Clasificarea Modurilor de Acțiune a Insecticidelor și Acaricidelor

Ediția: 10.5

Acum inclusiv Nematocidelor

IRAC

Insecticide Resistance Action Committee

Comitetul de Acțiune privind Rezistența la Insecticide

Broșură despre Clasificarea Modurilor de Acțiune

Ediția: 10.5 – Martie 2023

Bazată pe Clasificarea MdA a IRAC Versiunea 10.5 și
Clasificarea MdA a Nematocidelor Versiunea 2.1

Disclaimer: Chiar dacă CropLife International și IRAC depun toate eforturile pentru a prezenta informații corecte și de încredere, ei nu garantează acuratețea, completitudinea, eficacitatea, promptitudinea sau succesiunea corectă ale acestor informații. Includerea substanțelor active pe Listele de Coduri IRAC se bazează pe evaluarea științifică a modurilor lor de acțiune. Aceasta nu oferă niciun fel de dovadă pentru utilizarea unui produs sau un argument a eficacității. CropLife International și IRAC nu sunt responsabili, și își declină în mod expres răspunderea pentru daunele de orice fel rezultate în urma aplicării, referirii sau bazării pe informațiile furnizate în ghid. Listarea claselor chimice sau a modurilor de acțiune nu trebuie interpretate ca aprobare spre utilizare a unui produs într-o țară anumită. Înainte de implementare, fiecare utilizator trebuie să determine statutul curent de înregistrare în țara de aplicare și să respecte cu strictețe utilizările și instrucțiunile aprobate în acea țară.

USAID
DIN PARTEA POPORULUI AMERICAN

Această publicație a fost reprodusă cu suportul financiar al Agenției Statelor Unite pentru Dezvoltare Internațională (USAID) în cadrul Proiectului Competitivitate și Reziliență Rurală din Moldova. Reproducerea acestui material este responsabilitatea exclusivă a Chemonics International și nu reprezintă sub nici o formă opinia USAID sau a Guvernului Statelor Unite.

Document al IRAC protejat de © Copyright 2023

Prefață

Managementul eficient al rezistenței la insecticide (IRM) în combinație cu managementul integrat al dăunătorilor (IPM) este vital pentru protecția globală a plantelor, agricultura sustenabilă și sănătatea publică îmbunătățită și este un element esențial al gestionării responsabile a produselor.

Comitetul de Acțiune privind Rezistența la Insecticide (IRAC) a fost înființat în 1984 și funcționează ca un grup tehnic de specialiști al asociației CropLife International, pentru a oferi un răspuns coordonat al industriei de protecție a plantelor pentru prevenirea sau întârzierea dezvoltării rezistenței la dăunătorii de insecte, acarieni și nematozi. Există acum comitete de grupuri de țări a IRAC în multe părți ale lumii, care cercetează și răspund la problemele locale de rezistență, la care grupul-mamă IRAC International asigură un rol de coordonare și sprijin la nivel global (vezi www.irac-online.org).

Dezvoltarea produselor noi devine din ce în ce mai dificilă și costisitoare, așa că este vital să se evite dezvoltarea rezistenței la acele produse eficiente disponibile pe piață. În plus, cu mai puține produse noi fiind descoperite și cu presiunea de reglementare care reduce numărul de metode comerciale de control mai vechi, gama de produse utilizabile este limitată, făcând IRM eficient mai important ca niciodată. Schema de Clasificare a Modurilor de Acțiune este parte cheie la strategia globală de gestionare a rezistenței a IRAC.

Clasificarea Modurilor de Acțiune a Insecticidelor și Acaricidelor

Companiile membre ale CropLife și IRAC susțin includerea informațiilor despre MdA pe etichetele produselor, ceea ce va asigura agricultorilor acces simplu la informații critice pentru a sprijini implementarea gestionării rezistenței.

Mai multe detalii despre Ghidul de Etichetare a MdA pot fi găsite pe pagina web a CropLife la Resurse (https://croplife.org/resources/)

Clasificarea Modurilor de Acțiune

IRAC promovează utilizarea clasificării modurilor de acțiune (MdA) a insecticidelor și acaricidelor ca bază pentru gestionarea eficientă și sustenabilă a rezistenței. Substanțele active sunt alocate unor grupuri specifice în funcție de locul țintă. Fiind revizuită și republicată periodic, Schema de Clasificare a MdA a IRAC oferă agricultorilor, consultanților, personalului de extensie și specialiștilor în protecția plantelor un ghid pentru selectarea insecticidelor și acaricidelor în programele de gestionare a rezistenței. Gestionarea eficientă a rezistenței de acest tip păstrează utilitatea și diversitatea insecticidelor și acaricidelor disponibile. O listă completă cu diferite grupuri de MdA este prezentată în paginile următoare, urmată de o descriere a MdA disponibile pentru lepidoptere, afide, musculițe albe, cicade și acarieni. Pentru informații suplimentare, vă rugăm să consultați Schema completă de Clasificare a MdA a IRAC de pe site-ul IRAC (www.irac-online.org).

Ce este Rezistența?

Rezistența la insecticide poate fi definită ca „*o schimbare ereditară în sensibilitatea unei populații de dăunători care se reflectă în eșecul repetat al unui produs de a atinge nivelul așteptat de control atunci când este utilizat conform recomandării etichetei pentru respectivele specii dăunătoare*" (IRAC). Rezistența apare prin utilizarea exagerată sau greșită a unui insecticid sau acaricid împotriva unor specii dăunătoare, și rezultă în selecția formelor rezistente ale dăunătorului și evoluția consecventă a populațiilor rezistente la acel insecticid sau acaricid.

Strategii eficiente: Succesiunea sau alternarea Modurilor de Acțiune

Toate strategiile eficiente de gestionare a rezistenței la insecticide (IRM) urmăresc să minimizeze stabilirea rezistenței la orice tip de insecticid. În practică, alternarea, succesiunea sau rotația substanțelor din diferite grupuri de MdA asigură IRM sustenabil și eficient pentru dăunătorii de insecte și acarieni. Acest lucru asigură ca selecția dintre substanțele din același grup de MdA să fie redusă la minim, iar rezistența să fie mai puțin probabilă să evolueze.

