

А.В. Пучков, Н.М. Гаврилюк. Особенности формирования карабидофауны (Coleoptera, Carabidae) на залежах и в агроценозе озимой пшеницы севера Лесостепи Украины

Проведен сравнительный анализ видового состава и относительной численности жесткокрылых на залежах разной продолжительности и посевах озимой пшеницы в северной части Центральной Лесостепи. Ряд отличий в структуре колеоптерофауны и сезонной динамике активности на залежах и в агроценозе связан с экологическими и биологическими особенностями массовых и обычных видов особенно жуужелиц.

A.V. Putchkov, N.M. Gavrilyuk. Characters of formation of ground-beetles fauna (Coleoptera, Carabidae) in the fallow lands and agrocnose of winter wheat of north part of Forest-Steppe zone of Ukraine

Comparative analyze of species diversity, seasonal activity and relative quantity of ground-beetles in fallow lands and fields of winter wheat in north part of central forest-steppe zone are given. Some differences of biodiversit and structures of carabid's fauna in fallow lands and agrocnoses are caused with ecological and biological peculiarities of most species of the ground-beetles.

**Захист і карантин рослин. 2011. Вип. 57.
УДК 632.937 : 635.64**

**В.Г. СЕРГІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук,
О.Д. ЧЕРГІНА, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН**

**ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ
НА АКТИВНІСТЬ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ
ФЕРМЕНТІВ РОСЛИН ТОМАТІВ**

*Досліджено вплив біологічних препаратів на основі бактерій родів *Bacillus* та *Azotobacter* на активність окисно-відновних ферментів томатів. Встановлено, що обробка рослин томатів біопрепаратами сприяла підвищенню активності каталази і пероксидази. Найвище зростання активності каталази відмічали через 1 год, а пероксидази — через 24 год після обробки. Підвищення активності окисно-відновних ферментів після обробки біопрепаратами може свідчити про посилення захисних реакцій*

рослинного організму та його здатності протистояти ураженню патогенами та іншим несприятливим факторам навколишнього середовища.

томати, біопрепарати, ферменти, активність

В останні роки з метою підвищення екологічної безпеки все більше уваги приділяється біологічним засобам захисту рослин. Особливо актуальним це є для овочевих культур, продукція яких споживається безпосередньо у свіжому вигляді.

Проте біохімічні процеси, що відбуваються в рослинах під впливом засобів захисту рослин, все ще залишаються недостатньо вивченими. Будь-які препарати, потрапляючи в рослину, викликають перебудову у метаболізмі рослинної клітини. Однак, шляхи перебудови можуть бути різноманітними. Вияснення цих складних питань є необхідним для спрямованого використання окремих речовин з метою регуляції росту і розвитку рослин, підвищення їх стійкості до несприятливих умов, одержання високого урожаю, покращення якості сільськогосподарської продукції та збереження сприятливої екологічної ситуації.

Дослідження, проведені вченими багатьох країн, показали, що препарати хімічного, біологічного, природного походження можуть викликати системну індуковану стійкість рослин до патогенів, тобто стимулювати захисні реакції рослинного організму. Велику роль в цих процесах відіграють окисно-відновні ферменти. Враховуючи зміну активності окисно-відновних ферментів, як загально біологічну реакцію рослин на несприятливі фактори, можна сказати, що найбільш вразлива — пероксидазна система. Пероксидаза — це фермент зі змішаними функціями, здатний каталізувати реакції окислення різних неорганічних та органічних сполук, як індивідуального, так і сумісного окислення субстратів. В хлоропластах фотосинтезуючої тканини листків для усунення утвореного пероксиду водню існує антиоксидантна система, до складу якої входить і каталаза, хоча в самих хлоропластах фермент відсутній. Каталаза — антиоксидантний фермент, що сприяє швидкій утилізації пероксиду водню. Вона каталізує реакцію трансформації пероксиду водню у воду та молекулярний кисень [19].

