

## **БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ АРОМАТИЧНИХ РОСЛИН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В АГРОФІТОЦЕНОЛОГІЇ**

*Наведено огляд літератури щодо екзометаболітів ароматичних рослин, їх значення в аелопатії та перспектив використання. Показано актуальність дослідження видів роду *Calendula* в аспекті проблем агрофітоценології.*

На сучасному етапі розвитку рослинництва виникла необхідність у видах поліфункціонального використання, стійких до різних антропогенних забруднювачів та фітопатогенних організмів, а також у тих, які створюють фітосанітарний ефект в екосистемі. Особливе місце серед них посідають ароматичні рослини, зокрема представники родів *Tagetes*, *Calendula*, *Ocimum*, *Dracosephalum* тощо.

Ці рослини містять біологічно активні речовини, які надходять у навколишнє середовище разом з кореневими та леткими виділеннями, змивами з надземних органів, чим зумовлюють місце і роль цих рослин в агрофітоценозах [8, 11].

Культура ароматичних рослин поширена в багатьох країнах світу. Традиційно їх вирощують у південних районах України та в ближньому зарубіжжі (Росія, Молдова). Ці рослини використовуються в медицині, ветеринарії, парфумерно-косметичній, харчовій промисловості (лікєро-горілчаній галузі, кулінарії), миловарному, фарфоровому, текстильному виробництві, ароматерапії, фітотерапії, фітодизайні.

Вивчення біологічного потенціалу цих рослин є перспективним напрямом аелопатії. Є відомості щодо високої аелопатичної активності чорнобривців відзначених (*Tagetes signata* Bartl.) [24], змієголовника молдавського (*Dracosephalum moldavica*

L.), календули лікарської (*Calendula officinalis* L.) [54]. Тому, актуальним є впровадження їх в агроценози для оздоровлення середовища вирощування рослин, пошук нових природних інсектицидних, антимикробних, антивірусних речовин.

Серед ароматичних рослин на особливу увагу заслуговує рід *Calendula* — нагідки, який нараховує близько 20 видів. На території колишнього СРСР у природних умовах зростає п'ять видів, а саме: н. каракалінські — *C. karakalensis* Vass, н. лікарські — *C. officinalis*, н. персидські — *C. persica* С.А.М., н. польові — *C. arvensis*, н. тонкі — *C. gracilis* DC [5]. У межах сучасної України виявлено лише два види — н. лікарські та н. польові. На думку ботаніків, нагідки лікарські є давнім природним гібридом н. напівчагарникових (*C. suffruticosa*), які ростуть у Південній Європі, та африканського виду н. зіркоподібні (*C. stellata* L.) [17, 18].

Види цього роду характеризуються інсектицидними властивостями [35], зокрема проти нематод. При вирощуванні видів нагідок поряд з трояндами, на ділянках суніці, ураження їх нематодами стає неможливим. Внесення її рослинної маси у ґрунт під флокси захищає їх від стеблової флоксової нематоди.

Крім того, встановлено фунгіцидну і бактерицидну активність видів *Calendula*. Так, вони знищують збудника чорної ніжки (фузаріозу), а також метеликів, кліщів [35, 44]. 10% відвар квітів нагідок використовується

для боротьби з колорадським жуком [14]. Виявлено бактерицидну активність *Calendula officinalis* щодо стафілококів і стрептококів. У досліджах *in vitro* 10% водні витяжки нагідок пригнічують ріст *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, а 5% — *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* [17, 18].

Виявлено також протівірусну активність діючих речовин *Calendula officinalis*. Органічний екстракт суцвіть нагідок у дозі 500 мг/моль значно пригнічує цитопатологічну дію вірусу імунодефіциту людини HIV-1 (утворення синцитію й загибель клітин) [67]. За даними Н.С. Богданової [4], нагідки мають високу віруліцидну активність щодо вірусу грипу типу А і А<sub>2</sub>.

Біологічні властивості видів роду *Calendula* зумовлені наявністю у сировині комплексу біологічно активних речовин, зокрема, листя і стебла містять сапоніни, ненасичені тритерпендіоли, представлені спиртами (у вільному стані і у вигляді ефірів) та олеїною кислотою (у вільному стані і у вигляді глікозидів), гірку речовину — календин С<sub>23</sub>Н<sub>38</sub>О<sub>7</sub> та дубильні речовини [38, 51]. З коренів нагідок виділено два тритерпенових глікозиди (сапоніни), похідні олеанолової кислоти — календулозид А (С<sub>42</sub>Н<sub>68</sub>О<sub>18</sub>) та календулозид В (С<sub>48</sub>Н<sub>78</sub>О<sub>18</sub>) [22, 53], інулін. У плодах знайдено жирну олію, що складається переважно з гліцеридів лауринової і пальмітинової кислот, а також алкалоїди [45]. У суцвіттях виявлено флавоноїди: рамнетин, ізорамнетин, ізорамнетин-3-глюкозид, ізорамнетин-3-рутинозид (нарцисин), ізорамнетин-3-β-D-глюкопіранозид, ізорамнетин-3-β-D-глюкопіранозид-6-1-β-L-рамнофуранозид, ізокверцетин, кверцетин-3-β-D-глюкопіранозид [3], які проявляють спазмолітичну, жовчогінну, антитоксичну, діуретичну, протівиразкову, протипухлинну дію на організм людини [19]. Суцвіття нагідок і їх листки містять також каротиноїди, компонентний склад яких залежить від місця

