Гурська Оксана Вікторівна. Назва дисертаційної роботи: "Алелопатична активність видів роду Pyrethrum Zinn."

МІНІСТЕРСТВО ОВІТИ І НАУКИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ

УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА

На правах рукопису

ГУРСЬКА ОКСАНА ВІКТОРІВНА

УДК 581.524.13: 582.998.15:581.192

АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ВИДІВ

РОДУ PYRETHRUM ZINN.

03.00.12 – фізіологія рослин

Дисертація на здобуття наукового ступеня

кандидата біологічних наук

Науковий керівник:

Пида Світлана Василівна

доктор сільськогосподарських наук,

професор

ТЕРНОПІЛЬ – 2016

2

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ…………………….……………..

ВСТУП…………………………………………………….………….……..

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ………………………..

1.1. Історичні аспекти дослідження фізіолого-біохімічних основ

взаємодії рослин…………………………………………………………

1.2. Метаболіти рослин як чинники алелопатичної взаємодії………..

1.3. Види роду Pyrethrum як джерело алелопатично активних сполук

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ……….…...

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови Західного Лісостепу…………………

2.2. Матеріали досліджень…………………………………...………..…

2.2.1. Біологічні особливості й агротехніка вирощування видів

P. parthenium та P. сoccineum……………………….…..………...

2.3. Загальна схема дослідження …………………….…………………

2.4. Методи дослідження………………………………………………...

2.4.1. Алелопатичні методи досліджень…………………………

2.4.2. Біохімічні методи досліджень……….…………………….

РОЗДІЛ 3. АЛЕЛОПАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ

P. PARTHENIUM I P. COCCINEUM………………………….…….…….

3.1. Особливості росту та розвитку піретрумів, інтродукованих у

ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу………………………

3.2. Динаміка алелопатичної активності вегетативних і генеративних

органів деяких видів роду Pyrethrum……………….………………………

3.3. Алелопатична активність насіння видів P. parthenium та

P. сoccineum.....................................................................................................

3.4. Післяжнивні рештки піретрумів як джерело алелопатично

активних сполук…………………………….….……………………………

3.5. Алелопатична активність ризосферного ґрунту рослин видів

P. parthenium та P. сoccineum……………………………………………….

4

5

12

13

20

29

40

40

42

44

46

47

48

49

52

53

58

71

74

79

3

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ БІОЛОГІЧНО

АКТИВНИХ СПОЛУК РОСЛИНАМИ РОДУ PYRETHRUM ….……

4.1. Дослідження компонентного складу ефірних олій рослин видів

P. parthenium та P. сoccineum …………………………..…………….…….

4.2. Динаміка накопичення фенольних сполук у вегетативних і

генеративних органах рослин роду Pyrethrum…………….……………....

4.3. Накопичення органічних кислот рослинами роду

Pyrethrum………………………………………….……….……………........

РОЗДІЛ 5. ВМІСТ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ ТА

РОСЛИНАХ ВИДІВ P. PARTHENIUM I P. COCCINEUM………..

5.1. Елементний склад ґрунту регіону дослідження ………….….……

5.2. Вміст деяких макроелементів у рослинах видів P. parthenium та

P. сoccineum …………………………………………………………….……

5.3. Особливості розподілу деяких мікроелементів у листках і

суцвіттях піретрумів дівочого та червоного………...……………………..

5.4. Кореляційні зв’язки між вмістом макро- та мікроелементів у

листках і суцвіттях досліджуваних видів...........................……..….………

УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ…….….……….

ВИСНОВКИ……………………………………………………..……….....

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ………………….………..…….……….

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……………..….………..……..

ДОДАТКИ……………………………………………….…..………..……..

85

85

107

123

133

134

136

140

144

147

152

155

156

184

4

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ААС – алелопатично активні сполуки

АК – аскорбінова кислота

ААСФМ – атомно-адсорбційна спектрофотометрія

БАР – біологічно активні речовини

ВМ – важкі метали

ВРВ – водорозчинні виділення

ГХ-МС – газова хроматографія-мас-спектроскопія

ДР – дубильні речовини

ЕО – ефірні олії

КБН – коефіцієнт біологічного накопичення

ЛВ – леткі виділення

ОК – органічні кислоти

СРВ – спирторозчинні виділення

СФМ – спектрофотометрія

ФКК – фенолкарбонові кислоти

ФС – фенольні сполуки

5

ВСТУП

Актуальність теми. Важливим завданням сучасної біології є

дослідження механізмів взаємодії між різними живими організмами, які

відбуваються на усіх рівнях організації живого та забезпечують

взаємозв’язок і взаєморегуляцію екосистем, наступність та цілісність

біосфери. Тому сьогодні алелопатія виступає як інтегральна екологічна

проблема, важливий напрямок сучасних біологічних експериментів,

інструментальний механізм пошуку фізіологічно активних сполук

різноманітної регуляторної дії.