Багато дослідників відмічають підвищення активності окисних ферментів в рослинах при застосуванні препаратів різного походження. Підвищення пероксидазної активності в тканинах рослин під дією системних фунгіцидів свідчить про ефективність використання цих сполук з метою підвищення імунітету рослин [12, 16, 32]. За даними Ковбасенко та Ярового з співавторами [4, 28] фунгіциди системної дії індукують в рослинах активність оксидоредуктазного фермента пероксидази. За обприскування рослин томатів фунгіцидами Квадріс, Танос та Ридоміл Голд МЦ активність пероксидази на другий день після обробки підвищувалась в середньому на 46%; потім її активність

поступово знижувалась. Панченко підтверджує [18], що стробілурини, до яких належить фунгіцид Квадріс, здатні викликати системну індуковану стійкість рослин.

Обприскування томатів біофунгіцидами, до яких належить препарат Мікосан-В, також сприяє підвищенню активності ферментів. За даними Кошевського та ін. [7] Мікосан-В, 10 л/га на другий день після обробки підвищував активність пероксидази в рослинах томату майже в 2 рази, а на 5-й день — в 1,6 рази порівняно з контролем. Загальновідомо, що пероксидаза окислює поліфеноли та деякі ароматичні аміни, які беруть активну участь у захисті рослин від хвороб [3].

Перспективним напрямом в системі захисту рослин від патогенів є використання як імуностимулюючого агента ендоефітних мікроорганізмів [14, 15, 21]. Ендоефітні бактерії можуть захищати рослини від ряду патогенів, що в сільськогосподарській практиці є альтернативою хімічним заходам боротьби з фітопатогенами різних культур [11, 15, 22, 23, 35]. Вони безпечні і нетоксичні не лише для людини, а і для всього живого. Продукуючи ряд фізіологічно активних речовин, біологічні агенти здатні викликати системну індуковану стійкість рослин проти патогенів. Про це свідчать роботи багатьох науковців в усьому світі [29, 31, 34, 36].

Серед бактерій-антагоністів найбільш широко використовують спорові бактерії *Bacillus subtilis* Cohn. [14]. Ряд штамів цієї бактерії мають високу антифунгальну активність завдяки здатності цих мікроорганізмів продукувати антимікробні сполуки і запускати механізм системного захисту рослин від фітопатогенів [2]. Одним з компонентів цього захисту є про-антиоксидантна захисна система [4]. Смірнов та ін. [21] відмічають, що теоретичним обґрунтуванням використання цих бактерій для захисту рослин є унікальне поєднання у них таких властивостей, як активна дія на фітопатогенні мікроорганізми, висока біосинтетична активність, у т.ч. ферментативна, безпечність та висока стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища.

Бактерії роду *Bacillus* є продуцентами ряду високоактивних ферментів, що дозволяє їм гідролізувати різні субстрати [8, 13, 30]. На основі живих клітин і спор ендоефітних бактерій *Bacillus subtilis* створено численну кількість біологічних препаратів, які відрізняються високою антагоністичною активністю проти збудників грибних і бактеріальних хвороб [1, 6, 17, 27, 30, 33].

До мікроорганізмів, здатних посилювати ріст і розвиток рослин, активізувати імунні процеси в рослинному організмі та пригнічувати розвиток патогенів, належать також бактерії роду *Azotobacter*. Ці бактерії є основою мікробних препаратів для підвищення врожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції [5, 15, 20, 22, 25, 26].

Отже, біопрепарати не тільки знижують рівень фітопатогенної інфекції, а й підвищують продуктивність культур, не забруднюючи довкілля. Захисна дія біопрепаратів не завжди здійснюється за рахунок антагонізму між біологічними агентами та фітопатогенними мікроорганізмами. Як вважають багато дослідників, в механізмах протекторної дії біоагентів повинні приймати участь і захисні системи самої рослини, оскільки будь-який мікроорганізм є чужорідним для неї. Тобто захисний ефект біопрепаратів може бути забезпечений також через вплив на біохімічні процеси рослинного організму.

Виходячи з цього, метою даної роботи було дослідження активності окисно-відновних ферментів, як каталізаторів захисних реакцій організму в рослинах томатів за обробки їх біологічними препаратами.

Методика досліджень. Роботу проводили у 2009 році на рослинах томатів сорту Лагідний у фазу активного росту. Препарати застосовували методом обприскування рослин. З біологічних препаратів використовували бактеріальні препарати на основі різних біоагентів.

