

УДК 581.132.143:632.954:633 15

ДОСЛІДЖЕННЯ З ФІЗИОЛОГІЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ В ІНСТИТУТІ ФІЗИОЛОГІЇ РОСЛИН І ГЕНЕТИКИ НАН УКРАЇНИ

Є.Ю. МОРДЕРЕР

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail: morderer@ifrg.kiev.ua*

Проаналізовано основні досягнення і проблематику досліджень з фізіології дії гербіцидів за 50 років із часу заснування в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України відділу фізіології дії гербіцидів.

Ключові слова: гербіциди, дослідження, фітотоксичність, ефективність, сайти дії, взаємодія, застосування.

Відкриття явища вибіркової фітотоксичності у 1940-х роках та пов'язаний із ним прогрес у розвитку хімічного методу контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур зумовили необхідність розвитку в Україні досліджень із зазначеної проблематики. У зв'язку з цим у 1966 р. в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України було засновано відділ фізіології дії гербіцидів. З часу заснування до 2000 р. відділ очолював канд. біол. наук Ю.Г. Мережинський, під керівництвом якого були сформовані основні напрями досліджень із фізіології дії гербіцидів: вивчення механізмів надходження, транслокації, детоксикації діючих речовин гербіцидів у рослинах [10, 15]; визначення специфічних сайтів гербіцидної дії [7, 19]. Вагомим досягненням було розкриття механізму дії гербіцидів похідних *сим*-триазину [8, 9] та динітроаніліну [19]. Велике значення висновку щодо зворотності зв'язування *сим*-триазинів із сайтом їх дії у фотосистемі II хлоропластів [9] стало зрозумілим тільки через багато років, коли було з'ясовано, що слабке зв'язування з лігандом гербіцидів інгібіторів ацетолактатсинтази є одним із чинників їх надвисокої фітотоксичності [23].

З урахуванням значення захисту посівів від бур'янів для реалізації генетичного потенціалу культурних рослин постійно проводилася робота з впровадження розробок відділу, видавались рекомендації щодо застосування гербіцидів [11], удосконалювались методики випробувань біологічної ефективності нових гербіцидів [3].

Особливостями прикладних досліджень, започаткованих у відділі, були обґрунтування та розробка технологій комплексного застосування гербіцидів, які забезпечували високу ефективність захисту посівів, запобігали небажаним змінам у популяції бур'янів, пов'язаним з обмеженістю спектра дії окремих гербіцидів [14, 16–19, 39, 40]. При цьому велику увагу приділяли не тільки ефективності, а й екологічній безпеці застосування гербіцидів. У зв'язку з цим досліджували мутагенну активність гербіцидів [1], розробляли аналітичні методики визначення решток діючих речовин гербіцидів та їх метаболітів методами тонкошаро-

вої та газорідної хроматографії [5, 6]. Для контролю за вмістом решток ксенобіотиків у сільськогосподарській продукції та об'єктах навколишнього середовища було розроблено також високочутливі біосенсорні методи визначення діючих речовин гербіцидів та їх метаболітів, які базувалися на визначенні інгібувального впливу гербіцидів на специфічні сайти дії [47].

Усвідомлення потенційної небезпеки для довкілля від широкомасштабного застосування гербіцидів спонукало до пошуку альтернативи їм. Було досліджено можливість контролювання бур'янів за допомогою фізичних методів, зокрема з використанням високовольтного електричного розряду та електромагнітного опромінення надвисокої частоти [20], досліджено механізм регуляції органічного спокою з метою розробки методів стимулювання проростання насіння бур'янів для підвищення ефективності застосування фізичних методів їх контролювання [21, 22]. Хоча ця фундаментальна проблема не була вирішена, за отриманими результатами зроблено висновок про існування універсальної системи регуляції стану органічного спокою, що свідчить про принципову можливість розробки методів переривання спокою насіння. Водночас проведені дослідження показали, що на даному етапі розвитку біологічної науки не існує реальної альтернативи хімічному методу захисту посівів від бур'янів [33].