Дослідження алелопатичних особливостей перспективних видів рослин

природної та інтродукованої флори України, започатковані

А. М. Гродзинським [52-56] та його учнями [45, 114, 136, 182], привернули

увагу природодослідників усього світу до проблеми вивчення фізіологічно

активних сполук як месенджерів хімічної комунікації рослинних організмів.

Здобуті ними результати доповнені фундаментальними та прикладними

дослідженнями закордонних науковців [58, 81, 214, 229, 238, 246, 259, 270,

273, 276]. На Україні й у світі проводиться ґрунтовне вивчення шляхів

синтезу та вивільнення ААС, механізмів їх мікробіологічної трансформації,

утилізації та впливу на метаболічні цикли рослин-акцепторів [105, 145, 192,

201, 209, 219, 223, 229, 237, 254, 275]. Проте дослідження алелопатичних

властивостей рослин охоплює переважно цінні та перспективні культури,

тоді як алелопатичний потенціал багатьох видів флори України та світу

потребує більш детального вивчення.

Сучасний рівень розвитку промисловості, глобальне забруднення

навколишнього середовища, погіршення стану здоров’я населення потребує

пошуку нових природних регуляторів росту, розробки ефективних

біологічних методів і препаратів захисту рослин від шкідників,

бактеріальних, грибкових і вірусних інфекцій, бур’янів тощо. У зв’язку з цим

дослідження фізіологічно активних сполук рослин спрямовані на пошук

6

нових ефективних препаратів з гербіцидною, фунгіцидною, бактеріоцидною,

інсектицидною, регуляторною діями.

У цьому аспекті велике науково-практичне значення мають

представники родини Айстрових (Asteraceae Dum.), зокрема роду Піретрум

(Pyrethrum Zinn.), що вирощуються як квітниково-декоративні [3, 108, 116,

155, 231], пряно-ароматичні [66, 106, 119, 130], ефіро-олійні [13, 50, 101],

інсектицидні [8, 160] та лікарські культури [7, 14, 59, 70, 92, 208, 213, 235,

242]. Рослини цього роду цінуються за високі декоративні якості, тривалий

період цвітіння, невибагливість до умов зростання, стійкість до хвороб і

шкідників, інсектицидні властивості. Проте потенціал роду сповна не

використовується у народному господарстві, зокрема у складі квітниководекоративних насаджень й офіційній медицині.

У зв’язку з активною інтродукцією видів роду піретрум в Україні,

важливим є вивчення їх алелопатичних особливостей, що визначають їх

взаємовідносини з іншими квітниково-декоративними видами, типовими

бур’янами, ґрунтовою мікрофлорою. Незважаючи на значну господарську

цінність і тривалий період інтродукції окремих видів роду Pyrethrum, їх

алелопатичний потенціал вивчений фрагментарно. У літературі описані

результати досліджень біохімічного складу кореневих виділень та вторинних

метаболітів окремих видів піретрумів, що культивуються або ж поширені як

бур’яни на території Китаю, Індії, Австралії, Ірану [219, 256, 276]. У

наукових виданнях висвітлена інформація щодо біологічної та

фармацевтичної активності екстрактів піретрумів, а також окремих БАР

рослин даного роду, експериментально доведено результативність їх

використання у медичній практиці [210, 217, 261, 267]. На території України

дослідження біохімічного складу та практичного використання видів роду

Pyrethrum проводились лише фрагментарно [182].

Теоретична і практична значущість зазначеної проблеми та її

актуальність обумовила вибір теми дисертаційної роботи.