зростання рослин: ζ-каротин (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>), лікопін (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>), віолоксантин (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>О<sub>4</sub>), рубіксантин (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>О), неоликопін А, цитраксантин (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>О), флавоксантин (С<sub>40</sub>Н<sub>56</sub>О<sub>3</sub>). Із суцвіть виділено вуглеводень парафінового ряду — гентриаконтан і два ситостерини, ефірну олію (близько 0,02%), смоли (близько 3,44%), слиз (до 4%), альбуміни (0,64%), кислоти — яблучну (6,84%), пентадецилову С<sub>15</sub>Н<sub>30</sub>О<sub>2</sub> та сліди саліцилової, а також незначну кількість алкалоїдів [21, 22]. І.А. Дамирив відносить нагідки до групи вітаміноносів, оскільки у суцвіттях міститься до 2678 мг/100 г аскорбінової кислоти [43]. Наявність барвникових пігментів, органічних кислот, ароматичних речовин та вітамінів дає змогу використовувати нагідки в харчовій промисловості (як ароматизатор і барвник при виробництві жирів, твердого сиру) [38].

Застосування *Calendula officinalis* у медицині зумовлене наявністю значної кількості флавоноїдів. Так, препарати з цього виду нагідок застосовують при виразці шлунка і дванадцятипалої кишки, гастритах, хворобах печінки і жовчних шляхів, захворюваннях серця, що супроводжуються порушенням ритму, гіпертонічній хворобі, під час клімактеричного періоду [23, 30, 53]. У Франції свіжий сік нагідок широко використовують при імпетигі, для промивання поранень, опіків, виразок, які довго не гояться, полоскання ротової порожнини та горла, при ангінах, стоматитах, укусах бджіл і ос [38, 45, 59].

У зв'язку з вищевикладеним актуальним є вивчення аделопатичних особливостей видів роду *Calendula* та встановлення біохімічного складу летких та водорозчинних виділень.

Леткі та водорозчинні виділення, що продукуються рослинами, являють собою комплекс органічних сполук різноманітної хімічної природи, які у більшості випадків мають фізіологічну активність. Об'єм і склад цих речовин значно змінюються залежно від життєвих форм рослин і екологічних умов.

Леткі, або фітогенні, сполуки продукуються непошкодженими рослинами, фітонциди утворюються клітинами пошкоджених органів, а міазміни є джерелом летких сполук перегниваючих залишків рослин [12].

У зв'язку з поширенням летких виділень у природі, вони змінюють хімічний склад повітря, регулюють функціонування біоти у природних та штучних біоценозах, знижують чисельність фітопатогенних мікроорганізмів ґрунту та повітря [39], здійснюють певний вплив на рослини, і, таким чином, відіграють велику фізіологічну та екологічну роль [27].

Леткі речовини із внутрішніх тканин через пори або кутикулу епідерми виділяються у навколишнє середовище [36]. У складі цих виділень виявлено низькомолекулярні алкани (метан, етан, пропан, бутан) [39], алкени (етилен, пропілен, бутилен) [31], аліфатичні альдегіди (валеріановий, масляний, оцтовий) [48, 58], низькомолекулярні жирні кислоти, їх ефіри, спирти, кетони, органічні і нуклеїнові кислоти та інші сполуки. У багатьох ароматичних рослин ці виділення містять також терпени. Із неорганічних сполук виявлено водень, аміак, синильну кислоту [40].

Виділення рослиною летких речовин залежить від багатьох факторів, зокрема від рівня ростових процесів і інтенсивності фотосинтезу [64]. Найактивніше леткі сполуки виділяються, як правило, у період вегетації (травень-серпень), в осінній період виділення зменшуються, а у період глибокого спокою відсутні.

Найрізноманітнішими за складом летких сполук є екзометаболіти квіток, рідше — листків, найбільш важливими є виділення коренів. Загальний вихід летких виділень за період вегетації рослин може становити до 4% сухої маси речовини [37]. Переважну частину цих виділень становлять ефірні олії — складні суміші різних хімічних сполук, що характеризуються високою летучістю. Ці речовини добре розчинні у спирті, ефірі, слабо — у воді [42].

На даний час серед компонентів ефірних олій ідентифіковано кілька сотень індивідуальних хімічних речовин. Це спирти, складні ефіри, альдегіди, кетони, фенольні сполуки, органічні кислоти, лактони, окиси та інші компоненти, які здатні до взаємного перетворення в процесі онтогенезу [34]. Зазвичай одна із складових частин ефірної олії переважає (провідний компонент) і визначає запах та деякі фізико-хімічні властивості, які для окремих видів є видоспецифічними [16].

