



Onderzoeksrapport

BELASTING VAN OPENBARE PARKEN MET BESTRIJDINGSMIDDELEN EN DIERGENEESMIDDELEN

Heeft de insectenfauna nog kansen in openbare parken?



Colofon

Pesticide Action Network Netherlands
Buijs Agro-Services, Bennekom

22 mei, 2023

Auteurs: Margriet Mantingh (PAN-NL)
Jelmer Buijs (Buijs Agro-Services)

Contact: pan.netherlands@gmail.com
Jelmer.buijs@gmail.com

Reviewers: Dr. F. Verkleij (bioloog)
A.A.C. Uitewaal (Stichting Huize Aarde)
Jan van der Zee (gepensioneerd dierenarts)

Foto dekblad: Monsterlocatie Zwolle

Foto's: M. Mantingh, F. Verkleij, M. Willemsen, N. Nozdrina & J. Buijs

Ondersteun het werk van de Stichting Pan Nederland met een donatie of word donateur
<https://www.pan-netherlands.org>

IBAN: NL02TRIO00788940287
t.n.v. Stichting Pesticide Action Network Netherlands

PAN Nederland heeft ANBI status

Blijf op de hoogte via onze gratis [e-nieuwsbrief](#)

Voorwoord

In 2021 werden wij benaderd door documentair fotograaf Marlonneke Willemsen die zich bezig houdt met de groei en ontwikkeling van verschillende diersoorten. Zij kweekte op dat moment rupsen van de Grote Beer nachtvlinder (*Arctia caja*) die zij voerde met paardenbloembladen uit het Groene Hart park in haar woonplaats Nieuwerkerk a/d IJssel in Zuid-Holland. Zij ging ervan uit dat dit voedsel veilig zou moeten zijn voor haar rupsen. De rupsen groeiden normaal, maar bij het uit de pop komen, bleken de vlinders ernstig misvormd. Vele vlinders konden helemaal niet meer uit de pop komen. Toen wij na analyse van de paardenbloemen grote concentraties en aantallen van insecticiden en andere bestrijdingsmiddelen aantroffen, zijn wij tot het plan gekomen om de vegetatie ook in andere openbare parken in Nederland onder de loep te nemen.

Vanaf 2018-2022 hebben wij onderzoek gedaan naar de vervuiling van natuurgebieden en landbouwbedrijven met bestrijdingsmiddelen, waarvan een groot deel afkomstig bleek te zijn uit de landbouw. Ook waren er een aantal stoffen waarvan de herkomst niet duidelijk was. Het werd in dat onderzoek al wel duidelijk dat bestrijdingsmiddelen zich over grote afstanden over vele kilometers kunnen verspreiden. Nog niet eerder hadden we systematisch onderzoek gedaan naar de belasting van stedelijke gebieden met bestrijdingsmiddelen. De studie die voor u ligt brengt daar verandering in. De ervaring van de eerdere onderzoeken was daarbij van grote waarde en naar de publicaties die dat opleverden, zal regelmatig worden verwezen. We hopen dat deze studie een bijdrage zal leveren aan het schoner maken van onze leefomgeving en het vergroten van de kansen van flora en fauna in stedelijke gebieden.

Dankbetuiging

Hierbij willen wij onze dank betuigen aan:

- de toegewijde medewerkers van Eurofins, die een veel werk verzet hebben bij het verwerken van onze monsters;
- degenen (afgezien van de auteurs) die monsters hebben genomen; Marlonneke Willemsen, Dr. Frans Verkleij, Hella Leguijt, Natasha Nozdrina en diverse bestuursleden van Stichting Tuin van Haarlem;
- de reviewers van dit rapport, nl. Dr. F. Verkleij en A.A.C. Uitewaal (Stichting Huize Aarde) en Jan van der Zee (gepensioneerde dierenarts);
- de diverse donateurs die dit onderzoek financieel gesteund hebben, n.l. Margriet Mantingh, Hans Olsthoorn van ProQuint, Stichting Tuin van Haarlem, Duurzaamheidsplatform Zuidplas (in Zuid-Holland) en de gemeente Schagen in Noord-Holland.

