

ФІТОГЕРБІЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ДЕСТРУКЦІЇ ЧОРНОБРИВЦІВ (TAGETES L.)

Досліджено фітогербіцидні властивості продуктів деструкції трьох видів чорнобривців (Tagetes L.) – ч. позначених (T. signata Bartl.), ч. розлогих (T. patula L.), ч. прямостоячих (T. erecta L.) – компостованих у ґрунті в умовах вегетаційного та дрібноділянкового дослідів. Установлено, що найефективніше пригнічували розвиток бур'янів продукти деструкції T. patula і T. erecta. Алелопатично активні речовини продуктів деструкції T. patula і T. signata знижували чисельність мікроміцетів роду Fusarium. Викладено попередні рекомендації із застосування компостування ґрунту фітомасою Tagetes для контролю чисельності бур'янів.

Велика кількість синтетичних хімічних сполук, що застосовуються у сільському господарстві та зеленому будівництві, викликає занепокоєння громадськості, оскільки ці сполуки небезпечні для здоров'я людини і природних екосистем. Близько 2/3 цих сполук становлять гербіциди [2], тому актуальною є проблема розробки нових, альтернативних засобів контролю чисельності бур'янів. Численні досягнення у розробці та впровадженні фітогербіцидів на основі алелопатично активних речовин (органічних сполук, що виділяються у навколишнє середовище рослинами та сприяють стимулюванню або пригніченню росту сусідніх рослин) свідчать про перспективність цього підходу до розв'язання зазначеної вище проблеми [7, 9, 11].

На відміну від синтетичних гербіцидів, фітогербіциди швидко розкладаються мікрофлорою ґрунту і тому не забруднюють навколишнє середовище [10, 11]. Іншою перевагою алелопатично активних речовин перед синтетичними гербіцидами є видоспецифічність, тобто селективна фітотоксичність щодо певних видів бур'янів. Крім того, деякі з них також поліпшують біологічні властивості ґрунту: знижують кількість фітопатогенів, комах-шкідників, поліпшують

структуру ґрунту та є додатковим джерелом живлення для мікроорганізмів та рослин [8, 9, 11]. Недоліком фітогербіцидів є значно менша фітотоксичність порівняно із синтетичними гербіцидами. Проте, показано, що продукти перетворення деяких алелопатично активних речовин ґрунтовою мікрофлорою за стійкістю та рівнем фітотоксичності не поступаються синтетичним гербіцидам [10].

Серед прийомів алелопатичного контролю бур'янів найперспективнішим з погляду ефективності та рентабельності є мульчування ґрунту фітомасою алелопатично активних рослин [8]. Така мульча особливо ефективна проти однорічних бур'янів. Крім того вона збільшує кількість органічної речовини в ґрунті, поліпшує його структуру та захищає від ерозії [8].

Показано, що алелопатично активні речовини компостованих рослин традиційних харчових культур (риса, сорго, гречки, соняшника, жита, пшениці) пригнічують розвиток багатьох видів бур'янів [7, 9, 11]. На жаль, квітниково-декоративні рослини практично не вивчалися у цьому аспекті, незважаючи на те, що деякі з них уже давно успішно застосовують для біологічного контролю комах-шкідників та фітопатогенних грибів, оскільки вони містять відповідні фізіологічно активні сполуки [1].

На відміну від харчових культур, квітниково-декоративні рослини відзначаються більшою різноманітністю. Серед них є багато отруйних, лікарських, ароматичних, тобто потенційно алелопатично активних видів. Тому можна передбачити наявність серед них чималої кількості рослин — перспективних донорів алелохімікатів з фітогербіцидними властивостями. До останніх можна віднести види роду чорнобривці (*Tagetes* L.) — однорічні рослини, які виділяють у навколишнє середовище низку фізіологічно активних сполук (флавоноїди, фенолкарбонові кислоти, терпеноїди тощо) з фунгіцидними, нематодоцидними та бактерицидними властивостями [1, 5]. Оскільки ці сполуки в певних концентраціях виявляють фітотоксичність, можна очікувати, що представники роду *Tagetes* також мають фітогербіцидні властивості.

Нашими попередніми дослідженнями було встановлено, що в монокультурі чорнобривці пригнічують поширення деяких видів бур'янів [3]. Алелопатичний аналіз прижиттєвих виділень представників роду *Tagetes* дав змогу встановити наявність фітотоксичних сполук у водних екстрактах та ефірних оліях цих рослин [4].