За результатами фундаментальних досліджень взаємодії гербіцидів із сайтами їх дії розроблено метод скринінгу гербіцидів. Із використанням комп'ютерної бази даних та розрахункового пошуку виявлено нові хімічні сполуки, зокрема похідні ізоніпекотової кислоти, які є селективними інгібіторами ферменту ацетолаттатсинтази та мають високу гербіцидну активність [44].

У ході подальшого розвитку досліджень з вивчення впливу елементів живлення на ефективність застосування гербіцидів [43] було започатковано новий напрям підвищення ефективності та селективності дії гербіцидів — вивчення механізмів регуляції їх фітотоксичної дії за допомогою синергістів і антидотів [44—47].

З моменту заснування відділу Ю.Г. Мережинський розпочав піонерські дослідження з вивчення ефектів взаємодії за комплексного застосування гербіцидів із різними механізмами фітотоксичності [4, 12, 13]. Ці дослідження продовжив д-р біол. наук Є.Ю. Мордерер, який очолює відділ з 2000 р. З використанням специфічних фізіологічних критеріїв було визначено основні закономірності змін вибіркової фітотоксичності в комплексах і сумішах гербіцидів [23, 26]. Встановлено, що вибірна фітотоксичність кожного компонента гербіцидного комплексу змінюється внаслідок ефекту взаємодії незалежно від зміни активності іншого компонента. Визначено класи гербіцидів, за комплексування яких характер взаємодії є константним, та комплекси, в яких антагоністична взаємодія може змінюватись на адитивну або синергічну зі збільшенням фітотоксичності одного з компонентів [26].

У процесі вивчення ефектів взаємодії гербіцидів стало зрозумілим, що фітотоксична дія не детермінована однозначно взаємодією гербіциду із сайтом його дії. У зв'язку з цим було започатковано новий напрям досліджень — вивчення механізмів індукованого гербіцидами патогенезу. Встановлено, що в розвитку фітотоксичної дії гербіцидів задіяний процес програмованої загибелі клітин [41, 49]. Визначено роль активних форм кисню у розвитку патогенезу, індукованого гербіцидами з різними механізмами фітотоксичності [32, 34—36], показано вплив стану антиоксидантно-прооксидантної рівноваги на чутливість рослин до гербіцидів

[34, 37, 38], розкрито механізм залежності ефективності застосування гербіцидів від умов навколишнього середовища [48].

При проведенні прикладних досліджень відділ плідно співпрацює з провідними фірмами-виробниками засобів захисту рослин. Така співпраця дає змогу одночасно з проведенням випробувань біологічної ефективності нових гербіцидів розробляти гербіцидні комплекси й суміші з підвищеними ефективністю та селективністю. В результаті цих досліджень розроблено і впроваджено високоефективні технології контролювання бур'янів у посівах основних сільськогосподарських культур [31]. Ефективні суміші й комплекси гербіцидів розроблено для застосування у посівах зернових колосових [25, 30], кукурудзи [24], сої [2, 42], на посадках картоплі [29], в посівах овочевих культур [27, 28]. Розроблені технології комплексного застосування гербіцидів передбачають істотне зниження норм внесення цих засобів, гарантують екологічну безпеку агрофітоценозів, що є внеском до забезпечення продовольчої безпеки держави та позиціонує Україну на світовому ринку як виробника екологічно безпечних продуктів.

Співробітники відділу є авторами 8 монографій, численних патентів, авторських свідоцтв та статей у провідних фахових наукових виданнях. Наукові досягнення відділу здобули високу оцінку. За цикл робіт «Фізіологічні основи регуляції вибіркової фітотоксичності гербіцидів» канд. біол. наук Ю.Г. Мережинський, д-р біол. наук Є.Ю. Мордерер та д-р біол. наук В.В. Швартау у 2005 р. були нагороджені премією НАН України ім. М.Г. Холодного. Ті ж співробітники у складі авторського колективу праці «Розробка та впровадження екологічно безпечних технологій боротьби з бур'янами» у 2010 р. були удостоєні Державної премії України в галузі науки і техніки. Науковий співробітник відділу, канд. біол. наук М.П. Радченко у складі авторського колективу розробки «Підвищення якості та продуктивного потенціалу культурних рослин на основі фізіолого-генетичних та агрохімічних заходів» у 2011 р. отримала премію Президента України для молодих учених.

