



FOI MEMO

Projekt/Project
Kemisk analys av hotämnen

Sidnr/Page no
1 (7)

Projektnummer/Project no Kund/Customer
A403819 Försvarsdepartementet

FoT-område

CBRN

Datum/Date

2019-09-11

Memo nummer/number

FOI Memo 6942

Handläggare/Our reference

Anders Östin

Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri

Johanna Qvarnström, Daniel Jansson och Anders Östin

Innehållet är granskat och omfattar ingen information som är underställd exportkontrollagstiftningen

FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 2 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

1. Introduktion

Bekämpningsmedel, pesticider, är en samling av kemikalier som genom sin verkan används för att bekämpa skadliga eller oönskade organismer som exempelvis insekter (insecticider), svampar (fungicider) eller växter (herbicider). Dessa ämnen är en heterogen grupp då de klassas efter sin biologiska verkan. Pesticider är per definition toxiska och de används i stora mängder inom det konventionella jordbruket. Tillgängligheten gör att det finns en risk att de även kan användas i antagonistiskt syfte. Pesticider och nervgaser ger liknande symptom vid exponering. (Nervgaser har sitt ursprung ur insecticidforskning). För att kunna påvisa antagonistiskt använda pesticider arbetar vi med att ta fram analytiska metoder för att snabbt kunna identifiera dessa. Vid analys av prover med misstänkt farligt innehåll så används en kombination av snabbtester och avancerad analytisk kemi. I arbetsgången för den slutgiltiga identifieringen ingår att separera och identifiera provets olika komponenter vilket görs med kombinationerna gaskromatografi-masspektrometri (GC-MS) och/eller vätskekromatografi-masspektrometri (LC-MS).

Våren 2015 togs en metod fram för att screena efter pesticider [1]. I det arbetet optimerades metoder för extraktion av pesticider från ett antal matriser för identifiering genom analys med vätskekromatografisk separation (UHPLC) och mass-spektrometrisk detektion. Arbetet använde sig av tandem masspektrometri (MS/MS) där analysmetoden är substansspecifik vilket ger hög selektivitet och känslighet för ett misstänkt ämne. Nackdelen med specifika analysmetoder är dock att det enbart går att detektera redan kända ämnen.

Syftet med detta arbete var att undersöka möjligheten att detektera samma substanser med en generell metod och med bibehållen selektivitet. Genom att ersätta MS/MS med en högupplösande masspektrometer (HRMS) och ett spektrabibliotek kommer analysen att omfatta alla analyserbara föreningarna i kombination med en automatisk sökning efter kända pesticider. Metoden medger även retrospektiv analys av lagrade rådata, då spektrabibliotek uppdaterats efter nya hotämnen identifierats.

1.1 Högupplösande masspektrometri

Med HRMS kan en molekyls elementarsammansättning bestämmas. För detta används både mass-noggrannhet och isotopmönstret för en detekterad molekyljon. För att ytterligare stärka identifieringen av ämnet induceras fragmentering av molekylerna i masspektrometern så att även ett fragmenteringsmönster kan kopplas till en viss molekyl. I detta arbete användes en Bruker Impact HD-masspektrometer där denna typ av analyser kallas "broad band collision induced detection", bbCID. Fördelen med denna typ av screeningmetod är att allt som joniseras kan detekteras och därmed diskrimineras /utesluts inget ämne i första läget. Nackdelen jämfört med MS/MS teknologin, kan vara att i komplexa prover där det kan finnas överlappande toppar så försvåras identifieringen, dvs när flera substanser eluerar ut samtidigt ger det upphov till sammanblandade fragmenteringsspektra.

FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 3 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

1.2 Spektrabibliotek vid screeninganalys av prov med misstänkt farligt innehåll

Vid analys av prover med misstänkt farligt innehåll är arbetsgången vanligen sådan att provet i första hand analyseras med hjälp av GC-MS med elektron impact (EI) jonisering och matchar resultaten mot spektrabibliotek. I de fall proverna inte kan analyseras direkt på GC eller de ämnen som är av intresse har dålig känslighet, används LC-MS. Med fördel används då en högupplösande masspektrometer med vilken det är möjligt att få fram förslag på elementarsammansättningen i molekylen. Men för komplexa prover är det i många fall svårt att urskilja vilka av alla detekterade substanser som är av intresse. För att förenkla sökandet efter intressanta föreningar i komplexa prover är det en fördel om man även i detta fall har tillgång till spektrabibliotek. Den vanligaste joniseringstekniken vid LC-MS-analys är så kallad elektropray-jonisering (ESI), och då denna jonisering inte är lika standardiserad som EI gör det att masspektra för samma molekyler analyserade med olika instrument skiljer sig åt, och därför finns det inte tillgång till kommersiella spektrabibliotek på samma sätt som för GC-MS. Av den anledningen har vi konstruerat ett eget spektrabibliotek vilket vi avser att använda för screening av pesticider i prover med misstänkt farligt innehåll.

2. Experimentaldel

Multipesticidmetod för högupplösande LC-MS utförs med Dionex 3000 UHPLC-system kombinerat med Bruker Impact HD masspektrometer. För det kromatografiska systemet används en C-18-kolonn (Waters, Acquity HSS-T3, 2.1x100mm, 1.8µm). Kolonntemperatur: +60 °C. LC-gradient som använts är samma som i tidigare arbete [1] enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1. UHPLC-gradient vid positiv ESI-HRMS-analys. Eluent flöde: 400 µl/min, eluent A: 10mM Ammoniumacetat, 0.1% myrsyra i Milli-Q-vatten och eluent B: metanol (MeOH).

Tid (min)	%B (MeOH)
Start	5
1,0	5
5,0	42
11,0	70
12,0	98
14,0	98
14,1	5
16,0	5

Instrumentinställningar för Bruker Impact HD finns beskrivet i tabell 2 nedan. Varje enskild analys (injektion) mass-kalibreras med hjälp av natriumformiat som introduceras i början av respektive analys.

FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 4 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

Tabell 2. MS-inställningar för Bruker Impact HD.