Disclaimer

De gebruikte meetwaarden van chemische analyses zijn afkomstig van het laboratorium Eurofins Graauw. De analyses zijn uitgevoerd onder de voor het gecertificeerde laboratorium beschikbare condities en volgens de technieken en methodes zoals die op het moment van uitvoering door het laboratorium ontwikkeld zijn. De lijst van bestrijdingsmiddelen die dit laboratorium analyseert t.b.v. de multi-analyse is opgenomen als bijlage 2. De multi-analyse lijst van Eurofins Graauw bevatte in de periode van onze metingen 707 verschillende stoffen. Sommige bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen komen niet in de lijst van multi-analyse voor, bijvoorbeeld DMA, fosethyl aluminium, diquat, mancozeb, glyfosaat & AMPA. Dat betekent dat we de aanwezigheid van die stoffen niet hebben getest. Daaronder bevinden zich ook diverse anti-parasitaire middelen, waarvan we de aanwezigheid dus ook niet hebben getest. Dat geldt onder andere voor fluralaner en flumethrine.

Door de aard van de monsters en de concentratie-stap (gebruikt door Eurofins Graauw) is het mogelijk dat verschillende storingsstoffen optreden bij het behalen van de gewenste detectielimiet in dit project. Hierdoor kan voor bepaalde stoffen de kwaliteit van de meting niet worden gegarandeerd omdat zij afhankelijk is van de matrix. Daardoor is voor die stoffen sprake van een verhoogde limit of quantification (LOQ). De behaalde LOQ van alle afzonderlijke metingen zijn in de tabellen met meetresultaten aangegeven. Een andere complicatie was dat een bepaalde stof soms wel aantoonbaar was, maar wegens interacties met andere stoffen niet kwantificeerbaar. Ook dat is in de tabellen met meetresultaten aangegeven.

Er zijn ook van elk van de gemeten bestrijdingsmiddelen nog vele omzettingsproducten (metabolieten en andere omzettingsproducten), waarvoor meestal geen standaard meetprocedures bestaan. Deze omzettingsproducten zijn in de regel niet geanalyseerd. Metingen van de meeste van deze zeer vele omzettingsproducten (afbraakproducten, esters, conjugaten, etc.) worden door geen enkel ons bekend laboratorium aangeboden. De, veelal persistente en biologisch actieve, omzettingsproducten vallen daardoor grotendeels buiten het gezichtsveld van de studie.

Voor dit rapport zijn de interpretaties, beoordelingen, adviezen en conclusies gebaseerd op beschikbare informatie uit assessment reports van de European Food Safety Authority (EFSA), Ctgb Toelatingendatabank, College ter beoordeling van geneesmiddelen (CBG), en op databases zoals de Pesticide Property Database van de University of Hertfordshire. Veel informatie in databases is aangeleverd door de industrie en daardoor mogelijk niet objectief. Tevens hebben we gebruik gemaakt van onafhankelijke wetenschappelijke bronnen. Indien daarvan gebruik werd gemaakt, is een verwijzing opgenomen naar de bron van die informatie. Van veel bestrijdingsmiddelen is informatie over hun ecotoxicologische eigenschappen echter schaars en niet zelden tegenstrijdig. Wij kunnen daarom niet in alle gevallen instaan voor de juistheid van deze informatie.