1. Григоренко Н.В., Васильченко В.Ф., Мережинский Ю.Г. и др. Цитогенетическая активность гербицида трефлана и его метаболитов при воздействии на семена кукурузы // Цитология и генетика. — 1986. — 30. — С. 294—298.
2. Гураљчук Ж.З., Сорокіна С.І., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю. Азотфіксувальна активність сої за сумісного застосування гербіцидів і мікродобрив // Вчені зап. Таврійс. ун-ту ім. В.І. Вернадського. Сер. Біологія, хімія. — 2012. — 25 (64), № 4. — С. 34.
3. Іващенко О.О., Мережинський Ю.Г. Методики випробування агрохімікатів. Гербіциди і десиканти // Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. С.О. Трибеля. — К.: Світ, 2001. — С. 372—387.
4. Калинин Ф.Л., Мережинский Ю.Г., Воловик О.И. Биохимия синергизма действия производных симметричного атразина и 2,4-Д // Физиолого-биохимические основы питания растений. — Киев: Наук. думка, 1968. — Вып. 4. — С. 20—27.
5. Кофман И.Ш. Газохроматографическое определение симазина, атразина и прометрина при совместном присутствии в культурных растениях // Физиология и биохимия культ. растений. — 1980. — 12, № 2. — С. 198—201.
6. Кофман И.Ш., Нижко Л.В. Определение микроколичеств гербицидов группы ациланилидов хроматографией в тонком слое // Там же. — 1984. — 16, № 3. — С. 290—292.
7. Лапина Т.В., Ходеева Л.В., Мережинский Ю.Г. Действие гербицидов на функции хлоропластов // Там же. — 1980. — 12, № 5. — С. 535—539.
8. Лапина Т.В., Ходеева Л.В., Мережинский Ю.Г. О механизме действия прометрина на растение // Там же. — 1981. — 13, № 3. — С. 301—305.
9. Лапина Т.В., Ходеева Л.В. Поведение сим-триазина в хлоропласте // Там же. — 1982. — 14, № 3. — С. 232—236.
10. Мережинский Ю.Г., Васильченко В.Ф., Кофман И.Ш. и др. Метаболизм трефлана в почве и поступление его метаболитов в растения // Механизм действия гербицидов и синтетических регуляторов роста растений. — Уфа, 1984. — С. 55—61.
11. Мережинський Ю.Г., Веселовський І.В. Довідник по гербіцидах. — К.: Урожай, 1983. — 208 с.

