

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

ГНАТЮК НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 582.929+581.5

**АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АРОМАТИЧНИХ РОСЛИН
ВИДІВ *MONARDA DIDYMA L.*, *DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM L.*,
*HYSSOPUS OFFICINALIS L.***

03.00.16 – екологія

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ – 2012

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка
Національної академії наук України

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
ЮРЧАК Лариса Дем'янівна
Національний ботанічний сад
ім. М.М. Гришка НАН України,
головний науковий співробітник відділу алелопатії;

доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник
ЗАІМЕНКО Наталія Василівна,
Національний ботанічний сад
ім. М.М. Гришка НАН України, директор.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор,
академік НААН
ПАТИКА Володимир Пилипович,
завідувач відділу фітопатогенних бактерій
Інституту мікробіології і вірусології
ім. Д.К. Заболотного НАН України;

кандидат біологічних наук
ДЗЮБА Оксана Іванівна,
Президія НАН України,
вчений секретар відділення хімії НАН України.

Захист відбудеться « 19 » квітня 2012 р. об 11 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 в Інституті агроєкології і природокористування НААН за адресою: 03143, м. Київ–143, вул. Метрологічна, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Інституту агроєкології і природокористування НААН за адресою: м. Київ, вул. Метрологічна, 12.

Автореферат розіслано « 15 » березня 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат сільськогосподарських наук



В.В. Чайковська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розширення біологічного різноманіття України за рахунок впровадження нових видів інтродукованих ароматичних рослин є необхідною умовою для формування сучасних агрофітоценозів. Саме в цьому аспекті важливим є підбір алелопатично активних видів ароматичних рослин, оскільки біологічні виділення рослин та продукти деструкції їх решток, потрапляючи у природне середовище, накопичуються і виявляють певний хімічний вплив на навколишнє середовище (Rice, 1984; Грюммер, 1957; Гродзинський, 1991; Головка, 1992; Singh, 1992; Юрчак, 2005). Розуміння фізіолого-біохімічних механізмів алелопатичної взаємодії рослин надає можливість оптимізувати сівозміни для забезпечення довготривалого, високопродуктивного функціонування агрофітоценозів у різних ґрунтово-кліматичних зонах. З одного боку, сучасна система ведення сільськогосподарського виробництва з використанням монокультур сприяє руйнації природних зв'язків, збідненню біологічного різноманіття, зниженню стійкості рослин до несприятливих екологічних чинників. З іншого боку, інтенсивний обробіток ґрунту, зростання засобів захисту рослин, використання у великій кількості мінеральних добрив підсилюють негативний вплив на складові біогеоценозу.

Для конструювання стійких і високопродуктивних агрофітоценозів необхідні фундаментальні наукові дослідження, спрямовані на пізнання механізмів алелопатичної взаємодії рослин з аналізом післядії продуктів їхньої деструкції, які не тільки формують алелопатичний режим ґрунту, в тому числі і ґрунтовтому, але й впливають на наступні культури у сівозміні.

Розкриття явища ґрунтовтоми під час культивування ароматичних видів, з'ясування закономірностей алелопатичної взаємодії рослин та визначення їх ролі в розвитку рослинництва є основними завданнями сучасної алелопатії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась в межах галузевої програми відділу алелопатії Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України за такими темами: “Алелопатично активні сполуки вищих рослин та мікроорганізмів: скринінг, ідентифікація та створення на їх основі природних фіторегуляторів”

(№ ДР 0198U000781), “Алелопатичний моніторинг фітоценозів із залученням імітаційних моделей для комплексної оцінки їх стійкості” (№ ДР 0108U001518).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – розкрити екологічні аспекти алелопатичної дії екзометаболітів ароматичних рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. за різних ґрунтово-кліматичних умов.

Для досягнення поставленої мети було передбачено виконання таких завдань:

- проаналізувати алелопатичну активність екзометаболітів надземних і підземних органів досліджуваних видів рослин упродовж вегетаційного

періоду в ґрунтово-кліматичних умовах північного і центрального Лісостепу України;

- вивчити алелопатичні властивості післяжнивних-кореневих решток рослин та відходів ефіроолійного виробництва;
- дослідити вплив рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. на формування ґрунтового;
- встановити алелопатичні властивості ефірних олій досліджуваних видів;
- визначити хімічну природу деяких алелопатично активних речовин та дослідити їхню фітосанітарну здатність;
- з'ясувати роль ґрунтових мікроорганізмів у формуванні алелопатичного режиму ґрунту під час вирощування ароматичних рослин *Monarda didyma* L., *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L.;
- оцінити агроекологічне значення фіторе mediaційної здатності досліджуваних видів.

Об'єкт дослідження – еколого-алелопатичні особливості екзометаболітів досліджуваних ароматичних видів в умовах інтродукції.

Предмет дослідження – сезонна динаміка екзометаболітів рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L.

Методи дослідження – дрібноділянкові, вегетаційні, алелопатичні, мікробіологічні, еколого-фізіологічні, математично-статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше досліджено алелопатичну активність малопоширених ароматичних рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. Визначено кількісний склад алелохімікатів у їхніх органах упродовж вегетації. Обґрунтовано, що найбільша кількість речовин гальмувальної дії локалізується в листках і суцвіттях у фазу цвітіння. Оцінено алелопатичну активність екзометаболітів досліджуваних видів у ґрунтово-кліматичних умовах північного і центрального Лісостепу України. Запропоновано використовувати як тест-об'єкт для цих досліджень паростки редису. Проаналізовано біологічну активність рослинних решток.

Визначено роль ефірних олій у формуванні агрофітоценозу. Найбільш чутливими тест-культурами до дії тимолу, цитралю і пінекамферолу виявились щиріця і крес-салат. З'ясовано закономірності накопичення в рослинах сполук вторинного синтезу – флавоноїдів, гідроксикоричних кислот залежно від абіотичних чинників. Серед досліджуваних видів максимальну кількість флавоноїдів і гідрооксикоричних кислот накопичують листки монарди.

Встановлено видоспецифічність дії алелохімікатів на культурні та сегетальні рослини. Найвища бактерицидна дія властива рослинам монарди. Проаналізовано еколого-мікробіологічні властивості ґрунту ризосфери та міжрядь ароматичних рослин. Визначено істотні відмінності в чисельності мікроорганізмів залежно від фази розвитку рослин. Доведено фіторе mediaційну спроможність досліджуваних видів.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано використання рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. для оптимізації агрофітоценозів за рахунок зменшення

грунтовтоми, активізації розвитку агрономічно корисної мікробіоти, стимуляції ростових процесів. Розроблено спосіб виготовлення біодобрива з відходів ефіроолійного виробництва.

Особистий внесок здобувача полягає в узагальненні літературних даних, оволодінні методиками дослідження, плануванні й проведенні експериментів, обґрунтуванні і узагальненні результатів, на основі яких розроблено рекомендації, підготовці матеріалів до друку. Основні експериментальні матеріали дисертації отримано здобувачем самостійно. У виконанні деяких дослідів брали участь співробітники відділу алелопатії Національного ботанічного саду та Інституту агроекології природокористування НААН.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали і положення дисертаційної роботи були представлені на Міжнародній науковій конференції, присвяченій 80-річчю з дня народження академіка А.М. Гродзинського (Київ, 17–19 жовтня 2006 р.), науково-практичній конференції, присвяченій 200-річчю Никітському ботанічному саду «Інтродукція і селекція ароматичних і лікарських рослин» (Ялта, 8–12 червня 2009 р.), III Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій 80-річчю Уманському державному педагогічному університету імені Павла Тичини «Географія та екологія: наука і освіта» (Умань, 15–16 квітня 2010 р.).

Публікації. Основні положення досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях, у тому числі 5 статей у провідних фахових виданнях, публікації у журналах з імпаکت-фактором – 1.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, обговорення результатів дослідження і списку використаних джерел. Роботу викладено на 144 сторінках машинописного тексту, у тому числі основний текст – на 119 сторінках. Дисертацію ілюстровано 13 таблицями, 27 рисунками. Список використаних літературних джерел включає 204 найменування, з них 53 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету та основні завдання роботи, показано наукову і практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** наведено аналіз наявної у фаховій вітчизняній та зарубіжній літературі інформації щодо використання ароматичних рослин у різних галузях народного господарства, відомостей про хімічну природу алелопатично активних речовин та вплив спирторозчинних, водорозчинних та летких виділень з різних органів рослин на ґрунтову екосистему. На підставі аналізу літературних джерел обґрунтовано необхідність та актуальність проведення досліджень з тематики дисертації.

