

ЛЕТКІ ВИДІЛЕННЯ ВИДІВ РОДУ TAGETES L.

С.П. МАШКОВСЬКА

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 Київ, вул. Тімірязєвська, 1

Розглянуто алелопатичну активність летких виділень видів роду Tagetes erecta L., T. patula L., T. signata Bartl., динаміку накопичення ефірних олій та їхню біологічну активність.

У зв'язку з активною інтродукцією видів *Tagetes* L. (*T. erecta* L., *T. patula* L., *T. signata* Bartl.) як ефіроолійних і лікарських рослин нині зростає інтерес до вивчення їхніх алелопатичних особливостей. Неабиякий інтерес являють леткі виділення рослин, які сприяють формуванню певного алелопатичного потенціалу середовища і впливають на донорно-акцепторну взаємодію між рослинами, ґрунтову й повітряну мікрофлору та мікрофауну [10]. Виділення летких органічних сполук здійснюється у період від проростання насіння до його повного досягання, найактивнішими серед них є ефірні олії [4]. Тому метою нашої роботи є:

1) вивчення динаміки алелопатичної активності летких виділень з органів вищезазначених видів *Tagetes* протягом вегетаційного періоду;

2) дослідження впливу рослинних екзотаболітів на мікрофлору повітря;

3) виділення ефірних олій з надземної маси рослин і дослідження їхньої біологічної активності.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань заклали польові досліди в умовах Полісся на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому на лесах агродільни-

ці Тернопільського державного педагогічного університету та в умовах Лісостепу України на дерново-підзолистому ґрунті ділянки Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Насіння висівали широкорядним способом, норма висіву становила 1,5 (*Tagetes signata*) — 3,0 (*T. patula*, *T. erecta*) кг/га, глибина загортання насіння — 2,0—2,5 см. Алелопатичну активність летких виділень вивчали у фазі відростання, бутонізації та цвітіння за методикою А.М. Гродзінського [5]. Як тест-об'єкти використовували проростки крес-салату (*Lepidium sativum* L.) і озимої пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) сорту Миронівська 61. Вивчення фітонцидної активності рослинних екзотаболітів стосовно мікрофлори повітря здійснювали за методом осаджування [3]. Як живильне середовище використовували сусло-агар і середовище Чапека. На сусло-агарі визначали в основному швидко-, а на середовищі Чапека — повільнозростаючі мікроскопічні гриби. Чашки Петрі з висівами спор мікрофлори інкубували у термостаті при температурі 27 °С. Колонії мікроорганізмів підраховували, визначали види, які переважали, і виділяли їх у чисту культуру. Вплив летких виділень рослинних гомогенатів на чисті лінії мікроорганізмів досліджували методом "коло-