7

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота

виконувалась у межах планових державних тем кафедри ботаніки та зоології

хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного

педагогічного університету імені Володимира Гнатюка „Онтогенез рослин,

рослинні угруповання в природному і трансформованому середовищі:

фізіолого-біохімічні, екологічні та історичні аспекти” (№ д/р 0105U000752,

2006-2008 рр..), „Фіторізноманіття: морфолого-систематичні,

цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, екологічні та історичні аспекти”

(№ д/р 0111U004876; 2011-2015 рр..), у виконанні яких особисту участь брав

здобувач.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи було

з'ясувати алелопатичну активність екзометаболітів видів P. parthenium (сорти

White Gem, Phlora Pleno, Golden Ball, Snowball) та P. сoccineum і встановити

роль окремих груп БАР у формуванні алелопатичної дії та післядії рослинних

виділень, визначити елементний склад листків і суцвіть піретрумів.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні задачі:

1) встановити особливості росту та розвитку рослин роду Pyrethrum,

інтродукованих у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу;

2) дослідити алелопатичну активність водо- та спирторозчинних

ексудатів і летких виділень вегетативних та генеративних органів піретрумів

дівочого та червоного;

3) визначити вміст інгібіторів у післяжнивних рештках рослин роду

Pyrethrum;

4) проаналізувати динаміку алелопатичної активності ризосферного

ґрунту P. parthenium і P. сoccineum;

5) з’ясувати якісний склад ефірних олій піретрумів дівочого та

червоного як важливих компонентів алелопатичного потенціалу рослин;

6) визначити вміст окремих груп БАР, що проявляють високу

алелопатичну активність, у вегетативних і генеративних органах, а також

післяжнивних рештках P. parthenium і P. сoccineum;

8

7) провести кореляційний аналіз між вмістом інгібіторів у водо-,

спирторозчинних і летких виділеннях піретрумів та кількістю БАР у

досліджуваних органах рослин;

8) оцінити кількісний вміст окремих макро- та мікроелементів у

ґрунті, листках і суцвіттях рослин досліджуваних видів роду Pyrethrum.

Об’єкт дослідження – алелопатична активність інтродукованих видів

роду піретрум (Pyrethrum Zinn.): піретруму дівочого (P. parthenium (L.)

Smith.) і піретруму червоного (P. сoccineum (Willd.) Worosch.).

Предмет дослідження – фізіологічні особливості накопичення ААС у

вегетативних та генеративних органах P. parthenium і P. сoccineum,

післяжнивних рештках, нагромадження та перетворення їх у ґрунті.

Методи дослідження – польові – вирощування рослин в ґрунтовокліматичних умовах регіону дослідження; алелопатичні – визначення

алелопатичної активності екзометаболітів за допомогою тест-об'єктів;

спектрофотометрії – дослідження суми ФС, флавоноїдів; газової

хроматографії-мас-спектроскопії – дослідження компонентного складу ЕО;

атомно-адсорбційної спектрофотометрії – оцінка вмісту макро- та

мікроелементів; титриметричні – визначення вмісту вітамінів С і Р, танінів,

органічних кислот; методи статистичної обробки результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше з’ясовано

особливості хімічного складу та алелопатичної активності екзометаболітів

вегетативних і генеративних органів P. parthenium сортів: Whitе Gem, Phlorа

Plеno, Golden Ball і Snowbal та P. coccineum, інтродукованих у ґрунтовокліматичних умовах Західного Лісостепу. Показано, що вид P. coccineum

накопичує значно меншу кількість фітоінгібіторів у порівнянні з

P. parthenium. Найвищий гальмівний ефект проявляють екзометаболіти

насіння в період плодоношення, листків і суцвіть протягом вегетації

P. parthenium.

Встановлено, що алелопатична активність видів обумовлена кількісним

вмістом БАР: ЕО, ФС, вітамінів, ОК. Вперше визначено компонентний склад

9

ЕО листків, суцвіть та насіння піретрумів, елементний склад листків і суцвіть

рослин, а також динаміку накопичення ФС, вітамінів, ОК протягом вегетації

видів P. parthenium і P. сoccineum. Показано, що у складі ЕО листків, суцвіть

і насіння піретруму дівочого домінували монотерпеноїди, основними

компонентами ідентифіковані камфора та хризантенілацетат. P. parthenium,

культивований в ґрунтово-кліматичних умовах України, належить до

камфора/хризантенілацетат хемотипу. У складі ЕО насіння P. сoccineum

переважали сесквітерпени, листків і суцвіть – їх кисневмісні похідні.

Домінуючими сполуками листків піретруму червоного ідентифіковано

спатуленол і камфору, суцвіть – каріофіленоксид і камфору, насіння – βфарнезен і каріофіленоксид.

Виявлено, що ґрунт після вирощування рослин видів P. parthenium та

P. coccineum не накопичував інгібіторів, а, навпаки, містив ААС, що

стимулювали ріст проростків при біотестуванні.

Практичне значення одержаних результатів. Науково обґрунтовано

залежність алелопатичної активності вегетативних і генеративних органів

досліджуваних видів роду Pyrethrum від якісного та кількісного вмісту БАР, а

також перспективність використання видів P. parthenium та P. сoccineum як

алелопатично толерантних культур у складі змішаних урбофітоценозів.