Препарат Азотобактерин 9Т — це рідкий бактеріальний препарат на основі азотфіксувальних бактерій *Azotobacter chroococcum*, штам ІМВ В-7171 (титр 10^8 кл/мл), виділених з чорноземного ґрунту Полтавської обл. Він характеризується широким спектром антибіотичної активності стосовно фітопатогенних грибів і бактерій. Другим біологічним препаратом був препарат на основі живих бактерій *Bacillus subtilis*, титр 10^{10} кл/мл, штам 179. Обидва препарати розроблені та напрацьовані в Інституті мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ, м. Київ. Для порівняння брали хімічний препарат, фунгіцид системної дії Квадріс 250 SC, 25% к.с. з групи стробілуринів (д.р. азоксістробін) з рекомендованою нормою витрати 0,6 л/га, готуючи 0,15% розчин.

Активність окисно-відновних ферментів пероксидази та каталази у рослинах томатів визначали біохімічним методом до обробки, через 1 год та 24 год після обприскування рослин розчинами досліджуваних препаратів. В контролі рослини обприскували водою.

Активність пероксидази визначали гваяколовим методом на фотоелектроколориметрі. Активність каталази визначали йодометричним методом [19]. Розрахунок активності ферментів проводили за спеціальними формулами і виражали у мікромолях окисленого гваяколу (пероксидаза) та мікромолях розкладеного перекису водню (каталаза).

Результати досліджень. Проведені дослідження показали, що активність каталази та пероксидази у листках томатів після обробки препаратами зростає порівняно з початковим рівнем та контролем. Значне підвищення активності каталази відмічали уже через 1 год після обробки (таблиця). Найвищою активність цього ферменту була при застосуванні *Bacillus subtilis*: 126,5% порівняно з контролем. При застосуванні Азотобактерину 9Т активність каталази підвищилась на

Вплив біологічних препаратів на активність окисно-відновних ферментів рослин томатів

Варіант досліду	Концентрація препарату, %	Каталаза, мкмоль розкладеного H ₂ O ₂			Пероксидаза, мкмоль окисленого гваяколу		
		до обробки	після обробки		до обробки	після обробки.	
			через 1 год.	через 24 год.		через 1 год.	через 24 год.
Контроль (вода)	—	302	308	272	15,5	15,8	10,1
Азотобактерин 9Т, титр 10 ⁸ кл/мл	1,0	302	354	348	15,5	12,6	14,4
Vacillus subtilis, титр 10 ¹⁰ кл/мл	0,5	302	382	302	15,5	14,3	14,5
Квадріс 250 SC, 0,6 л/га, (азоксістробін, 0,15 л/га), еталон	0,15	300	300	332	15,5	13,4	15,1
НСР ₀₅		3,4	7,6	4,8	1,1	1,2	1,4

14,5%. За обробки препаратом Квадріс 250 SC в цей час змін в активності каталази взагалі не спостерігали. Активність пероксидази, навпаки, через 1 год після обробки в усіх дослідних варіантах була дещо нижчою, ніж в контролі.

Через 24 год після обробки активність каталази в усіх варіантах (крім Квадріс 250 SC) падає, а активність пероксидази, натомість значно зростає. Найвищу активність пероксидази спостерігали при застосуванні препарату Квадріс 250 SC: 15,1 мкмоль, що на 49,5% вище порівняно з контролем. Обробки біологічними препаратами сприяли підвищенню активності пероксидази на 43—44%.

Ці дані збігаються з результатами інших дослідників. Як зазначає Школьник [24], між активностями окисних ферментів існує обернений взаємозв'язок. При підвищенні активності пероксидази в рослинах активність каталази знижується. Таким чином здійснюється регуляція процесів вільнорадикального окислення і деградації надлишків пероксидів у рослинах в процесі росту.