Умови, об'єкти та методи проведення досліджень. Експериментальна частина виконувалась впродовж 2006–2009 років у відділі алелопатії Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка (м. Київ) та на базі агробіологічної станції Державного педагогічного університету ім. П.Г. Тичини

(м. Умань, Черкаська обл.). У процесі виконання роботи були здійснені польові, вегетаційні та лабораторні дослідження (рис. 1).

Об'єктами досліджень обрано інтродуковані види ароматичних рослин: монарда двійчаста – *Monarda didyma* L., змієголовник молдавський – *Dracocephalum moldavicum* L., гісоп лікарський – *Hyssopus officinalis* L. Рослини вирощували в умовах сірого лісового ґрунту (м. Київ) та чорнозему опідзоленого (м. Умань).

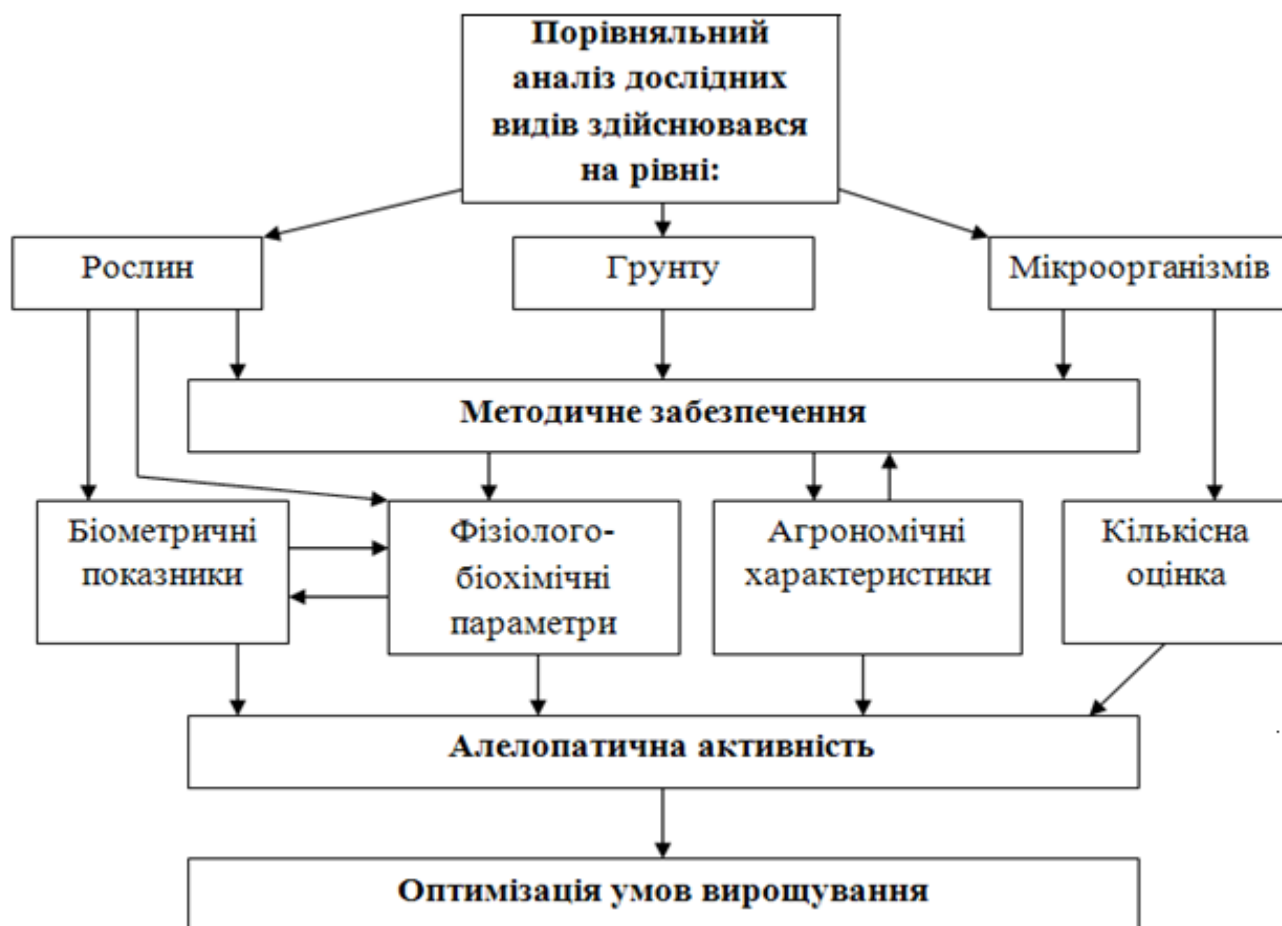


Рис 1. Загальна схема досліджень

У модельних експериментах досліджували алелопатичну активність водорозчинних, спирторозчинних та летких виділень рослин та ґрунту, а також індивідуальних сполук та їх комплексів за допомогою біологічних тестів (Гродзинський, 1991) – однодобових паростків крес-салату (*Lepidium sativum* L.), пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Олеся, щириці хвостатої (*Amarantus caudatus* L.), редису посівного (*Raphanus sativus* L.), гороху посівного (*Pisum sativum* L.), ріпаку озимого (*Brassica napus varoleifera*), ячменю посівного (*Hordeum vulgare* L.). Фітотоксичність ґрунту вивчали за методом прямого біотестування (Гродзинський, 1990).

В умовах вегетаційного дослідження (Войтехова, 1967) визначили вміст ДДТ і його метаболіти за офіційно затвердженою методикою із залученням газорідної хроматографії (Клишенко, Калініна, 1992). Концентрацію ДДТ наведено у розрахунку на суху масу рослин. Схема дослідження включала сім

варіантів: ґрунт без внесення ДДТ (контроль); ґрунт + 1 ГДК ДДТ; ґрунт + 5 ГДК ДДТ; ґрунт + 10 ГДК ДДТ; ґрунт + 15 ГДК ДДТ; ґрунт + 20 ГДК ДДТ, ґрунт + 25 ГДК ДДТ.

Вміст гідроксикоричних кислот аналізували впродовж вегетаційного періоду за М. М. Мусієнком (2001). Виділення фенольних сполук з різних органів рослин здійснювали шляхом триразового екстрагування рослинної сировини 80% етанолом з наступним випаровуванням, очисткою від пігментів, смол і ліпідів за методикою А. П. Александрова (1985). Екстракцію та кількісне визначення флавоноїдів проводили за методикою Санкт-Петербурзької хіміко-фармакологічної академії (1998). Розподіл флавоноїдів досліджували за допомогою ТШХ, використовуючи систему «бутанол – оцтова кислота – вода» (10:1:3), пластинки 10×20 см «Silica gel F254» фірми Merck (Німеччина). Візуалізацію плям здійснювали тетразолієвим бензидином. Вміст ефірної олії вивчали шляхом перегонки з водяною парою рослинної сировини, а фізико-хімічні показники якості ефірних олій за методиками Державної фармакопеї України. Компонентний склад ефірних олій досліджували на газовому хроматографі «Кристал 2000» з полуменево-іонізаційним детектором.

Склад еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері та міжряддях вивчали за методикою Д. Г. Звягинцева (1991). Антимікробні властивості соку (суміш клітинного соку та протоплазми рослинних клітин) з різних органів ароматичних рослин відносно фітопатогенних мікроорганізмів досліджували методом дифузії речовин у живильне середовище із спеціально оброблених паперових дисків (Векірчик, 2001).

Математичний та статистичний аналіз експериментальних даних виконано з використанням програм *Microsoft Excel* та *Statistica 7.0* (Доспехов, 1985).

Екологічні аспекти алелопатичної активності рослин видів *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. упродовж онтогенезу. На різних етапах розвитку рослин досліджували алелопатичну активність водорозчинних, спирторозчинних та летких виділень з вегетативних та генеративних органів змієголовнику, гісопу, монарди в ґрунтово-кліматичних умовах північного і центрального Лісостепу України.