Inställning	Positiv ESI
Kapillärspänning (kV)	4,5
Dry temperature (°C)	200
Dry gas (L/min)	8
Nebulizer (bar)	1,8
Scan-område (m/z)	60-900
Mätfrekvens (Hz)	5
bbCID (eV)	25

Standardlösningar som i första läget analyserades har erhållits från Livsmedelsverket. De 12 standarderna var benämnda A till och med K, samt N. Standardlösningarna innehöll vardera ca 20 ämnen med koncentration 2,5 µg/ml per substans. Dessa analyserades direkt genom injektion av 5 µl med beskrivna experimentinställningar enligt tabell 1 och 2 ovan. Från dessa analyser extraherades jonkromatogram (EIC) för varje substans. Via utvärderingsmjukvaran DataAnalysis exporteras därefter både MS-spektrum (protonerad molekylljon och eller natrium-, eller ammonium-addukt) samt ett s.k. bbCID spektrum (fragmenteringsjoner som bildas vid 25 eV) till spektrabiblioteket. Bibliotek som byggs upp i mjukvaran LibraryEditor, del av Bruker Compass DataAnalysis 4.2 är instrumentspecifik och namn, CAS-nummer, molekylformel, kommentar, retentionstid samt kolonninformation läggs in manuellt. Strukturerna importerar som mol-fil till biblioteket. Se i bilaga 1 exempel på hur data i biblioteket kan se ut.

Från analysen av standardlösningarna (2,5 µg/ml) uppskattades detektionsgränser för de olika substanserna. Signal till brus förhållandet (S/N) för de extraherade jonkromatogramen för respektive substans delades med 20 för att få fram vilken nedspädning av dessa standarder som teoretiskt skulle ge S/N=20, och på så sätt uppskattas en detektionsgräns, LOD.

För att undersöka hur användbart biblioteket kan vara vid analys av mer komplexa prover, bereddes en spädningsserie av standardlösningar där alla 230 substanser blandats samman till en slutlig koncentration på 200 ng/ml av vardera substans. Denna spädades vidare ner till 100, 50, 25 samt 12,5 ng/ml. Dessa lösningar analyserades på samma sätt som tidigare fast med dubbelt så stor injektionsvolym, d.v.s. 10 µl. Analyser utvärderas i mjukvaran DataAnalysis med funktionen ”dissect compounds”, vilket betyder att mjukvaran automatiskt extraherar kromatogram och spektra, vilka därefter automatiskt kan matchas mot bibliotekets spektra. Se exempel på analysdata som utvärderats i DataAnalysis i figur 1, bilaga 1.

Vid matchning av analysdata mot biblioteket tas även hänsyn till retentionstiden i det kromatografiska systemet, samt huruvida data identifierats med MS-spektrum och fragmenteringsspektrum. Över 80 % matchning av båda typer av spektra samt 0,2 minuters maximal differens för retentionstid sattes som kriterier för en bekräftad identifiering.

FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 5 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

3. Resultat och diskussion

I bilaga 2 tabell 1 är alla 230 substanserna listade med namn, CAS-nummer samt deras klassificering. I tabellen finns även listat molekylformel, i vilken ursprungs-standardlösning substansen finns, retentionstid i analysen, estimerat LOD, samt om huruvida substansen identifierats via bibliotekssök (vid vilken koncentration) i en spädningsserie av en komplett standardmix. Standardmixen på samtliga 230 ämnen användes för att simulera ett komplext prov där bakgrund från likartade föreningar kan störa matchningen, se figur 1.

Utav de 230 substanser uppskattades LOD till under 100 ng/ml för 202 stycken, varav 82 även låg under 12,5 ng/ml, ytterligare 16 stycken hade ett beräknat LOD mellan 100 och 200 ng/ml, se tabell 3 nedan samt tabell i bilaga 2. Då pesticiderna i spädningsserien matchades mot det nya biblioteket identifierades totalt 157 av de 230 substanserna. Etthundraåtta substanser identifierades i lösningen med lägst koncentration, 12,5 ng/ml, ytterligare 25 substanser matchades i 25 ng/ml-lösningen, och därefter ytterligare 8 substanser i vardera 50, 100 samt 200 ng/ml-lösningarna, se tabell 3 nedan. Detta ger en fingervisning om de nivåer som kommer att ge en identifiering av pesticider som hotämnen från avstryknings- och miljöprover.

Tabell 3. Summering av resultat från matchning av data mot det nya biblioteket, att jämföras med antal substanser med uppskattat LOD lägre än koncentrationen i lösningen.

Analyserad lösning, koncentration, ng/ml	Antal substanser identifierade med hjälp av biblioteks-matchning i respektive lösning	Antal substanser som teoretiskt kan identifieras baserat på beräknat LOD**
12,5	108	82
25	133	139
50	141	174
100	149	202
200	157	218
2500*	230	

*Koncentrationen som används för att bygga biblioteket samt beräkna LOD.

** LOD beräknat utifrån 2500 ng/ml analys

Metoden för att screena efter pesticider med högupplösande MS i komplexa lösningar har visat sig fungera väl då närmare hälften av pesticiderna i provet med lägst halt (12,5 ng/ml) identifierades. Att dock inte fler av pesticiderna matchades i bibliotekssökningarna skulle kunna förklaras av att vissa ämnena co-eluerar och därav kan rena spektra ej extraheras. I ett autentiskt prov kan bakgrundsmatrisen vara komplex men att det skulle innehålla flera co-eluerande pesticider som skulle extraheras i provupparbetningen är mindre troligt.

Vid analys av hotämnen relaterad de till kemvapenkonventionen så är kravet från OPCW att relevanta ämnen skall kunna identifieras i en matris som innehåller som lägst 1000 ng/mL (g). För de ämnen som finns inom kemvapenkonventionen råder nolltolerans, dvs ämnena ska ej förekomma alls i miljöprover eller i biologiska prover, men för pesticider så kan det finnas bakgrundsnivåer. Enligt EU-förordning "EG 396/2005" angående pesticider

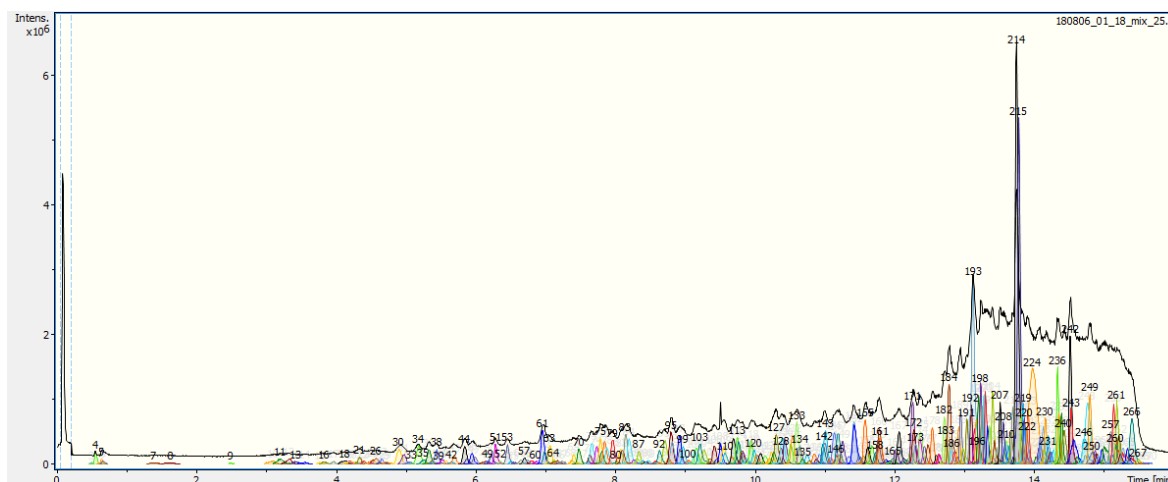
FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 6 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

eller växtskyddsmedel och dess halter i livsmedel är de högsta tillåtna halterna från 10 ng/g och uppåt, beroende på substans och typ av livsmedel. [2]