ВИСНОВКИ

Обробки рослин препаратами, як біологічними, так і хімічними, мають великий вплив на біохімічні процеси в тканинах рослин, зокрема на ферментативну активність. Зростання активності окисно-відновних ферментів в листках томатів після обробки препаратами може свідчити про посилення захисних реакцій рослинного організму, внаслідок чого підвищується його здатність протистояти ураженню фітопатогенами та іншим несприятливим факторам навколишнього середовища.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Биопрепарат* для защиты растений от грибных и бактериальных болезней: патент №2201678 России / Ф.А. Байгузина, Т.Н. Кузнецова, Р.И. Захарова. — Заявл. 19.02.01. опубл. 10.04.03. — Бюл. №10.
2. *Гришечкина С.Д.* Vegetационная и полевая оценка антифунгального эффекта *Bacillus thuringiensis* / С.Д. Гришечкина, О.В. Смирнов // Вестник защиты растений. — 2010, №3. — С. 44—50.
3. *Измайлов С.Ф.* Азотный обмен в растениях / С.Ф. Измайлов. — М.: Наука. — 1986. — 319 с.
4. *Ковбасенко В.М.* Особливості застосування фунгіцидів на помідорах / В.М. Ковбасенко // Вісник Білоцерківського держ. аграрного унів. — 1999. — В.8. — Ч.3. — С. 112—118.
5. *Козар С.Ф.* Препарат Азотобактерин-БТ для підвищення врожайності сільськогосподарських культур / С.Ф. Козар, Т.О. Усманова, Н.О. Хаїтова, Т.А. Жеребор // Тези доповідей міжн. наук. конф. [Мікробні технології], м. Одеса, 11—15 вересня 2006 р. — Одеса: Астропринт. — 2006. — С. 73.

6. Коломиец Э.И. Спорообразующие бактерии рода *Bacillus* в биологическом контроле фитопатогенных бактерий / Э.И. Коломиец, Н.В. Сверчкова // 36. статей учасників міжн. наукової конф. [Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія], м. Київ. — 4—6 жовтня 2005 р. — Житомир: Держ еколог. університет. — 2005. — С. 176—181.

7. Кошевський І.І. Активация захисних механізмів овочевих культур / І.І. Кошевський [та ін.] // Матер. міжнародної науково-практ. конф. [Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття]. — Київ: Колоб'іг. — 2004. С. 343—348.

8. Кубрак О.І. Виділення штамів *Bacillus sp.* — продуцентів термо-стабільної α -амілази / О.І. Кубрак, В.І. Лушак // Тези доповідей міжн. наук. конф. [Мікробні технології], м. Одеса. 11—15 вересня 2006 р. — Одеса: Астропринт. — 2006. — С. 80.

9. Кучеренко М.Є. Застосування індукторів захисних реакцій рослин / М.Є. Кучеренко, [та ін.] // Матер. міжн. наук.-практ. конф. [Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття]. — Київ: Колоб'іг. — 2004. — С. 206—210.

10. Логинов О.Н. Бактерии *Pseudomonas* и *Azotobacter* как объекты сельскохозяйственной биотехнологии. М.: Наука, 2005. — 166 с.

11. Максимов И.В. Влияние бактерий *Bacillus subtilis* 26D на содержание пероксида водорода и пероксидазы в растениях яровой пшеницы / И.В. Максимов [и др.] // Агрохимия. — 2010, №1. — С. 55—60.

12. Марютин Ф.Н. Влияние химических препаратов на активность окислительно-восстановительных ферментов в растениях и на развитие мучнистой росы пшеницы / Ф.Н. Марютин // Збірник наукових праць Харківського держ. університету, серія Рослинництво. Селекція і насінництво. — Харків. — 1997, №2. — С. 85—90.

13. Маслиенко Л.В. Выделение белкового фактора *Bacillus sp.* ингибитора роста фитопатогенных грибов / Л.В. Маслиенко [и др.] // Міжнародна наукова конференція.: тези доповідей [Мікробні технології], м. Одеса, 11—15 вересня 2006 р. — Одеса: Астропринт. — 2006. — С. 85.

14. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus* Sohn. в агроэкосистемах. / А.И. Мелентьев — М.: Наука. — 2007. — 147 с.

15. Минаева О.М. Кинетические аспекты ингибирования роста грибов ризосферными бактериями / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Е.В. Евдокимов // Прикладная биохимия и микробиология. — 2008. — Т. 44, №5. — С. 565—570.