INHOUD

VOORWOORD	3
DANKBETUIGING	3
DISCLAIMER	4
SAMENVATTING	7
SUMMARY	8
AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	10
1. INLEIDING	11
<i>De vraagstelling</i>	12
2. METHODE	13
2.1. MONSTERNAME	13
2.2. CHEMISCHE ANALYSE	15
2.3. STATISTISCHE ANALYSE	15
3. RESULTATEN	16
3.1. AANTAL EN TYPE VAN DE AANGETROFFEN BESTRIJDINGSMIDDELEN EN DIERGENEESMIDDELEN	16
3.2. DE TOTALE CONCENTRATIES VAN ALLE AANGETROFFEN MIDDELEN	17
3.3. AANTALLEN EN CONCENTRATIES VAN DIERGENEESMIDDELEN	18
3.4. AANGETROFFEN BESTRIJDINGSMIDDELEN AFKOMSTIG UIT DE LANDBOUW	20
<i>Aantallen en concentraties</i>	20
3.5. VERSPREIDING VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN UIT DE LANDBOUW NAAR PARKEN	21
3.6. RELATIE TUSSEN DE CONCENTRATIE VAN MIDDELEN UIT DE LANDBOUW EN DE AFSTAND TOT EEN AKKER	22
4. TOXISCHE EIGENSCHAPPEN VAN ALLE AANGETROFFEN STOFFEN	23
4.1. STATUS EN TOXICITEIT VAN DE BESTRIJDINGSMIDDELEN UIT DE LANDBOUW	23
4.2. DE RISICO'S VAN MIDDELEN TEGEN VLOOIEN, TEKEN EN LUIZEN	26
<i>Zeer hoge dosis gevaarlijke insecticiden voor honden en katten</i>	27
<i>Toxiciteit voor honigbijen – LD50</i>	27
<i>Toxiciteit voor nuttige niet-doel insecten - LR₅₀</i>	27
<i>Toxiciteit voor waterorganismen - JG-MKN/MTR</i>	27
4.3. RISICO'S VAN ANTI VLOOIEN- EN TEKENMIDDELEN VOOR DE GEZONDHEID VAN HUISDIEREN	29
4.4. TOXISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE IN PARKEN MEEST AANGETROFFEN MIDDELEN TEGEN VLOOIEN, TEKEN EN LUIZEN PER STOF	31
<i>Geen onderzoek naar risico's voor de biodiversiteit</i>	31
DINOTEFURAN	32
ETOFENPROX	33
FIPRONIL	33
IMIDACLOPRID	34
PERMETHRIN	34
PHOXIM	35
4.5. DISCUSSIE DIERGENEESMIDDELEN	35
5. ZIJN DE ONDERZOCHE PARKEN VOOR INSECTEN EEN GESCHIKT BIOTOOP?	36
5.1 BEOORDELING VAN DE ONDERZOCHE PARKEN	37
5.2. INDELING VAN DE VOOR INSECTEN MEEST RISICOVOLLE PARKEN	38
6. CONCLUSIES	40
7. AANBEVELINGEN	40
7.1. BELEID	40
7.2. EIGENAREN VAN HUISDIEREN	41
7.3. ONDERZOEK	41

7.4. GEBRUIKERS VAN PARKEN.....	42
REFERENTIES	43
BIJLAGE 1. ALLE AANGETROFFEN STOFFEN EN HUN CONCENTRATIES IN DE ONDERZOCHE MONSTERS VAN PAARDENBLOEMEN ...	46
BIJLAGE 2. OVERZICHT VAN DE GEMETEN BESTRIJDINGSMIDDELEN, BIOCIDEN EN METABOLIETEN MET STANDAARD LOQ	47

Tabellen

Tabel 1. Overzicht van de 16 locaties van de genomen paardenbloemmonsters met het aantal aangetroffen middelen, hun totale concentratie, het aantal insecticiden en hun totale concentratie in microgram per kilogram droge stof.....	17
Tabel 2. Aantal en type aangetroffen diergeneesmiddelen tegen teken en vlooien voor kleine gezelschapsdieren (o.a. honden en katten), en de stof met de gemeten concentratie per locatie en monster.....	19
Tabel 3. Overzicht van het aantal monsters waar de werkzame stof van een diergeneesmiddel (tegen vlooien, teken en luizen) werd aangetroffen.....	20
Tabel 4. Top-6 van de vaak aangetroffen bestrijdingsmiddelen en metaboliëten/omzettingsproducten...	21
Tabel 5. In Parken aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw, hun status van toelating, hoe vaak de middelen aangetroffen zijn en een aantal toxiciteitsparameters (eindpunten) voor enkele niet-doel insecten.....	24
Tabel 6. De in 15 parken aangetroffen middelen met insecticide werking, hun wettelijke status, de aanbevolen dosis per hond, de LD50 voor de honingbij, het aantal honingbijen dat gedood kan worden door 1 dosis, de LR ₅₀ en de JG-MKN voor oppervlaktewater.....	28
Tabel 7. Ratio hond/mens op grond van de geadviseerde hoeveelheid van het middel per kg lichaamsgewicht ter behandeling van een hond en de dagelijks toereerbare hoeveelheid (ADI) voor de mens	29
Tabel 8. Indeling van de onderzochte parken op basis van het risico van de geanalyseerde paardenbloemen voor de insectenfauna.....	39