Метою цього дослідження була оцінка фітогербіцидних властивостей продуктів деструкції компостованої фітомаси трьох декоративних видів роду *Tagetes* — ч. позначених (*T. signata* Bartl.), ч. прямостоячих (*T. erecta* L.), ч. розлогих (*T. patula* L.). Для цього в умовах вегетаційного та дрібноділянкового дослідів моделювали розкладання цих рослин у сірому опідзоленому ґрунті.

Дрібноділянковий дослід було закладено на ділянці монокультури лілії гібридної (*Lilium* × *hybrida hort.*) відділу квітниково-декоративних рослин Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Розмір ділянок — 2,5 × 2 м². Повторність варіантів — 8-разова. Насіння *Tagetes* висівали у міжряддя монокультури *Lilium* × *hybrida* (ширина міжрядь — 0,45 м,

кількість рослин лілій у рядку — 5—8) у квітні (у фазу відростання рослин лілії).

Після появи сходів рослини *Tagetes* були проріджені до густоти 12 рослин на 1 м². У фазу бутонізації (червень), рослини *Tagetes* були зрізані, подрібнені, перекопані та змішані з поверхневим шаром ґрунту завтовшки 0—10 см у концентрації 3 кг рослинної маси на 1 м². Контроль — ділянки монокультури *Lilium* × *hybrida*, на яких *Tagetes* не вирощували. Впродовж двох місяців інкубації у ґрунті рослинної маси *Tagetes* проводили періодичне (через кожні 15 днів) ручне прополювання бур'янів з наступним визначенням їх видового складу та фітомаси.

Ґрунт для вегетаційного дослідження також відбирали з-під монокультури *Lilium* × *hybrida*, висушували, просіювали та закладали у вегетаційні посудини ємністю 0,5 л. Висушену та перемелену (для прискорення процесу розкладання) рослинну масу досліджуваних видів роду *Tagetes* змішували з ґрунтом у концентрації 1% до сухої маси ґрунту. Така концентрація рослинної фітомаси є дещо більшою, ніж концентрація, застосовувана у дрібноділянковому досліді. Контроль — ґрунт без рослинної маси. Ґрунт зволожували до 60% повної вологості, яку підтримували до кінця дослідження. Фітомасу *Tagetes* інкубували у лабораторних умовах упродовж 140 діб за температури 22—24 °С. Зразки ґрунту для аналізу його алелопатичної активності відбирали на початку дослідження, а потім щотижнево. На 30-у добу розкладання було відібрано зразки ґрунту для визначення чисельності мікробів [6]. Алелопатичну активність зразків ґрунту визначали методом прямого біотестування на проростках крес-салату [2] на початку дослідження та через кожні 7 діб.

Результати досліджень динаміки алелопатичної активності продуктів деструкції фітомаси *Tagetes* в умовах вегетаційного дослідження показали значне зростання їх фітотоксичності з максимумом на 14, 28, 42-у

добу розкладання у варіантах відповідно з *T. signata*, *T. erecta* та *T. patula* (рис. 1). Після цього фітотоксичність ґрунту поступово зменшувалася, досягаючи рівня контролю на 56, 64 та 84-у добу розкладання у варіантах відповідно з *T. signata*, *T. erecta* та *T. patula*. Характер алелопатичної активності ґрунту змінювався на стимулюючий наприкінці другого місяця розкладання рослинної маси у варіанті з фітомасою *T. signata* та наприкінці третього місяця розкладання рослинної маси у варіанті з фітомасою *T. patula* і *T. erecta*. Максимум стимулюючої дії продуктів деструкції *Tagetes* спостерігався залежно від виду на 91—105-у добу розкладання. Після цього вона поступово зменшувалася, досягаючи рівня контролю наприкінці четвертого місяця інкубації рослинної маси у ґрунті.