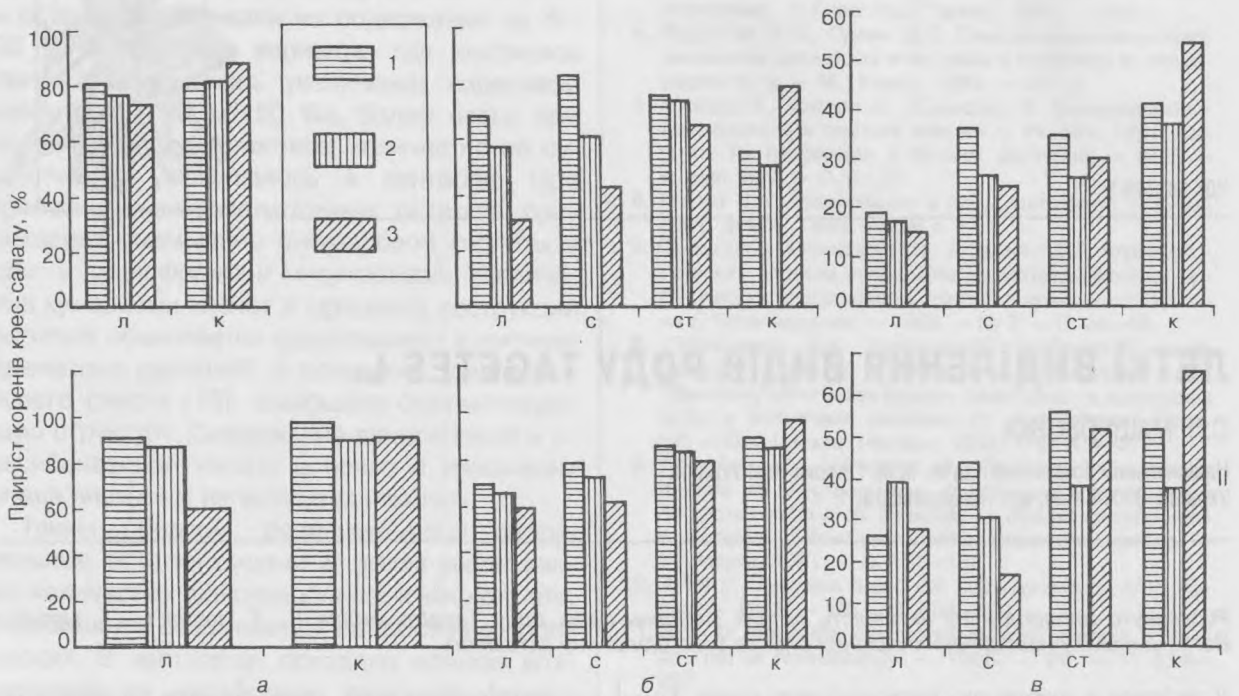


РИС. 1. Динаміка алелопатичної активності (відносно контролю) летких виділень *Tagetes* видів, які вирощували в Лисостепу (I) та на Західному Поділлі (II): види: а — *T. erecta*, б — *T. patula*, в — *T. signata*; фенофази: 1 — відростання, 2 — бутонізація, 3 — цвітіння; органи рослин: л — листки, с — суцвіття, ст — стебла, к — корені

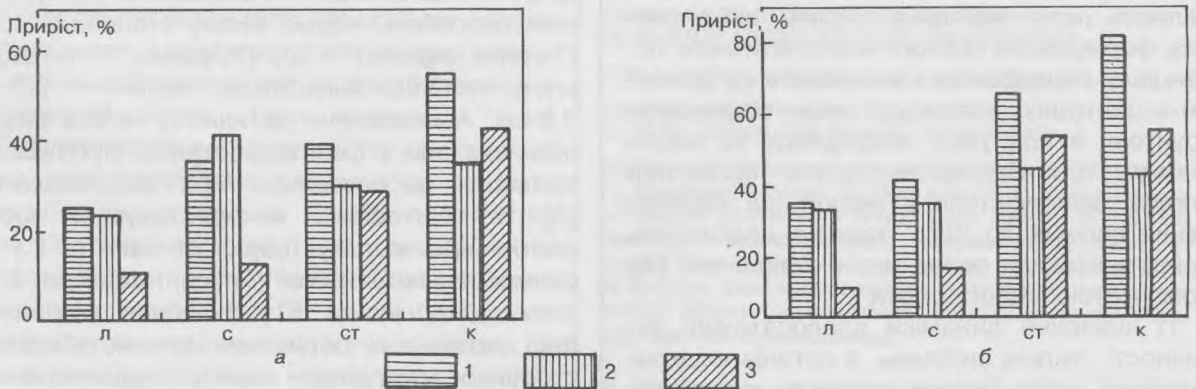


РИС. 2. Алелопатична активність летких виділень листків, суцвіть, стебел і коренів видів *Tagetes* відносно приросту коренів (а) та колеоптилів (б) пшениці (контроль — дистильована вода). Умовні позначення див. на рис. 1

дязя” [4]. Ефірну олію виділяли за методом гідродистиляції [9]. Біологічну активність ефірних олій визначали на рослинних і мікробних тест-об’єктах, використовуючи відповідно методи “висячої краплі” та “стікаючої краплі” [3]. Антимікробну дію оцінювали за 4-бальною системою. Повторюваність дослідів — три-

кратна. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за Б.О. Доспеховим [6].