Om en substans skulle vara tillsatt i uppsåt att skada så krävs alltså betydligt högre halter än de gränsvärden som finns idag och därför bör det vara möjligt att vid en antagonistisk händelse identifiera pesticider och sätta det i relation till förväntade bakgrundshalter. Med HRMS så är det möjligt att identifiera pesticider i koncentrationer relevanta vid en antagonistisk handling. För flertalet pesticider är det dessutom möjligt att analysera bakgrundsnivåer.

I den tidigare studien [1] var arbetet fokuserat på förgiftning av mat och där kontrollerades extraktionsutbytet för ett antal olika matrizer. För de flesta ämnena var extraktionsutbytet över 70 % i samtliga matrizer där ämnena spikats till en koncentration av 625 ng/g vilket ansågs vara relevant vid förgiftningsfall. Den studien visar hur vi kommer att arbeta mot ett känt hotämne med MS/MS teknik för identifiering och kvantifiering.

Vid prover med misstänkt farligt innehåll är HRMS att föredra då denna teknik kombinerat med sökbara spektra ger möjlighet att mer förutsättningslöst ringa in ett eventuellt hotämne.



Figur 1. LC-MS-kromatogram för lösning innehållande 25 ng/ml av totalt 230 substanser. Topparna i färg är automatiskt genererade som extraherade jonkromatogram i mjukvaran via funktionen "Dissect compound". I detta exempel totalt 270 kromatografiska toppar vars MS och fragmenteringsspektra matchades mot det framtagna biblioteket, 133 pesticider identifierades automatiskt vid denna koncentration.

FOI MEMO	Datum/Date 2019-09-11	Sida/Page 7 (7)
Titel/Title Pesticid-screening med högupplösande masspektrometri		Memo nummer/number FOI Memo 6942

4. Slutsats

Detta arbete är en del av en större satsning där vi bygger förmåga till förutsättningslös screening av prover med misstänkt farligt innehåll. Vi använder oss av högupplösande masspektrometri för identifiering där analysen kommer att ge elementarsammansättning, fragmentering av alla ingående komponenter samt en matchning i sökbara bibliotek. Detta arbete är skapandet av ett sådant bibliotek för pesticider.

För de operativa enheterna 1:a CBRN kompaniet och Avancerad Indikering innebär det att FOI som stöjande analyslaboratorium nu har tillgång till ett pesticidbibliotek som höjer beredskapen på FOI för att snabbt kunna identifiera en pesticid som använts vid en C-händelse.

5. Referenser

1. FOI-D--0683--SE, Pesticide screening method with UPLC-MS/MS, Emma Eriksson
2. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/> (Websida 2019-06-11)

6. Bilagor

1. Data i spektrabibliotek
2. Tabell över analyserade pesticider

Bilaga 1: Data i spektrabibliotek

Compass LibraryEditor - [MultiMetod_Pesticider.mlb]

File Edit Compound Spectrum View Window Help

Compound: 6 Name: Atrazine
 Nominal mass: 215 CAS number: 1912-24-9 InChI key:
 Monoiso. mass: 215.093773 Chem. formula: C₈H₁₄ClN₅
 Average mass: 215.683511 Comment: Herbicide

Mass Spectra UV Spectra

Spectrum: 11
 ESI-TOF bbCID/isCID +CID MS/MS, 25.0eV
 ESI-TOF ESI +MS

Acquisition Parameters Spectrum Info Mass List

Analysis name: E:\Frej-data\A4038\MultiPest\180806_01_02_LCA.d
 Instrument name: maXis impact Date: 2018-08-06 12:11:22
 Operator name: Operator1 Change date: 2019-05-21 13:58:41
 Column: Retention time [min]: 9.1
 Contributor:
 Comment:

Abund.

Structure:

For Help, press F1

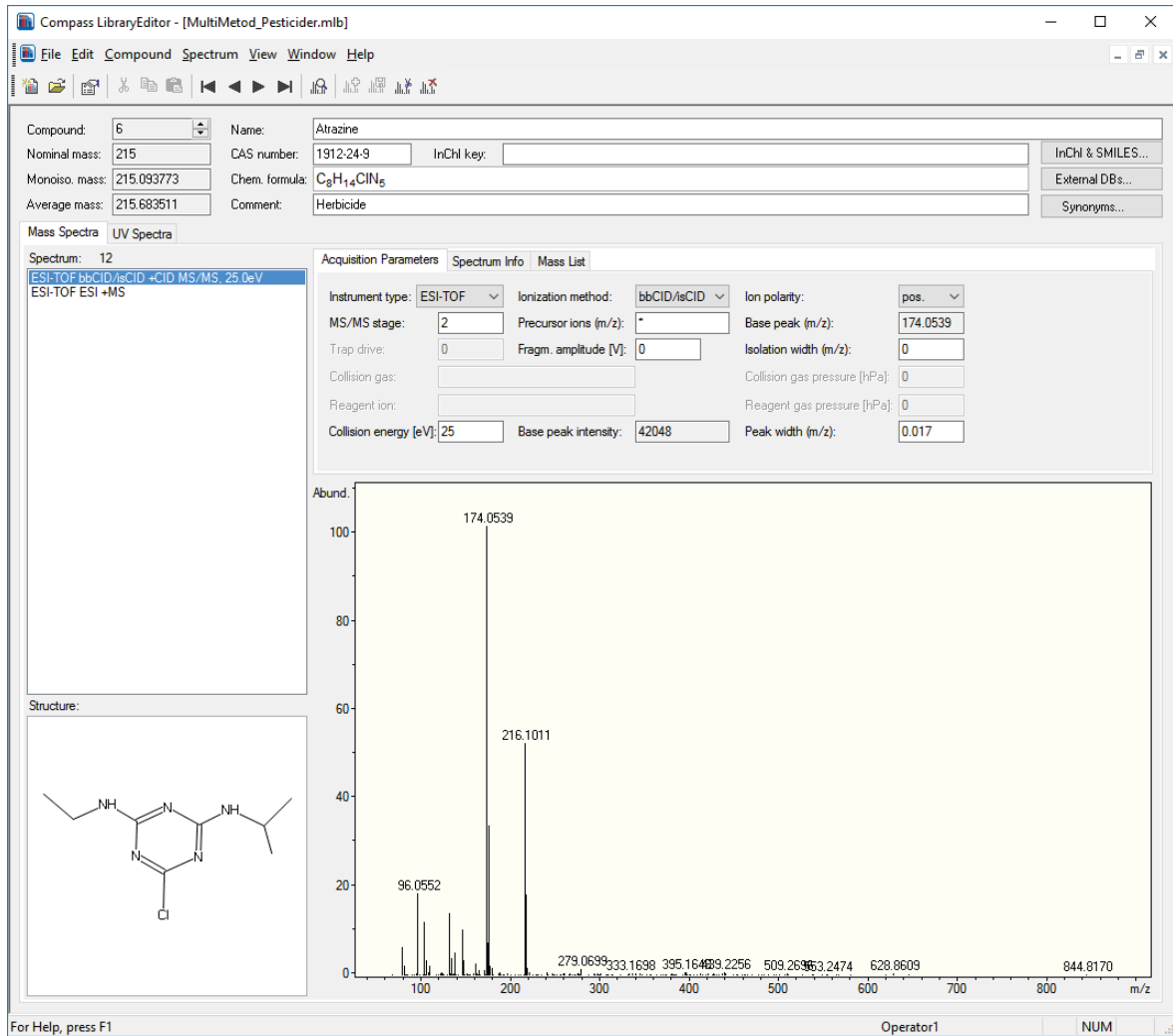
Operator1 NUM

MS-spektrum

Acquisition Parameters Spectrum Info Mass List

Analysis name: E:\Frej-data\A4038\MultiPest\180806_01_02_LCA.d
 Instrument name: maXis impact Date: 2018-08-06 12:11:22
 Operator name: Operator1 Change date: 2018-08-07 10:18:51
 Column: Acquity HSS T3, 2.1x100, 1.8µm Retention time [min]: 9.1
 Contributor:
 Comment:

Förstorad: Spektrum information



Fragmenteringsspektrum

Namn	CAS-nummer	Klassificering	Molekylformel	Std-Lösning	RT [min]	calcLOQ (ppb)	Bibliotekssök
Abamectin	65195-55-3	Acaricide, anthelmintic drug	C ₄₈ H ₇₂ O ₁₄	B	13,8	298	12,5
Acephate	30560-19-1	Insecticide	C ₄ H ₁₀ NO ₃ PS	A	2,5	308	200
Acetamidrid	135410-20-7	Insecticide	C ₁₀ H ₁₁ ClN ₄	G	5,9	8	12,5
Acibenzolar-S-methyl	135158-54-2	Plant growth regulator	C₈H₆N₂O₅S₂	H	9,9	37	-
Aldicarb	116-06-3	Insecticide, acaricide, fumigant, nematocide	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₂ S	C	6,8	147	25
Aldicarb sulfoxide	1646-87-3	Insecticide, acaricide	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₃ S	D	3,8	36	25
Aldicarb-sulfone	1646-88-4	Insecticide, acaricide, nematocide	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₄ S	C	4	62	12,5
Aminocarb	2032-59-9	Insecticide, acaricide	C ₁₁ H ₁₆ N ₂ O ₂	J	3,3	34	25
Amisulbrom	348635-87-0	Fungicide	C₁₃H₁₃BrFN₅O₄S₂	N	13,1	57	-
Aspon	3244-90-4	Insecticide, acaricide	C ₁₂ H ₂₈ O ₅ P ₂ S ₂	J	13,5	2	12,5
Atrazine	1912-24-9	Herbicide	C ₈ H ₁₄ ClN ₅	A	9,1	98	-
Atrazine-desethyl	6190-65-4	Herbicide	C ₆ H ₁₀ ClN ₅	K	6,2	31	12,5
Atrazine-desisopropyl	1007-28-9	Herbicide	C ₅ H ₈ ClN ₅	J	5	31	12,5
Azadirachtin	11141-17-6	Insecticide, antimalarial	C ₃₅ H ₄₄ O ₁₆	B	9,3	382	-
Azoxystrobin	131860-33-8	Fungicide	C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅	C	10,6	5	12,5
Benalaxyl	71626-11-4	Fungicide	C ₂₀ H ₂₃ NO ₃	J	12,7	5	25
Bendiocarb	22781-23-3	Insecticide	C ₁₁ H ₁₃ NO ₄	E	7,7	125	200
Benfuracarb	82560-54-1	Insecticide	C₂₀H₃₀N₂O₅S	N	13,3	13	-
Bitertanol	55179-31-2	Fungicide, antibacterial drug	C ₂₀ H ₂₃ N ₃ O ₂	C	12,8	8	-
Boscalid	188425-85-6	Herbicide	C ₁₈ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	H	10,8	9	12,5
Bupirimate	41483-43-6	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₃ H ₂₄ N ₄ O ₃ S	G	11,5	6	-
Buprofezin	69327-76-0	Insecticide, acaricide	C ₁₆ H ₂₃ N ₃ OS	J	13,2	7	-
Butocarboxim	34681-10-2	Insecticide	C₇H₁₄N₂O₂S	E	6,7	4065	-
Butocarboxim sulfoxide	34681-24-8	Herbicide	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₃ S	F	3,3	22	25
Butoxycarboxim	34681-23-7	Insecticide	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₄ S	E	3,9	244	-
Butralin	33629-47-9	Herbicide, plant growth regulator	C₁₄H₂₁N₃O₄	I	13,5	411	-
Carbaryl	63-25-2	Acaricide, plant growth regulator	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂	B	8,1	84	12,5
Carbendazim	10605-21-7	Fungicide, nematocide, antibacterial drug	C ₉ H ₉ N ₃ O ₂	B	4,3	11	12,5
Carbofuran	1563-66-2	Insecticide, acaricide, avicide, nematocide	C ₁₂ H ₁₅ NO ₃	E	7,9	93	12,5
Carbofuran-3-OH	16655-82-6	Insecticide	C ₁₂ H ₁₅ NO ₄	E	5,9	128	100
Carbophention	786-19-6	Insecticide, acaricide	C ₁₁ H ₁₆ ClO ₂ PS ₃	K	13,5	56	-
Carbosulfan	55285-14-8	Insecticide, acaricide, nematocide	C₂₀H₃₂N₂O₃S	G	13,9	760	-
Carboxin	5234-68-4	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₂ H ₁₃ NO ₂ S	F	8,11	20	12,5
Carfentrazone-ethyl	128639-02-1	Herbicide	C ₁₅ H ₁₄ Cl ₂ F ₃ N ₃ O ₃	H	12,5	46	12,5
Chlorantranilprole	500008-45-7	Insecticide	C ₁₈ H ₁₄ BrCl ₂ N ₅ O ₂	B	10,1	28	12,5
Chlorbromuron	13360-45-7	Herbicide	C ₉ H ₁₀ BrClN ₂ O	F	10,26	23	12,5
Chlorfenvinphos (E & Z)	470-90-6	Insecticide, acaricide	C ₁₂ H ₁₄ Cl ₃ O ₄ P	A	12,8	20	-
Clomazone	81777-89-1	Herbicide	C ₁₂ H ₁₄ ClNO ₂	I	10	19	12,5
Clothianidin	210880-92-5	Insecticide	C ₆ H ₈ ClN ₅ O ₂ S	K	5,3	9	12,5
Coumaphos	56-72-4	Insecticide, avicide nematocide, anthelmintic drug	C ₁₄ H ₁₆ ClO ₅ PS	I	12,7	51	12,5
