eucalyptus sp.*) на репродукцію вірусу грипу, культивованого в курячому ембріоні, а пізніше, й, безпосередня їх дія на організм людини під час інфікування вірусом грипу.

Висновки. Дослідження фітонцидів вищих рослин привертала увагу багатьох науковців останніх десятиліть. На сьогодні, біогенні леткі органічні речовини рослинного походження досить широко використовуються в різних сферах народного господарства (медицині, ветеринарії, харчовій промисловості, сільському господарстві, зеленому будівництві), оскільки мають високі протимікробні властивості. Проте, необхідні подальші дослідження, щоб краще оцінити потенційну ефективність фітонцидів маловідомих, але поширених видів деревних рослин в якості антимікробних агентів.

За науковими джерелами, відмічено, що потрапляючи в організм людини, фітонциди активно діють на різні групи мікроорганізмів, які спричинюють бактеріальні, вірусні, грибові чи протозойні інфекції (зокрема, стафілококову, стрептококову, туберкульоз, грип, гострі респіраторні вірусні інфекції, деяких гінекологічних захворювань, хвороб слизових оболонок рота, ШКТ та ін.). Вони впливають на функціональний стан окремих складових імунітету макроорганізму – фагоцитоз, запалення, антигенну ареактивність, а також антибіотичні особливості тканин, регенеративні процеси клітин і тканин, що підвищує опірність організму людини до інфекційних захворювань.

За рахунок нераціонального використання антибіотиків, нині, підвищилася мультирезистентність мікроорганізмів, тому актуальним є проведення подальших фітохімічних і фармакологічних досліджень фітонцидів перспективних деревних рослин в напрямку розробки нових фармацевтичних комбінацій.

Список використаної літератури:

- Айзенман Б. Н., Смирнов В. В., Бондаренко А. С. Фитонциды и антибиотики высших растений. Київ : Наук. думка, 1986. 188 с.
- Акимов Ю. А. Выделение летучих фитонцидов древесными растениями в условиях Южного берега Крыма и перспективы практического их использования. *Фитонциды. Бактериальные болезни растений*. Киев, 1985. Ч. 1. С. 47–48.
- Акимов Ю. А., Кинтя П. К., Фадеев Ю. М. Тритерпеновые гликозиды в систематике и эволюции цветковых растений. *Растительные ресурсы*. 1997. Т. 33, вып. 2. С. 114–125.
- Володарець С. О. Антимікробні властивості деяких видів деревних рослин в урбанізованому середовищі. *Актуальні питання природничих наук та методики їх викладання* : всеукр. наук.-практ. конф. (Ніжин 22–23 лют. 2012 р.) / ред. В. В. Суховеев. Ніжин, 2012а. С. 65–67.
- Володарець С. О. Динаміка фітонцидної активності деревних рослин протягом вегетаційного періоду в умовах промислового міста. *Актуальні проблеми ботаніки та екології* : матер. міжнар. конф. Ужгород, 2012б. С. 87–89.
- Горленко С. В. Роль фитонцидов в создании устойчивых зеленых насаждений. *Фитонциды. Бактериальные болезни растений*. Киев : Наук. думка, 1985. Ч. 1. С. 120–123.
- Гродзинский А. М. Аллергический астматический и почвоугнетение. Киев : Наук. думка, 1991. 432 с.
- Гродзинский А. М. Фитонциды – носители информации. *Фитонциды. Бактериальные болезни растений*. Київ : Наук. думка, 1985. Ч. 1. С. 9–15.
- Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ : Наук. думка, 1973. 208 с.
- Денбновецький Г. Ю., Басова С. В., Менина М. М. О фитоалексинной активности древесных растений. *Фитонциды. Бактериальные болезни растений*. Киев : Наук. думка, 1985. Ч. 1. С. 42–43.
- Дмитриев А. П. Фитоалексин: проблемы и перспективы. *Фитонциды. Бактериальные болезни растений*. Киев : Наук. думка, 1985. Ч. 1. С. 34–35.
- Ельская С. И. Бактерицидные свойства высших растений из числа продуцентов фитонцидов, выявленных среди растений Донбасса. *Сборник Донецкого государственного медицинского университета им. М. Горького*. Донецк, 2010. Т. 1, вып. 14. С. 181–188.