Результати та їх обговорення. Дослідження алелопатичної активності летких виділень різних органів 3 видів *Tagetes* протягом вегетаційного періоду показали, що вона за-



лежить від видових особливостей рослин, фази розвитку, джерела утворення летких речовин і ґрунтово-кліматичних умов вирощування рослин (рис. 1). Леткі виділення рослин Полісся виявились більш толерантними, ніж аналогічні виділення рослин, які вирощували в умовах Лісостепу. Однак незалежно від місця культивування алелопатично активнішими є леткі виділення *T. signata*. Найбільша алелопатична активність зафіксована у фазі цвітіння, а найменша — у фазі відростання. Найтоксичнішими щодо приросту коренів крес-салату виявились леткі метаболіти листків та суцвіть, але все ж таки більше гальмівників росту містять листки. До того ж, якщо у фазі бутонізації різниця між дією летких виділень листків і суцвіть на приріст коренів тест-об'єкта незначна, то у фазі цвітіння вона збільшується. Так, леткі виділення листків *T. erecta*, *T. patula*, *T. Signata* інгібують приріст коренів крес-салату відповідно на 73,64—81,08; 69,59—82,81; 82,91—85,01 %, тоді як аналогічні метаболіти суцвіть пригнічують приріст тест-об'єкта на 56,44—63,55; 61,14—73,40; 71,89—75,55 % (контроль — дистильована вода).

Аналіз алелопатичної активності летких виділень чорнобривців у період цвітіння щодо приросту коренів і колеоптилів пшениці (рис. 2) підтверджує закономірність, яка була встановлена стосовно проростків крес-салату, тобто найактивнішими в алелопатичному відношенні є леткі метаболіти листків і суцвіть, листки виявляють дещо сильніші інгібуючі властивості. Серед 3 досліджуваних видів найбільшою алелопатичною активністю характеризується *Tagetes signata*.

Зазначимо, що у фазі цвітіння леткі виділення коренів і суцвіть *Tagetes patula* мають приблизно однакову інгібуючу активність, тоді як леткі виділення коренів інших видів значно менше гальмують приріст коренів крес-салату і приріст коренів і колеоптилів пшениці.

Наступним етапом було вивчення анти-мікробної дії фітонцидів досліджуваних рослин на мікрофлору повітря. Досліди проводили у навчальних аудиторіях Тернопільського державного педагогічного універ-

ситету, де горщечковим методом вирощували рослини, та в аудиторії. Кількісне визначення мікроорганізмів здійснювали таким чином: 1) визначали площу живильного середовища з колоніями у чашці Петрі за формулою $S = \pi r^2$; 2) перераховували кількість колоній, що утворились у чашці, на площу 100 см²; 3) отриманий результат перераховували на 1 м³. Встановлено (табл. 1), що зазначені види *Tagetes* мають майже однакову бактерицидну дію.

Щоб з'ясувати вплив фітонцидів цих видів на різні мікроорганізми, які містилися у стерильних чашках Петрі з живильним середовищем, використовували метод "колодязя". Він полягає у тому, що в ямку посередині середовища вміщують гомогенат різних органів рослин, довкола "колодязя" засівають чисті культури. Результат впливу фітонцидів спостерігали на 3-ю добу після інкубації. Контролем слугували живильні середовища, засіяні такою ж кількістю мікробних тіл, але без дії на них рослинного агента. У результаті аналізу отриманих експериментальних даних (табл. 2) встановлено, що найбільший антагоністичний вплив фітонциди 3 зазначених видів *Tagetes* мали на культури *Sarcina flava* та *Pseudomonas aeruginosa*, менш виражений — на *Micrococcus albus*, *Mucor mucedo*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, а щодо культури *Micrococcus roseus* і *Staphylococcus aureus* фітонциди всіх досліджуваних видів проявляли індиферентну дію.