Cyanazine	21725-46-2	Herbicide	C ₉ H ₁₃ ClN ₆	C	7,4	19	12,5
Cymoxanil	57966-95-7	Fungicide	C₇H₁₀N₄O₃	N	6,2	63	25
Cyproconazole	94361-06-5	Fungicide	C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O	K	11,2	16	-
Danifos	7173-84-4	Insecticide, acaricide	C ₁₁ H ₁₆ ClO ₃ PS ₂	A	12,6	40	100
Demeton-S	126-75-0	Insecticide	C ₈ H ₁₅ O ₃ PS ₂	H	10,1	18	12,5
Demeton-S-methyl	919-86-8	Insecticide, acaricide	C ₈ H ₁₅ O ₃ PS ₂	C	7,9	48	-
Demeton-S-methyl sulfoxide	301-12-2	Insecticide, acaricide	C ₈ H ₁₅ O ₄ PS ₂	D	4,7	6	12,5
Demeton-S-methyl sulphone	17040-19-6	Insecticide, acaricide	C ₈ H ₁₅ O ₅ PS ₂	C	4,7	96	-
Desmetryn	1014-69-3	Herbicide	C ₈ H ₁₅ N ₅ S	J	7,7	11	12,5
Dialifos	10311-84-9	Insecticide, acaricide	C ₁₄ H ₁₇ ClNO ₄ PS ₂	J	12,9	6	25
Diazinon	333-41-5	Insecticide, acaricide, nematocide	C ₁₂ H ₂₁ N ₂ O ₃ PS	A	12,8	16	-
Dichlorvos	62-73-7	Insecticide, acaricide, fungicide, anthelmintic drug	C ₄ H ₇ Cl ₂ O ₄ P	A	7,5	25	12,5
Dicrotophos	141-66-2	Insecticide, acaricide, avicide	C ₈ H ₁₆ NO ₅ P	J	5,4	8	12,5
Diethofencarb	87130-20-9	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₂₁ NO ₄	J	10,6	13	12,5
Difenoconazole	119446-68-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃	C	13	8	100
Dimethoate	60-51-5	Insecticide	C ₅ H ₁₂ NO ₃ PS ₂	A	5,7	53	25
Dimethomorph	110488-70-5	Fungicide	C ₂₁ H ₂₂ ClNO ₄	F	11,01	15	12,5
Dimoxystrobin	149961-52-4	Fungicide	C ₁₉ H ₂₂ N ₂ O ₃	F	12,28	11	12,5
Diniconazole	83657-24-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O	N	12,8	6	25
Diphenamide	957-51-7	Herbicide	C ₁₆ H ₁₇ NO	I	9,8	11	12,5
Disulfoton	298-04-4	Insecticide, acaricide	C₈H₁₅O₂PS₃	C	12,9	64	-
Disulfoton sulfone	2497-06-05	Insecticide	C ₈ H ₁₅ O ₄ PS ₃	C	9	15	25
Disulfoton sulfoxide	301-12-2	Insecticide, acaricide	C ₈ H ₁₅ O ₃ PS ₃	D	8,9	6	-
DMF	60397-77-5	Breakdown product	C ₉ H ₁₁ NO	F	6,96	14	200
DMSA, dimethylphenylsulfamid	110-61-2	Herbicide, plant growth regulator	C₄H₆O₄S₂	H	6,72	21	12,5
DMST	66840-71-9	Breakdown product	C ₉ H ₁₄ N ₂ O ₂ S	H	7,8	19	12,5
Dodine	112-65-2	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₃ H ₂₉ N ₃	N	11,8	4	12,5
Epoxiconazole	133855-98-8	Fungicide	C ₁₇ H ₁₃ ClFN ₃ O	K	11,7	30	12,5
Ethiofencarb	29973-13-5	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ S	E	8,5	85	12,5
Ethiofencarb sulfone	53380-23-7	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₄ S	E	5,3	145	-
Ethiofencarb sulfoxide	53380-22-6	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃ S	F	5,53	19	12,5
Ethion	563-12-2	Insecticide, acaricide	C ₉ H ₂₂ O ₄ P ₂ S ₄	A	13,4	11	-
Ethirimol	23947-60-6	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₁ H ₁₉ N ₃ O	N	6,5	6	12,5
Ethofenprox	80844-07-1	Insecticide, acaricide	C ₂₅ H ₂₈ O ₃	J	13,9	6	12,5
Ethofumesate	26225-79-6	Herbicide	C ₁₃ H ₁₈ O ₅ S	J	10,3	62	-
Ethoprophos	13194-48-4	Insecticide, fungicide, fumigant, nematocide	C ₈ H ₁₉ O ₂ PS ₂	G	11,8	10	12,5
Etrimfos	38260-54-7	Insecticide	C ₁₀ H ₁₇ N ₂ O ₄ PS	J	12,4	3	12,5
Famoxadone	131807-57-3	Fungicide	C ₂₂ H ₁₈ N ₂ O ₄	C	12,7	19	100
Fenamidone	161326-34-7	Fungicide	C ₁₇ H ₁₇ N ₃ OS	N	10,7	6	12,5
Fenamiphos	22224-92-6	Insecticide, acaricide, nematocide	C ₁₃ H ₂₂ NO ₃ PS	N	12,1	8	12,5
Fenamiphos sulfone	31972-44-8	Insecticide	C ₁₃ H ₂₂ NO ₅ PS	H	8,4	10	12,5
Fenamiphos sulfoxide	31972-43-7	Insecticide	C ₁₃ H ₂₂ NO ₄ PS	K	8,2	10	12,5
Fenarimol	60168-88-9	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₇ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	A	11,6	157	-