Встановлено, що у водних і спиртових екстрактах насіння монарди, гісопу та змієголовника відбувається емісія фізіологічних сполук, для яких властива видоспецифічність дії на тест-культури. Так, леткі виділення з насіння змієголовника, монарди та гісопу виявилися менш активними порівняно з аналогами водного та спиртового розчинів. Загалом, стимуляція росту коренів тест-культур спостерігалась лише для двох біотестів – щиріці та редису. Винятком були леткі виділення монарди.

Під час аналізу сезонної динаміки алелопатичної активності виділень різних органів рослин виявлено таку залежність: спирторозчинні виділення характеризуються найвищою фізіологічною активністю і вони займають проміжне положення, а летким виділенням властива низька активність. Максимальна кількість речовин гальмувальної дії локалізується у листках і суцвіттях, мінімальна – у коренях і стеблах.

Для рослин монарди найбільш показовою фазою щодо прояву алелопатичної активності є період цвітіння (рис. 2). Серед обраних тест-об'єктів чутливими до виділень були корені крес-салату. У фазу бутонізації активність летких виділень мала високу фітотоксичну дію, яка надалі зменшувалась, набуваючи нейтрального характеру. Спирторозчинні екстракти із суцвіть та листків рослин монарди містили значно більшу кількість фітотоксичних речовин, ніж екстракти із коренів і стебел. До того ж алелопатична активність виділень із органів рослин у кліматичних умовах м. Умані була значно вищою, ніж м. Києва. Загалом, з'ясовано, що коліни більш інтенсивно синтезуються на початку росту монарди, у фазі бутонізації спостерігається зниження алелопатичної активності, а у фазі цвітіння, навпаки, відбувається її наростання.

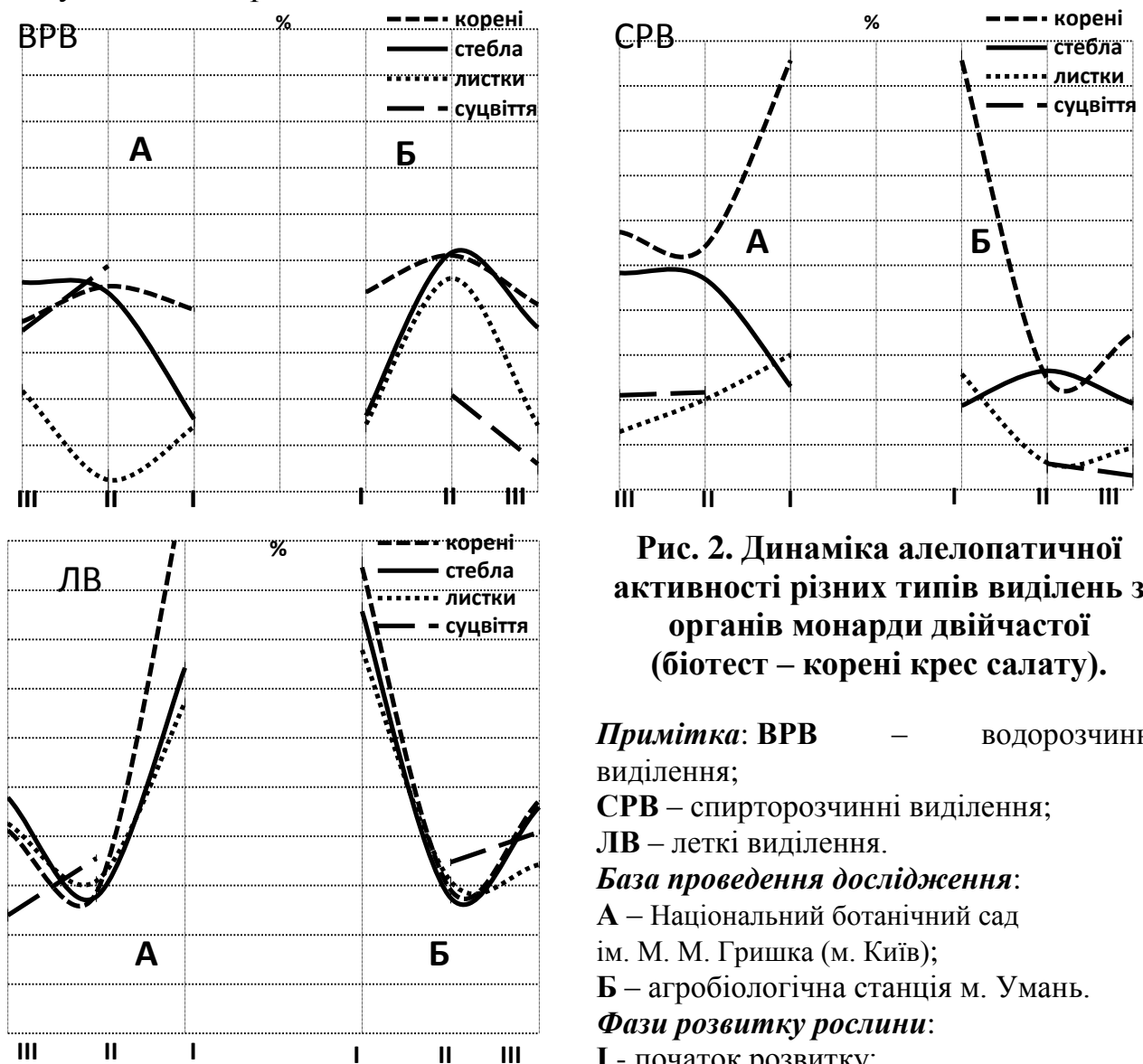


Рис. 2. Динаміка алелопатичної активності різних типів виділень з органів монарди двійчатої (біотест – корені крес салату).

Примітка: ВРВ – водорозчинні виділення;

СРВ – спирторозчинні виділення;

ЛВ – леткі виділення.

База проведення дослідження:

А – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка (м. Київ);

Б – агробіологічна станція м. Умань.

Фази розвитку рослини:

І - початок розвитку;

ІІ - бутонізація; ІІІ - цвітіння.

Водорозчинні екзометаболіти (рис. 3, 4) з різних органів змієголовнику та гісопу мали істотні відмінності у показниках відповідно до фази розвитку рослин, які залишались незмінними в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Зокрема, на початку вегетаційного періоду рослин змієголовнику спостерігалось гальмування розвитку коренів крес-салату під впливом водорозчинних виділень із поступовим зменшенням негативної дії у фазі цвітіння. Під час визначення алелопатичної активності летких виділень рослин виявлено інгібіторний ефект щодо обраних тест-об'єктів. Аналогічну залежність отримано і під час дослідження спирторозчинних виділень змієголовнику. Щодо рослин гісопу було з'ясовано, що водорозчинні виділення як з надземних органів, так і з коренів характеризувались високою фітотоксичністю вже на початку вегетації. Найбільша кількість колінів інгібіторної дії спостерігалась у фазі бутонізації. До того ж алелопатична активність летких виділень з надземних органів гісопу підвищувалась у фазі цвітіння, а коренів – на початку відростання рослин.