Показано необхідність вивчення фармацевтичної активності досліджуваних

рослин з метою застосування їх у клінічній фармакології. Запропоновано

рекомендації щодо збору рослинної сировини піретрумів для

фармацевтичних цілей у період максимального вмісту БАР.

Основні положення і висновки дисертаційної роботи впроваджено на

кафедрах ботаніки та зоології, загальної біології та методики навчання

природничих дисциплін Тернопільського національного педагогічного

університету імені Володимира Гнатюка при викладанні курсів „Фізіологія

рослин”, „Основи хімічної взаємодії рослин”, „Квітникарство” (додаток А).

Особистий внесок здобувача полягає в оволодінні методами

досліджень, пошуку й опрацюванні літературних джерел, підготовці і

10

проведенні експериментів, обґрунтуванні та статистичній обробці

експериментальних даних. Результати, які викладені у дисертації, отримані

здобувачем самостійно. Спільно з науковим керівником визначено напрямок

і розроблено програму досліджень. Публікації до друку підготовлено

самостійно й у співавторстві, де автор брав безпосередню участь в

інтерпретації даних, їх аналізі та написанні статей.

Апробація результатів досліджень. Основні наукові результати були

представлені на Міжнародних наукових конференціях „Алелопатія та

сучасна біологія” (Київ, 2006), „Біологія ХХІ століття: теорія, практика,

викладання” (Черкаси-Канів, 2007), „Онтогенез рослин у природному та

трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти”

(Львів, 2007), Міжнародній конференції молодих учених-ботаніків

„Актуальні проблеми ботаніки та екології” (Київ, 2007), Науково-практичній

конференції „Алелопатія та азотфіксація в агроекосистемах” (Харків, 2007),

ІІІ Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції „Науковий

потенціал України 2008” (Київ, 2008), Міжнародній конференції молодих

учених „Актуальні проблеми ботаніки та екології” (Кам'янець-Подільський,

2008), Науковій конференції „Проблеми збереження біорізноманіття в

природних та техногенно порушених екосистемах” (Кривий Ріг, 2008), І

Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих учених

„Фундаментальні та прикладні дослідження в біології” (Донецьк, 2009),

Всеукраїнських наукових конференціях „Проблеми та перспективи наук в

умовах глобалізації” (Тернопіль, 2010), „Ботаніка та мікологія: проблеми та

перспективи на 2011-2020 роки” (Київ, 2011), Міжнародній конференції

молодих учених „Актуальні проблеми ботаніки та екології” (Березне, 2011),

ІІІ Міжнародній науково-практичній конференції „Сучасні проблеми біології,

екології та хімії” (Запоріжжя, 2012), Международной научно-практической

конференции „Ботанические чтение 2012” (Ишим, Россия, 2012),

Міжнародній конференції молодих учених „Актуальні проблеми ботаніки та

екології” (Ужгород, 2012), ІІІ Всеукраїнській науково-практичній

11

конференції „Хімія природних сполук” (Тернопіль, 2012), Всеукраїнській

науковій конференції з міжнародною участю „Бессерівські природознавчі

студії” (Кременець, 2014), The international scientific and practical congress

„Scientific achievements 2015” (Vienna, Austria, 2015).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані у 29 працях, із

них 8 статей у провідних фахових виданнях, з яких 2 публікації включені до

міжнародних науково-метричних баз, 18 тез доповідей у матеріалах наукових

конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу,

огляду літератури, матеріалів та методів дослідження, результатів

дослідження та їх обговорення, узагальнення результатів дослідження,

висновків, практичних рекомендацій, додатків, списку літературних джерел,

що містить 289 найменувань (з них 101 – латиницею). Робота викладена на

155 сторінках, ілюстровано 15 таблицями і 33 рисунками.