- Исидоров В. А. Летучие выделения растений: состав, скорость эмиссии и экологическая роль. Санкт-Петербург : Алга, 1994. 188 с.
- Иваненко О. В., Олійник О. А., Балак С. О. Застосування антибіотиків рослинного походження (фітонцидів) для лікування слизової порожнини рота. *Сучасні досягнення антибіотикотерапії інфекційних захворювань* : зб. тез міжжаф. наук.-практ. конф. студентів. Харків, 2016. С. 34–35.
- Кинтя П. К., Фадеев Ю. М., Акимов Ю. А. Терпеноиды растений. Кишинев, 1990. 150 с.
- Кочергина М. В. Экологические аспекты озеленения г. Воронежа. *Экологические проблемы промышленных городов* : сб. науч. тр. Саратов, 2009. С. 126–128.
- Райс Э. Природные средства защиты растений от вредителей. Москва : Мир, 1986. 184 с.
- Рослини з протимікробними властивостями / Н.Є. Стадницька та ін. *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2011. № 700. С. 111–116.
- Рощина В. Д., Рощина В. В. Выделительная функция высших растений. Москва : Наука, 1989. 214 с.
- Синельщиков Р. Г., Мекель В. Н. Фитонцидная активность древесных пород в условиях городской среды Донбасса. *VIII совещание по проблеме фитонцидов (Киев, 16-18 окт. 1979 г.)* : тезы докладов. Киев, 1979. С. 78–86.
- Скворцов С. С. Динамика выделения летучих веществ у некоторых древесных растений. *Ботанический журнал*. 1961. Т. 46, № 1. С. 53–60.
- Слепых В. В. Антимикробные и ионизирующие свойства древесной растительности под влиянием абиотических факторов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : спец. 06.03.02 «Лесоведение и лесоводство; лесоустройство и лесная таксация». Санкт-Петербург, 2010. 39 с.
- Слепых В. В. Фитонцидные и ионизирующие свойства древесной растительности. Кисловодск : МИЛ, 2009. 180 с.
- Современная фитотерапия / под ред. Веселина Петкова. София : Медицина и физкультура, 1988. 504 с.
- Спахова А. С., Коновалова В. Н. Антимикробные свойства некоторых древесных растений, произрастающих в зеленой зоне г. Воронежа. *VIII совещание по проблеме фитонцидов (Киев, 16-18 окт. 1979 г.)* : тезы докладов. Киев, 1979. С. 58–62.
- Спахова А. С. О химическом составе летучих выделений древесных растений. *Основы химического взаимодействия растений в фитоценозах*. Киев : Наук. думка, 1972. С. 67–68.
- Терпены летучих выделений ели обыкновенной / Р. А. Степень и др. *VIII совещание по проблеме фитонцидов (Киев, 16-18 окт. 1979 г.)* : тезы докладов. Киев, 1979. С. 50–51.
- Ткачев А. В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск : Офсет, 2008. 969 с.
- Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Ленинград, 1974. 344 с.
- Kesselmeier J., Staudt M. Biogenic volatile organic compounds (VOC): an overview on emission, physiology and ecology. *Journal of atmospheric chemistry*. 1999. No. 33. P. 23–88.
- Nowak D. J., Crane D. E., Stevens J. S. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Forestry & Urban Greening*. 2006.No. 4. P. 115–123.

T.V. Derevianko

Ukrainian Medical Stomatological Academy

ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF BIOGENIC VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM TREE PLANTS

The article analyzes and summarizes scientific sources about the antimicrobial properties of phytoncides of common tree plants, the possibilities of rational use of them for preservation and improvement of human health and optimization of the microbial composition of the air environment. It has been discovered that the study of biogenic volatile organic compounds of plant origin has attracted the attention of many scholars of the last decades for the purpose of their wide use in various spheres of the national economy, particularly in medicine.