Ефірні олії рослин часто перебувають у вільному стані, рідше — у зв'язаному у вигляді глюкозидів. Нагромаджуються вони в ефіроолійних вмістилищах, не виключена можливість їх поширення в тканинах.

Вміст ефірної олії дуже коливається — від тисячних часток відсотка (ягоди, кісточкові, насінні плоди) до кількох відсотків (ефіроолійні і пряноароматичні рослини, цитрусові). Крім виду і сорту рослин, на кількість та якість ефірної олії впливають: період вегетації, час збору врожаю, погодні умови та агротехнічні заходи. У рослин найбільша масова частка олії, що виділяється, спостерігається з 12-ої до 16-ої години, а вранці й ввечері вона знижується [52]. Вихід лавандової олії становить від 0,8—2,5%, олії чорнобривців — 0,3—0,5%, олії змієголовника — 0,1—0,3%.

Установлено, що одні й ті самі органи, наприклад листки, залежно від їх розташування на рослині містять олії, що відрізняються за вмістом і співвідношенням компонентів. Так, ефірна олія з листків, стебел, суцвіть коріандру містить до 90% децилового альдегіду, а олія із зрілих плодів — 70% ліналола і лише сліди альдегідів. Це, ймовірно, пояснюється тим, що кожний орган, виконуючи певну функцію, має відповідний ферментативний апарат, який контролює синтез окремих компонентів [2].

Леткі терпени впливають на рослини двома шляхами: повітряним та через ґрунт в умовах недостатньої зволоженості. Терпени ефірних олій *Salvia leucophylla*, *S. mel-*

lifera, *S. ariana* за цих умов зумовлюють токсичність ґрунту, внаслідок чого довкола їх кущів у радіусі 1 м не можуть рости інші види [71]. Така сама картина спостерігається у випадку каліфорнійського полину та евкаліптів [7].

Ефірні олії та їх компоненти впливають не лише на інші види рослин. Існує гіпотеза, що рослини-донори летких виділень можуть пошкоджуватись власними ефірними оліями, наприклад, лаванда, аніс [44].

Під впливом ефірних олій відбуваються глибокі фізіолого-біохімічні зміни в клітинах рослин, а саме: змінюється проникність клітинних мембран [69], спостерігається гальмування мітозу, розтягнення клітин [68], певні зміни у синтезі білка, ДНК [76], зменшення кількості мітохондрій, нагромадження ліпідів, глибокі зміни у фотосинтезі, диханні, порушення водного балансу [7, 77]. Терпенові сполуки спричиняють також морфологічні зміни рослин. Так, однорічники, які росли поряд з лавандою, набували карликової форми [11].

Ефірні олії та їх окремі компоненти здавна привертала увагу вчених з погляду їх впливу на мікроорганізми, що має важливе значення для медицини [46, 49, 66, 73]. Так, пари ефірного олії материнки припиняють рух інфузорій протягом 1,5—2 хв, полину сірого — через 30—60 с, богородської трави — через 1—1,5 хв, змієголовника і гісопу — у перші ж секунди. Загальна кількість мікроорганізмів знижується на 50% при застосуванні ефірних олій шавлії і фенхеля, тоді як олія полину лимонного і гісопу на мікроби практично не впливає. Золотистий стафілокок найбільш чутливий до ефірних олій троянди, лаванди, м'яти, шавлії, полину (у дозі 1,5 мкл) [74, 78].

Аналіз літературних даних свідчить про токсичну дію окремих компонентів, особливо монотерпенової природи [4, 56, 63, 71, 82], які переважають у складі повітряного середовища трав'янистих ароматичних рослин [47]. Є повідомлення про їх біологічну активність по відношенню до патогенної та

умовно патогенної мікрофлори [1] і до рослинних тестів [6, 13]. Шавлієва олія в концентрації 25 мг/м<sup>3</sup> повністю інгібує ріст клітин *Pseudomonas pyocyanea* і *Bacillus mesentericus*. Лимонен, що входить до її складу, пригнічує ріст міцелію *Alternaria alternata*, *Penicillium funiculosum* [55]. Є дані щодо використання гераніолу і цитралю як гербіцидів, що пригнічують проростання насіння щириці (*Amaranthus spinosus*) і ріст міцелію гриба *Alternaria solani*, який спричиняє у рослин некрози [75]. Виділяючись у великих кількостях в атмосферу, окремі компоненти ефірних олій можуть впливати і на вищі рослини. Ефірна олія полину гіркокого містить β-каріофіли, бізаболен та інші сполуки, що утворюють на повітрі хамазулен, який пригнічує ріст коренів, проростання насіння, активність окислювальних ферментів [7]. Характер впливу (інгібування, стимулювання або відсутність достовірного ефекту) має важливе значення для алелопатії.