Exemple:



Aplicațiile sunt adesea structurate în ferestre sau blocuri de pulverizare, fiind definite de stadiul de dezvoltare a culturii, împreună cu biologia și fenologia speciilor în cauză. Sfatul experților locali trebuie întotdeauna urmat în ceea ce privește ferestrele și sincronizarea pulverizării. Mai multe aplicări se pot efectua în cadrul fiecărei ferestre de pulverizare, dar este, în general, esențial ca generațiile succesive de dăunători să nu fie tratate cu substanțe din același grup de MdA. IRAC oferă, de asemenea, recomandări specifice pentru unele grupuri de MdA. Mecanismele de rezistență metabolică pot da rezistență încrucișată între grupurile de MdA. Acolo unde se știe că se poate întâmpla, sfaturile de mai sus ar trebui adaptate corespunzător. Pentru informații suplimentare despre utilizarea grupurilor și subgrupurilor de MdA, vă rugăm să consultați notele de la sfârșitul broșurii și Schema Completă de Clasificare a MdA.

Schema de Clasificare a Modurilor de Acțiune a IRAC (Versiunea 10.5)

Fiziologie țintită: Nervi & Mușchi | Creștere & Dezvoltare | Respirație | Intestin | Necunoscut sau nespecific

Notă: Rotațiile pentru gestionarea rezistenței trebuie să se bazeze numai pe grupurile de moduri de acțiune numerotate - a se vedea notele de subsol ale tabelului pentru detalii.

Grup de bază/ Țintă de Acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active
1 Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE) *Vezi notele de subsol pentru informații suplimentare despre utilizarea compușilor dintre subgrupuri.*	**1A** Carbamați	Alanicarb, Aldicarb, Bendiocarb, Benfuracarb, Butocarboxim, Butoxicarboxim, Carbaril, Carbofuran, Carbosulfan, Etiofencarb, Fenobucarb, Formetanat, Furatiocarb, Izoprocarb, Metiocarb, Metomil, Metolcarb, Oxamil, Pirimicarb, Propoxur, Tiodicarb, Tiofanox, Triazamat, Trimetacarb, Xililcarb, XMC
	1B Compuși organofosforici/ organofosfați	Acefat, Azametifos, Azinfos-etil, Azinfos-metil, Cadusafos, Cloretoxifos, Clorfenvinfos, Clormefos, Clorpirifos, Clorpirifos-metil, Cumafos, Cianofos, Demeton-S-metil, Diazinon, Diclorvos/ DDVP, Dicrotofos, Dimetoat, Dimetilvinfos, Disulfoton, EPN, Etion, Etoprofos, Famfur, Fenamifos, Fenitrotion, Fention, Fentoat, Forat, Fosfamidon, Fosfiazat, Fosmet, Foxim, Fozalon, Heptenofos, Imiciafos, Izofenfos, Izopropil O-(metoxiaminotiofosforil) salicilat, Izoxation, Malation, Mecarbam, Metamidofos, Metidation, Mevinfos, Monocrotofos, Naled, Ometoat, Oxidemeton-metil, Paration, Paration-metil, Pirimifos-metil, Profenofos, Propetamfos, Protiofos, Piraclofos, Piridafention, Quinalfos, Sulfotep, Tebupirimfos, Temefos, Terbufos, Tetraclorvinfos, Tiometon, Triazofos, Triclorfon, Vamidotion
2 Blocanți ai canalelor de clor pentru receptorii GABA	**2A** Organocloruri ciclodiene	Clordan, Endosulfan
	2B Fenilpirazoli (Fiproli)	Etiprol, Fipronil

3 Modulatori ai canalelor de sodiu *Vezi notele de subsol pentru informații suplimentare despre utilizarea compușilor dintre subgrupuri.*	**3A** Piretroizi, Piretrine	Acrinatrin, Aletrin, d-*cis-trans* Aletrin, d-*trans* Aletrin, Bifentrin, Bioaletrin, Bioaletrin S-ciclopentenil, Bioresmetrin, Cicloprotrin, Ciflutrin, *beta*-Ciflutrin, Cihalotrin, *lambda*-Cihalotrin, *gamma*-Cihalotrin, Cipermetrin, *alfa*-Cipermetrin, *beta*-Cipermetrin, *teta*-Cipermetrin, *zeta*-Cipermetrin, Cifenotrin [(1*R*)-*trans*-izomeri], Deltametrin, Empentrin [(*EZ*)-(1*R*)- izomeri], Esfenvalerat, Etofenprox, Fenpropatrin, Fenvalerat, Flucitrinat, Flumetrin, *tau*-Fluvalinat, Halfenprox, Imiprotrin, Kadetrin, Permetrin, Fenotrin [(1*R*)-trans-izomer], Praletrin, Piretrină (piretrum), Resmetrin, Silafluofen, Teflutrin, Tetrametrin, Tetrametrin [(1*R*)-izomeri], Tralometrin, Transflutrin
	3B DDT Metoxiclor	DDT Metoxiclor
4 Modulatori concurenți ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR) *Vezi notele de subsol pentru informații suplimentare despre utilizarea compușilor dintre subgrupuri.*	**4A** Neonicotinoide	Acetamiprid, Clotianidin, Dinotefuran, Imidacloprid, Nitenpiram, Tiacloprid, Tiametoxam
	4B Nicotină	Nicotină
	4C Sulfoximine	Sulfoxaflor
	4D Butenolide	Flupiradifuron
	4E Mezoionice	Dicloromezotiaz,Triflumezopirim
	4F Piridilidene	Flupirimin
5 Modulatori alosterici ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR) - locul I	Spinosine	Spinetoram, Spinosad
6 Modulatori alosterici ai canalelor de clor glutamat-dependente (GluCl)	Avermectine, Milbemicine	Abamectină, Benzoat de emamectin, Lepimectină, Milbemectină