It is noted that in the process of life higher plants release volatile organic substances that are one of the factors of natural immunity of plants, regulators of the sanitary state of the biosphere, play a significant role in the interaction of organisms in urbanized phytocoenoses, maintaining the balance of pathogenic microflora in atmospheric air of an urbanized ecosystem and residential apartments. Phytoncides are a mean of prevention and therapy a number of diseases, because when they enter the human body, they actively influence on different groups of microorganisms (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Bordetella pertussis*, *Paramecium caudatum*, *Stillionima millibus*, etc.), which are the causative agents of bacterial, viral, fungal or protozoal infections.

Many scientists have proven that volatile organic compounds of plant origin varies by their chemical composition and power of action, while the degree of their antimicrobial activity depends not only on the species belonging of plants and the phenological phase of seasonal development, but also on the vital state of the plant organism, meteorological conditions.

Analysis of literary sources showed that all species of coniferous plants (in particular, genera *Abies*, *Pinus*, *Picea*, etc.) are characterized by high bactericidal activity of primary and secondary phytoncides, and among the deciduous ones it is necessary to note the following species: *Betula pendula* Roth, *Padus avium* Mill., *Morus alba* L., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Syringa vulgaris* L., *Ulmus pumila* L., *Vaccinium vitis-idaea* e L., etc. Such species, as *Populus boleana* Lauche, *Salix alba* L., *Quercus robur* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea×vanhouttei* (Briot) Carrière, *Viburnum opulus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tillia cordata* Mill., which possess both secondary and primary volatile secretions, are characterized by medium antimicrobial activity.

Key words: phytoncides, antimicrobial activity, tree plants, microorganisms.

References

- Aizenman, B. N., Smirnov, V. V., & Bondarenko, A. S. (1986). *Fitontsidy i antibiotiki vysshikh rastenii* [Phytoncides and antibiotics of higher plants]. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
- Akimov, Yu. A. (1985). Vydeleniya letuchikh fitontsidov drevesnymi rasteniyami v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma i perspektivy prakticheskogo ikh ispol'zovaniya Emissions of volatile phytoncides by woody plants in the conditions of the Southern coast of Crimea and prospects for their practical use]. In *Fitontsidy. Bakterial'nye bolezni rastenii* [Phytoncides. Volatile Bacterial plant diseases](Ch.1, pp.47-48). Kiev [in Russian].
- Akimov, Yu. A., Kintya, P. K., & Fadeev, Yu. M. (1997). Triterpenovye glikozidy v sistematike i evolyutsii tsvetkovykh rastenii [Triterpene glycosides in the taxonomy and evolution of flowering plants]. *Rastitel'nye resursy* [Plant resources], 33(2), 114-125 [in Russian].
- Denbnovetskii, G. Yu., Basova, S. V., Menina, M. M. (1985). O fitoaleksinnoi aktivnosti drevesnykh rastenii [About phytoalexin activity of woody plants]. In *Fitontsidy. Bakterial'nye bolezni rastenii* [Phytoncides. Volatile Bacterial plant diseases](Ch.1, pp. 42-43). Kiev [in Russian].