Леткі сполуки з травмованих рослинних тканин і розтертих органів — фітонциди — це фітоорганічні речовини (альдегіди, спирти, кетони, складні ефіри тощо) із сильними відновлюючими функціями. На думку Б.П. Токіна, вони є речовинами, що забезпечують імунітет рослин, і тому властиві всім представникам рослинного світу [32]. Фітонциди утворюються одними організмами і певним чином діють на інші організми. Будь-який фітонцидний матеріал є біологічно активним, але ступінь активності його буде різним: фітотоксична, бактерицидна, фунгіцидна, протистоцидна, нематоцидна, інсектицидна, віруліцидна активність. Фітонцидна активність більшості рослин протягом дня коливається незначною мірою, причому у цих коливаннях не виявлено закономірного характеру. Існує закономірність, яка має загальний характер: молодші органи рослин завжди мають вищу активність, ніж аналогічні, але старіші органи. Активність фітонцидів залежить і від систематичної належності рослин, їх біохі-

мічного складу, фази розвитку (у фазі бутонізації і цвітіння рослини в більшості випадків мають вищу фітонцидність, ніж у фазі початку вегетації) [11], умов існування — абіотичних і біотичних факторів середовища [33].

Фітонциди по відношенню до вищих рослин, найпростіших і мікроорганізмів виявляють різний механізм дії. У більшості випадків фітонциди рослин, що спричиняли загибель найпростіших чи мікробів, малоактивні щодо вищих рослин. Так, фітонциди цибулі Вальдштейна смертельні для парамецій і водночас спричиняють лише помірне пригнічення росту вищих рослин [32]. Фітонциди активні щодо проростаючого насіння, впливають на ріст коренів, фотосинтез, гутацію та інші прояви життєдіяльності рослин [11].

Отже, леткі речовини виявляють широкий спектр дії на функціональні системи різних організмів, у тому числі і рослинних.

Провідну роль у співіснуванні організмів у біоценозах і створенні між ними алелопатичних взаємовідношень відіграють водорозчинні виділення, які вимиваються опадами з вегетуючих органів рослин, кореневі виділення, а також виділення, що надходять у ґрунт при мікробному розкладанні відмерлих рослинних тканин. При цьому великий вплив на рослини здійснюють і метаболіти супутніх ґрунтових мікроорганізмів.

Установлено, що із листків та інших надземних органів рослин вилуговується до 50% зольних елементів, а під час дощу вимивається до 10 кг/га речовин [81]. Серед речовин, що вимиваються із вегетуючих рослин, виявлено значну кількість мінеральних (іони натрію, марганцю, калію, магнію) і органічних (амінокислоти, органічні кислоти, а також речовини вторинного походження, що легко поглинаються іншими рослинами) сполук [12]. Якісний і кількісний склад цих виділень залежить від температури, вологості, реакції ґрунту,

умов аерації, а також виду, сорту, віку рослин, пори року [9, 19].

Алелопатична активність може модифікуватися зовнішніми умовами. Найактивнішими водорозчинними алелопатично активними сполуками в більшості випадків виявилися водні витяжки з листків, слабшими — із стебел, коренів, плодів та їх оболонки, насіння. Ця закономірність не є абсолютною, і в досліджах зафіксовано багато відхилень. Отже, потенційна алелопатична активність у рослин неоднакова [55].

Виділення речовин коренями вчені розглядають як активний процес. Через кореневу систему в ґрунт можуть виділятися майже всі сполуки, що поступають ззовні або синтезуються в рослині [37]. У складі корневих виділень переважають органічні кислоти, амінокислоти і цукри, водночас у корневих ексудатах трапляються і специфічні речовини, які виявляють безпосередній або опосередкований (через формування особливої ризосферної мікрофлори) алелопатичний вплив на сусідні рослини. Органічні речовини корневих виділень беруть участь в утворенні комплексних речовин і сприяють розчиненню у ґрунті сполук заліза, міді, оксалатів і фосфатів кальцію [60].

Роль корневих виділень більшості ароматичних рослин не встановлено, але існують відомості, що кореневі ексудати *Tagetes patula* виявились токсичними для різних організмів унаслідок наявності поліфенольних сполук (5-ацетил-4-гідроксі-2-ізопреніл бензофуран і 2,2'-бітіофен) [80]. Кореневі виділення *Melilotus alba* Medis інгібують проростання насіння кукурудзи, редьки і самого буркуну внаслідок виділення у ґрунт кумарину [79].

Кореневі виділення впливають на видовий і кількісний склад ризосферної мікрофлори [10], позитивний вплив останньої сприяє формуванню добре розвинених, здорових рослин, які менш уражуються шкідниками та хворобами.

Речовини, що виділяються одними рослинами, поглинаються коренями інших рослин і, таким чином, можуть справляти алелопатичний вплив на останні: змінювати характер, напрямок росту коренів та стебел, життєдіяльність рослин у цілому. Найхарактернішим прикладом є вплив кореневих виділень одних рослин на проростання насіння інших. Дослідження показали, що під дією кореневих екзометаболітів проростків видів *Tagetes* спостерігається підвищення алелопатичної активності кореневих виділень проростків люпинів білого та жовтого [28].