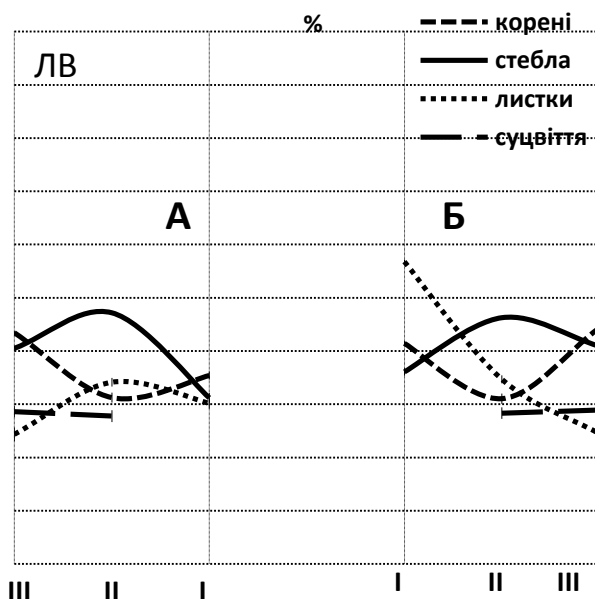
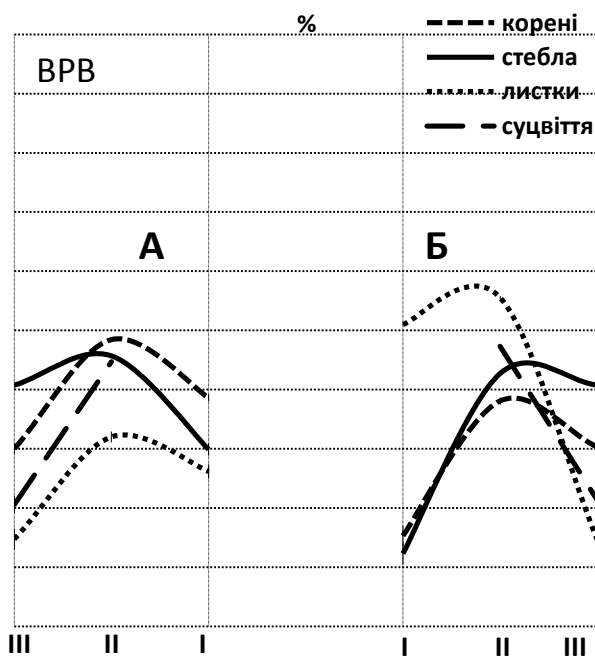


Рис. 3 Динаміка алелопатичної активності різних типів виділень з органів змієголовнику молдавського (біотест – корені крес-салату).

Примітка: ВРВ – водорозчинні виділення;

СРВ – спирторозчинні виділення;

ЛВ – леткі виділення.

База проведення дослідження:

А – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка (м. Київ);

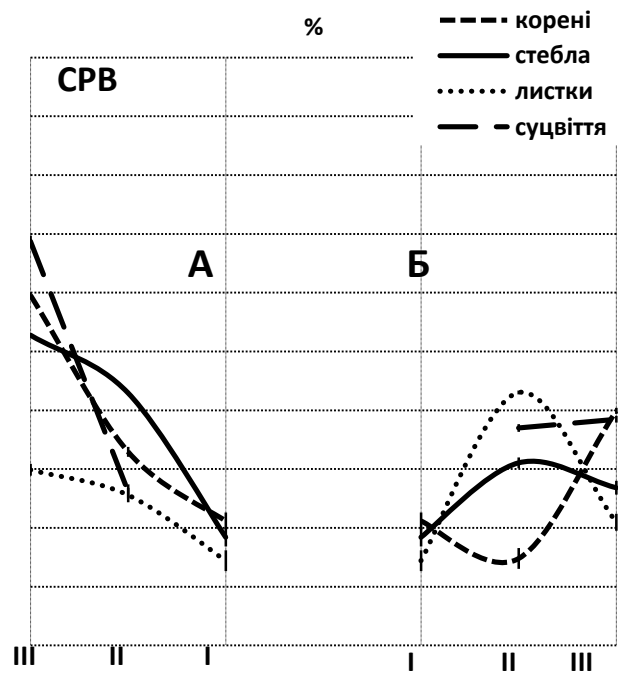
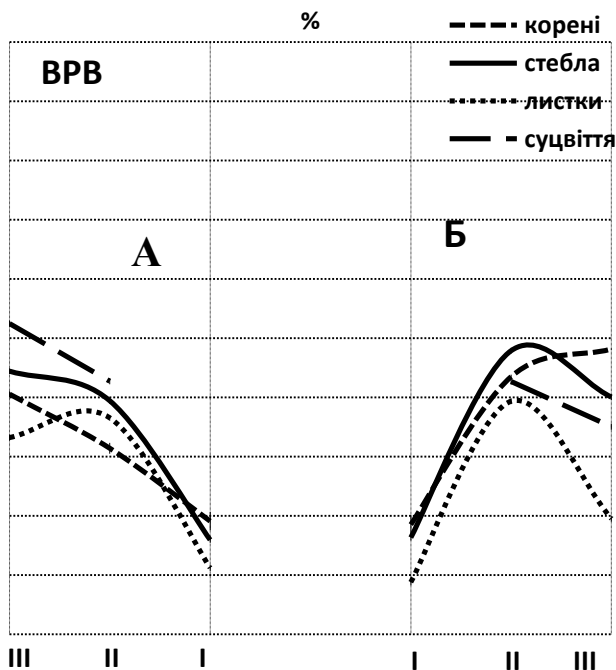
Б – агробіологічна станція м. Умань.

Фази розвитку рослини:

I - початок розвитку;

II - бутонізація; III - цвітіння.

Спиртові фракції рослин гісопу, які зростали за різних ґрунтово-кліматичних умов, також мали певні відмінності. Так, в умовах м. Києва толерантними виявилися спирторозчинні виділення щодо коренів та колеоптилів пшениці озимої, а на ріст коренів крес-салату мали слабо інгібіторну дію.



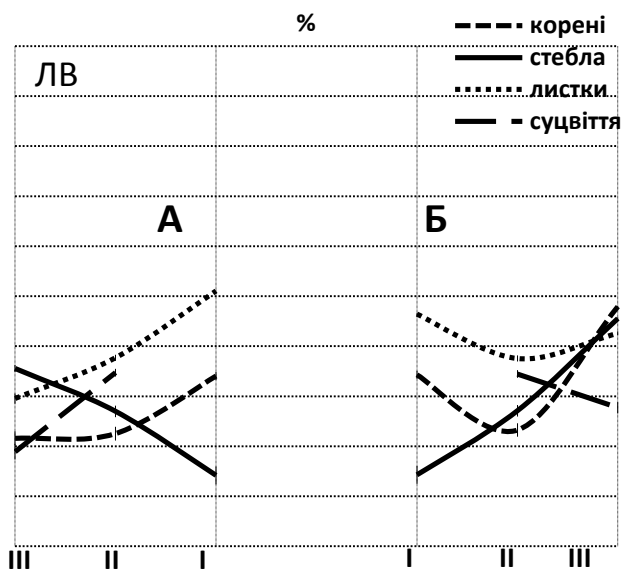


Рис. 4. Динаміка алелопатичної активності різних типів виділень з органів гісопу лікарського (біотест – корені крес-салату)

Примітка: ВРВ – водорозчинні виділення;

СРВ – спирторозчинні виділення;

ЛВ – леткі виділення.

База проведення дослідження:

А – Національний ботанічний сад

ім. М. М. Гришка (м. Київ);

Б – агробіологічна станція м. Умань.

Фази розвитку рослини:

I - початок розвитку;

II - бутонізація; III - цвітіння.

Аналіз впливу змивних вод з досліджених рослин на тест-культури рижію, тифону, гірчиці білої показав таку залежність: велика кількість інгібіторних речовин присутня в змивах змієголовнику, менша – гісопу і монарди. Найактивніше на дію фітотоксичних речовин змієголовникну відреагувала гірчиця біла.

Вивчення алелопатичної активності водорозчинних, спирторозчинних та летких виділень рослинних решток коренів та стерні досліджених ароматичних рослин проводилося на проростках крес-салату, щиріці та пшениці. Встановлено, що водні екстракти кореневих решток монарди мали як стимулюючу (корені пшениці та крес-салату, м. Київ), так і гальмувальну (корені щиріці і крес-салату, м. Умань) дію. Аналіз летких виділень засвідчив, що вміст фітотоксичних речовин є дещо меншим порівняно із стернею. Цікавим є факт відмінності в активності спиртових фракцій кореневих решток монарди в різних ґрунтово-кліматичних умовах, а саме: в умовах м. Києва активність виділень (корені крес-салату та пшениці) носить стимулюючий характер (окрім проростків щиріці), а в умовах м. Умані – інгібіторний. Водорозчинні екзометаболіти із кореневих решток змієголовнику були толерантними відносно обраних біотестів, а леткі виділення, навпаки, мали велику кількість токсичних речовин, які гальмували ріст коренів. Спиртові фракції відрізнялись видоспецифічним впливом щодо обраних біотестів. Крім того, інгібіторну дію спирторозчинних виділень зафіксовано на коренях крес-салату і щиріці в умовах м. Києва, а стимулюючу дію – на коренях пшениці, крес-салату і щиріці в умовах м. Умані. Аналіз алелопатичної активності водо- і спирторозчинних виділень із стерні гісопу, свідчить про пригнічення розвитку коренів усіх тест-об'єктів. Заслуговують на увагу леткі виділення, які гальмували ріст біотестів і характеризувалися високою фітотоксичністю. Спиртові фракції з рослинних решток стерні гісопу містили значну кількість фізіологічно активних речовин з фітотоксичною дією щодо коренів тест-культур.