Figuren

Figuur 1. Misvormde vlinder van de Grote Beer vlinder die niet uit de pop kan komen	12
Figuur 2. Monsternamelocaties van paardenbloemen in parken in 2021 (1x) en 2022 (15x). Bron kaart: Google Earth.....	13
Figuur 3. Bemonstering van paardenbloemen in Natura 2000 gebied Duinvliet in Haarlem	14
Figuur 4.. Paardenbloemen onder lindenboom langs Malieveld (Den Haag) op 9 mei 2022	14
Figuur 5. Bemonsteringslocatie landschapspark Moerenburg bij Tilburg op 8 mei 2022	14
Figuur 6. Verdeling van het aantal parken en het aantal aangetroffen middelen	16
Figuur 7. Percentages van de drie groepen gemeten bestrijdingsmiddelen	16
Figuur 8. Monsterlocatie Noorderplantsoen Groningen op 7 mei 2022	18
Figuur 9. De totale concentratie bestrijdingsmiddelen met een toelating in de landbouw in afhankelijkheid van de afstand tot akkerbouwakker of tuinbouwakker.....	22
Figuur 10. Bloeiende paardenbloemen in de gemeente Schagen op 8 april 2022.....	23
Figuur 11. Anti vlooien- en tekenmiddelen in de winkelschappen	26
Figuur 12. Asserbos, Assen op 18 mei 2022.....	31

Samenvatting

In dit onderzoek werden 15 openbare parken in Nederland onderzocht op de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen, biociden, en een aantal diergeneesmiddelen tegen vlooien, teken en luizen voor huisdieren. Ook werd de aanwezigheid getoetst van een klein aantal metabolieten en omzettingsproducten van die stoffen. De aanwezigheid van de gezochte stoffen werd onderzocht in paardenbloemenmonsters die in alle parken werden genomen. Ook werd op één locatie in een weiland van een biologisch bedrijf een controle monster van paardenbloemen genomen. Op dat bedrijf waren geen behandelde dieren aanwezig (geen huisdieren en ook geen vee). Alle monsters werden onderzocht op de aanwezigheid van 707 bestrijdingsmiddelen. Deze lijst van onderzochte bestrijdingsmiddelen bestond zowel uit bestrijdingsmiddelen die in de landbouw worden toegepast als uit middelen die in de handel zijn als diergeneesmiddel voor de behandeling van huisdieren tegen vlooien, teken en luizen. Deze laatste stoffen zijn dus anti-parasitaire middelen, die in de categorie van insecticiden vallen.

In de 16 paardenbloemenmonsters werden in het totaal 40 bestrijdingsmiddelen, diergeneesmiddelen en metabolieten/omzettingsproducten gevonden. Het aantal varieerde van 4 tot 18 verschillende middelen per monster, met een gemiddelde van 9,7 middelen. De concentratie varieerde van 13,7 microgram per kilogram droge stof tot 183,1 microgram per kg d.s ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.). De gemiddelde concentratie was 64,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s. Het gemiddelde concentratie insecticiden bedroeg 20,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.

Van de 40 aangetroffen middelen zijn 31 middelen voor gebruik in de landbouw toegelaten, of in het verleden als bestrijdingsmiddel (gewasbeschermingsmiddel) toegelaten geweest. Het vluchtige herbicide prosulfocarb is in alle paardenbloemenmonsters tot op een afstand van 8,2 km vanaf akkerbouwland aangetroffen. Eveneens tot op een afstand van 8,2 km van akkerbouwland werden de metabolieten/omzettingsproducten van de fungiciden folpet, propamocarb en prothioconazool aangetroffen.

Onder de 40 aangetroffen middelen bevonden zich 9 insecticiden (incl. metabolieten/omzettingsproducten), die als gewasbeschermingsmiddel in de landbouw geen toelating hebben, maar wel mogen worden gebruikt als diergeneesmiddel om vlooien, teken of luizen bij honden en katten te bestrijden.