Результати лабораторних досліджень, отримані шляхом тестування шавлії з рослинами-партнерами у водній культурі показали, що у варіантах з непетою, змієголовником і кропом не виявлено жодного взаємного двостороннього позитивного впливу, за винятком лише однієї пари (змієголовник + шавлія), де спостерігалось лише посилення росту коренів в обох видів рослин. У всіх варіантах зафіксовано лише односторонній позитивний або негативний вплив на всі чи окремі досліджувані показники. Так, непета стимулювала ростові процеси в озимій пшениці, зокрема вдвічі збільшуючи її загальну масу, тоді як сама непета під впливом останньої була досить пригнічена; у парі з ярим ріпаком та кукурудзою непета стимулювала ріст головного кореня рослини-партнера і збільшення його маси [54]. В умовах ґрунту алелопатичні відносини ускладнюються.

Кореневі екзометаболіти захищають проростаюче насіння, проростки й рослини від збудників хвороб, виявляють фунгіцидні та бактерицидні властивості [26], що зумовлюються комплексом біологічно активних речовин. Кореневі виділення пригнічують патогени, інактивують токсини та екзоферменти, які виділяються грибами в навколишнє середовище. Екстракти із коренів гальмують спороношення грибів, а також збудників фузаріозу, антракнозу, церкоспорозу різних культур. Це дає можливість використовувати екзометаболіти проростаючого

насіння рослини-донора для поліпшення посівних якостей насіння, росту і розвитку проростків, підвищення стійкості їх до несприятливих умов середовища й захворювань, поліпшення врожайності та якості продукції сільськогосподарських рослин-акцепторів, і є одним із можливих шляхів підвищення врожайності та якості продукції рослинництва.

Високою алелопатичною активністю відрізняються також водорозчинні виділення із листків. Так, у змивах з листків евкالیптів виявлено інгібітори — похідні коричних кислот: кофейну, хлорогенову, п-кумарову, ферулову кислоти [71].

Більшість фізіологічно активних речовин, що вимиваються із рослинних тканин водою, належать до речовин фенольної природи. Встановлено, що вищі рослини синтезують близько 3000 природних фенольних сполук [15]. Серед них активними і дієвими є феноли, характер дії яких визначається розміщенням груп у бензольному кільці: м-феноли здатні стимулювати, а о- і п-феноли — інгібувати ростові процеси. Мішенню їх дії є фермент РНК-полімераза на етапі транскрипції [25].

До фенольних сполук належать фенолкарбонові кислоти, флавонові пігменти, дубильні речовини, ненасичені лактони та ін. Вони відіграють важливу роль в алелопатії, оскільки мають різноманітні фізіологічні механізми дії.

Речовини фенольної природи є ендогенними рістрегулюючими речовинами, які відіграють роль інгібіторів росту [20], змінюють активність ферментів, впливають на фітоімунітет [41], проникність і транспортну функцію мембран [65], синтез білків та ліпідів [57], вміст хлорофілів [70], інтенсивність фотосинтезу [72], інтенсивність дихання [62], рухи продихів, розподіл елементів мінерального живлення [57], водний потенціал [61], катаболізм ауксинів, процес диференціації тканин [15, 50].

У зв'язку з наведеним вище актуальним є дослідження алелопатичних особливостей

видів роду *Calendula* протягом онтогенезу, встановлення хімічної природи фізіологічно активних речовин та ролі мікроорганізмів з ризосферного ґрунту у хімічній взаємодії рослин і родючості ґрунту, а також використання отриманих результатів для регуляції процесів росту та розвитку рослин, оздоровлення середовища вирощування рослин та боротьби з бур'янами.

1. Айзенман Б.Н., Смирнов В.В., Бондаренко А.С. Фитонциды и антибиотики высших растений. — К.: Наук. думка, 1986. — 188 с.

2. Балковая Е.Н. Физиолого-биохимическая характеристика эфиромасличных растений. — Днепропетровск: Днепропетр. гос. ун-т, 1958. — 183 с.

3. Бірюк В.А., Чорнобай В.Т. Флавоноїди суцвіть нагідок // Фармацевтичний журн. — 1972. — № 2. — С. 44—49.

4. Богданова Н.С., Николаева И.С., Щербакова Л.И. Изучение противовирусных свойств календулы лекарственной // Фармакология и токсикология. — 1970. — 33, № 3. — С. 349—355.

5. Васильченко И.Т. Семейство Asteraceae. Род *Calendula* // Флора СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — Т. 26. — С. 857—861.

6. Гарштя Л.Я. Аллелопатические свойства некоторых растений из семейства зонтичных (*Umbelliferae*): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1971. — 23 с.

7. Георгиев Г., Милянова Ц. Аллелопатия и физиологические процессы в растениях // Природа (РБ). — 1982. — № 2. — С. 19—22.

8. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. — Новосибирск: Наука, 1990. — 328 с.