Namn	CAS-nummer	Klassificering	Molekylformel	Std-Lösning	RT [min]	calLOQ (ppb)	Bibliotekssök
Fenazaquin	120928-09-8	Insecticide, acaricide	C ₂₀ H ₂₂ N ₂ O	J	13,7	5	25
Fenbuconazole	114369-43-6	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₉ H ₁₇ ClN ₄	C	11,9	14	50
Fenhexamide	126833-17-8	Fungicide	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ NO ₂	D	11,6	22	50
Fenoxycarb	72490-01-8	Insecticide	C ₁₇ H ₁₉ NO ₄	E	12,1	146	-
Fenpiclonil	74738-17-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₁ H ₆ Cl ₂ N ₂	F	9,59	11	12,5
Fenpropidin	67306-00-7	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₉ H ₃₁ N	C	9,2	10	12,5
Fenpropimorph	67564-91-4	Fungicide, antibacterial drug	C ₂₀ H ₃₃ NO	D	9,7	22	12,5
Fenpyroximate	134098-61-6	Acaricide	C ₂₄ H ₂₇ N ₃ O ₄	H	13,6	6	12,5
Fensulfothion oxon	6552-21-2	Insecticide	C ₁₁ H ₁₇ O ₅ PS	H	7	4	12,5
Fensulfothion oxon sulfone	6132-17-8	Insecticide	C ₁₁ H ₁₇ O ₆ PS	G	7,1	7	12,5
Fensulfothion sulfone	14255-72-2	Insecticide	C ₁₁ H ₁₇ O ₅ PS ₂	G	9,5	11	12,5
Fenthion	55-38-9	Acaricide, avicide, insect attractant	C ₁₀ H ₁₅ O ₃ PS ₂	A	12,4	38	-
Fenthion sulfone	3761-42-0	Insecticide	C ₁₀ H ₁₅ O ₅ PS ₂	A	8,4	61	100
Fenthion sulfoxide	3761-41-9	Insecticide	C ₁₀ H ₁₅ O ₄ PS ₂	B	8,2	6	-
Fluazifop-P-butyl	79241-46-6	Herbicide	C ₁₉ H ₂₀ F ₃ NO ₄	I	13,3	30	25
Fludioxonil	131341-86-1	Fungicide	C ₁₂ H ₆ F ₂ N ₂ O ₂	K	10,3	7	-
Fluopyram	658066-35-4	Fungicide	C ₁₆ H ₁₁ ClF ₆ N ₂ O	N	11,6	8	12,5
Fluquinconazole	136426-54-5	Fungicide	C ₁₆ H ₈ Cl ₂ FN ₅ O	J	11,4	19	25
Flusilazole	85509-19-9	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₆ H ₁₅ F ₂ N ₃ Si	C	12,1	6	12,5
Fonofos	944-22-9	Insecticide	C ₁₀ H ₁₅ OPS ₂	K	12,5	16	-
Fuberidazole	3878-19-1	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₁ H ₈ N ₂ O	C	5,2	11	12,5
Furalaxyl	57646-30-7	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₇ H ₁₉ NO ₄	J	10,6	11	12,5
Furathiocarb	65907-30-4	Insecticide	C ₁₈ H ₂₆ N ₂ O ₅ S	G	13,3	11	12,5
Haloxypop	69806-34-4	Insecticide, herbicide	C ₁₅ H ₁₁ ClF ₃ NO ₄	G	12,5	9	-
Haloxypop ethoxyethyl	87237-48-7	Herbicide	C ₁₉ H ₁₉ ClF ₃ NO ₅	H	13,3	8	-
Haloxypop-methyl	72619-32-0	Herbicide	C ₁₆ H ₁₃ ClF ₃ NO ₄	H	13,1	6	12,5
Heptenophos	23560-59-0	Insecticide, acaricide	C ₉ H ₁₂ ClO ₄ P	J	9,4	17	-
Hexaconazole	79983-71-4	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O	C	12,7	10	12,5
Hexazinone	51235-04-2	Herbicide	C ₁₂ H ₂₀ N ₄ O ₂	G	7,9	6	12,5
Imazail	35554-44-0	Fungicide, antibacterial drug, antifungal agent	C ₁₄ H ₁₄ Cl ₂ N ₂ O	C	8,2	7	-
Imidacloprid	138261-41-3	Insecticide	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂	C	5,4	15	25
Indoxacarb	173584-44-6	Insecticide	C ₂₂ H ₁₇ ClF ₃ N ₃ O ₇	H	13,1	17	-
Iprovalicarb	140923-17-7	Fungicide	C ₁₈ H ₂₈ N ₂ O ₃	F	11,73	11	12,5
Isocarbophos	24353-61-5	Insecticide, acaricide	C ₁₁ H ₁₆ NO ₄ PS	H	9,4	127	12,5
Isofenphos	25311-71-1	Insecticide	C ₁₅ H ₂₄ NO ₄ PS	J	13	7	12,5
Isofenphos methyl	99675-03-3	Insecticide	C ₁₄ H ₂₂ NO ₄ PS	G	12,6	17	12,5
Isoprocab	2631-40-5	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂	E	9	98	25
Isopropalin	33820-53-0	Herbicide	C ₁₅ H ₂₃ N ₃ O ₄	I	13,6	388	200
Isoprothiolane	50512-35-1	Insecticide, fungicide, antibacterial drug	C ₁₂ H ₁₈ O ₄ S ₂	E	11	39	-
Isoproturon	34123-59-6	Herbicide	C ₁₂ H ₁₈ N ₂ O	F	9,16	12	12,5
Isoxaben	82558-50-7	Herbicide	C ₁₈ H ₂₄ N ₂ O ₄	C	11,1	5	12,5
Krexoxim-methyl	143390-89-0	Fungicide, antifungal agent	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	D	12,4	33	12,5
Linuron	330-55-2	Herbicide	C ₉ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂	B	10	23	25
Malaaxon	1634-78-2	Insecticide	C ₁₀ H ₁₉ O ₇ PS	K	8,2	11	12,5
Malathion	121-75-5	Insecticide, acaricide	C ₁₀ H ₁₉ O ₆ PS ₂	B	11	49	12,5
Mandipropamid	374726-62-2	Fungicide	C ₂₃ H ₂₂ ClNO ₄	N	11	9	12,5
Mecarbam	2595-54-2	Insecticide	C ₁₀ H ₂₀ NO ₅ PS ₂	J	11,6	6	-
Mepanipirim	110235-47-7	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₃ N ₃	H	11,2	18	12,5
Mepanipirim-2-hydroxypropyl	204571-52-8	Fungicide	C ₁₄ H ₁₇ N ₃ O	N	8,7	12	12,5
Mephosfolan	950-10-7	Insecticide, acaricide	C ₈ H ₁₆ NO ₃ PS ₂	J	7,8	5	12,5
Metaflumizone	139968-49-3	Insecticide	C ₂₄ H ₁₆ F ₆ N ₄ O ₂	N	13,2	49	-
Metalaxyl	57837-19-1	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄	A	9,6	51	-
Metconazole	125116-23-6	Fungicide	C ₁₇ H ₂₂ ClN ₃ O	N	12,7	8	100
Methabenzthiazuron	18691-97-9	Herbicide	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ OS	F	8,83	19	12,5
Methacriphos	62610-77-9	Insecticide, acaricide	C ₇ H ₁₃ O ₅ PS	D	9,6	23	25
Methamidophos	10265-92-6	Insecticide, acaricide, avicide	C ₂ H ₈ NO ₂ PS	B	1,6	59	25
Methidathion	950-37-8	Insecticide, acaricide	C ₆ H ₁₁ N ₂ O ₄ PS ₃	A	9,5	51	-
Methiocarb	2032-65-7	Insecticide, acaricide, avicide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂ S	E	10,3	107	100
Methiocarb sulfoxide	2635-10-01	Breakdown product	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃ S	F	5,53	19	-
Methomyl	16752-77-5	Insecticide	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	B	4,5	28	-
Methoprene	40596-69-8	Insecticide	C ₁₉ H ₃₄ O ₃	B	13,9	168	-
Methoxyfenozide	161050-58-4	Insecticide	C ₂₂ H ₂₈ N ₂ O ₃	F	11,29	13	12,5
Metobromuron	3060-89-7	Herbicide	C ₉ H ₁₁ BrN ₂ O ₂	N	8,7	19	12,5
Monocrotophos	6923-22-4	Insecticide, acaricide, avicide	C ₇ H ₁₄ NO ₅ P	G	5	10	200
Myclobutanil	88671-89-0	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₅ H ₁₇ ClN ₄	J	11	10	-
Napropamide	15299-99-7	Herbicide	C ₁₇ H ₂₁ NO ₂	I	11,8	25	25
Nitenpyram	150824-47-8	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ ClN ₄ O ₂	N	4,2	14	12,5
Novaluron	116714-46-6	Insecticide	C ₁₇ H ₅ ClF ₈ N ₂ O ₄	N	13,1	38	-
Ofurace	58810-48-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₆ ClNO ₃	G	8	10	12,5
Omethoate	1113-02-6	Insecticide	C ₅ H ₁₂ NO ₄ PS	A	3,4	101	-
Oxamyl	23135-22-0	Insecticide, acaricide, nematicide	C ₇ H ₁₃ N ₃ O ₃ S	F	4,33	31	-
Oxamyl-oxime	30558-43-1	Breakdown product	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	E	3,2	343	-
Paclobutrazole	76738-62-0	Plant growth regulator	C ₁₅ H ₂₀ ClN ₃ O	G	10,9	11	25
Paraoxon-ethyl	311-45-5	Insecticide	C ₁₀ H ₁₄ NO ₆ P	K	9	15	12,5
Paraoxon-methyl	950-35-6	Insecticide	C ₈ H ₁₀ NO ₆ P	A	7	150	-
Penconazole	66246-88-6	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₃ H ₁₅ Cl ₂ N ₃	D	12,4	12	50
Pencycuron	66063-05-6	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₉ H ₂₁ ClN ₂ O	I	12,9	11	-
Phenmedipham	13684-63-4	Herbicide	C ₁₆ H ₁₆ N ₂ O ₄	G	9,8	70	12,5
Phenothrin	26002-80-2	Insecticide	C ₂₃ H ₂₆ O ₃	K	13,8	14	25
Phorate	298-02-2	Insecticide, acaricide	C ₇ H ₁₇ O ₂ PS ₃	H	12,7	25	-
Phorate sulfone	2588-04-07	Breakdown product	C ₇ H ₁₇ O ₄ PS ₃	H	8,9	21	12,5
Phorate sulfoxide	2588-03-06	Insecticide	C ₇ H ₁₇ O ₃ PS ₃	G	8,8	9	12,5