- Dmitriev, A. P. (1985). Fitoaleksiny: problemy i perspektivy [Phytoalexins: problems and prospects]. *Fitontsidy. Bakterial'nye bolezni rastenii [Phytoncides. Volatile Bacterial plant diseases]*(Ch.1, pp. 34-35). Kiev [in Russian].
- El'skaya S. I. (2010). Bakteritsidnye svoystva vysshikh rastenii iz chisla produktentov fitontsidov, vyuvavlenykh sredi rastenii Donbassa [Bactericidal properties of higher plants among phytoncide producers identified among plants of Donbass]. In *Sbornik Donetskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. M. Gor'kogo [Collection of Donetsk State Medical University. M. Gorky]* (Vol. 1(14), pp. 181-188). Donetsk [in Russian].
- Gorlenko, S. V. (1985). Rol' fitontsidov v sozdanii ustoichivyykh zelenykh nasazhdenii [Роль фитонцидов в создании устойчивых зеленых насаждений]. In *Fitontsidy. Bakterial'nye bolezni rastenii [Phytoncides. Volatile Bacterial plant diseases]*(Ch.1, pp. 120-123). Kiev [in Russian].
- Grodzinskii, A. M. (1985). Fitontsidy – nositeli informatsii [Phytoncides - information carriers]. In *Fitontsidy. Bakterial'nye bolezni rastenii [Phytoncides. Volatile Bacterial plant diseases]*(Ch.1, pp. 9-15). Kiev [in Russian].
- Grodzinskii, A. M. (1991). *Allelopatiya rastenii i pochvoutomlenie [Plant Allelopathy and Soil Fatigue]*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
- Hrodzynskiy, A. M. (1973). *Osnovy khimichnoi vzaïemodii Roslyn [The basics of the chemical roslin]*. Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
- Isidorov, V. A. (1994). *Letuchie vydeleniya rastenii: sostav, skorost' emissii i ekologicheskaya rol' [Volatile Plant Emissions: Composition, Emission Rate, and Environmental Role]*. Sankt-Peterburg: Alga [in Russian].
- Ivanenko, O. V., Oliinyk, O. A., & Balak, S. O. (2016). Zastosuvannia antybiotykyk roslynnoho pokhodzhennia (fitontsydiv) dlia likuvannia slyzovoi porozhnyny rota [The use of antibiotics of plant origin (volatile) for the treatment of oral mucosa]. In V. V. Mikhunin, T. O. Chumachenko, & V. M. Kozko (Eds.). *Suchasni dosiahnennia antybiotykoterpaii infektsiynykh zakhvoriuvan [Modern achievements of antibiotic therapy of infectious diseases] : Proceedings of Conference (12 April, Kharkiv, 2016)* (pp. 34-35). Kharkiv, [in Ukrainian].
- Kesselmeier, J., & Staudt, M. (1999). Biogenic volatile organic compounds (VOC): an overview on emission, physiology and ecology. *Journal of atmospheric chemistry*, 33, 23-88.
- Kintya, P. K., Fadeev, Yu. M., & Akimov, Yu. A. (1990). *Terpenoidy rastenii [Plant terpenoids]*. Kishinev [in Russian].
- Kochergina, M. V. (2009). Ekologicheskie aspekty ozeleneniya g. Voronezha [Ecological aspects of gardening in Voronezh]. In *Ekologicheskie problemy promyshlennykh gorodov [Ecological problems of industrial cities]* (pp. 126-128). Saratov [in Russian].
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. S. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Forestry & Urban Greening*, 4, 115-123.
- Petkova, V. (Ed.). (1988). *Sovremennaya fitoterapiya [Modern herbal medicine]*. Sofiya: Meditsina i fizkul'tura [in Russian].
- Rais, E. (1986). *Prirodnye sredstva zashchity rastenii ot vreditel'ei [Natural Plant Protection Products]*. Moskva: Mir [in Russian].
- Roshchina, V. D., & Roshchina, V. V. (1989). *Vydelitel'naya funktsiya vysshikh rastenii [Excretory function of higher plants]*. Moskva: Nauka [in Russian].
- Sinel'shchikov, R. G., & Mekeľ, V. N. Fitontsidnaya aktivnost' drevesnykh porod v usloviyakh gorodskoi sredi Donbassa [Phytoncide activity of tree species in the urban environment of Donbass]. In *VIII soveshchanie po probleme fitontsidov (Kiev, 16-18 okt. 1979 g.) [VIII meeting on the issue of volatile production (Kiev, October 16-18, 1979.)] : Abstracts of Papers* (pp. 78-86). Kiev [in Russian].