12. *Мережинский Ю.Г., Воловик О.И.* Биохимия синергизма действия производных симметричного атразина и 2,4-Д // Физиология и биохимия регуляции роста растений. — Киев: Наук. думка, 1966. — С. 12—14.
13. *Мережинский Ю.Г., Лапина Т.В.* Нарушение экзергонических процессов у растений при совместном действии симазина и 2,4-Д // Физиология и биохимия культ. растений. — 1974. — 6, № 6. — С. 596—600.
14. *Мережинский Ю.Г., Лукьянченко А.С., Семенов А.Г., Иванищев В.Н.* Применение новых гербицидов и их комплексов при выращивании томатов // Там же. — 1991. — 23, № 2. — С. 192—196.
15. *Мережинский Ю.Г.* Поступление и инактивация гербицидов в растениях // Физиология и биохимия растений в Украине. — Киев: Наук. думка, 1968. — С. 110—122.
16. *Мережинский Ю.Г., Семенов А.Г., Дудинец С.М.* Комплексное применение гербицидов на посевах кукурузы // Химия в сельском хозяйстве. — 1983. — 7. — С. 37—38.
17. *Мережинский Ю.Г., Семенов А.Г., Лукьянченко А.С.* Гербицидные комплексы на моркови // Там же. — 1986. — 3. — С. 62—63.
18. *Мережинский Ю.Г., Семенов А.Г., Самохвал Е.К.* Применение ацетала, дуала, девринола и их комплексов при возделывании картофеля // Физиология и биохимия культ. растений. — 1989. — 21, № 6. — С. 598—602.
19. *Мережинский Ю.Г., Шарманкин С.В.* Сборка микротрубочек in vitro в присутствии треплана // Там же. — 1986. — 18, № 3. — С. 299—303.
20. *Мордерер Е.Ю.* Борьба с сорняками с помощью высоковольтного электрического разряда и СВЧ излучения // Регуляторные механизмы физиологических процессов у растений. — Киев: Наук. думка, 1985. — С. 97—98.
21. *Мордерер Е.Ю., Гродзинский Д.М.* Перекисне окиснення ліпідів і регуляція стану органічного спокою насіння // Укр. бот. журн. — 1988. — 45, № 6. — С. 84—90.
22. *Мордерер Е.Ю., Гродзинский Д.М., Хотянцев В.М.* Модель реакцій перекисного окиснення ліпідів в зв'язку з станом органічного спокою насіння // Там само. — 1992. — 49, № 5. — С. 103—106.
23. *Мордерер Е.Ю.* Избирательная фитотоксичность гербицидов. — Киев: Логос, 2000. — 240 с.
24. *Мордерер Е.Ю., Лук'яненко О.С.* Застосування бакових сумішей гербіциду титусу з ауксиноподібними гербіцидами на посевах кукурудзи // Физиология и биохимия культ. растений. — 2002. — 34, № 3. — С. 265—269.
25. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г.* Бакові суміші гербіцидів. Застосування препаратів похідних сульфонілсечовини з похідними арилоксифеноксипропіонової кислоти для захисту посівів озимої пшениці та ярого ячменю // Захист рослин. — 2001. — № 9. — С. 11—12.
26. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г.* Гербіциди. Механізми дії та практика застосування. — Київ: Логос, 2009. — 379 с.
27. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г., Григоренко Н.В., Лук'яненко О.С.* Бакові суміші пестицидів дають змогу істотно поліпшити захист посівних томатів від бур'янів та хвороб // Захист рослин. — 1998. — № 9. — С. 16—17.
28. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г., Григоренко Н.В., Лук'яненко О.С.* Ефективна суміш. Застосування гербіцидів гезагарду та фузиладу супер з додаванням інсектициду дещис на посевах моркви // Там само. — 2002. — № 2. — С. 17—18.
29. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г., Григоренко Н.В., Лукьянченко А.С.* Применение гербицидов с добавлением инсектофунгицидов при возделывании картофеля // Вісн. аграрної науки. — 1999. — № 9. — С. 22—25.
30. *Мордерер Е.Ю., Мережинський Ю.Г., Лук'яненко О.С.* Застосування бакових сумішей гербіцидів гранстару та лансету на посевах озимої пшениці // Физиология и биохимия культ. растений. — 2002. — 34, № 1. — С. 35—39.
31. *Мордерер Е.Ю., Нізков Є.І., Радченко М.П., Родзевич О.П., Сичук А.М.* Контролювання бур'янів у посевах сільськогосподарських культур за допомогою гербіцидів. — К.: Логос, 2014. — 260 с.
32. *Мордерер Е.Ю., Паланиця М.П., Родзевич О.П.* Дослідження участі вільнорадикальних окиснювальних реакцій у розвитку фітотоксичної дії грамініцидів // Физиология и биохимия культ. растений. — 2008. — 40, № 1. — С. 56—62.
33. *Мордерер Е.Ю.* Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку хімічного методу боротьби з бур'янами // Там само. — № 6. — С. 492—502.
34. *Паланиця М.П., Сорокіна С.І., Мордерер Е.Ю.* Активні форми кисню та їх трансформація під час формування бобово-ризобіального симбіозу за дії гербіцидів // Там само. — 2012. — 44, № 4. — С. 302—311.
35. *Паланиця М.П., Трач В.В., Мордерер Е.Ю.* Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності // Там само. — 2009. — 41, № 4. — С. 328—334.
36. *Паланиця М.П., Трач В.В., Родзевич О.П., Мордерер Е.Ю.* Можлива участь активних форм кисню у розвитку фітотоксичної дії грамініцидів // Там само. — 2008. — 40, № 4. — С. 355—361.