Namn	CAS-nummer	Klassificering	Molekylformel	Std-Lösning	RT [min]	calcLOQ (ppb)	Bibliotekssök
Phosphamidon	13171-21-6	Insecticide, acaricide	C ₁₀ H ₁₉ ClNO ₅ P	K	7,7	23	12,5
Phoxim	14816-18-3	Insecticide	C₁₂H₁₅N₂O₃PS	N	12,8	6	12,5
Picoxystrobin	117428-22-5	Fungicide	C ₁₈ H ₁₆ F ₃ NO ₄	G	12,3	12	-
Piperonyl butoxide	51-03-6	Insecticide, insect attractant	C ₁₉ H ₃₀ O ₅	B	13,4	18	12,5
Pirimicarb	23103-98-2	Insecticide	C ₁₁ H ₁₈ N ₄ O ₂	B	7	16	12,5
Pirimicarb desmethyl	30614-22-3	Insecticides	C ₁₀ H ₁₆ N ₄ O ₂	D	5,4	13	12,5
Pirimicarb-desmethyl-formamido	27218-04-8	Insecticide	C ₁₁ H ₁₆ N ₄ O ₃	B	7,9	24	-
Prochloraz	67747-09-5	Fungicide	C ₁₅ H ₁₆ Cl ₃ N ₃ O ₂	A	12,6	63	-
Promecarb	2631-37-0	Insecticide, acaricide	C ₁₂ H ₁₇ NO ₂	E	10,7	84	-
Prometryn	7287-19-6	Herbicide	C ₁₀ H ₁₉ N ₅ S	A	10,4	34	200
Propamocarb	24579-73-5	Fungicide	C ₉ H ₂₀ N ₂ O ₂	F	3,17	19	50
Propanil	709-98-8	Herbicide, nematocide	C₉H₉Cl₂NO	K	9,8	24	25
Propaquizafop	111479-05-1	Herbicide	C ₂₂ H ₂₂ ClN ₃ O ₅	I	13,3	65	25
Propetamphos	31218-83-4	Insecticide	C ₁₀ H ₂₀ NO ₄ PS	I	11,2	39	25
Propiconazole	60207-90-1	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₂	A	12,7	21	-
Propoxur	114-26-1	Insecticide, acaricide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃	F	7,8	21	-
Prosulfocarb	52888-80-9	Herbicide	C ₁₄ H ₂₁ NOS	D	13,2	31	12,5
Prothioconazole-desthio	120983-64-4	Fungicide	C ₁₄ H ₁₅ Cl ₂ N ₃ O	I	11,7	16	-
Pymetrozine	123312-89-0	Insecticide	C ₁₀ H ₁₁ N ₅ O	H	3,1	59	12,5
Pyraclostrobin	175013-18-0	Fungicide	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ O ₄	D	12,8	25	12,5
Pyrazophos	13457-18-6	Insecticide, fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₂₀ N ₃ O ₅ PS	B	12,9	38	12,5
Pyridaphenthion	119-12-0	Insecticide	C ₁₄ H ₁₇ N ₂ O ₄ PS	I	11,3	11	12,5
Pyrifenoxy	88283-41-4	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O	J	10,4	9	12,5
Pyriproxyfen	95737-68-1	Insecticide	C ₂₀ H ₁₉ NO ₃	D	13,4	53	12,5
Quinoxifen	124495-18-7	Fungicide	C ₁₅ H ₈ Cl ₂ FNO	I	13,4	33	-
Quizalofop-ethyl	76578-14-8	Herbicide	C ₁₉ H ₁₇ ClN ₂ O ₄	I	13,2	44	50
Rotenone	83-79-4	Insecticide, acaricide	C ₂₃ H ₂₂ O ₆	K	12,1	12	200
Simazine	122-34-9	Herbicide	C ₇ H ₁₂ ClN ₅	B	7,8	41	12,5
Spinosyn A	131929-60-7	Insecticide	C₄₁H₆₅NO₁₀	I	12,5	676	50
Spinosyn D	131929-63-0	Insecticide	C₄₂H₆₇NO₁₀	I	12,8	992	-
Spirodiclofen	148477-71-8	Insecticide	C ₂₁ H ₂₄ Cl ₂ O ₄	N	13,6	103	-
Spiroxamine	118134-30-8	Fungicide	C ₁₈ H ₃₅ NO ₂	D	9,9	8	12,5
Sulfentrazone	122836-35-5	Herbicide	C ₁₁ H ₁₀ Cl ₂ F ₂ N ₄ O ₃ S	H	8,2	155	50
Tau-fluvalinate	102851-06-9	Insecticide, acaricide	C ₂₆ H ₂₂ ClF ₃ N ₂ O ₃	K	13,7	31	-
Tebuconazole	107534-96-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O	A	12,5	59	-
Tebufenpyrad	119168-77-3	Insecticide, acaricide	C ₁₈ H ₂₄ ClN ₃ O	K	13,3	6	-
Tepraloxymid	149979-41-9	Herbicide	C ₁₇ H ₂₄ ClNO ₄	I	11,6	210	-
Terbufos	13071-79-9	Insecticide, nematocide	C₉H₂₁O₂PS₃	G	13,3	35	-
Terbufos sulfone	56070-16-7	Breakdown product	C ₉ H ₂₁ O ₄ PS ₃	G	10,3	31	12,5
Terbufos sulfoxide	10548-10-4	Insecticide	C ₉ H ₂₁ O ₃ PS ₃	H	10,4	8	12,5
Terbutylazine	5915-41-3	Herbicide	C ₉ H ₁₆ ClN ₅	K	10,6	13	12,5
Terbutryn	886-50-0	Herbicide	C ₁₀ H ₁₉ N ₅ S	G	10,4	8	12,5
Tetrachlorvinphos	22248-79-9	Insecticide	C ₁₀ H ₉ Cl ₄ O ₄ P	K	12,3	29	25
Tetraconazole	112281-77-3	Fungicide	C ₁₃ H ₁₁ Cl ₂ F ₄ N ₃ O	G	11,7	8	-
Tetramethrin	7696-12-0	Insecticide	C ₁₉ H ₂₅ NO ₄	N	13,2	22	-
Thiabendazole	148-79-8	Fungicide, nematocide	C ₁₀ H ₇ N ₃ S	D	4,9	7	12,5
Thiacloprid	111988-49-9	Insecticide	C ₁₀ H ₉ ClN ₄ S	G	6,3	6	12,5
Thiamethoxam	153719-23-4	Insecticide	C ₈ H ₁₀ ClN ₅ O ₃ S	I	4,6	6	12,5
Thiodicarb	59669-26-0	Insecticide	C ₁₀ H ₁₈ N ₄ O ₄ S ₃	D	8,8	13	12,5
Thiometon	640-15-3	Insecticide, acaricide	C₆H₁₅O₂PS₃	D	8,9	116	100
Thiophanate methyl	23564-05-8	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₂ H ₁₄ N ₄ O ₄ S ₂	D	7,6	20	12,5
Triadimefon	43121-43-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₆ ClN ₃ O ₂	A	11,2	41	-
Triadimenol	55219-65-3	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₄ H ₁₈ ClN ₃ O ₂	B	11,4	43	-
Trichlorfon	52-68-6	Insecticide, anthelmintic drug	C ₄ H ₈ Cl ₃ O ₄ P	K	5,7	54	12,5
Tricyclazole	41814-78-2	Fungicide, antibacterial drug, antifungal agent	C ₉ H ₇ N ₃ S	E	6,7	15	12,5
Trifloxystrobin	141517-21-7	Fungicide	C ₂₀ H ₁₉ F ₃ N ₂ O ₄	I	13,1	19	50
Triflumuron	64628-44-0	Insecticide	C ₁₅ H ₁₀ ClF ₃ N ₂ O ₃	B	12,8	55	-
Triforin	26644-46-2	Fungicide, antibacterial drug	C ₁₀ H ₁₄ Cl ₆ N ₄ O ₂	N	9,8	102	-
Trimetacarb-3,4,5	12407-86-2	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂	E	9,3	136	200
Trimethacarb-2,3,5	002655-15-4	Insecticide	C ₁₁ H ₁₅ NO ₂	F	9,23	32	12,5
Trinexapac ethyl	95266-40-3	Plant growth regulator	C ₁₃ H ₁₆ O ₅	D	9,4	62	100
Triticonazole	131983-72-7	Fungicide	C ₁₇ H ₂₀ ClN ₃ O	I	11,7	20	-
Vamidotion	2275-23-2	Insecticide, acaricide, fungicide	C ₈ H ₁₈ NO ₄ PS ₂	H	6	4	12,5
Vamidotion sulfoxide	20300-00-9	Insecticide	C ₈ H ₁₈ NO ₅ PS ₂	F	4,49	7	12,5
Zoxamide	156052-68-5	Fungicide	C ₁₄ H ₁₆ Cl ₃ NO ₂	C	12,6	8	12,5