ТАБЛИЦЯ 1. Вплив фітонцидів видів роду *Tagetes* на кількісний склад мікрофлори повітря

Джерело біологічно активних речовин	Осінь		Весна	
	шт.	% відносно контролю	шт.	% відносно контролю
Контроль	24 451 ± 470*	100	25 216 ± 474	100
<i>T. erecta</i>	16 859 ± 810	68	17 937 ± 483	71
<i>T. patula</i>	15 362 ± 911	62,8	15 281 ± 538	61
<i>T. signata</i>	15 391 ± 435	63	16 032 ± 534	64

* Кількість мікроорганізмів подано в розрахунку на 1 м³.

ТАБЛИЦЯ 2. Фітонцидна активність летких виділень видів роду *Tagetes*

Тест-культура	<i>T. erecta</i>		<i>T. patula</i>		<i>T. signata</i>	
	Листки	Суцвіття	Листки	Суцвіття	Листки	Суцвіття
<i>Micrococcus albus</i>	2	2	3	2	3	3
<i>Micrococcus roseus</i>	1	1	2	2	2	2
<i>Sarcina flava</i>	3	3	3	3	2	3
<i>Mucor mucedo</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Escherichia coli</i>	2	1	2	2	3	2
<i>Bacillus subtilis</i>	1	1	2	2	3	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	2	3	2	4	3
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	1	1	2	1

Примітка. Тут і в табл. 4 оцінку антимікробної активності подано в балах: 0 — стимульовальна дія; 1 — нейтральна; 2 — слабе інгібування; 3 — середнє інгібування; 4 — сильне інгібування.

ТАБЛИЦЯ 3. Динаміка накопичення ефірних олій (% абсолютно сухої маси) в надземних органах видів роду *Tagetes*

Вид	Бутонізація	Масове цвітіння	Кінець цвітіння
<i>Лісостеп</i>			
<i>T. erecta</i>	0,005	0,007	0,002
<i>T. patula</i>	0,21	0,76	0,11
<i>T. signata</i>	0,86	1,36	0,64
<i>Полісся</i>			
<i>T. erecta</i>	0,002	0,004	0,001
<i>T. patula</i>	0,18	0,67	0,08
<i>T. signata</i>	0,78	1,01	0,48

З літературних джерел відомо [3, 10], що серед летких органічних речовин, які продукуються надземною фітомасою, найбільш фізіологічно активними є ефірні олії. Характерною ознакою ефірних олій роду *Tagetes* є наявність тагетону і тагенону (*цис*- і *транс*-оцименони), які сприяють їх швидкому загустінню. Крім того, ефірні олії досліджуваних видів містять похідні тагетону — дигідротагетон, сесквітерпени, сесквітерпенові спирти, складні ефіри, α -пінен, фелландрен, *l*-цимол, лимонен, мирцен [1]. На сьогодні найдетальніше вивчений склад ефірних олій *T. signata*. За даними М.В. Бобрука та співавт. [2], до складу ефірної олії цього виду поряд із вищезазначеними компонентами входять і такі: ноніловий, фенілоцтовий, де-

циловий та саліциловий альдегіди, ноніловий і фенілетіловий спирти, α -, β -, γ -терпінеол, ліналол, гераніол, β -метилгептинол, α -пінен, аромодендрен, мірцен, колефен, каріофелен, міровін, гераніаль, α -терпенілацетат, оцтова кислота та ін.