Попередніми дослідженнями було встановлено, що алелохімікати свіжезібраних листків та суцвіть *T. signata* є більш фітотоксичними, ніж такі *T. patula* та *T. erecta* [4]. У цій роботі показано, що продукти деструкції *T. signata* також були дещо більш фітотоксичними, порівняно з *T. erecta* та *T. patula*, упродовж перших двох тижнів інкубації. Проте, починаючи з 28-ї доби інкубації, продукти деструкції *T. patula* та *T. erecta* виявляли більшу фітотоксичність порівняно з *T. signata*. Це свідчить про те, що діючі сполуки *T. signata* не стійкі в умовах ґрунту. Враховуючи також вдвічі більшу фітомасу рослин *T. patula* та *T. erecta* у фази бутонізації та цвітіння (вміст алелопатично активних сполук у ці фази найбільший [4]) порівняно з *T. signata*, перші два види є більш перспективними для застосування як алелопатично активна мульча для контролю чисельності бур'янів.

Мікологічні дослідження зразків ґрунту вегетаційного дослідження, відібраних на 30-у добу інкубації фітомаси *Tagetes*, показали, що внесення фітомаси *T. patula* та *T. signata* майже вдвічі знижувало відносну чисельність представників роду *Fusarium L.*, до якого належать поширені фітопатогенні ви-

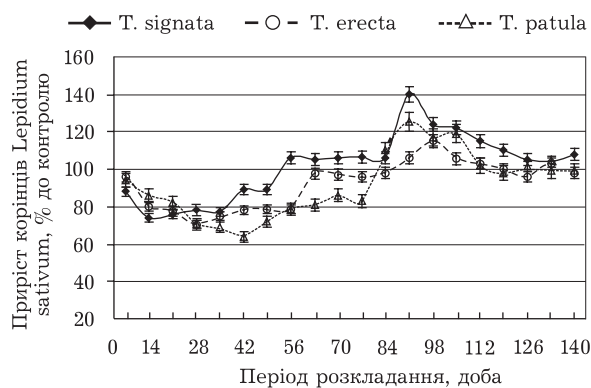


Рис. 1. Динаміка алелопатичної активності ґрунту з-під монокультури *Lilium x hybrida* при розкладанні в ньому фітомаси *Tagetes* (1% до сухої маси ґрунту) в умовах вегетаційного дослідження. Вертикальні відрізки — стандартна похибка

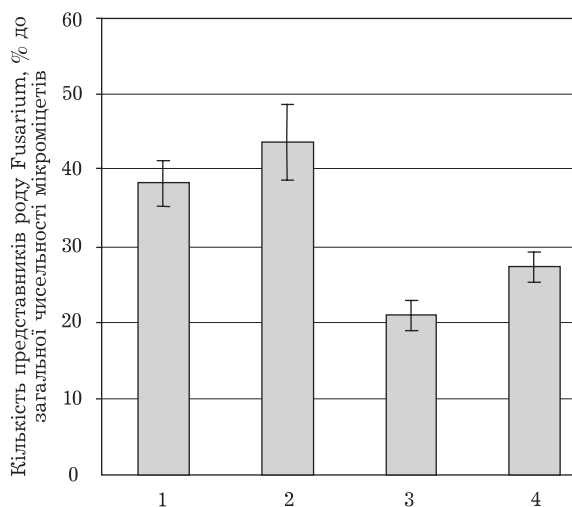


Рис. 2. Чисельність видів роду *Fusarium* (%) у ґрунті вегетаційного дослідження на 30-у добу розкладання фітомаси *Tagetes*. Варіанти дослідження: 1 — контроль (без внесення фітомаси); 2 — *T. erecta*; 3 — *T. patula*; 4 — *T. signata*. Вертикальні відрізки — стандартна похибка

ди, що спричиняють гниль коренів, основи стебла та денця цибулин у *Lilium x hybrida* та багатьох інших видів рослин (рис. 2). Внесення рослинної маси *T. erecta* достовірно не впливало на відносну чисельність видів роду *Fusarium*. Отримані результати свідчать