In alle parken werden in de paardenbloemen 1 tot 6 verschillende anti vlooien- en tekenmiddelen (insecticiden) aangetroffen, die volgens de geraadpleegde literatuur met een grote waarschijnlijkheid zeer schadelijk zijn voor de voortplanting en ontwikkeling van insecten. In 8 van de 15 parken zijn de paardenbloemen besmet met fipronil in gehalten van 1,2 tot 7,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat de voortplanting van koolwitjes die als rups koolplanten met 1 microgram fipronil per kg kool (d.s.) hadden geconsumeerd, ernstig gestoord was. Andere voor insecten zeer giftige anti vlooien- en tekenmiddelen die in paardenbloemen werden aangetroffen zijn imidacloprid, etofenprox, permethrin, phoxim en dinotefuran.

In de controle uit een weiland waar geen honden of andere behandelde dieren kwamen, zijn geen diergeneesmiddelen aangetroffen (en ook geen andere insecticiden). Dit resultaat onderbouwt de bevinding dat openbare parken een bron zijn van anti vlooien- en tekenmiddelen, waarschijnlijk afkomstig van behandelde honden en mogelijk voor een deel van behandelde katten.

De effecten van in de parken aangetroffen cocktails van diergeneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen zijn door geen enkel toelatingscollege of onderzoeker ooit onderzocht. Dat betekent dat ook de risico's voor het milieu van residuen van diergeneesmiddelen, die gebruikt worden voor huisdieren, niet bekend zijn. De resultaten van dit onderzoek geven aan dat de onderzochte paardenbloemen in openbare parken cocktails van 4 tot van deze 20 middelen opnemen. Op grond van de in planten aangetroffen zeer sterk werkende insecticiden is het zeer aannemelijk dat de voortplanting van insecten die deze planten consumeren ernstig verstoord wordt.

Slechts weinig huisdierenbezitters staan erbij stil dat de diergeneesmiddelen voor hun huisdieren het stedelijke milieu zouden kunnen vergiftigen. Tot nu toe was er relatief weinig aandacht voor deze risico's. Ook was er tot nu toe het idee dat stedelijke gebieden in Nederland nog een toevluchtsoord zou kunnen zijn voor sommige wilde planten en dieren. De resultaten van dit onderzoek wijzen erop dat het frequent gebruik van chemische middelen tegen parasieten bij huisdieren grote risico's met zich mee brengt omdat zij via verlies van haren, urine en fecaliën de stedelijke natuur zwaar belasten. Aangezien het weinig waarschijnlijk is dat de aangetroffen stoffen zich alleen in paardenbloemen bevinden en niet in de rest van de vegetatie en bodem van openbare parken, is het aannemelijk dat de insectenfauna (entomofauna) in die parken zwaar te lijden heeft van deze vervuiling.

Summary

In this study, 15 public parks in the Netherlands were examined for the presence of pesticides, biocides, anti-parasitic products for pets and a number of metabolites/transformation products of these substances. For the purpose of comparison only dandelions were sampled in those parks. A control sample of dandelions was also taken at one location in a pasture of an organic farm. There were no treated animals on that farm (no pets or livestock). All samples were tested for the presence of 707 pesticides. This list of pesticides examined consisted of pesticides used in agriculture as well as substances marketed as veterinary medicines for the treatment of domestic animals against parasites. The latter substances are anti-parasitic substances and fall into the category of insecticides.

A total of 40 pesticides, veterinary medicines and metabolites/transformation products was found in the 16 dandelion samples. The number ranged from 4 to 18 different substances per sample, with an average of 9.7. The concentration varied from 13.7 to 183.1 micrograms per kilogram of dry matter ($\mu\text{g}/\text{kg d.m.}$) The average concentration was 64.2 $\mu\text{g}/\text{kg d.m.}$ The average insecticide concentration was 20.3 $\mu\text{g}/\text{kg d.m.}$

Of the 40 substances found, 31 substances are permitted for use in agriculture, or have been permitted in the past as pesticides (plant protection products). The volatile herbicide prosulfocarb has been found in all dandelion samples up to a distance of 8.2 km from arable land. The metabolites/transformation products of the fungicide folpet, propamocarb and prothioconazole were also found up to a distance of 8.2 km from arable land.

Of the 40 substances found, 9 were insecticides (including metabolites/transformation products) that are not authorized as plant protection products in agriculture, but are used as veterinary medicines to combat fleas, ticks or lice in dogs and cats.