16. Мостов'як І.І. Активність окисно-відновних ферментів у рослинах озимої пшениці залежно від ураження вірусними хворобами та застосування біологічно активних речовин разом з пестицидами / І.І. Мостов'як // Карантин і захист рослин. — 2002, №2. — С. 6—7.

17. *Новикова И.И.* Новые биопрепараты для защиты овощных культур от фитопатогенных бактерий / И.И. Новикова, Г.А. Быкова, И.В. Бойкова / Зб. статей міжн. наук. конф. [Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія], м. Київ, 4–6 жовтня 2005 р. — Житомир: Держ еколог. університет. — 2005. — С. 155–158.

18. *Панченко Т.П.* Контроль вмісту трифлюксистробіну в плодах черешні хроматографічним методом / Т.П. Панченко // Крантин і захист рослин. — 2008, №12. — С. 23–24.

19. *Починок Х.Н.* Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починков. — Киев : Наукова думка. — 1976. — С. 175–176.

20. *Сергієнко В.Г.* Бактеріальні препарати проти хвороб томатів / В.Г. Сергієнко, Л.В. Титова // Тези доповідей міжн. наук. конф. [Мікробні технології], м. Одеса. 11–15 вересня 2006р. — Одеса: Астропринт. — 2006. — С. 97.

21. *Смирнов В.В.* Эндофитные бактерии, использование их в защите растений от болезней / В.В. Смирнов [и др.] // Зб. статей учасників міжнародної наукової конф. [Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія], м. Київ, 4–6 жовтня 2005 р. — Житомир: Держ. еколог. університет. — 2005. — С. 181–184.

22. *Соколова М.Т.* Влияние бактериальных препаратов на урожай картофеля и его качество / М.Т. Соколова [и др.] // Агрехимия. — 2008, №6. — С. 62–67.

23. *Фомин В.Н.* Биопрепараты в технологиях возделывания / В.Н. Фомин, Р.Н. Назмиев // Главный агроном. — 2007, №8. — С. 24–26.

24. *Школьник М.Я.* Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. — Л. — 1974. — 342 с.

25. *Штамм бактерий *Azotobacter chroococcum** для получения препарата, применяемого в растениеводстве: А.с. СССР № 1703634А1. С 05 F 11/08. С12 N 1/20. / Е.В. Чекакина, Е.Д. Новогрудская, Г.М. Булгакова, Т.С. Корчак. — Заявл. 08.12.88. — Оpubл. 07.01.1992 г., бюл. №1. Описание изобретения.

26. *Штамм бактерии *Azotobacter chroococcum**, обладающий широким спектром фунгицидного действия и биопрепарат на его основе: патент №2289620. Россия.С 05 F 11/08. С12 N 1/20. / А.Г. Назаров — Заявл. 21.09.2005. Оpubл. 20.12.2006.

27. *Черненко Є. П.* Вибіркова дія біопрепаратів на основі *Bacillus sp.* на збудників бактеріальних захворювань томатів / Є.П. Черненко [та ін.] // Тези доповідей міжн. наук / конф. [Мікробні технології], м. Одеса, 11–15 вересня 2006 р.: — Одеса: Астропринт. — 2006. — С. 106.

28. *Яровий Г.І.* Полібакова суміш фунгіцидів в овочівництві / Г.І. Яровий [та ін.] // Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. збірник. — К. — 2006. — Вип. 52. — С. 373–379.