Вперше встановлено значно вищу алелопатичну активність шроту досліджених ароматичних рослин порівняно з їх рештками. Серія лабораторних досліджень із залученням широкого набору біотестів дала змогу визначити залежність між алелопатичною активністю і дозою рослинних решток. Водні та спиртові екстракти з шроту повністю гальмували ріст паростків крес-салату, щириці, пшениці озимої, редису. Ці дані важливі для складання сівозмін, і доводять необхідність врахування алелопатичного фактора мортмаси ароматичних рослин у технологічному регламенті.

Вплив рослин видів *Dracosephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. на довколишній ґрунт ризосфери та міжрядь. Дослідження активності ґрунту ризосфери та міжрядь у посівах ароматичних рослин за різних умов вирощування свідчать, що на початку їхнього розвитку та у фазі бутонізації відзначається присутність фітотоксичних речовин, а у фазі цвітіння, навпаки, спостерігається різке зменшення колінів інгібіторної дії. Найбільш чітко видоспецифічний характер дії алелохімікатів з ризосферного ґрунту монарди проявляється на біотесті крес-салату (рис. 5). Кількість токсичних речовин у ґрунті змієголовнику є однаковою як на початку відростання рослин, так і в період цвітіння, проте у фазі бутонізації спостерігається зростання фітотоксичної активності. Аналіз активності ґрунту під час вирощування гісопу лікарського засвідчив, що з розвитком рослин відбувається накопичення фітотоксичних речовин у ґрунті, які гальмують ріст коренів тест-культур.

Виявлено також істотні розбіжності в розподілі елементів мінерального живлення в ґрунті під час вирощування дослідних видів рослин. Заслужують на увагу дані щодо вмісту марганцю, зокрема, спостерігається зменшення його кількості на дослідних ділянках, що може свідчити про покращення окисно-відновних процесів у кореневій зоні рослин. Крім того, рослини гісопу в умовах сірого лісового ґрунту впродовж вегетаційного періоду позитивно впливають на розподіл кальцію та магнію. Необхідно зауважити і на збільшенні вмісту вуглецю в ґрунті при вирощування ароматичних видів рослин.

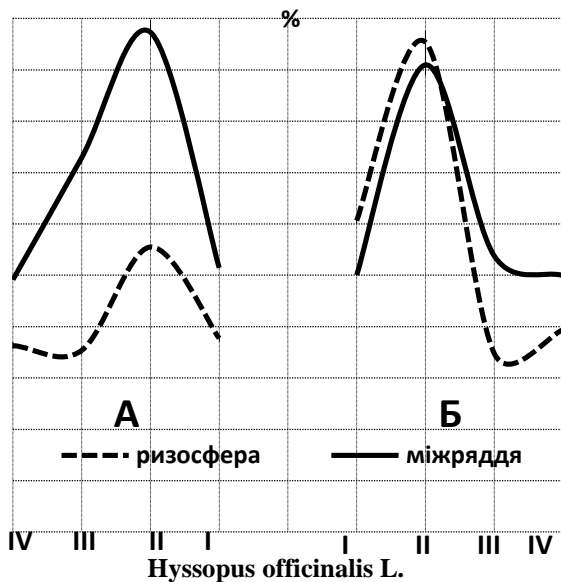
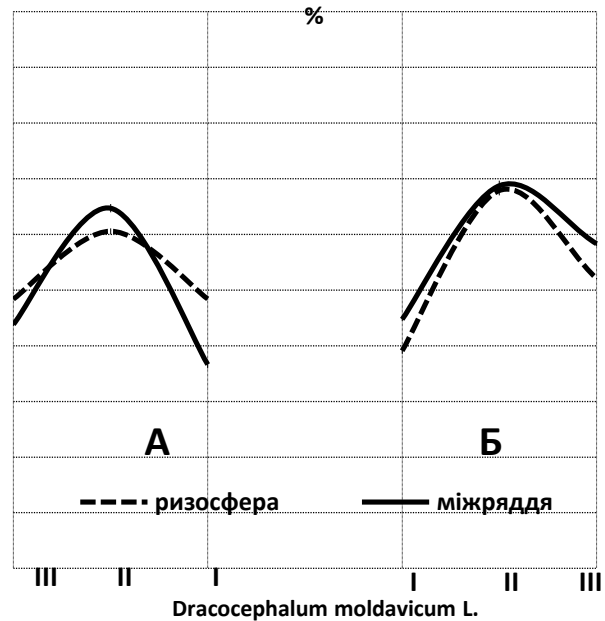
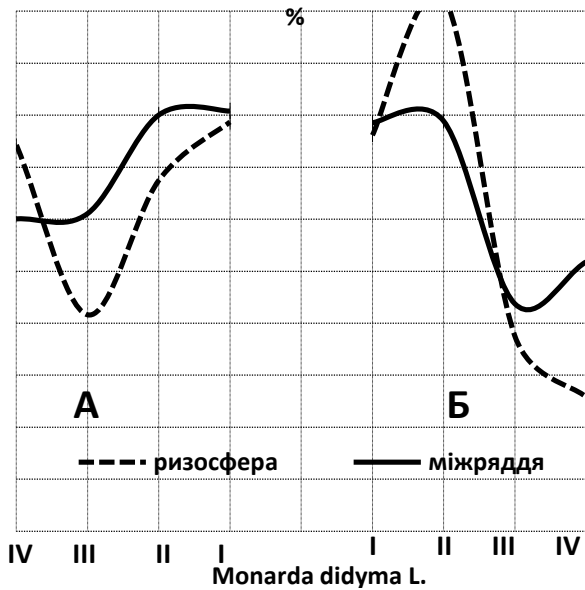


Рис. 5. Динаміка алелопатичної активності ґрунту з-під ароматичних рослин (біотест – корені крес-салату)

Примітка:

База проведення дослідження:

А – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка (м. Київ);

Б – агробіологічна станція м. Умань.

Фази розвитку рослини:

I – початок розвитку;

II – бутонізація;

III – цвітіння;

IV – післязливний період.

Особливості формування мікробіоценозу ґрунту під час вирощування ароматичних рослин практично не вивчені. Бракує досліджень щодо кількісної динаміки основних таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів у зоні ризосфери та міжрядь цих рослин. Визначення складу ґрунтових мікроорганізмів ризосфери і міжрядь досліджуваних рослин засвідчило, що вміст деяких еколого-трофічних груп варіює не тільки за фазами розвитку, але й залежить від ґрунтово-кліматичних умов (рис. 6).

Зокрема, спостерігалось зниження кількісних показників азотобактера у ризосфері та міжряддях у фазу відростання рослин змієголовнику. Крім того, у ризосфері виявлено високу кількість амоніфікаторів, які задіяні у деструкції азотовмісних сполук, особливо у післязливну фазу. Інтенсивний розвиток олігонітрофілів у ґрунті ризосфери змієголовнику зафіксовано у післязливний період, а для монарди та гісопу ці показники були максимальні у період відростання.