Grup de bază/ Țintă de acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active
7 Imitatori ai hormonilor juvenili	**7A** Analogi ai hormonilor juvenili	Hidropren, Kinopren, Metopren
	7B Fenoxicarb	Fenoxicarb
	7C Piriproxifen	Piriproxifen
8 Diverși inhibitori nespecifici (ai multiplelor locuri țintă)	**8A** Halide de alchilă	Bromură de metil și alte halide de alchilă
	8B Cloropicrină	Cloropicrină
	8C Fluoruri	Criolit (fluorură de sodiu și aluminiu), Fluorură de sulfuril
	8D Borați	Borax, Acid boric, Octaborat de disodiu, Borat de sodiu, Metaborat de sodiu
	8E Tartar emetic	Tartar emetic
	8F Generatori de metil-izotiocianat	Dazomet, Metam
9 Modulatori ai canalelor TRPV ale organelor cordotonale	**9B** Derivați ai piridin azometinei	Pimetrozină, Pirifluquinazon
	9D Piropene	Afidopiropen
10 Inhibitori de creștere ai arahnidelor ce afectează CHS1 *10A Subgruparea în notele de subsol*	**10A** Clofentezin Diflovidazin Hexitiazox	Clofentezin, Diflovidazin, Hexitiazox
	10B Etoxazol	Etoxazol

11 Perturbatori microbieni ai pereților intestinali ai insectelor	***11A*** *Bacillus thuringiensis* și proteinele insecticide pe care le produc *Vezi notele de subsol pentru informații suplimentare privind subgruparea*	*Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* Proteinele culturilor *Bt*: (vezi notele de subsol) Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1Fa, Cry1A.105, Cry2Ab, Vip3A, mCry3A, Cry3Ab, Cry3Bb, Cry34Ab1/Cry35Ab1
	11B *Bacillus sphaericus*	*Bacillus sphaericus*
12 Inhibitori ai sintazei ATP mitocondriale	**12A** Diafentiuron	Diafentiuron
	12B Acaricide organotin	Azociclotin, Cihexatin, Oxid de fenbutatin
	12C Propargit	Propargit
	12D Tetradifon	Tetradifon
13 Decuplatori ai * fosforilării oxidative prin perturbarea gradientului de protoni	Piroles Dinitrofenoli Sulfluramid	Clorfenapir, DNOC, Sulfluramid
14 Blocanți ai canalelor receptorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR)	Analogi ai nereistoxinei	Bensultap, Hidroclorură de cartap, Tiociclam, Tiosultap de sodiu

Grup de bază/ Țintă de acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active
15 Inhibitori ai biosintezei chitinei ce afectează CHS1	Benzoiluri	Bistrifluron, Clorfluazuron, Diflubenzuron, Flucicloxuron, Flufenoxuron, Hexaflumuron, Lufenuron, Novaluron, Noviflumuron, Teflubenzuron, Triflumuron
16 Inhibitori ai biosintezei chitinei, tipul 1	Buprofezin	Buprofezin
17 Perturbatori de năpârlire la Diptere	Ciromazin	Ciromazin
18 Agoniști ai receptorilor de ecdizonă	Diacilhidrazine	Cromafenozid, Halofenozid, Metoxifenozid, Tebufenozid
19 Agoniști ai receptorilor de octopamină	Amitraz	Amitraz
20 Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial III - locul Qo	**20A** Hidrametilnon	Hidrametilnon
	20B Acequinocil	Acequinocil
	20C Fluacripirim	Fluacripirim
	20D Bifenazat	Bifenazat
21 Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial I	**21A** Acaricide și insecticide METI	Fenazaquin, Fenpiroximat, Piridaben, Pirimidifen, Tebufenpirad, Tolfenpirad
	21B Rotenon	Rotenon (Derris)

22 Blocanți ai canalelor de sodiu dependenți de tensiune *Vezi notele de subsol pentru informații despre subgrupuri*	**22A** Oxadiazine	Indoxacarb
	22B Semicarbazoni	Metaflumizonă
23 Inhibitori ai acetil-CoA carboxilaza	Derivați ai acizilor tetronic și tetramic	Spirodiclofen, Spiromesifen, Spiropidion, Spirotetramat
24 Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial IV	**24A** Fosfuri	Fosfură de Aluminiu, Fosfură de Calciu, Fosfină, Fosfură de Zinc
	24B Cianuri	Cianură de Calciu, Cianură de Potasiu, Cianură de Sodiu
25 Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial II *Vezi notele de subsol pentru informații despre subgrupuri*	**25A** Derivați ai *beta*-ketonitrililor	Cienopirafen, Ciflumetofen
	25B Carboxanilide	Piflubumid
28 Modulatori ai receptorilor rianodinei	Diamide	Clorantraniliprol, Ciantraniliprol, Ciclaniliprol, Flubendiamid, Tetraniliprol
29 Inhibitori ai nicotinamidazei din organele cordotonale	Flonicamid	Flonicamid

Grup de bază/ Țintă de acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active
30 Modulatori alosterici ai canalelor cu receptori GABA	Meta-diamide Isoxazoline	Broflanilid Fluxametamid Isocicloseram
31 Baculovirusuri Virusuri patogenice ocluzive specifice dăunătorilor	Granulovirusuri (GV) Nucleopolihedrovirusuri (NPV)	*Cydia pomonella* GV *Thaumatotibia leucotreta GV* *Anticarsia gemmatalis* MNPV *Heliocoverpa armigera* NPV
32 Modulatori alosterici ai receptorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR) - locul II	Peptide GS-omega/kappa HXTX- Hv1a	Peptida GS-omega/kappa HXTX-Hv1a
33 Modulatori ai canalelor de potasiu activate de calciu (KCa2)	Acinonapir	Acinonapir
34 Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial III - locul Qi	Flometoquin	Flometoquin
36 Modulatori ai organelor cordotonale - loc țintă nedefinit	Piridazin pirazolecarboxamide	Dimpropiridaz

Compuși UN	Azadirachtin	Azadirachtin
	Benzoximat	Benzoximat
	Benzpirimoxan	Benzpirimoxan
	Bromopropilat	Bromoproplat
	Dicofol	Dicofol
	Soluție sulfo-calică	Soluție sulfo-calică
	Mancozeb	Mancozeb
	Oxazosulfil	Oxazosulfil
	Piridalil	Piridalil
	Sulf	Sulf
UNB Agenți bacterieni * (non-Bt)		*Burkholderia spp* *Wolbachia pipientis (Zap)*
UNE Esențe botanice * inclusiv sintetice, extracte și uleiuri nerafinate		Extract de *Chenopodium ambrosioides near ambrosioides*, ulei de neem Monoesteri ai acizilor grași cu glicerol sau propanediol
UNF Agenți fungici		Tulpini de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum* tulpina F52, *Paecilomyces fumosoroseus* Apopka tulpina 97
UNM Perturbatori mecanici și fizici * nespecifici		Diatomit, Ulei mineral
UNP Peptide		