9. Гинева Г.М. Регуляция метаболизма у растений при недостатке кислорода. — М.: Наука, 1975. — 279 с.

10. Головкин Э.А., Биляновская Т.М., Воробей И.И. и др. Аллелопатия растений в аспекте проблем агрофитоценологии // Физиология и биохимия культур растений. — 1999. — 31, № 2. — С. 103—114.

11. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: Избр. тр. — К.: Наук. думка, 1991. — 432 с.

12. Гродзинский А.М., Кострома Е.Ю., Шроль Т.С., Хохлова И.Т. Прямые методы биотестирования

почвы и метаболитов микроорганизмов. Аллелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121—124.

13. Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений — аллелопатия. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1957. — 262 с.

14. Жирмунская Н.М. Зеленые удобрения на садовом участке. — 1993. — 45 с.

15. Запрометов М.Н. О функциональной роли фенольных соединений в растениях // Физиология растений. — 1992. — 39, № 6. — С. 1197—1207.

16. Зелепуха С.И. Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу. — К.: Наук. думка, 1973. — С. 66—107.

17. Зузук Б.М., Куцук Р.В., Калугина С.М. и др. Календула лекарственная (*Calendula officinalis*). Аналитический обзор // Провизор. — 2001. — № 4. — С. 29—31.

18. Зузук Б.М., Куцук Р.В., Калугина С.М. и др. Календула лекарственная (*Calendula officinalis*). Аналитический обзор // Провизор. — 2001. — № 5. — С. 29—34.

19. Календула / Под ред. Р.Р. Исмаилова, Д.А. Костылева. — Уфа: БГАУ, 2000. — 102 с.

20. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. — М.: Наука, 1974. — 253 с.

21. Логачева Л.И., Арсюхина Л.И., Брыкин А.И. Календула // Вопросы агротехники возделывания лекарственных культур: Сб. науч. работ. — 1976. — Вып. 9. — Ч. 1. — С. 50—52.

22. Мальцева М.В., Никонов Г.К., Турова А.Д. Ноготки лекарственные (календула лекарственная) — *Calendula officinalis* L. // Атлас лекарственных растений СССР / Под ред. Н.В. Цицина. — М.: Гос. изд-во мед. лит-ры, 1962. — С. 384—387.

23. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряноароматические растения. — М.: Агропромиздат, 1991. — С. 7—10.

24. Машковська С.П. Морфологічні та фізіолого-біохімічні особливості представників роду *Tagetes* L. // Наук. вісник Ужгород. держ. ун-ту. Сер. біологія. — 2001. — № 9. — С. 189—194.

25. Мороз П.А., Комиссаренко Н.Ф. Аллелопатическая активность некоторых фенольных соединений // Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии. — К.: Наук. думка, 1983. — С. 118—122.

26. Наумов Г.Ф., Севрюкова Л.Ф. Защитные функции биологически активных веществ прорастающих семян и возможность их применения для повышения болезнеустойчивости растений // Ал-

- лелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 69—78.
27. *Николаевский В.В., Еременко А.И., Иванов И.К.* Биологическая активность эфирных масел. — М.: Медицина, 1987. — 144 с.
28. *Пида С.В., Машковська С.П.* Кореневі виділення: хімічний склад, значення в алелопатії та перспективи використання // *Агроєкологічний журн.* — 2003. — № 3. — С. 47—51.
29. *Писаренко В.М., Писаренко В.П.* Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. — Полтава: ІнтерГрафіка, 2002. — С. 321—322.
30. *Попов О.П.* Лікарські рослини в народній медицині. — К.: Здоров'я, 1971. — С. 161—163.
31. *Поруцкий Г.В., Лучко А.С., Матковский К.И.* О содержании этиленовых углеводородов в летучих выделениях растений // *Физиология растений.* — 1962. — 9, вып. 4. — С. 482—485.
32. *Проблемы фитонцидов и аллелопатия // Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований.* — К.: Наук. думка, 1972. — С. 276.
33. *Проблемы фитонцидов и фитоценозы // Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований.* — К.: Наук. думка, 1972. — С. 276.
34. *Работягов В.Д., Свиденко Л.В., Деревянко В.Н., Бойко М.Ф.* Эфиромасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской области. — Херсон, 2003. — С. 10.
35. *Растения охраняют растения. Рекомендации по использованию растительных препаратов для борьбы с вредителями.* — Ленинград, 1989. — 33 с.
36. *Рощина В.Д.* Экзометаболиты древесных растений и механизмы их действия на растительные клетки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.12. — Киев, 1974. — 43 с.
37. *Рощина В.Д., Рощина В.В.* Выделительная функция высших растений. — М.: Наука, 1989. — 214 с.
38. *Сало Л.П.* Лекарственные растения. — М.: Медицина, 1985. — С. 126—128.
39. *Санадзе Г.А.* Выделение растениями летучих органических веществ. — Тбилиси: Изд-во АН ГССР, 1961. — 93 с.
40. *Скворцов С.С.* Летучие выделения растений и их роль в защитных реакциях против микроорганизмов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук // 1-й Ленинград. мед. ин-т им. акад. И.П. Павлова. — Ленинград, 1964. — С. 5.
41. *Стом Д.И.* Аллелопатия и гипотеза о хинонах как активной форме полифенолов // *Сб. науч. тр.: Физиолого-биохимические основы взаимодей-*
- ствия растений в фитоценозах.* — 1975. — Вып. 6. — С. 8—11.
42. *Танасиенко Ф.С.* Эфирные масла. Содержание и состав в растениях. — К.: Наук. думка, 1985. — С. 5—8.
43. *Телятьев В.В.* Полезные растения Центральной Сибири. — Новосибирск: Наука, Сибирское изд-во, 1987. — 400 с.
44. *Токин Б.П.* Целебные яды растений. — Л.: Ленинздат, 1974. — 343 с.
45. *Турова А.Д., Сапожникова Э.Н., Вьен Диок Ли.* Лекарственные растения СССР и Вьетнама. — М.: Медицина, 1987. — С. 124—127.
46. *Тютюнник В.И., Пономарева Н.Г., Кривошен Ю.К.* Антимикробное действие эфирных масел, выделяемых из растений // *Тр. ВНИИ эфиромасличных культур.* — 1977. — № 10. — С. 27—32.
47. *Урбанович Л.И., Харченко Г.И., Чубарь А.П.* Применение эфирных масел из растений, произрастающих в Крыму, в стоматологии // *Основные направления научных исследований по интенсивности эфирномасличного производства: Тез. докл. IV симпозиума по эфиромасличным растениям и маслам (Симферополь, 1—4 окт., 1985).* — Симферополь, 1985. — С. 177—178.
48. *Фирчук Р.П.* Влияние фитонцидов некоторых пищевых растений Прикарпатья на кератоконъюнктивит // *Науч. докл. высш. шк. Сер. Биол. науки.* — 1968. — № 9. — С. 85—87.
49. *Фитонциды и антибиотики высших растений // Б.Е. Айзенман, В.В. Смирнов, А.С. Бондаренко.* — К.: Наук. думка, 1984. — 280 с.
50. *Харборн Дж.* Биохимия фенольных соединений. — М.: Мир, 1968. — 451 с.
51. *Чиков П.С., Лантев Ю.П.* Витаминные и лекарственные растения. — М.: Колос, 1997. — С. 265—269.
52. *Шарапов М.И.* Влияние климата на продуктивность растений и качество эфирных масел // *Эфиромасличное сырье и технология эфирных масел.* — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — Вып 1. — С. 21.
53. *Шретер А.И., Муравьева Д.А., Пакалн Д.А., Ефимова Ф.В.* Лекарственная флора Кавказа. — М.: Медицина, 1979. — С. 197—200.
54. *Юрчак Л.Д.* Аллелопатія в агробіогеоценозах ароматичних рослин. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 410 с.
55. *Юрчак Л.Д., Побирченко Г.А.* Культура шалфея мускатного в Лесостепи України. — К.: Наук. думка, 1997. — 166 с.