29. Cordo C. A., Monaco C.J. *Trichoderma spp.* as elicitors of wheat plant defense responses against *Septoria tritici* // Biocontr. Sci and Technol. — 2007. — 17, № 7–8. — P. 687–698.
30. Edgecomb D.W., Manker D.A. Штамм OST 713 *Bacillus subtilis*, strain QST 713 bacterial disease control in fruit, vegetable and ornamental production // Mitt. Biol. Bundesanst. Land.- und Forswirt. — 2006, № 408. — P. 167–168.
31. Lungtenberg B. J. Molecular aspects of biocontrol traits // Biol. of Plant-Microbe Interactions. — 2004. — P. 310–311.
32. Ma Ying-Ying. Влияние некоторых химикатов на индуцируемую устойчивость земляники к гнилям корней // J. Agr. Univ. Hebei. — 2006. — 29, №3. — P. 62–65.
33. Olkeanu V., Grebenisan I. New compound with application in plant protection // Bul. Univ. Agr. Sci. — 2007. — Т.63–64. — P. 320.
34. Patykowski Jacek, Urbanek Henryk. Activity of enzymes related to H₂O₂ generation and metabolism in leaf apoplastic fraction of tomato leaves infected with *Botrytis cinerea* // J. Phyt. — 2003. — V. 151, №3. — P. 153–161.
35. Shi Jing-Jing, Chen Wei-Xin, Liu Ai-Yuan. Shengtai xuebao // Acta ecol. Sin. — 2006. — 26, №7. — P. 2395–2401.
36. Van Loon L.C. Mechanisms of rhizobacteria-mediated induced systemic resistance // J. Plant Pathol. — 2007. — V.89, №3. — P. 9.

Сергиенко В.Г., Чергина Е.Д. Влияние биологических препаратов на активность окислительно-восстановительных ферментов растений томатов

*Исследовано влияние биологических препаратов на основе бактерий родов *Bacillus* и *Azotobacter* на активность окислительно-восстановительных ферментов томатов. Установлено, что обработка растений томатов биопрепаратами способствовала повышению активности каталазы и пероксидазы. Однако во времени активность этих ферментов изменялась неодинаково. Наивысшую активность каталазы отмечали через 1 час, а пероксидазы — через 24 часа после обработки. Увеличение активности ферментов растений томатов под влиянием биопрепаратов может свидетельствовать об усилении защитных реакций растительного организма и его способности противостоять неблагоприятным факторам среды.*

Sergienko V.G., Chergina E.D. Influence of biological preparations on activity of redox enzymes of tomato plants

*Influence of biological preparations on the base of bacteria from *Bacillus* and *Azotobacter* genera on activity of redox enzymes of tomato plants was*

investigated. It was established that application of biopreparations favored the increase in activity of catalase and peroxidase. But activity of these enzymes varies over the time. The highest catalase activity was noted in 1 hour, peroxidase — in 24 hours after treatment. Increase of activity of enzymes of tomato plants under the influence of biopreparations may indicate the increasing of defense reactions of plant organism and its ability to with stand adverse factors.

**Захист і карантин рослин. 2011. Вип. 57.
УДК 632. 51: 632.954**

**І.М. СТОРЧОУС, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН**

СТІЙКІСТЬ БУР'ЯНІВ ДО ГЕРБІЦИДІВ

На основі літературних джерел узагальнено результати досліджень розвитку стійкості бур'янів до гербіцидів. У польових умовах проведено оцінку технічної ефективності гербіцидів похідних арилоксиалканкарбонових кислот та сульфонілсечовини і їх сумішей на озимій пшениці, ярому ячмені проти домінуючих бур'янів. Вивчено імовірність розвитку стійкості у бур'янів до гербіцидів в умовах України.

озима пшениця, ярий ячмінь, бур'яни, гербіциди, стійкість

Обґрунтування. Переоцінка технології використання гербіцидів викликана частково виявленням стійкості до гербіцидів в усе більшої кількості видів бур'янів. Стійкість до гербіцидів — це розвинений стан, при якому вплив гербіциду на популяцію бур'янів призводить до домінування генотипів, здатних виживати і рости після обробки гербіцидом у тих концентраціях, що при нормальних умовах згубні для популяції. До 1980 року стійкість до гербіцидів спостерігалася лише по кількох видах бур'янів і переважно була обмежена похідними триазину [10, 16].

Стійкість до гербіцидів розвивається у бур'янів з інтенсивністю, аналогічною тій, що була виявлена за стійкості до інсектицидів і акарицидів у шкідників класу членистоногих, і в даний час існують біотици бур'янів зі стійкістю до одного і більше гербіцидів як мінімум 16-ти різних хімічних класів, включаючи з'єднання з миш'яком, арилоксифеноксипропріонатом, бензонітрилом, біпіридиліумом, хлороацетамідом, циклогексанідионом, динітроаніліном, дітіокарбаматом, імідазолиноном, сульфонілсечовиною, триaziном і урацилом.