Grup de bază/ Țintă de Acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active
UNV *	Agenți virali (non baculovirus)	

Fiziologie țintită: Nervi & Mușchi; Creștere & Dezvoltare; Respirație; Intestin; Necunoscut sau nespecific

Culoarea rândurilor din tabel e asociată cu modurile de acțiune din categorii largi bazate pe funcțiile fiziologice afectate ale insectelor, servind ca suport în înțelegerea simptomologiei, vitezei de acțiune și a altor proprietăți ale insecticidelor, dar nu în scopuri de gestionare a rezistenței. **Pentru gestionarea rezistenței alternarea insecticidelor trebuie să se bazeze doar pe grupurile numerotate ale modurilor de acțiune.**

Note la tabel:

- Includerea unui agent insecticid în clasificarea de mai sus nu înseamnă neapărat aprobare reglementară.
- Atribuțiile MdA vor implica de obicei identificarea proteinei țintă responsabilă pentru efectul biologic, deși se pot face grupări acolo unde agenții insecticizi împărtășesc efecte fiziologice distinctive și sunt legate structural.
- Grupurile 26 și 27 sunt nealocate la moment și, prin urmare, au fost omise din tabel.
- Un agent insecticid cu un MdA necunoscut sau controversat sau un mod de toxicitate necunoscut va rămâne în grupul „UN" sau „UNB", „UNE", „UNF", „UNM", „UNP", „UNV", după caz, până când dovezile devin disponibile care să permită atribuirea la o clasă de MdA mai potrivită.
- Substanțele din grupurile marcate cu un asterisc se consideră că nu au o țintă comună și prin urmare, pot fi alternate liber unul cu celălalt, cu excepția cazului în care există motive să ne așteptăm la rezistență încrucișată. Aceste grupuri sunt 8, 13, UN, UNB, UNE, UNF, UNM, UNP și UNV.
- Diverse baculovirusuri care vizează diferite ordine de insecte pot fi utilizate împreună fără a compromite gestionarea rezistenței. Utilizarea în rotație a baculovirusurilor specifice poate oferi beneficii de gestionare a rezistenței pentru unii dăunători. Consultați recomandările produsului specific.

Subgrupuri:
Subgrupurile reprezintă clase chimice distincte despre care se crede că au același MdA, dar sunt suficient de diferite în structura sau modul de interacțiune cu proteina-țintă, încât șansa de selecție a rezistenței încrucișate, fie metabolice, fie a locului țintă este redusă în comparație cu agenții analogici. Subgrupurile pot distinge, de asemenea, compuși similari din punct de vedere chimic, dar se știe că se conectează diferit în cadrul țintei sau au selectivitate diferențială între multiple ținte.

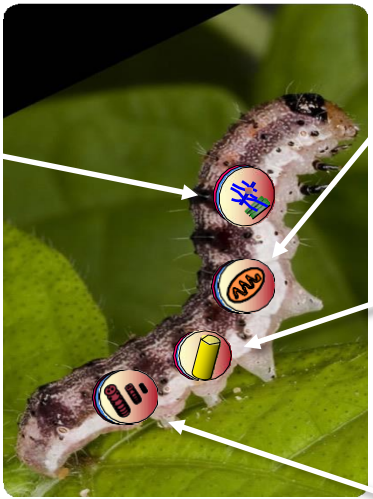
Potențialul de rezistență încrucișată între subgrupuri este mai mare decât cel dintre diferite grupuri, deci trebuie evitată rotația între subgrupuri. În circumstanțe excepționale (de exemplu, acolo unde insecticidele înregistrate eficiente din alte grupuri de moduri de acțiune sunt indisponibile) poate fi luată în considerare rotația după consultarea cu experții locali și în cazul în care, rezistența încrucișată nu există. Aceste excepții nu trebuie considerate strategii sustenabile de gestionare a rezistenței, iar opțiunile alternative ar trebui căutate care să mențină susceptibilitatea dăunătorilor.

Subgrup	Note
3B	Deoarece DDT nu mai este folosit în agricultură, este aplicabil doar pentru controlul insectelor vectori ale bolilor umane, cum ar fi țânțarii.
4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F	Deși se crede că acești compuși au același loc țintă, dovezile curente indică faptul că riscul de rezistență încrucișată metabolică între subgrupuri este redusă.
10A	Hexitiazox este grupat cu Clofentezina deoarece prezintă rezistență încrucișată, chiar dacă sunt distincte din punct de vedere structural. Diflovidazin a fost adăugat la acest grup deoarece este un analog al Clofentezinei și se consideră să aibă același mod de acțiune.
11A	Diferite produse de *Bacillus thuringiensis* care țintesc diferite ordine de insecte pot fi utilizate împreună fără a compromite gestionarea rezistenței lor. Utilizarea în rotație a produselor microbiene specifice de *Bacillus thuringiensis* pot oferi beneficii de gestionare a rezistenței pentru unii dăunători. Consultați recomandările produsului specific. **Proteinele plantelor *B.t.*:** Unde există diferențe între receptorii specifici din interiorul intestinului mijlociu al insectelor țintă, culturile transgenice care conțin anumite combinații dintre proteinele enumerate oferă beneficii de gestionare a rezistenței.
20	În timp ce există dovezi solide că Bifenazatul acționează asupra locului Qo din Complexului Mitocondrial III și unele mutații de rezistență la Bifenazat conferă rezistență încrucișată la Acequinocil. Țintele de acțiune ale Fluacripirimului și Hidrametilnonului nu au fost determinate.
22A, 22B	Deși se consideră că acești compuși au aceeași țintă, dovezile curente indică faptul că riscul de rezistență încrucișată metabolică între subgrupuri este redus.
25A, 25B	Deși se consideră că acești compuși au aceeași țintă, dovezile curente indică faptul că riscul de rezistență încrucișată metabolică între subgrupuri este redus.