56. *Asplund R.O.* Some quantitative aspects of the phytotoxicity of monoterpenes // *Weed Sci.* — 1969. — **17**, N 1. — P. 454—455.
57. *Baziramakenga R.J., Leroux G.D., Simard R.R., Nadeau P.* Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings // *Can. J. Bot.* — 1997. — **75**, N 3. — P. 445—450.
58. *Camm E.L.* VV — mediated antibiotic activity of some compositae species // *Phytochemistry.* — 1975. — **14**, N 9. — P. 1014—1016.
59. *Chemli R., Toumi A., Oueslati S.* et al. *Calendula arvensis* L.: Impact des saponines sur la toxicite, le pouvoir hemolytique et l'activite anti-inflammatoire // *J. Pharm. Belg.* — 1990. — **45**, N 1. — P. 176—180.
60. *Comfort S. D., Jnskeep W.P.* Chemic processes in the rhizosphere. — *Medison*, 1991. — 491 p.
61. *Danks M.L., Fletcher J.S., Rice E.L.* Effect of phenolic inhibitors on growth and metabolism of glucose-UL-14 C in Planl's Scarlet Rose Cell — suspension cultutes // *Amer. J. Bot.* — **62**, N 3. — P. 311—317.
62. *Devi S.R., Prasad M.N.V.* Ferulic acid mediated changes in oxidative enzymes of maize seedlings: Implication in growth // *Biol. Plant.* — 1996. — **38**, N 1. — P. 387—395.
63. *Friedman J., Korein L., Katz D., Sneh B.* Interaction between aromatic shurubs and actinomycetes, their possible rolle in determining allelopathy // *Abstr. pap. 190th ACS Nat. meet.* — *Chicago*, 1985. — P. 114.
64. *Fries N.* Effects volatile organic compounds on the growth and development of fungu // *Frans. Brit. Mycol. Soc.* — 1973. — **60**, N 1. — P. 1—12.
65. *Glass A.M.* Influnce of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake // *Plant Physiol.* — 1973. — **51**, N 12. — P. 1037—1041.
66. *Hovadik A., Cladek N.* Antimicrobni pusobeni eterickych dejů nektorych aromatikyh rostlin // *Bull. VUS.* — 1974. — **18**, N 1. — P. 61—72.
67. *Kalvatchev Z., Walder R., Garzaro D.* Anti-HIV activiti of extracts frim *Calendula officinalis* L. // *Biomed. Pharmacother.* — 1997. — **51**, N 4. — P. 176—180.
68. *Kobayashi A., Kim M.J., Kawazu K.* Uptake and exudation of phenolic components by wheat and antimicrobial components of the root exudates // *Z. Naturforsche. C: Biosci.* — 1996. — **51**, N 718. — P. 527—533.
69. *Lorber P.K., Muller W.H.* Volatile growth inhibitors produced by *Salvia leucophylla* effects on seedling root tip ultrastructure // *Aver. J. Bot.* — 1976. — **63**, N 1. — P. 196—200.
70. *Losing M.N., Sell P.I.* Erfahrungen mit verschiedenen Tagetes-Arten zur Beklmpfung von Lasionsnematoden (*Pratylenchus* spp.) (Tylenchida: Pratylenchidae) (5—8 Oct., 1992) // *Mill. Biol. Bundesant. Land und Forst. Wirt.* — *Berlin—Dahlem*, 1992. — S. 282—292.
71. *Moral R. del, Muller C.H.* The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis* // *Amer. Midl. Nat.* — 1970. — **83**, N 1. — P. 254—282.
72. *Moreland D.E., Novitzky W.P.* Effects of phenolic acids coumarins and flavonoids on isolated chloroplasts and mitochondria // *ACS Symposium series.* — *American Chemical Society.* — 1987. — N 330. — P. 247—261.
73. *Okazaki K., Oshima S.* Antibacterial activity of hinger plants // *J. Pharm. Soc. Jap.* — 1953. — **73**, N 4. — P. 344—345.
74. *Rice E.P.* Some biological effects of volatiles emanatine from wood // *Canad. J. Bot.* — 1976. — **48**, N 4. — P. 719—735.
75. *Rizvi S.G.H., Rizvi V.* Rolle of allelochemicals in improving crop. productivity // *Abstracts of Papers 190th ACS NAT. Am. Mut. Am. Chem. Soc.* — *Chicago*, 1985. — N 136.
76. *Rizvi S.G.H., Rizvi V.* Explotation of allelochemicals in improving crop. productivity // *Allelopathy basic and applied aspects.* — *London*, 1992. — P. 443—472.
77. *Schwar Crh.* Die Wirkung isolierter Wermutinhaltstoffe auf *Foeniculum vulgare* Mill., *Lepidium sativum* L. und *Lactuca sativa* L. var. *langifolia* Lam. // *Flora.* — 1962. — **152**, N 3. — S. 509—515.
78. *Shrimpton D.M., Whithev H.S.* Inhibition of growth of blue strain fungi by wood extractives // *Ibid.* — 1968. — N 46. — P. 751—761.
79. *Shunte M.E.* The allelopathic aspects of *Melilotus alba* trough coumarin // *J. Wash. Acad. Sci.* — 1984. — **74**, N 4. — P. 117—120.
80. *Tang S.C., Wat C.K., Towers J.H.N.* Thio-phenes and benzofurans in undisturben rhizosphere of *Tagetes patula* // *Plant Soil.* — 1987. — **98**, N 2. — P. 93—97.
81. *Tukcy H.B. Jr.* Leaching of substances from plants // *Biochem. Inter. Among Plants.* — *Washington: Nat. Acad. Sci.*, 1971. — P. 25—33.
82. *Weawer T., Kich L.* Allelopathic potential of terpene secreting (agronomic) plant // *Proc. Mont. Acad. Sci.* — 1982. — **41**, N 1. — P. 51—56.

Рекомендувала до друку Л.Д. Юрчак

*С.А. Радиоза*

Национальный ботанический сад  
им. Н.Н. Гришка НАН Украины,  
Украина, г. Киев

БИОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ  
ЭКЗОМЕТАБОЛИТОВ АРОМАТИЧЕСКИХ  
РАСТЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АГРОФИТОЦЕНОЛОГИИ

Приведен обзор литературы относительно экзометаболитов ароматических растений, их значения в аллелопатии и перспектив использования. Показана актуальность исследования видов рода *Calendula* в аспекте проблем агрофитоценологии.

*S.A. Radiosa*

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

BIOLOGICAL ACTIVITY OF AROMATIC  
PLANTS EXOMETABOLITES AND PROSPECTS  
FOR THEIR USE IN AGROPHYTOCENOLOGY

The author present the literary data about the exometabolites of aromatic plants. It have been shown the meaning in allelopathy and perspectives of their use. The actuality of researches of *Calendula* genus species at the aspect of agrophytocenology is demonstrated.