Вивчали вміст ефірних олій у промисловій сировині (надземна маса) 3 видів *Tagetes* у різних фазах розвитку: бутонізації, масового цвітіння та наприкінці цвітіння. Результати досліджень показали (табл. 3), що найбільша кількість ефірних олій накопичується у фазі масового цвітіння, що узгоджується з літературними даними [7, 8]. З 3 видів *Tagetes* найкращим ефіроносієм є *T. signata*. Так, у фазі масового цвітіння у надземній частині цього виду їх кількість була більша у 1,3—1,5 раза, ніж у *T. patula*, і у 166—194 рази, ніж у *T. erecta*. У лісостеповій зоні кількість ефірних олій у рослин була дещо більшою, ніж на Поліссі. Розподіл ефірних олій по органах рослин вивчали, використовуючи як об'єкт дослідження найбільш ефіроносний вид чорнобривців — *T. signata*. Результати досліджень показали, що найбільше ефірних олій міститься у листках ($51,00 \pm 2,5$ % загальної кількості), трохи менше — у суцвіттях ($39,50 \pm 2,5$ %) і найменше — у стеблі ($0,25 \pm 0,1$ %).

Отже, вивченням динаміки накопичення ефірних олій в органах інтродукованих видів *Tagetes* встановлено, що між алелопатичною активністю летких виділень і вмістом ефірних олій спостерігається пряма кореляція.