Lepidoptera - Clasificarea Modurilor de Acțiune după Locul Țintă

Ținte Nervoase și Musculare

1. Anhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE)
   1A: Carbamați
   1B: Organofosfați
2. Blocanți ai canalelor de clor pentru GABA
   2A: Organocloruri ciclodiene
   2B: Fenilpirazoli
3. Modulatori ai canalelor de sodiu
   3A: Piretrine, Piretroizi
4. Modulatori concurenți ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR)
   4A: Neonicotinoide
   4F: Piridilidene
5. Modulatori alosterici ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR)- locul I
   5 Spinosine
6. Modulatori alosterici ai canalelor de clor glutamat- dependente (GluCl)
   6: Avermectine, Milbemicine
14. Blocanți ai canalelor receptorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR)
   14: Analogi ai nereistoxinei
22. Blocanți ai canalelor de sodiu dependenți de tensiune
   22A: Oxadiazine
   22B: Semicarbazone
28. Modulatori ai receptorilor rianodinei
   28: Diamide
30. Modulatori alosterici ai canalelor cu repetori GABA
   30: Meta-diamide, Izoxazoline
32. Modulatori alosterici ai repectorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR) -locul II
   32: Peptide GS-omega/kappa HXTX-HV1a



MdA Necunoscute sau Nesigure

Azadirachtin, Piridalil, Beauveria bassiana, Burkholderia spp, *Paecilomyces fumosoroseus*

Ținte Respiratorii

13. Decuplatori ai fosforilării oxidative prin perturbarea gradientului de protoni
   13: Clorfenapir
21. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial I
   21A: Acaricide și insecticide METI (Tolfenpirad)
34. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondial III - locul Qi
   34: Flometoquin

Ținte Intestinale

11. Perturbatori microbieni ai membranelor intestinului mediu al insectelor
   11A: Bacillus thuringiensis,
   11B: Bacillus sphaericus
31. Baculovirusuri
   Virusuri patogenice ocluzive specifice dăunătorilor
   31. Granulovirusuri
   Nucleopolihedrovirusuri

Ținte de Creștere și Dezvoltare

7. Imitatori ai hormonilor juvenili
   7A: Analogi ai hormonilor juvenili (Hidroprene)
   7B: Fenoxicarb
15. Inhibitori ai biosintezei chitinei care afectează CHS1
   15: Benzoiluri
18. Agoniști ai receptorilor de octapamină
   18: Diacilhidrazine

Ţinte Nervoase şi Musculare

1. Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE)
   1A: Carbamaţi
   1B: Organofosfaţi
2. Blocanţi ai canalelor de clor pentru receptorii GABA
   2A: Organocloruri ciclodiene
   2B: Fenilpirazoli
3. Modulatori ai canalelor de sodiu
   3A: Piretrine, Piretroizi
4. Modulatori concurenţi ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR)
   4A: Neonicotinoide
   4C: Sulfoximine
   4D: Butenolide
   4E: Mezoionice
   4F: Piridilidene
9. Modulatori ai canalelor TRPV ale organelor cordotonale
   9B: Derivaţi ai piridin-azometinei
   9D: Piropene
22. Blocanţi ai canalelor de sodiu dependenţi de tensiune
   22A: Oxadiazine
28. Modulatori ai receptorilor rianodinei
   28: Diamide (Ciantraniliprol)
29. Inhibitori ai nicotinamidazei din organele cordotonale
   29: Flonicamid
30. Modulatori alosterici ai canalelor cu receptori GABA
   30: Izoxazoline
32. Modulatori alosterici ai receptorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR) - locul II
   32: Peptide GS-omega/kappa HXTX-HV1a
36. Modulatori ai organelor cordotonale - loc ţintă nedefinit
   36: Piridazin-pirazolecarboxamide

Afide, Musculiţe albe, Cicade - Clasificarea Modurilor de Acţiune după Locul Ţintă





Grup de MdA	Afide	Musculiţe albe	Cicade
1A	X	X	X
1B	X	X	X
2A	X	X	X
2B			X
3A	X	X	X
4A	X	X	X
4C	X	X	X
4D	X	X	X
4E			X
4F			X
7A	X	X	
7C		X	
9B	X	X	X
9D	X	X	X
12A	X	X	
15		X	
16		X	X
21A		X	
22A			X
23	X	X	
28	X	X	X
29	X	X	X
30		X	
32	X	X	
34		X	
36	X	X	X

Ţinte Respiratorii

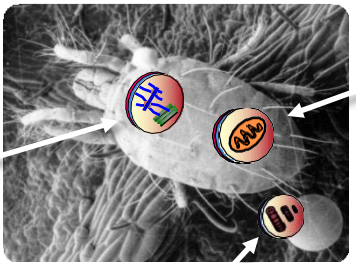
12. Inhibitori ai sintazei ATP mitocondriale
   12A: Difentiuron
21. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial I
   21A: Acaracide şi insecticide METI (Piridaben, Tolfenpirad)
34. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial III - locul Qi
   34: Flometoquin

Ţinte de Creştere şi Dezvoltare

7. Imitatori ai hormonilor juvenili
   7A: Kinopren
   7C: Piriproxifen
15. Inhibitori ai biosintezei chitinei care afectează CHS1
   15: Benzoiluri
16. Inhibitori ai biosintezei chitinei, tipul 1
   16: Buprofezin
23. Inhibitori ai acetil-CoA carboxilaza
   23: Derivaţi ai acizilor tetronic şi tetramic

Tabelul enumeră principalele grupuri de moduri de acţiune pentru combaterea afidelor, musculiţelor albe şi cicadelor. Cu toate acestea, disponibilitatea poate fi diferită la nivel regional din cauza statutului de înregistrare.