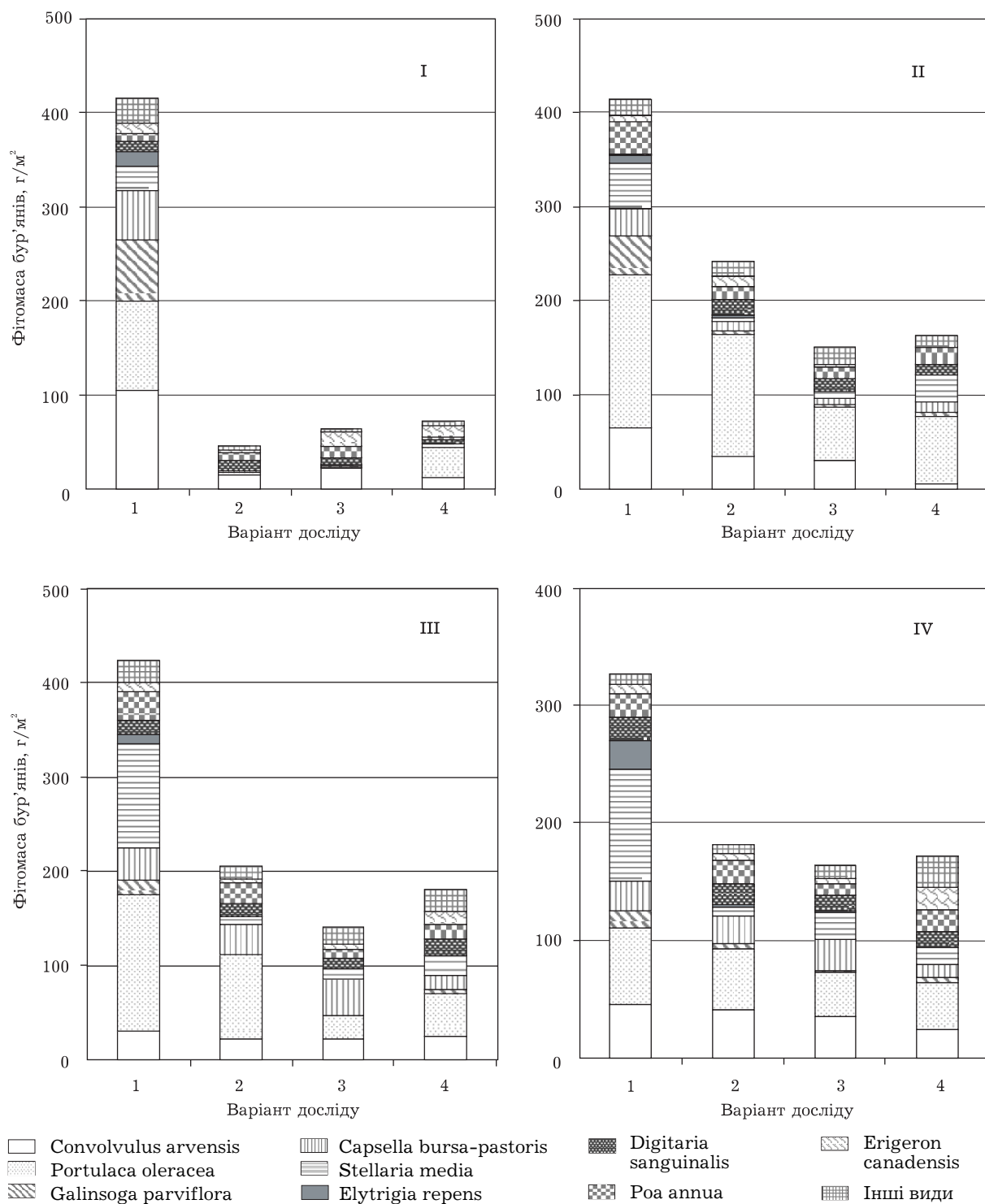


Рис. 3. Розвиток бур'янів у ґрунті дрібноділянкового дослідження на 15 (I), 30 (II), 45 (III) та 60-у (IV) добу розкладання фітомаси *Tagetes*. Варіанти дослідження: 1 — контроль (без решток); 2 — *T. signata*; 3 — *T. patula*; 4 — *T. erecta*

про фітосанітарні властивості щодо мікроміцетів роду *Fusarium* продуктів деструкції *T. patula* та *T. signata*.

Результати дослідження впливу внесення рослинної маси *Tagetes* у ґрунт з-під монокультури *Lilium × hybrida* на розвиток у ньому бур'янів в умовах дрібноділянкового досліді підтвердили ефективність цього заходу. Високу чутливість до продуктів деструкції *Tagetes* виявили поширені бур'яни: пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), незбутниця дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.) та ін. (рис. 3). Порівняно стійкими до алелопатичних виділень продуктів деструкції *Tagetes* були злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), росичка звичайна (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) та жовтозілля звичайне (*Senecio vulgaris* L.).