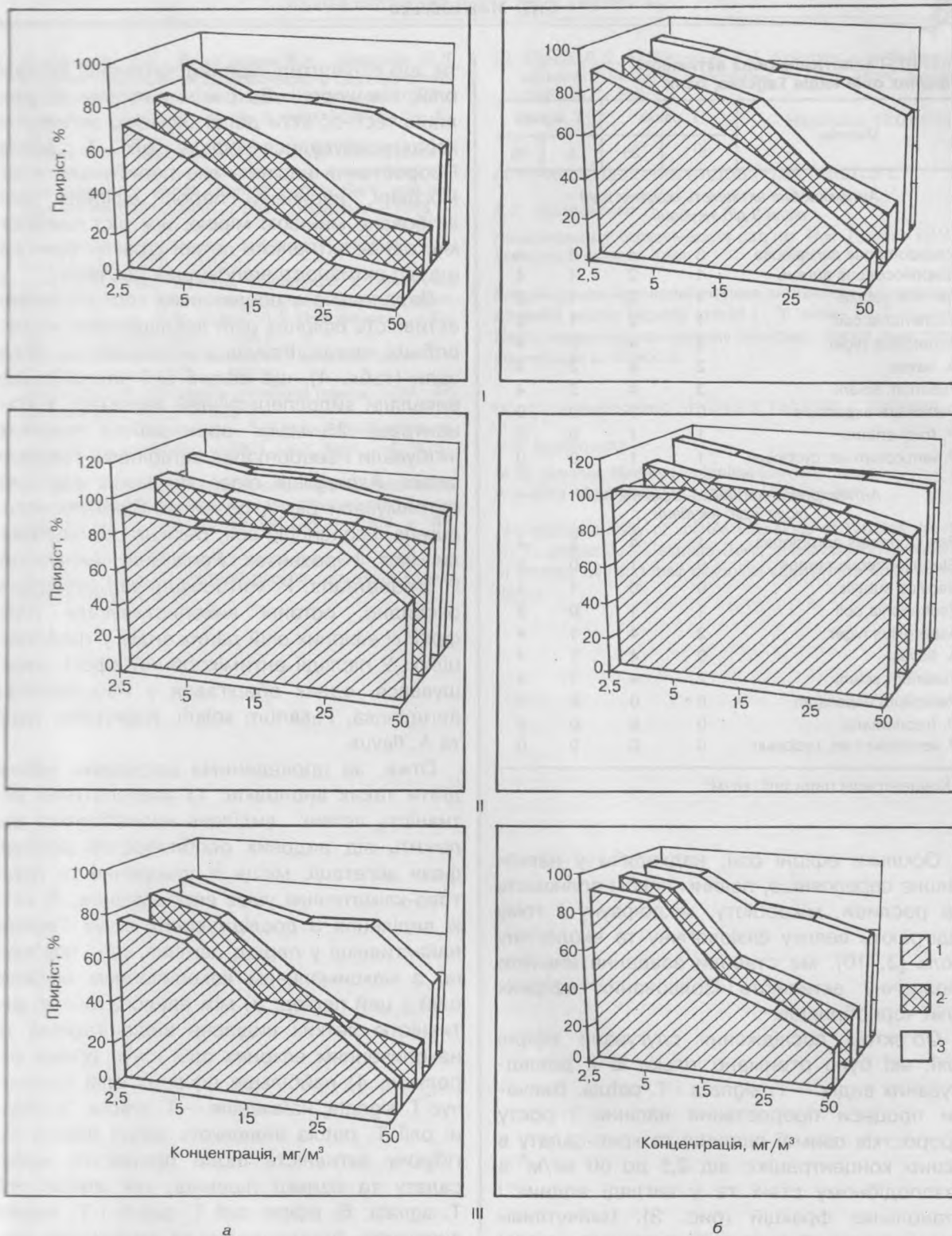


Рис. 3. Біологічна активність ефірних олій *T. patula* (а) та *T. signata* (б) відносно приросту коренів крес-салату (1) і коренів пшениці (2), а також приросту колеоптилів пшениці (3):
 I — водні фракції, II — етанольні фракції, III — леткі фракції

ТАБЛИЦЯ 4. Антимікробна активність ефірних олій видів *Tagetes*, бали

Мікроби	T. patula		T. signata	
	5*	25	5	25
<i>Антимікробна активність ефірних олій після 3 днів інкубації</i>				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	4	3	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	2	1	4
<i>Bacillus subtilis</i>	1	2	1	2
<i>Escherichia coli</i>	1	2	1	2
<i>Aspergillus niger</i>	2	4	2	4
<i>A. flavus</i>	2	4	2	4
<i>Fusarium solani</i>	3	4	2	4
<i>Penicilium expansum</i>	0	0	0	0
<i>P. frequentans</i>	1	1	0	0
<i>P. verrucosum var. cyclopium</i>	1	1	0	0
<i>Антимікробна активність ефірних олій після 7 днів інкубації</i>				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	4	2	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	1	0	2
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	1	1
<i>Escherichia coli</i>	1	1	0	2
<i>Aspergillus niger</i>	2	4	1	4
<i>A. flavus</i>	0	4	1	4
<i>Fusarium solani</i>	2	4	1	4
<i>Penicilium expansum</i>	0	0	0	0
<i>P. frequentans</i>	0	0	0	0
<i>P. verrucosum var. cyclopium</i>	0	0	0	0

* Концентрація пари олії, мг/м³.

Оскільки ефірні олії, надходячи у навколишнє середовище, певним чином впливають на рослини, мікробіоту, мікрофауну і тому відіграють велику фізіологічну та екологічну роль [3, 10], ми ставили завдання вивчити біологічну активність ізольованих ефірних олій чорнобривців.

Об'єктом дослідження слугували ефірні олії, які було отримано тільки із 2 досліджуваних видів — *T. signata* і *T. patula*. Вивчали процеси проростання насіння і росту проростків озимої пшениці та крес-салату в різних концентраціях: від 2,5 до 50 мг/м³ в газоподібному стані та у вигляді водних і етанольних фракцій (рис. 3). Найчутливішими до дії ефірних олій виявились корені крес-салату, причому леткі та водні фракції ефірних олій сильніше інгібували ріст тест-об'єктів, ніж спиртові фракції. Слід зазначи-

ти, що колеоптилі пшениці чутливіші до пари олій, ніж корені. За своїм впливом на рослині тест-об'єкти дещо більшою активністю характеризувалися ефірні олії *T. patula*. Проростання насіння, яке перебувало в атмосфері, насиченій паром ефірних олій, інгібоване меншою мірою, ніж ріст проростків, однак активність леткої фракції була вища від активності відповідних розчинів.