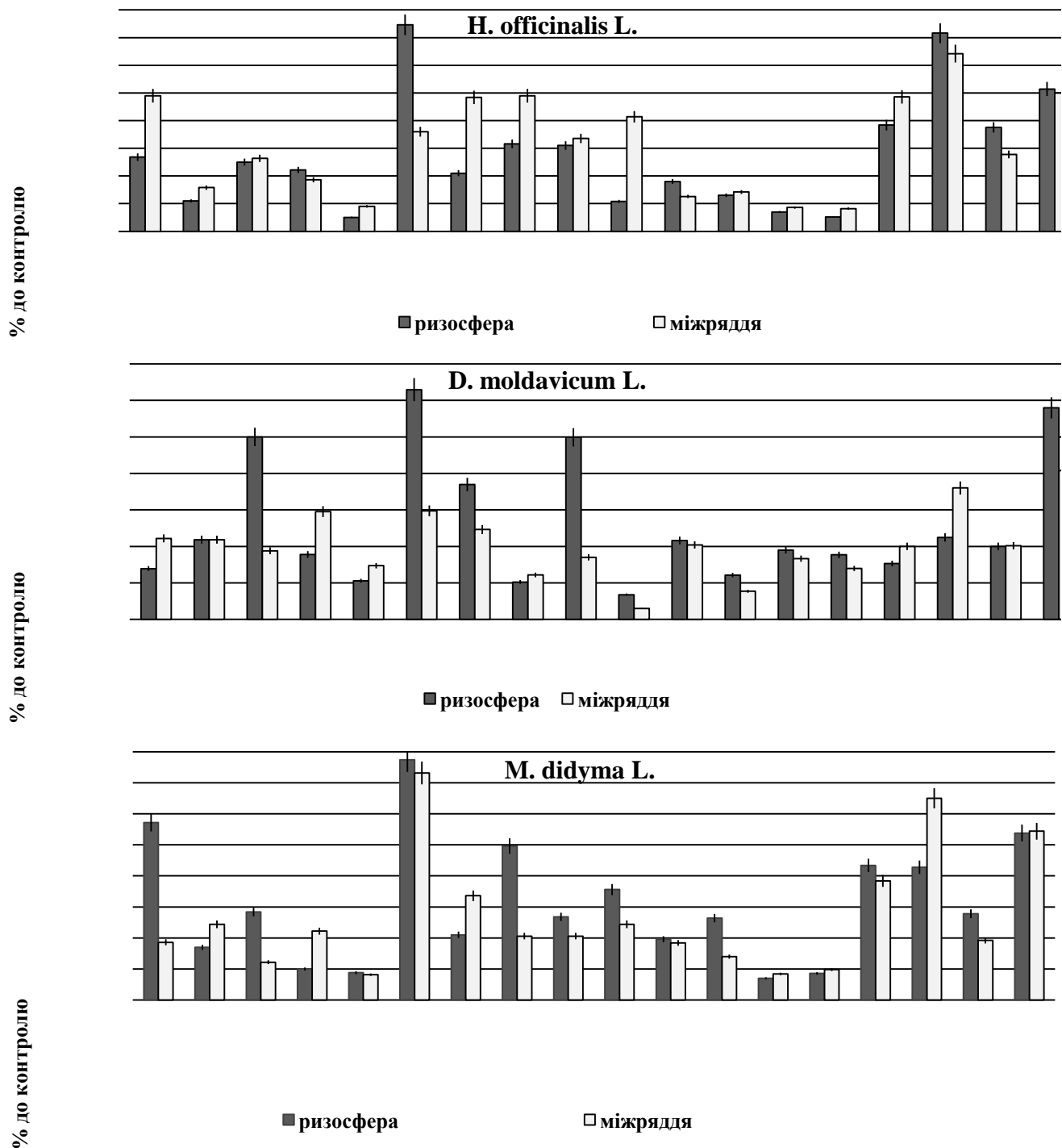


Рис. 6. Чисельність основних таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ґрунті під час вирощування досліджуваних ароматичних рослин

Примітка: Фази розвитку рослини: I -початок розвитку; II – бутонізація-цвітіння; III – післяжнивний період.

Групи мікроорганізмів: А – олігонітрофіли; В – амоніфікатори; С – педотрофи; D – спороутворювальні бактерії; Е – мікроміцети; F – стрептоміцети.

Ґрунт як ризосфери, так і міжряддя під монардою та гісопом у фазі відростання та цвітіння характеризувався зменшенням чисельності мікроміцетів у 2–5 разів порівняно з контролем. Життєдіяльність мікроорганізмів у ґрунті під

час вирощування дослідних рослин свідчить про сприятливі умови для їхнього розвитку, алелопатичні речовини не проявляють токсичного впливу, самі ж коліни доволі швидко розкладаються.

Хімічна природа алелопатично активних речовин рослин видів *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. А. М. Гродзинський (1991) у своїх працях підкреслив, що під час дослідження алелопатичних властивостей рослин перше місце має належати ідентифікації фізіологічно активних речовин, з яких найбільш поширеними є фенольні сполуки. Аналіз вмісту фенольних сполук у різних органах досліджуваних видів засвідчив, що максимальна їх кількість накопичується у фазу дозрівання плодів, а найменша – на початку вегетації рослин (рис. 7). Високий вміст фенольних сполук виявлено у листках монарди, дещо меншу – в стеблах змієголовнику і гісопу, середню позицію займають корені. Суцвіття, за виключенням рослин змієголовнику, відрізняються низьким вмістом фенольних сполук.

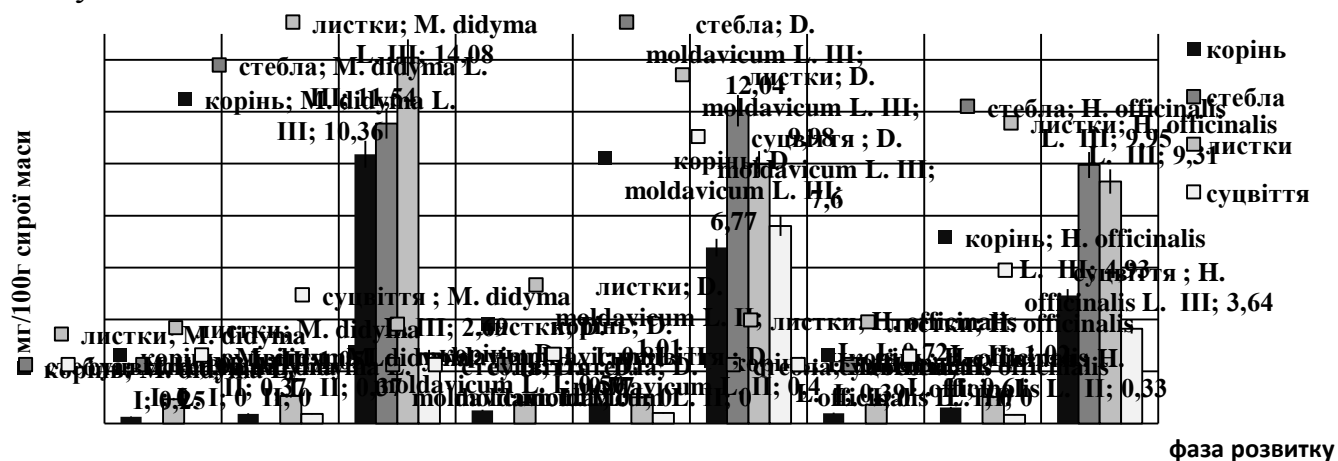


Рис. 7. Динаміка вмісту фенольних сполук в органах монарди, змієголовнику та гісопу продовж онтогенезу

Примітка: Фази розвитку рослин: I – початок розвитку; II – бутонізація-цвітіння; III – післязривний період.

Важливе місце серед фенольних сполук за алелопатичною активністю займають флавоноїди. Дослідження загальної суми флавоноїдів у листках на різних фазах розвитку рослин виявило підвищення їхньої концентрації на початку відростання, що свідчить про гальмування приросту тест-об'єктів (коренів редису та крес-салату) на 60%. З'ясовано, що у фазі бутонізації фітотоксична активність флавоноїдів була максимальною для рослин монарди, дещо меншою для змієголовнику і гісопу. Найвищою алелопатичною активністю відрізнялись флавоноїди виділені із суцвіть монарди та гісопу.

Заслуговують на увагу результати, отримані після дослідження вмісту гідроксикоричних кислот у надземній масі дослідних видів. Встановлено, що на початковій фазі розвитку рослин найвища концентрація гідроксикоричних кислот характерна для рослин монарди – 5,7%, дещо менша – у змієголовнику (3,4%) і гісопу (2,3%). У фазі бутонізації кількість цих речовин збільшується, досягаючи максимальних значень у фазі цвітіння. За ранжуванням їхнього накопичення види розміщуються у такому ж порядку, як і у попередній фазі розвитку. У період дозрівання плодів кількість кислот різко зменшується.

Істотні розбіжності виявлено також і під час дослідження якісного та кількісного складу ефірних олій. З'ясовано, що в надземній масі гісопу лікарського присутні 63 компоненти, з яких ідентифіковано – 11, у змієголовнику молдавському – 64 і 7 – ідентифіковано, а у монарди двійчатої – 46 і 6 відповідно. Висока біологічна активність монардової, змієголовникової та гісопової олій, а також деяких їх компонентів (тимолу, цитралю, пінекамферолу) свідчить про доцільність вирощування ароматичних рослин для покращення біотичної складової агрофітоценозу.