Acarieni - Clasificarea Modurilor de Acțiune după Locul Țintă



Ținte Nervoase și Musculare

1. Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE)
   1A: Carbamați
   1B: Organofosfați
2. Blocanți ai canalelor de clor pentru GABA
   2A: Organocloruri ciclodiene
3. Modulatori ai canalelor de sodiu
   3A: Piretrine, Piretroizi
5. Modulatori alosterici ai receptorilor de acetilcolină nicotinică (nAChR) - locul I
   5: Spinosine
6. Modulatori alosterici ai canalelor de clor glutamat- dependente (GluCl)
   6: Avermectine, Milbemicine
19. Agoniști ai receptorilor de octopamină
   19: Amitraz
30. Modulatori alosterici ai canalelor cu receptori GABA
   30: Izoxazoline
32. Modulatori alosterici ai receptorilor acetilcolinei nicotinice (nAChR) - locul II
   32: Peptide GS-omega/kappa HXTX-HV1a
33. Modulatori ai canalelor de potasiu activate de calciu (KCa2)
   33: Acinonapir

Ținte de Creștere și Dezvoltare

10. Inhibitori de creștere a arahnidelor ce afectează CHS1
   10A: Clofentezin, Diflovidazin, Hexitiazox
   10B: Etoxazol
15. Inhibitori ai biosintezei chitinei ce afectează CHS1
   15: Benzoiluri
23. Inhibitori ai acetil-CoA carboxilaza
   23: Derivați ai acizilor tetronic și tetramic

Ținte Respiratorii

12. Inhibitori ai sintazei ATP mitocondriale
   12A: Difentiuron
   12B: Acaricide organotin
   12C: Propargit
13. Decuplatori ai fosforilării oxidative prin perturbarea gradientului de protoni
   13: Clorfenapir
20. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial III - locul Qo
   20B: Acequinocil
   20C: Fluacripirim
   20D: Bifenazat
21. Inhibitori ai tranpostului de electroni în complexul mitocondrial I
   21A: Acaricide METI
25. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitondrial II
   25A: Cienopirafen, Ciflumetofen
   25B: Piflubumid
34. Inhibitori ai transportului de electroni în complexul mitocondrial III - locul Qi
   34: Flometoquin

MdA Necunoscute sau Nesigure

Benzoximat, Chinometionat, Dicofol

Substanțele active în ordine alfabetică conform clasificării MdA INSECTICIDE / ACARICIDE

Abamectină	6
Acefat	1B
Acequinocil	20B
Acetamiprid	4A
Acinonapir	33
Acrinatrin	3A
Afidopiropen	9D
Alanicarb	1A
Aldicarb	1A
Aletrin	3A
alfa-Cipermetrin	3A
Amitraz	19
Anticarsia gemmatalis MNPV	31
Azadirachtin	UN
Azametifos	1B
Azinfos-etyl	1B
Azinfos-metil	1B
Azociclotin	12B
Bacillus sphaericus	11B
Bacillus thuringiensis	11A
Beauveria bassiana, diferite tulpini	UNF
Bendiocarb	1A
Benfuracarb	1A
Bensultap	14

Benzoat de emamectin	6
Benzoximat	UN
Benzpirimoxan	UN
beta-Ciflutrin	3A
beta-Cipermetrin	3A
Bifenazat	20D
Bifentrin	3A
Bioaletrin	3A
Bioaletrin S-Ciclopentenil izomer	3A
Bioresmetrin	3A
Bistrifluron	15
Borat de sodiu	8D
Borax	8D
Boric acid	8D
Broflanilid	30
Bromoproplat	UN
Buprofezin	16
Burkholderia spp.	UNB
Butocarboxim	1A
Cadusafos	1B
Carbaril	1A
Carbofuran	1A
Carbosulfan	1A
Chenopodium ambrosioides near ambrosioides, extract	UNE

Chinometionat	UN
Cianofos	1B
Ciantraniliprol	28
Cianură	24B
Cianură de calciu	24B
Cianură de potasiu	24B
Cianură de sodiu	24B
Cicloprotrin	3A
Cienopirafen	25A
Cifenotrin [(1*R*)-*trans*-izomeri]	3A
Ciflumetofen	25A
Ciflutrin	3A
Cihalotrin	3A
Cihexatin	12B
Cipermethrin	3A
Ciromazin	17
Clofentezin	10A
Clorantraniliprol	28
Clordan	2A
Cloretoxifos	1B
Clorfenapir	13
Clorfenvinfos	1B
Clorfluazuron	15
Clormefos	1B
Cloropicrină	8B

Clorpirifos	1B
Clorpirifos-metil	1B
Clotianidin	4A
Criolit	8C
Cromafenozid	18
Cumafos	1B
Cydia pomonella GV	31
Dazomet	8F
d-*cis-trans* Aletrin	3A
DDT	3B
Deltametrin	3A
Demeton-S-metil	1B
Diafentiuron	12A
Diatomit	UNM
Diazinon	1B
Dicloromezotiaz	4E
Diclorvos/ DDVP	1B
Dicofol	UN
Dicrotofos	1B
Diflovidazin	10A
Diflubenzuron	15
Dimetilvinfos	1B
Dimetoat	1B
Dimpropiridaz	36
Dinotefuran	4A
Disulfoton	1B

Substanțele active în ordine alfabetică conform clasificării MdA INSECTICIDE / ACARICIDE

DNOC	13
d-*trans* Aletrin	3A
Empentrin [(EZ)- (1*R*)-izomeri]	3A
Endosulfan	2A
EPN	1B
Esfenvalerat	3A
Etiofencarb	1A
Etion	1B
Etiprol	2B
Etofenprox	3A
Etopropos	1B
Etoxazol	10B
Famfur	1B
Fenamifos	1B
Fenazaquin	21A
Fenitrotion	1B
Fenobucarb	1A
Fenotrin [(1*R*)- *trans* -izomer]	3A
Fenoxicarb	7B
Fenpiroximat	21A
Fenpropatrin	3A
Fention	1B
Fentoat	1B
Fenvalerat	3A
Fipronil	2B
Flometoquin	34
Flonicamid	29
Fluacripirim	20C
Flubendimid	28
Flucicloxuron	15
Flucitrinat	3A
Flufenoxuron	15
Flumetrin	3A
Fluorură de sulfuril	8C
Flupiradifuron	4D
Flupirimin	4F
Fluxametamid	30
Forat	1B
Fosalon	1B
Fosfamidon	1B
Fosfină	24A
Fosfură de aluminiu	24A
Fosfură de calciu	24B
Fosfură de zinc	24A
Fosmet	1B
Foxim	1B
gamma -Cihalotrin	3A
GS-omega/kappa HXTX -Hv1a	32
Halfenprox	3A
Halofenozid	18
Heliocoverpa armigera NPV	31
Heptenofos	1B
Hexaflumuron	15
Hexitiazox	10A
Hidrametilnon	20A
Hidroclorură de cartap	14
Hidropren	7A
Imiciafos	1B
Imidacloprid	4A
Imiprotrin	3A
Indoxacarb	22A
Isocicloseram	30
Izofenfos	1B
Izoprocarb	1A
Izopropil O- (metoxi-aminotio-fosforil) salicilat	1B
Izoxation	1B
Kadetrin	3A
Kinopren	7A
lambda -Cihalotrin	3A
Lepimectină	6
Lufenuron	15
Malation	1B
Mancozeb	UN
Mecarbam	1B
Metaborat de sodiu	8D
Metaflumizonă	22B
Metam	8F
Metamidofos	1B
Metarhizium brunneun tulpina F52	UNF
Metidation	1B
Metil-bromid	8A
Metiocarb	1A
Metolcarb	1A
Metomil	1A
Metopren	7A
Metoxiclor	3B
Metoxifenozid	18
Mevinfos	1B
Milbemectină	6
Monocrotofos	1B