Паралельно з рослинними тест-об'єктами активність ефірних олій досліджували на мікробних тестах. Результати досліджень показали (табл. 4), що ефірні олії чорнобривців виявляли видоспецифічний характер. У концентрації 25 мг/м³ вони майже повністю інгібували *Pseudomonas aeruginosa*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* та *flavus*, частково затримували ріст і розвиток *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus* і стимулювали ріст і розвиток *Penicillium expansum*, *P. frequentans*, *P. verrucosum var. cyclopium*; очевидно, останні використовували леткі фракції ефірних олій даних видів у трофічних цілях. У післядії антимікробний ефект зменшувався, однак зберігався у *Pseudomonas aeruginosa*, *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* та *A. flavus*.

Отже, за проведеними дослідженнями можна дійти таких висновків: 1) алелопатична активність летких виділень чорнобривців залежить від видових особливостей рослин, фази вегетації, місця їх утворення та ґрунтово-кліматичних умов вирощування; 2) леткі виділення 3 досліджуваних видів *Tagetes* найактивніші у період цвітіння, що пов'язано з максимальним накопиченням ефірних олій у цей період; 3) між алелопатичною активністю летких виділень видів *Tagetes* та накопиченням ефірних олій існує пряма кореляція; 4) найбільше ефірних олій накопичує *T. signata*, найменше — *T. erecta*; 5) ефірні олії *T. patula* виявляють дещо більшу інгібуючу активність щодо проростків крес-салату та озимої пшениці, ніж ефірні олії *T. signata*; 6) ефірні олії *T. patula* і *T. signata* виявляють бактерицидну та фунгіцидну дію; 7) *T. patula* і *T. Signata* можна пропонувати для санації закритих приміщень, вирощуючи їх горщечковим способом.



1. Боровицкая Е.Н., Виноградов В.А., Давыдюк П.Л. Видовая специфичность химического состава эфирных масел бархатцев, интродуцированных в ГНБС // Тези доп. IV міжнар. конф. з мед. ботаніки. — К., 1997. — С. 378—379.
2. Бобрук М.В., Драгалин М.П., Влодо П.Ф. Биологические особенности, урожайность и химический состав эфирного масла *Tagetes signata* Bartl. при выращивании в Молдавии // Раст. ресурсы. — 1983. — 19, № 3. — С. 323—327.
3. Векірчик К.М. Практикум з фізіології рослин. — К.: Наук. думка, 1976. — 256 с.
4. Взаимодействие летучих выделений в замкнутой экосистеме / А.М. Гродзинский, Э.А. Головкин, А.Я. Безменов, Ю.Н. Юдин, Л.А. Поповичева. — Киев: Наук. думка, 1992. — 126 с.
5. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. — К.: Наук. думка, 1973. — 205 с.
6. Дослехов А.Б. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1986. — 260 с.
7. Капелев И.Г. Бархатцы — эфиромасличные растения // Раст. ресурсы. — 1971. — 7, № 4. — С. 573—574.
8. Касумов М.А. Некоторые биологические особенности бархатцев (*Tagetes* L.) и их народнохозяйственное значение // Докл. АН АзССР. — 1982. — 38, № 4. — С. 52—57.
9. Фитохимический анализ растительного сырья. — С.-Пб.: Изд-во С.-Петербургской хим.-фарм. академии, 1998. — 59 с.

10. Юрчак Л.Д., Побирченко Г.А. Культура шалфея мускатного в Лесостепи Украины. — Киев: Наук. думка, 1997. — С. 165.

Надійшла 10.01.2001

ЛЕТУЧИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ВИДОВ РОДА *TAGETES* L.

S.P. Mashkovskaya

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины, Украина, Киев

Рассмотрены аллелопатическая активность летучих выделений видов *Tagetes erecta* L., *T. patula* L., *T. signata* Bartl., динамика накопления эфирных масел и их биологическая активность.

VOLATILE EMISSIONS OF GENUS *TAGETES* L. SPECIES

S.P. Mashkovska

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

Allelopathic activity of volatile emissions of *Tagetes erecta* L., *T. patula* L., *T. signata* Bartl., accumulation dynamics of ethereal oils and their biological activity have been considered.