Агроекологічні та фітосанітарні особливості рослин видів *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. Аналіз антимікробних властивостей свіжого гомогенату з різних органів досліджуваних видів у фазу цвітіння засвідчив, що рослини гісопу лікарського проявляють бактерицидну дію стосовно *Xanthomonas campestris* p.v. *campestris*, повністю пригнічують ріст газону *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Зафіксовано високий бактеріостатичний ефект у рослин монарди, що дає змогу використовувати цей вид як проміжну культуру в спеціалізованих сівозмінах для зменшення чисельності фітопатогенних мікроорганізмів.

Проведено оцінку акумуляційної здатності рослин *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. екстрагувати з ґрунту ДДТ та його метаболіти. Визначено коефіцієнти біонакопичення та транслокації, які характеризують перехід забруднення з кореня у надземну частину рослини. Доведено, що всі дослідні види здатні акумулювати ДДТ у корені (0,24–0,30; 0,08–0,10; 0,12–0,14). Перехід забруднення з кореневої зони у надземну частину рослини незначний, а отже, обрані види можна рекомендувати для фітостабілізації ДДТ у ґрунті.

ВИСНОВКИ

Дослідження з теми дисертаційної роботи дали змогу вперше визначити вплив нетрадиційних ароматичних рослин на процеси формування агрофітоценозу.

1. Досліджено алелопатичну активність водорозчинних, спирторозчинних та летких виділень надземних і підземних органів рослин видів *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L. упродовж вегетаційного періоду. Найбільша кількість речовин

гальмувальної дії локалізується в листках і суцвіттях. Показовою фазою щодо алелопатичної активності є фаза цвітіння. Серед обраних тест-об'єктів максимально чутливими до виділень були корені крес-салату.

2. Доведено, що алелопатична активність водорозчинних виділень рослинних решток монарди характеризується стимулюючою дією на розвиток тест-культур у ґрунтових умовах м. Києва і гальмувальною у ґрунтових умовах м. Умані. Протилежну залежність виявлено для спиртових фракцій. Водорозчинні виділення рослинних решток змієголовнику толерантні відносно обраних тест-об'єктів, а леткі – гальмують ріст коренів. Всі виділення рослинних решток гісопу мають гальмувальний вплив на розвиток коренів тест-культур. Алелопатична активність шроту відрізняється значно вищими показниками порівняно з рештками ароматичних рослин.
3. З'ясовано, що ґрунт ризосфери та міжрядь впродовж вегетації акумулює коліни, вміст яких залежить від екологічних чинників і видільної функції рослин. На початку розвитку рослин та у фазі бутонізації практично відсутні фітотоксичні речовини, а у фазі цвітіння, навпаки, спостерігається підвищення вмісту колінів інгібіторної дії.
4. Проаналізовано біологічну активність ефірних олій, синтезованих із рослинних тканин дослідних видів. Висока алелопатична активність монардової, змієголовникової та гісопової олій свідчить про доцільність вирощування ароматичних рослин для покращення біотичної складової агрофітоценозу. Серед відібраних тест-культур найбільш чутливими до дії тимолу виявилися щириця та крес-салат; до пінекамферолу – крес-салат; цитралю – ріпак, щириця та крес-салат.
5. Визначено вміст фенольних сполук, у тому числі і суми флавоноїдів та гідроксикоричних кислот, у різних органах досліджуваних видів упродовж вегетаційного періоду. Показано, що максимальна кількість суми флавоноїдів накопичується в органах рослин у фазі бутонізації-цвітіння. За їх кількістю доміантними є листки. Серед обраних видів найбільшу кількість флавоноїдів накопичує монарда. За вмістом гідроксикоричних кислот домінують рослини монарди, на останньому місці – рослини гісопу, а проміжне займають рослини змієголовнику.
6. Встановлено, що алелопатично активні виділення дослідних видів рослин не проявляють токсичного впливу на мікробоценоз ґрунту. Найменший вплив на ґрунтові мікроорганізми справляють метаболіти змієголовнику. Виявлено зменшення у 2–5 разів чисельності міксоміцетів у ґрунті під рослинами монарди і гісопу у фазі бутонізації-цвітіння. Найвища кількість мікроорганізмів у ґрунті під усіма дослідними ефіроолійними культурами спостерігається у післяжнивний період.
7. Показано, що найвища бактерицидна дія спостерігається у рослин монарди. Рослини гісопу проявляють бактерицидну дію тільки стосовно *Xanthomonas campestris* p.v. *campestris*. Найбільш чутливими до впливу

досліджуваних видів виявились бактерії *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis* та *Pseudomonas syringae* p.v. *syringae*.

8. Вивчено здатність рослин монарди, гісопу, змієголовнику акумулювати ДДТ з ґрунту у корені (0,24–0,30; 0,08–0,10; 0,12–0,14). Досліджені види рослин можна рекомендувати для фітостабілізації ДДТ у ґрунті.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Гнатюк Н.О.** Алелопатичні властивості насіння рослин родів *Dracoscephalum* L., *Hyssopus* L., *Monarda* L. / **Н.О. Гнатюк**, Л.Д. Юрчак // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Біологія. – Тернопіль: 2008. – №4(38). – С. 39–43. *(Здобувач взяв участь у плануванні та постановці експерименту, обробці результатів, написанні статті).*
2. Екологічна роль біорізноманіття в культурних біоценозах / Л.Д. Юрчак, Н.В. Заїменко, П.А. Мороз, Д.Б. Рахметов, О.А. Корабльова, О.П. Юношева, **Н.О. Гнатюк** // Агроєкологічний журнал. – 2009. – № 1. – С. 46–52. *(Здобувач взяв участь в узагальненні літературних даних, написанні статті).*
3. Біологічні особливості накопичення ДДТ представниками родини *Lamiaceae* / Л.І. Моклячук, Г.Д. Матусевич, О.А. Слободенюк, **Н.О. Гнатюк**, Л.Д. Юрчак // Агроєкологічний журнал. – 2009. – № 4. – С. 15–21. *(Здобувач взяв участь у плануванні та постановці експерименту, обробці результатів, написанні статті).*
4. **Гнатюк Н.О.** Компонентний склад ефірних олій гісопу лікарського, монарди двійчастої, змієголовнику молдавського та оцінювання їх біологічної активності / **Н.О. Гнатюк**, С.А. Радіоза, Л.Д. Юрчак // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42. – № 3. – С. 246–250. *(Здобувач взяв участь у плануванні експерименту, обробці результатів, написанні статті).*
5. Елланська Н.Е. Особливості формування мікробіоценозів у ґрунтах під ароматичними рослинами / Н.Е. Елланська, **Н.О. Гнатюк**, О.П. Юношева, І.Г. Хохлова // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – Ужгород: 2010. – Вип. 27. – С.1–5. *(Здобувачу належить підготовка зразків та участь у проведенні експерименту, обробці результатів, написанні статті).*
6. Юношева О.П. Порівняльна оцінка антимікробної активності деяких ароматичних рослин / О.П. Юношева, **Н.О. Гнатюк**, Л.Д. Юрчак, О.А. Корабльова // Агроєкологічний журнал. – 2008. – Червень – С. 270–274.
7. **Гнатюк Н.О.** Екологічний підхід до біологічного землеробства / **Н.О. Гнатюк** // Наукові записки екологічної лабораторії [УДПУ ім. П. Тичини]: [зб. наук. праць / наук. ред. І. А. Акімов та ін.]. – К. : Науковий світ, 2008. – Вип. 11. – С. 18–21.
8. **Гнатюк Н.О.** Екологічне значення фізіологічно активних речовин представників родини Глухокропівові / **Н.О. Гнатюк** // Наукові записки екологічної лабораторії [УДПУ ім. П. Тичини]: [зб. наук. праць / наук. ред. І. А. Акімов та ін.]. – К. : Науковий світ, 2009. – Вип. 12. – С. 18–21.
9. **Гнатюк Н.О.** Перспективи використання ароматичних рослин для формування агрофітоценозів / **Н.О. Гнатюк** // Наукові записки екологічної

лабораторії [УДПУ ім. П. Тичини]: [зб. наук. праць / наук. ред. І. А. Акімов та ін.]. – К.: Науковий світ, 2010. – Вип. 13. – С. 18–21.