Найбільше пригнічення бур'янів спостерігали протягом першого відбору на 15-у добу розкладання рослинної маси *Tagetes*. Так, загальна фітомаса бур'янів у варіанті з *T. signata* становила 11%, з *T. patula* — 15, а з *T. erecta* — 17% до контролю.

Найменше пригнічення бур'янів зафіксовано в кінці експерименту (на 60-у добу після внесення у ґрунт мульчі чорнобривців). У цей період загальна фітомаса бур'янів у варіанті з *T. signata* дорівнювала 56%, з *T. patula* — 48, з *T. erecta* — 53% до контролю. Така динаміка гербіцидної активності продуктів деструкції *Tagetes* у дрібноділянковому досліді корелювала з результатами вегетаційного досліді (див. рис. 1). Продукти деструкції *T. signata* були дещо більш ефективними проти бур'янів порівняно з такими *T. erecta* та *T. patula* при першому спостереженні (15-а доба інкубації). Проте, починаючи з другого спостереження (30-а доба інкубації), продукти деструкції *T. patula* та *T. erecta* ефективніше пригнічували розвиток бур'янів порівняно з такими

T. signata. Це також підтвердили результати вегетаційного досліді.

Таким чином, динаміка алелопатичної активності продуктів деструкції видів *Tagetes* у вегетаційному та дрібноділянковому досліді була схожою і характеризувалася значним зростанням фітотоксичності (з максимумом на 15-у та 14—42-у добу інкубації рослинної маси відповідно у дрібноділянковому та вегетаційному досліді) з наступним поступовим зменшенням. Меншу тривалість фітотоксичності у дрібноділянковому досліді порівняно з вегетаційним можна пояснити виносом алелопатично активних речовин з ґрунту рослинами лілії та бур'янами, а також вимиванням опадами. Продукти деструкції *T. signata* були більш фітотоксичними до бур'янів порівняно з такими *T. erecta* та *T. patula* упродовж перших 2—3 тижнів розкладання. Упродовж наступного періоду спостерігали зворотну тенденцію: продукти деструкції *T. patula* та *T. erecta* виявили більш високу та тривалу фітотоксичність, ніж *T. signata*. Крім того, перші два види характеризуються швидшим розвитком та майже вдвічі більшою фітомасою у фазу цвітіння, ніж *T. signata*, тому *T. patula* та *T. erecta* є перспективнішими для алелопатичного контролю чисельності бур'янів, ніж *T. signata*. Враховуючи значну сортову різноманітність зазначених видів *Tagetes* ми вважаємо актуальним подальший генетичний аналіз їх алелопатичних властивостей з метою виведення ліній з вираженими фітогербіцидними властивостями.

Підсумовуючи результати проведених досліджень можна запропонувати такі попередні рекомендації.

1. Застосовувати для контролю чисельності бур'янів у культурфітоценозах компостування ґрунту фітомасою *T. patula* та *T. erecta*, які виявили вищу та тривалішу фітотоксичність у досліді та мають вдвічі більшу фітомасу, ніж *T. signata*. У дрібноділянкових досліді встановлено ефективність цього заходу для контролю таких поширених та важковикорінюва-