ВИСНОВКИ

Удисертаційнійроботівпершедослідженодинамікунакопичення

окремихгрупбіологічноактивнихсполукувегетативнихігенеративних

органахпісляжнивнихрешткахвидівродувстановленаучасть

цихречовинуформуванніалелопатичногопотенціалурослиніризосферного

ґрунтувпродовжвегетаційногоперіодутапісляйогозавершеннявизначено

особливостіелементногоскладулистківісуцвітьпіретрумів

Видитасуспішноінтродукованів

ґрунтовокліматичнихумовахЗахідногоЛісостепукультурипроходять

повнийциклрозвиткуіформуютьжиттєздатненасінняПіретруми

створюютьсприятливийалелопатичнийрежиміневикликаютьрозвиток

ґрунтовтоми

Завмістомфітоінгібіторівуводнихспирторозчиннихілетких

виділенняхвегетативнітагенеративніорганиіс

розташовуютьсянаступнимчиномнасіннялисткисуцвіттястеблакорені

Пікалелопатичноїактивностілистківприпадаєнапочатоквегетаціїта

цвітіннясуцвіть–цвітінняплодоношенняПіретрумдівочийнакопичує

більшефітоінгібіторівніжпіретрумчервонийтодіякнайвищу

алелопатичнуактивністьвиявляютьводорозчиннівиділеннясортів

іспирторозчинніекстрактиета

леткісполукиіеЗначнийвмістфітоінгібіторів

виявленоуводнихекстрактахпісляжнивнихрештокі

спиртовихвитяжкахта

Показанощоалелопатичнаактивністьризосферногоґрунту

піретрумівзростаєвпродовжвегетаціїрослинмаксимальнізначення

виявленопідчасбутонізаціїцвітінняУфазуплодоношеннявмістінгібіторів

уґрунтірізкозменшуєтьсяапісляприпиненнявегетаціїкількість

алелопатичноактивнихсполукємінімальноющохарактеризуєпіретрумияк



культуривідповіднозпомірнимінизькимрівнем

алелопатичноїактивностіс

Рослиниісакумулюютьзначнікількості

біологічноактивнихсполуккількістьякихзростаєурядікореністебланасіннясуцвіттялисткиПікнакопиченняприпадаєнапочатоквегетації

вітамінибутонізаціюфлавоноїдитаніницвітінняефірніоліїсумарний

вмістфенольнихсполукфлавоноїдиплодоношенняорганічнікислоти

Високийвмістфенольнихсполукбіофлавоноїдівіорганічнихкислот

виявленотакожунадземнихрештках

Встановленощоалелопатичнаактивністьлеткихвиділень

піретрумівобумовленавмістомефірнихолійУскладіефірнихолійлистків

суцвітьінасінняпереважаютьмонотерпеноїдизокрема

камфоратахризантенілацетатнасінняс–сесквітерпенилистків

ісуцвіть–їхкисневмісніпохідніДомінуючимисполукамилистків

піретрумучервоногоєспатуленолікамфорасуцвіть–каріофіленоксиді

камфоранасіння–βфарнезенікаріофіленоксид

Виявленощопіретруминакопичуютьзначнікількостіфенольних

сполукмаксимумулисткахтасуцвіттяхзавмістомякихдосліджувані

зразкирозташовуютьсявнаступнійпослідовності

ста

сНайбільшефлавоноїдівнакопичуютьлисткита

суцвіттяпіретрумудівочогопідчасцвітіннябутонізації–і

–мггсухоїречовинитанінів–напочатковихетапахвегетації

–і–мггвітамінівгрупиР–уфазахпочаток

вегетаціїтабутонізації–і–мгг

Листкирослинродуакумулюютьнайбільшікількості

вітамінівгрупиС–с–мггповітряносухої

речовининапочаткувегетаціїорганічнихкислот–підчас

цвітінняплодоношення–мггсухоїречовиниЗначну

кількістьорганічнихкислотнакопичуютьтакожсуцвіття––



насіння–танадземнамасапісляжнивнихрешток–

мггсухоїречовини

Визначенощоалелопатичнийпотенціалдосліджуванихрослин

визначаєтьсякомплексноюдієюбіологічноактивнихсполукрізноїхімічної

природиНаосновікореляційногоаналізудоведенощоінгібуючийвплив

водорозчиннихвиділеньрослинобумовленийнаявністюфенольнихсполук

таорганічнихкислотспирторозчиннихексудатів–фенолівлеткихвиділень

–ефірнихолійУскладівегетативнихорганівпіретрумівдомінували

інгібіторифенольноїприродисуцвітьтанасіння–терпеноїдитаорганічні

кислотиСтимулюючадіяекзометаболітівкоренівспричиненанаявністю

флавоноїдівітанінів

Дослідженовидовітасортовіособливостіелементногоскладу

листківісуцвітьпіретрумівНайвищіконцентраціїбільшостіелементів

містятьрослинисортутасСуцвіття

накопичуютьзначнікількостіКілистки–Кта

Розрахованокоефіцієнтибіологічногонакопиченняелементівнайвищі

значенняхарактернідляК–найнижчі–для