Substanțele active în ordine alfabetică conform clasificării MdA INSECTICIDE / ACARICIDE

Monoesteri ai acizilor grași cu glicerol sau propanediol	UNE
Naled	1B
Nicotină	4B
Nitenpiram	4A
Novaluron	15
Noviflumuron	15
Octaborat de disodiu	8D
Ometoat	1B
Oxamil	1A
Oxazosulfil	UN
Oxid de fenbutatin	12B
Oxidemeton-metil	1B
Paecilomyces fumosoroseus Apopka tulpina 97	UNF
Paration	1B
Paration-metil	1B
Permetrin	3A
Piflubumid	25B
Pimetrozină	9B
Piraclofos	1B
Piretrină (piretrum)	3A
Piridaben	21A
Piridafention	1B
Piridalil	UN
Pirifluquinazon	9B
Pirimicarb	1A
Pirimidifen	21A
Pirimifos-metil	1B
Piriproxifen	7C
Praletrin	3A
Profenofos	1B
Propargit	12C
Propetamfos	1B
Propoxur	1A
Protiofos	1B
Quinalfos	1B
Resmetrin	3A
Rotenon (Derris)	21B
Silafluofen	3A
Soluție sulfo-calică	UN
Spinetoram	5
Spinosad	5
Spirodiclofen	23
Spiromesifen	23
Spiropidion	23
Spirotetramat	23
Sulf	UN
Sulfotep	1B
Sulfoxaflor	4C
Sulfuramid	13
Tartar emetic	8E
tau -Fluvalinat	3A
Tebufenozid	18
Tebufenpirad	21A
Tebupirimfos	1B
Teflubenzuron	15
Teflutrin	3A
Temefos	1B
Terbufos	1B
teta -Cipermetrin	3A
Tetraclorvinfos	1B
Tetradifon	12D
Tetrametrin	3A
Tetrametrin [(1*R*)-izomeri]	3A
Tetraniliprol	28
Thaumatotibia leucotreta GV	31
Tiacloprid	4A
Tiametoxam	4A
Tiociclam	14
Tiodicarb	1A
Tiofanox	1A
Tiometon	1B
Tiosultap-sodiu	14
Tolfenpirad	21A
Tralometrin	3A
Transflutrin	3A
Triazamat	1A
Triazofos	1B
Triclorfon	1B
Triflumezopirim	4E
Triflumuron	15
Trimetacarb	1A
Ulei de neem	UNE
Ulei mineral	UNM
Vamidotion	1B
Wolbachia pipientis (Zap)	UNB
Xililcarb	1A
XMC	1A
zeta -Cipermetrin	3A

Clasificarea MdA a Nematocidelor

Aceasta este prima ediție care include noua Schemă de Clasificare a Modurilor de Acțiune a Nematocidelor. Elaborarea acestei scheme permite verificarea modurilor de acțiune disponibile pentru combaterea nematozilor parazitari ai plantelor. În plus, schema de numerotare asigură claritatea etichetării produselor, susținând principiile de rotație ale modurilor de acțiune pentru gestionarea rezistenței. Pentru informații suplimentare, vizitați site-ul IRAC International (https://irac-online.org/teams/nematodes/) – este inclus și un poster și o declarație privind riscul de rezistență la nematocide.

Schema de Clasificare a Modurilor de Acțiune a Nematocidelor (Version 2.1)

Fiziologie țintită: Nervi & Mușchi | Creștere & Dezvoltare | Respirație | Necunoscut sau nespecific

Grup de bază/ Țintă de acțiune	Subgrup sau clasă	Substanțe active	Grup IRAC/FRAC
N-1 Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE)	A Carbamați	Aldicarb, Benfuracarb, Carbofuran, Carbosulfan, Oxamil	IRAC: 1A
	B Organofosfați	Cadusafos, Etoprofos, Fenamifos, Fostiazat, Imiciafos, Forate, Terbufos	IRAC: 1B
N-2 Modulatori alosterici ai canalelor de clor glutamat- dependente (GluCl)	Avermectine	Abamectin	IRAC: 6
N-3 Inhibitori ai transportului de electroni din complexul mitocondrial II. Succinat-coenzima Q reductaza.	Piridinil-etil benzamide; Fenetil piridineamide	Fluopiram, Ciclobutrifluram	FRAC: 7
N-4 Inhibitori ai acetil-CoA carboxilaza	Derivați ai acizilor tetronic și tetramic	Spirotetramat	IRAC: 23
N-UN Compuși cu Mod de Acțiune necunoscut		Furfural, Fluensulfon, Fluazaindolizin, Iprodion	
N-UNX Presupuși inhibitori cu multiple locuri țintă		1,2-Dibromo-3-cloropropan (DBCP), 1,3-Dicloropropen, Alil isotiocianat, Disulfat de carbon, Cloropicrin, Dazomet, Disulfat de dimetil (DMDS), Dibromură de etilenă, Metam de potasiu, Metam de sodiu, Bromură de metil, Iodură de metil (Iodometan), Tetratiocarbonat de sodiu	IRAC: 8