- Skvortsov, S. S. (1961). Dinamika vydeleniya letuchikh veshchestv u nekotorykh drevesnykh rastenii [The evolution of volatiles in some woody plants]. *Botanicheskii zhurnal [Botanical magazine]*, 46(1), 53-60 [in Russian].
- Slepykh, V. V. (2009). *Fitontsidnye i ioniziruyushchie svoystva drevesnoi rastitel'nosti [Phytoncide and ionizing properties of woody vegetation]*. Kislovodsk: MIL [in Russian].
- Slepykh, V. V. (2010). *Antimikrobnnye i ioniziruyushchie svoystva drevesnoi rastitel'nosti pod vliyaniem abioticheskikh faktorov [Antimicrobial and ionizing properties of woody plants under the influence of abiotic factors]*. (Extended abstract of D. dissertation). Sankt Peterburg [in Russian].
- Spakhova, A. S., & Konovalova, V. N. (1979). Antimikrobnnye svoystva nekotorykh drevesnykh rastenii, proizrastayushchikh v zelenoi zone g. Voronezha [Antimicrobial properties of some woody plants growing in the green zone of Voronezh]. In *VIII soveshchanie po probleme fitontsidov (Kiev, 16-18 okt. 1979 g.) [VIII meeting on the problem of volatile production (Kiev, October 16-18, 1979.)] : Abstracts of Papers* (pp. 58-62). Kiev [in Russian].
- Spakhova, A.S. (1972). O khimicheskom sostave letuchikh vydelenii drevesnykh rastenii [On the chemical composition of volatile emissions of woody plants]. In A. M. Grodzinskii (Ed.). *Osnovy khimicheskogo vzaïmodeïstviya rastenii v fitotsenozakh [Fundamentals of the chemical interaction of plants in phytocenoses]*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
- Stadnytska, N. Ye., Komarovska-Porokhniavets, O. Z., Kishchak, Kh.Ya., Mykoliv, O. B., Lytvyn, B. Ya., Konechna, R. T., & Novikov V. P. (2011). Roslyny z protymikrobnnyimi vlastyvostyami [Plants with antimicrobial properties]. *Chemistry, technology of substances and their applications*, 700, 111-116 [in Russian].
- Stepen', R. A., Churkin, S. P., Barakov, T. V., & Chernyaeva, G. N. (1979). Terpeny letuchikh vydelenii eli obyknovnennoi [Terpenes of volatile secretions of Norway spruce]. In *VIII soveshchanie po probleme fitontsidov (Kiev, 16-18 okt. 1979 g.) [VIII meeting on the problem of volatile production (Kiev, October 1979.)] : Abstracts of Papers* (pp. 50-51). Kiev [in Russian].
- Tkachev, A. V. (2008). *Issledovanie letuchikh veshchestv rastenii [Investigation of plant volatiles]*. Novosibirsk: Ofset [in Russian].
- Tokin, B. P. (1974). *Tselebnye yady rastenii. Povest' o fitontsidakh [Healing plant poisons. The story of volatile]*. Leningrad [in Russian].
- Volodarets, S. O. (2012a). Antymikrobnni vlastyvosti deiakykh vydiv derevnykh roslin v urbanizovanomu sere-dovyshchi [Antimicrobial properties of some species of woody plants in an urbanized environment]. In V. V. Sukhovieiev (Ed.). *Aktualni pytannia pryrodnychikh nauk ta metodyky yikh vykladannia [Topical issues of natural sciences and methods of their teaching]: Proceedings of the Conference (22-23 February, 2012, Nizhyn)* (pp. 65-67). Nizhyn. [in Ukrainian].
- Volodarets, S. O. (2012b). Dinamika fitontsydnoi aktyvnosti derevnykh roslin protiahom vehetatsiinoho periodu v umovakh promyslovoho mista [Dynamics of phytoncidal activity of woody plants during the growing season in industrial city conditions]. In Ye. L. Kordium (Ed.). *Aktualni problemy botaniky ta ekolohii [Plant Ecology and Phytosociology] : Proceedings of the International Scientific Conference (19-23 September, Uzhhorod, 2012)* (pp. 87-89). Uzhhorod, [in Ukrainian].

Отримано 17.05.2019 р.