- них бур'янів, як *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea*, *Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*.
- Ураховуючи особливості динаміки алелопатичної активності продуктів деструкції *T. patula* та *T. erecta* у дрібноділянковому досліді (значне зростання фітотоксичності з максимумом на 15-у добу розкладання з наступним поступовим зменшенням), ми рекомендуємо вживати цей захід за місяць до посадки культурних рослин або після проходження останніми критичних фаз розвитку.
 - Оскільки прижиттєві леткі та водорозчинні алелопатичні виділення надземних частин досліджених видів *Tagetes* також виявляють фітотоксичність до бур'янів [3, 4], вважаємо за доцільне культивувати ці рослини у ґрунті культурфітоценозів до компостування їх фітомаси у ґрунт, як це було змодельовано у дрібноділянковому досліді.
 - Застосовувати компостування ґрунту фітомасою *T. patula* та *T. signata* в культурфітоценозах, в яких, окрім контролю чисельності бур'янів, потрібно знизити чисельність мікроміцетів роду *Fusarium*. Наведені рекомендації є попередніми і потребують подальшої перевірки в польових дослідях. Автори пропонують провести виробничі іспити методу алелопатичного контролю бур'янів шляхом мульчування ґрунту фітомасою *Tagetes* у співробітництві з квітникарськими організаціями.
- Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин. — К.: Світ, 2004. — 348 с.
 - Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление // Изб. труды. — К.: Наук. думка, 1991. — 432 с.
 - Дідик Н.П., Машковська С.П. Ценотичний вплив представників роду *Tagetes* L. на сеgetальні види // Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин та зеленого будівництва: Матер. III конф. молодих дослідників (Біла Церква, 26—28 травня 2003 р.). — Біла Церква, 2003. — С. 149—151.
 - Машковська С.П. Алелопатичні особливості інтродукованих видів *Tagetes* L. // Інтродукція рослин. — 2000. — № 3—4. — С. 56—59.
 - Машковська С.П., Юношева О.П., Вергун О.М. Фітосанітарна роль видів роду *Tagetes* L. в агроценозах квітничково-декоративних рослин // Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука: Матер. читань, присвячених 100-річчю з дня народження Ю.Д. Клеопова. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — С. 378—383.
 - Методы экспериментальной микологии: Справочник / Под ред. В.И. Билай. — К.: Наук. думка, 1982. — 550 с.
 - Chou C.H. Roles of allelopathy in plant diversity and sustainable agriculture // Crit. Rev. Plant Sci. — 1999. — 18. — С. 609—636.
 - Eberlein C.V., Sheaffer C.C., Oliveira V.F. Corn growth and yield in an alfalfa living mulch system // J. Prod. Agriculture. — 1992. — 5 (3). — 1992. — P. 332—339.
 - Einhellig F.A. Allelopathy: Current status and future goals. Chapter 1 // Allelopathy: Organisms, Processes and Applications. — Ed. by K.M. Inderjit M. Dakshini and F.A. Einhellig. — Washington, D.C, 1995. — P. 1—24.
 - Fomsgaard I.S., Mortensen A.G., Gents M.B., Understrup A.G. Time-Dependent transformation of varying concentrations of the hydroxamic acid metabolites MBOA and BOA in soil // Proceedings of Second European Allelopathy Symposium "Allelopathy — from understanding to application" (Puławy, Poland, June 2004). — Puławy, 2004. — P. 61—63.
 - Weston L.A. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems // Agronomy J. — 1996. — 88. — P. 860—866.

Рекомендувала до друку
Л.Д. Юрчак

Н.П. Дидык, С.П. Машковская, Н.Э. Элланская,
Е.П. Юношева, И.Г. Хохлова, Л.М. Кикоть

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

ФИТОГЕРБИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА
ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ БАРХАТЦЕВ
(TAGETES L.)

Изучены фитогербицидные свойства продуктов деструкции трех видов бархатцев (*Tagetes L.*) — б. отмечених (*T. signata* Bartl.), б. раскидистых (*T. patula L.*), б. прямостоячих (*T. erecta L.*) — компостированных в почве в условиях вегетационного и мелкоделяночного опытов. Установлено, что наиболее эффективно угнетали развитие сорняков продукты деструкции *T. patula* и *T. erecta*. Аллелопатически активные вещества продуктов деструкции *T. patula* и *T. signata* снижали зараженность почвы фитопатогенными микромицетами рода *Fusarium*. Изложены предварительные рекомендации по применению компостирования почвы фитомассой *Tagetes* для контроля численности сорняков.

N.P. Didyk, S.P. Mashkovska,
N.E. Ellanska, E.P. Yunosheva, I.G. Khokhlova,
L.M. Kikot

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

PHYTOHERBICIDE PROPERTIES
OF DECAY PRODUCTS OF MARIGOLD
(TAGETES L.)

Phytoherbicide properties of decay products of three species of marigold (*Tagetes L.*) — *T. signata* Bartl., *T. patula L.*, *T. erecta L.* — composted in soil, were studied in greenhouse and plot experiments. It was established that decay products of *T. patula* and *T. erecta* were the most effective against weeds. Allelopathic excretions of the decay products of *T. patula* and *T. signata* reduced soil infestation by phytopathogenic micromicetes of *Fusarium* genus. Preliminary recommendations on utilization of composting of soil by *Tagetes* phytomass for weeds control are given.