In all 15 parks, 1 to 6 different anti-flea and tick products (insecticides) were found in the dandelions, which, according to the literature consulted, are likely to be harmful for the reproduction and development of insects. In 8 out of 15 parks, the dandelions are contaminated with fipronil (and its metabolites/conversion products) at levels of 1.2 to 7.9 $\mu\text{g}/\text{kg d.m.}$. Scientific research has shown that the reproduction of cabbage whites that as caterpillars had consumed cabbage plants with 1 microgram of fipronil per kg of cabbage (d.m.) was seriously impaired. Other anti-flea and tick products found in dandelions and highly toxic to insects were imidacloprid, etofenprox, permethrin, phoxim and dinotefuran.

In the control from a pasture not used by dogs or other treated animals, no veterinary medicines were found (nor any other insecticides); this result supports the finding that public parks are a source of anti-flea and tick products, probably from treated dogs and possibly treated cats.

The effects of the cocktails of veterinary medicines and pesticides found in the parks have never been studied by any admissions board or research institution. This means that the risks to the environment of residues of veterinary medicines, which are used for pets, are not known. The results of this study indicate that the dandelion plants studied in public parks absorb cocktails of 4 to 20 veterinary medicines and pesticides. On the basis of the concentrations of highly toxic insecticides found in dandelion plants, it is very likely that the reproduction of insects that consume these plants is seriously disturbed.

Few consider that the anti-parasitics for their pets could poison the urban environment. Until now, relatively little attention has been paid to the risks of using anti-parasitic products in pets such as dogs and cats and to the emission of these products to the environment. There was also the idea until now that urban areas in the Netherlands could still be a haven for some wild plants and animals. The results of this study indicate that the frequent use of chemical agents against parasites in pets entails great risks because they place a burden on the urban environment through loss of hair, urine and faeces. Since it is unlikely that the substances found are only in dandelions and not in the rest of the soil and vegetation in public parks, it is likely that the entomofauna in those parks suffers seriously from this pollution.



Afkortingen en begrippen

Afkorting of term	Betekenis
ADI	Aanvaardbare Dagelijkse Inname
Acaricide (A)	Bestrijdingsmiddel tegen mijten
AMPA	Aminomethylphosphonic acid (metaboliet van glyfosaat)
ARfD	Acute Reference Dosis
Bestrijdingsmiddel	Gewasbeschermingsmiddel, biocide, anti-parasitair geneesmiddel of een metaboliet/omzettingsproduct van één van deze stoffen
CBG	College ter Beoordeling van Geneesmiddelen
Ctgb	College toelating gewasbeschermingsmiddelen en biociden
CVMP	Committee for Veterinary Medicinal Products
d.s.	Droge stof
DEET	N,N-Diethyl-meta-toluamide
d.m.	Dry matter (droge stof)
DT50	De tijd waarna 50% van de moederstof niet meer aantoonbaar is
EFSA	European Food Safety Authority
EMA	European Medicines Agency
EPA	Environmental Protection Agency (Amerikaanse tegenhanger van RIVM)
EU	Europese Unie
Fungicide (F)	Schimmelbestrijdingsmiddel
GC	Gaschromatografie
ha	Hectare
Herbicide (H)	Onkruidbestrijdingsmiddel
INCHEM	Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information
Insecticide (I)	Insectenbestrijdingsmiddel
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (database)
JG-MKN	JaarGemiddelde van de MilieuKwaliteitsnorm voor oppervlaktewater
LC	Liquidchromatografie
LD50	Lethal dosis; de hoeveelheid van een stof waarbij 50% van de testpopulatie sterft
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
LOQ	Limit of Quantification (onderste grens van wat kwantificeerbaar is)
LR ₅₀	Lethal Rate; de hoeveelheid van een stof per hectare waarbij de helft van de testpopulatie sterft binnen 48 of 72 uur
M	Metaboliet
Metaboliet	Omzettingsproduct van een pesticide of van een andere chemische stof
mg	Milligram
Microgram (µg)	Het miljoenste deel van een gram
MRL	Maximale Residu Limiet (voor menselijke voeding)
MS	Massaspectrometrie
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
Natura 2000	Europees netwerk van beschermde natuurgebieden aangewezen onder de Vogelrichtlijn en onder de Habitatrichtlijn
NL	Nederland
PAN	Pesticide Action Network
PPDB	Pesticide Property Database
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallaties
S.D.	Standaard deviatie
Toxicologisch eindpunt	Parameter die de toxiciteit van een stof uitdrukt voor een bepaald organisme
µg	Microgram