37. Радченко М.П., Сичук А.М., Мордерер Є.Ю. Зменшення антагонізму в сумішах грамніцидів з гербіцидами інгібіторами ацетолактатсинтази за допомогою специфічного інгібітора активності супероксиддисмутази // Вчені зап. Таврійс. ун-ту ім. В.І. Вернадського. Сер. Біологія, хімія. — 2013. — 26 (65), № 3. — С. 161—168.
38. Радченко М.П., Сичук А.М., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю. Підвищення вибірної фітотоксичності та стан прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в разі застосування грамніциду феноксапроп-Р-етила в потрібній суміші з гербіцидом синергістом та антагоністом // Физиология растений и генетика. — 2013. — 45, № 4. — С. 306—312.
39. Семенов А.Г., Мережинский Ю.Г., Дудинец С.М. Комплексное применение гербицидов — эффективный способ борьбы с сорняками в посевах сахарной свеклы // Физиология и биохимия культ. растений. — 1983. — 15, № 3. — С. 280—283.
40. Семенов А.Г., Мережинский Ю.Г. Комплексное применение гербицидов — эффективный способ борьбы с сорняками при возделывании кукурузы // Там же. — 1985. — 17, № 4. — С. 373—376.
41. Сичук А.М., Радченко М.П., Мордерер Є.Ю. Запрограмована загибель клітин у патогенезі, індукваному гербіцидами — інгібіторами ацетил-КоА-карбоксилази // Біол. студії. — 2013. — 7, № 2. — С. 101—106.
42. Сорокіна С.І., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю. Ефективність контролювання бур'янів і селективність щодо рослин сої за комплексного застосування гербіцидів імазамоксу та тифенсульфуронметилу // Физиология и биохимия культ. растений. — 2012. — 44, № 4. — С. 336—346.
43. Сосновая О.Н. Гербициды и минеральное питание растений. — Киев: Наук. думка, 1983. — 168 с.
44. Швартау В.В. Гербициды. Основы регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості. — К.: Логос, 2009. — Т. 2. — 1046 с.
45. Швартау В.В., Михальська Л.М. Гербициды. Фізико-хімічні та біологічні властивості. — К.: Логос, 2013. — Т. 2. — 907 с.
46. Швартау В.В. Регуляція активності гербіцидів за допомогою хімічних сполук. — К.: Логос, 2004. — 222 с.
47. Швартау В.В., Трач В.В. Детектування вмісту гербіцидів в об'єктах навколишнього середовища за допомогою визначення активності ацетолактатсинтази // Питання біоіндикації та екології. — 2000. — 5, № 3. — С. 104—107.
48. Radchenko M.P., Sychuk A.M., Morderer Ye.Yu. Decrease of the herbicide fenoxaprop phytotoxicity in the drought condition: the role of antioxidant enzymatic system // J. Plant Protection Res. — 2014. — 54, N 4. — P. 390—394.
49. Sychuk A., Radchenko M., Morderer E. The increase of phytotoxic action of graminicide fenoxaprop-P-ethyl by NO donor sodium nitropruside // Science and education a new dimension: natural and technical science. — 2013. — 1 (2), N 15. — P. 21—22.

Отримано 27.01.2016

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ ДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ИНСТИТУТЕ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ГЕНЕТИКИ НАН УКРАИНЫ

Е.Ю. Мордерер

Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

Проанализированы основные достижения и проблематика исследований по физиологии действия гербицидов за 50 лет со времени основания в Институте физиологии растений и генетики НАН Украины отдела физиологии действия гербицидов.

INVESTIGATIONS ON PHYSIOLOGY OF ACTION OF HERBICIDES IN THE INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY AND GENETICS OF NAS OF UKRAINE

Ye.Yu. Morderer

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

The basic achievements and problems of research on the physiology of herbicide action in 50 years since the founding of Department of Physiology of Action of Herbicides in the Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine are analyzed.

Key words: herbicides, research, phytotoxicity, efficiency, sites of action, interaction, application.