10. **Гнатюк Н.О.** Компонентний склад ефірних олій *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L. / Н.О. Гнатюк // Природничі науки і освіта [УДПУ ім. П. Тичини]: [зб. наук. праць природ.-геогр. ф-ту / наук. ред. Л. М. Містрюкова та ін.]. – Умань: Візаві, 2010. – С.15–17.
11. **Gnatiuk N.** Component of the essential oils *Hyssopus officinalis* L., *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L. and evaluation of their biological activity / **N. Gnatiuk**, V. Valyuk, S. Sovgira // International science Ukrainian Edition. Economics. Engineering. Natural Sciences / United States of America / December 2010. – P.121–124.
12. **Гнатюк Н.О.** Алелопатичний підхід до альтернативного землеробства / Н.О. Гнатюк // До 80-річчя з дня народження академіка Андрія Михайловича Гродзинського (1926–1988): матеріали Міжнарод. наук. конф., 17–19 жовтня 2006 року. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – С. 47–53.
13. Юрчак Л.Д. Эколого-аллелопатические аспекты исследования интродуцированных ароматических растений и перспективы их использования / Л.Д. Юрчак, Е.П. Юношева, И.К. Кудренко, **Н.А. Гнатюк** // Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений: Междунар. науч.-практ. конф., 8–12 июня 2009 г.; тезисы докл. – Ялта, 2009. – С. 225–226.
14. **Гнатюк Н.О.** Фітосанітарні властивості летких виділень ароматичних рослин / Н. О. Гнатюк // Географія та екологія: наука і освіта: III Всеукр. наук.-практ. конф., присв. 80- річчю Уман. держ. пед. ун-ту ім. Павла Тичини, 15–16 квітня 2010 року. матеріали. – Умань: Візаві, 2010. – С.36–37.

АНОТАЦІЯ

Гнатюк Н.О. Алелопатичні властивості ароматичних рослин видів *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ, 2012.

Дисертація присвячена системному дослідженню алелопатичної активності екзометаболітів надземних і підземних органів та ґрунту, а також фітореMediaційної здатності рослин монарди двійчастої, гісопу лікарського, змієголовнику молдавського. Розкрито екологічні особливості синтезу рослинами біологічно активних речовин та післядії, проаналізовано їх у ґрунтово-кліматичних умовах північного і центрального Лісостепу України.

Вперше проведено оцінку алелопатичної активності екзометаболітів малопоширених видів ароматичних рослин упродовж вегетації. Виявлено високу алелопатичну активність відходів ефіроолійного виробництва. Встановлено закономірності накопичення і виділення в навколишнє природне середовище сполук вторинного синтезу – флавоноїдів, оксикоричних кислот залежно від абіотичних чинників. Показано перспективність використання ефірних олій для формування агрофітоценозу завдяки їх високій алелопатичній активності. Проведено оцінку фітонцидної активності екзометаболітів рослин. Визначено чисельність мікроорганізмів у ґрунті під дослідними ефіроолійними культурами. Виявлено фітореMediaційну здатність видів щодо хлорорганічних пестицидів (ДДТ) залежно від вихідного рівня забруднення ґрунту цими сполуками.

Ключові слова: *Monarda didyma* L., *Hyssopus officinalis* L., *Dracocephalum moldavicum* L., алелопатична активність, фенольні сполуки, флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, хлорорганічні речовини (ДДТ), ефірні олії агрофітоценоз.

АННОТАЦИЯ

Гнатюк Н. А. Аллелопатические свойства ароматических растений видов *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 – экология.– Институт агроэкологии и природопользования НААН, Киев, 2012.

Диссертация посвящена системному исследованию аллелопатической активности экзометаболитов надземных и подземных органов растений монарды двойчастой, иссопа лекарственного и змееголовника молдавского в почвенно-климатических условиях северной и центральной Лесостепи Украины.

Впервые проведена оценка аллелопатической активности экзометаболитов малораспространённых видов ароматических растений на протяжении вегетационного периода. Установлено, что спирторастворимые выделения отличаются наивысшей физиологической активностью, водорастворимые занимали промежуточное положение, а для летучих выделений характерна низкая активность. Доказано, что максимальное количество аллелопатически активных веществ локализуется в листьях и соцветиях, низкой концентрацией характеризуются корни и стебли. Наиболее показательным этапом проявления аллелопатической активности является фаза цветения. Исследования активности почвы в посевах ароматических растений показало, что при разных условиях выращивания в начале развития и в фазе бутонизации зафиксирован всплеск фитотоксических веществ, а в период цветения, наоборот, их резкое уменьшение. Обнаружена высокая аллелопатическая активность отходов эфиромасличного производства. Установлена закономерность накопления и выделения в окружающую среду соединений вторичного синтеза – флавоноидов и гидроксикоричных кислот в зависимости от абиотических факторов. Анализ содержания фенольных соединений в различных органах изучаемых видов показал, что максимальное их количество накапливается в фазе созревания плодов, а минимальное – в начале вегетации растений. Наиболее высоким содержанием фенольных соединений отличаются листья монарды. Показана высокая биологическая активность эфирных масел, полученных из ароматических видов растений, и доказана перспективность их использования для оптимизации агрофитоценозов с высоким уровнем фитотоксичности. Самыми чувствительными тест-культурами в отношении действия составляющих компонентов эфирных масел монарды (тимол), змееголовника (цитраль) и иссопа (пинекамферол) оказались щирица и кресс-салат. Выявлено видоспецифичность действия аллелохимикатов на культурные и сеgetальные растения. Проанализированы эколого-микробиологические свойства почвы ризосферы и междурядий ароматических растений. Корневые выделения монарды и иссопа стимулируют размножение микроорганизмов всех исследуемых групп. Высокая численность микроорганизмов в почве была зафиксирована в послеуборочный период. Наиболее высокий бактерицидный характер имел место у растений монарды. Выявлена фиторемедиационная способность опытных видов относительно хлорорганических пестицидов (ДДТ). Максимальное количество ДДТ обнаружено в тканях корней иссопа лекарственного.

Ключевые слова: *Monarda didyma* L., *Hyssopus officinalis* L., *Dracocephalum moldavicum* L., аллелопатическая активность, фенольные соединения, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, хлорорганические вещества (ДДТ), эфирные масла, агрофитоценоз.

SUMMARY

Hnatiuk N. Ecological alelopathic properties of aromatic plant species of *Monarda didyma* L., *Dracocephalum moldavicum* L., *Hyssopus officinalis* L. – Manuscript.

Thesis for Ph.D. degree in specialty 03.00.16 – Ecology. – Institute of Agroecology and Natural Management NAAS, Kyiv, 2012.

The thesis is devoted to systematic research of allelopathic activity of exometabolites of aboveground and underground bodies and soil, as well as phytoremedic ability of plant species – double Bee balm (*Monarda didyma* L.), hyssop drug (*Hyssopus officinalis* L.), dracocephalum Moldavian (*Dracocephalum moldavicum* L.). Disclosure of environmental features of the synthesis of biologically active substances and the aftereffect of these types of soil and climatic conditions of northern and central forest-steppe of Ukraine is done.

For the first time ever an assessment of ecological allelopathic activity of exometabolites of rare species of aromatic plants during the growing season is given. A high allelopathic activity of aromatic production waste is defined. Patterns of accumulation and release of the secondary synthesis of compounds – flavonoids, hydroxy-cinnamic acids into the environment depending on the abiotic environmental factors (precipitation, temperature) are established. A promising study of essential oils because of their high activity for the formation of plant phytocenosis is shown. The estimation of phytoncidal activity of plants exometabolites is given. The biggest number of microorganisms in soil during after harvest period under researched ether-oil cultures has been studied.. Phytoremedic ability of species in relation to organochlorine pesticides (DDT), depending on the initial level of soil contamination by these compounds is discovered.

Keywords: *Monarda didyma* L., *Hyssopus officinalis* L., *Dracocephalum moldavicum* L., allelopathic activity, phenolic compounds, flavonoids, hydroxy-cinnamic acids, organochlorine substances (DDT), essential oils, agrofytocenoz.