N-UNB Agenți bacterieni (non-Bt) *		*Bacillus spp.*, *Burkholderia spp.*, *Pasteuria spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Streptomyces spp.*	
N-UNF Agenți fungici *		*Actinomyces spp.*, *Arthrobotrys spp.*, *Aspergillus spp.*, *Muscodor spp.*, *Myrothecium spp.*, *Pochonia spp.*, *Purpureocillium lilacinum* (sin. *Paecilomyces lilacinus*), *Trichoderma spp.*	
N-UNE Agenți de origine vegetală sau animală inclusiv sintetici, extracte and uleiuri nerafinate		Azadirachtin, Șrot din semințe de Camellia, Uleiuri esențiale, Extract de usturoi, Ulei de Pongamia, Extract de *Quillaja saponaria*, Chitină, Terpene	

* Numai specii cu activitate nematocidă demonstrată

Nematozi - Clasificarea Modurilor de Acțiune după Locul Țintă

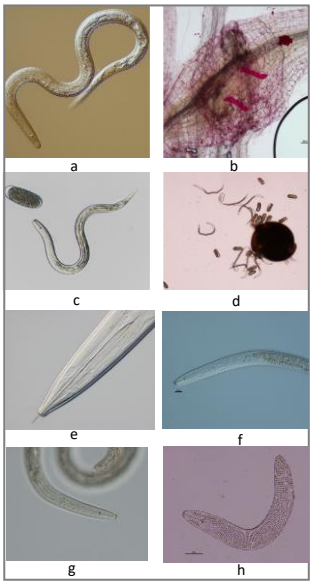
Ținte Nervoase și Musculare

N-1 Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE)
1A: Carbamați
1B: Organofosfați

N-2 Modulatori alosterici ai canalelor de clor glutamat- dependente (GluCl)
Avermectine

Ținte Respiratorii

N-3 Inhibitori ai transportului de electroni din complexul mitocondrial II. Succinat-coenzima Q reductaza
Fluopiram, Ciclobutrifluram



a – Nematod galicol în stadiul J2; b – Nematod galicol în stadiul J3 în galele rădăcinilor; c – Nematod cu chist al soiei în stadiile J2 și ou; d – Nematod cu chist al cartofului, stadiile ou și J2; e – Nematodul *Xiphinema*; f – Nematodul rădăcinii; g – Nematodul spiral; h – Criconematod

Ținte de Creștere și Dezvoltare

N-4 Inhibitori ai acetil-CoA carboxilaza
Derivați ai acizilor tetronic și tetramic

MdA Necunoscute sau Nesigure

N-UN Compuși cu Mod de Acțiune necunoscut
N-UNX Presupuși inhibitori cu multiple locuri țintă
N-UNB Agenți bacterieni (non-Bt)
U-UNF Agenți fungici
N-UNE Agenți de origine vegetală sau animală inclusiv sintetici, extracte și uleiuri nerafinate

Substanțe active în ordine alfabetică conform clasificării MdA: NEMATOCIDE

1,2-Dibromo-3- cloropropan (DBCP)	N-UNX
1,3-Dicloropropen	N-UNX
Abamectin	N-2
Actinomyces spp.	N-UNF
Aldicarb	N-1A
Alil izotiocianat	N-UNX
Arthrobotrys spp.	N-UNF
Aspergillus spp.	N-UNF
Azadirachtin	N-UNE
Bacillus spp.	N-UNB
Benfuracarb	N-1A
Bromură de metil	N-UNX
Burkholderia spp.	N-UNB

Cadusafos	N-1B
Carbofuran	N-1A
Carbosulfan	N-1A
Chitină	N-UNE
Ciclobutrifluram	N-3
Cloropicrin	N-UNX
Dazomet	N-UNX
Dibromură de etilenă	N-UNX
Disulfat de carbon	N-UNX
Disulfat de dimetil (DMDS)	N-UNX
Etoprofos	N-1B
Extract de *Quillaja saponaria*	N-UNE
Extract de usturoi	N-UNE
Fenamifos	N-1B

Fluazaindolizin	N-UN
Fluensulfon	N-UN
Fluopiram	N-3
Forat	N-1B
Fostiazat	N-1B
Furfural	N-UN
Imiciafos	N-1B
Iodură de metil (Iodometan)	N-UNX
Iprodione	N-UN
Metam de potasiu	N-UNX
Metam de sodiu	N-UNX
Muscodor spp.	N-UNF
Myrothecium spp.	N-UNF
Oxamil	N-1A

Pasteuria spp.	N-UNB
Pochonia spp.	N-UNF
Pseudomonas spp.	N-UNB
Purpureocillium lilacinum (sin. Paecilomyces lilacinus)	N-UNF
Spirotetramat	N-4
Streptomyces spp.	N-UNB
Șrot de semințe de Camelia	N-UNE
Terbufos	N-1B
Terpenes	N-UNE
Tetratiocarbonat de sodiu	N-UNX
Trichoderma spp.	N-UNF
Ulei de Pongamia	N-UNE
Uleiuri esențiale	N-UNE

Note la tabel:

- Includerea unui agent de control al nematozilor în tabelul de mai sus nu înseamnă că el are aprobare regulatorie de utilizare.
- Lista nu are scopul de a fi exhaustivă, dar reprezintă substanțele cheie pe grupuri.
- N-UNB și N-UNF includ doar speciile cu activitate nematocidă demonstrată.

Mulțumiri pentru fotografii:

Pagina 16: N. Armes, BASF
Pagina 17: F. Haile Corteva Agriscience, S. Bauer USDA, A. McCaffery
Pagina 18: Syngenta
Pagina 19: Syngenta & J. Gathany, CDC
Pagina 26: Corteva Agriscience, T. Thoden: diverși nematozi & R.M. Dickenson: nematodul cu chist al soiei

Detaliile și creditele fotografiilor sunt corecte în măsura cunoștințelor autorilor.

Informații suplimentare sunt disponibile pe pagina web a IRAC pe:
www.irac-online.org

sau prin email la:
enquiries@irac-online.org

Clasificarea IRAC a Modurilor de Acțiune a Insecticidelor și Acaricidelor

Clasificarea IRAC a Modurilor de Acțiune a Nematocidelor

Ediția 10.5, Martie 2023
Bazată pe Clasificarea MdA a IRAC Versiunea 10.5 și Clasificarea MdA a Nematocidelor Versiunea 2.1

IRAC

Insecticide Resistance Action Committee

vizitați-ne la @ irac-online.org

CropLife INTERNATIONAL