1. Inleiding

De achteruitgang van onze biodiversiteit is een veelkoppig monster, waarvoor zeer vele oorzaken bestaan (Buijs et al., 2023). Verschillende onderzoekers hebben aangetoond dat het agrarisch gebied en natuurgebieden met resten van bestrijdingsmiddelen, voornamelijk afkomstig uit de landbouw, zijn besmet (Silva et al., 2019; Brühl et al. 2021; Pelosi et al., 2021; Buijs et al., 2022; Buijs et al., 2023). Hoe de vervuiling met bestrijdingsmiddelen in stedelijke gebieden is, is tot nu toe niet vaak onderwerp van studie geweest.

Bestrijdingsmiddelen en biociden worden in de agrarische sector massaal toegepast. Volgens gegevens van het CBS werd in 2020 in Nederland 98,5% van de oppervlakte akker- en -tuintbouw met bestrijdingsmiddelen behandeld¹. Per jaar werd in 2020 op dat areaal bijna 5 miljoen kilogram bestrijdingsmiddelen gebruikt. Geen wonder dus dat die middelen overal (in de vegetatie, bodem, water en lucht) gevonden kunnen worden, zoals bleek in Buijs & Mantingh (2022).

Ook in diverse onderzochte vogels en hun eieren, zoals de boerenzwaluw, koolmees en grutto zijn in Nederland cocktails van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw en biociden (waaronder anti-parasitaire middelen) aangetroffen (Guldmond et al., 2018^{a,b}, Movalli et al. 2023). Als mogelijke bron noemen de auteurs contaminatie via voedsel met o.a. middelen uit de landbouw, insectenbestrijding in de stal, gecontamineerde water- en bodeminsecten en door fysiek contact d.m.v. houtconserveringsmiddelen. DDT en DEET werden bij de onderzochte boerenzwaluweieren en de boerenzwaluwen het vaakst aangetroffen, maar ook vele middelen die later op de markt zijn gekomen.

Er was tot nu toe de gedachte dat stedelijke gebieden in Nederland nog een toevluchtsoord zou kunnen zijn voor sommige wilde planten, insecten en andere dieren, omdat die gebieden sinds enige jaren volgens de wet niet meer behandeld mogen worden met bestrijdingsmiddelen.

Wel was het al een aantal jaren bekend dat in effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) hoge concentraties van sommige diergeneesmiddelen werden aangetroffen onder andere door Perkins et al. (2020). Diepens et al. (2023) vond die middelen ook in haren- en urinemonsters van honden en tevens in het water waarin behandelde honden hadden gezwommen. Recent werd door het Waterschap Friesland bekend gemaakt dat ook in het effluent van hun RWZI's hoge concentraties van diergeneesmiddelen, zoals fipronil en imidacloprid, werden aangetroffen (Wetterskip Fryslan, 2023).

In het haaronderzoek van PAN Nederland (Mantingh, 2021) werden bij personen die met chemische anti teken- en vlooiemiddelen behandelde huisdieren in aanraking kwamen, resten van o.a. fipronil en permethrin aangetroffen. In hetzelfde onderzoek bleek dat alle 13 bezitters van een hond of kat hun huisdier tegen vlooiën, teken, wormen e.d. behandelen. Drie van de 13 eigenaren zeiden hun dier met niet-chemische middelen te behandelen. In de landbouw zijn de meeste van de insecticiden die als diergeneesmiddel worden gebruikt (zoals fipronil en imidacloprid) inmiddels verboden, vanwege onaanvaardbare milieurisico's. Chemische middelen tegen parasieten bij huisdieren kunnen onder andere via haren, huidschilfers, braaksel, urine en fecaliën in het milieu terecht komen.

M.b.t. de vegetatie van Nederlandse parken was er dus de mogelijkheid dat we daarin diergeneesmiddelen zouden gaan vinden afkomstig van huisdieren en met grote waarschijnlijkheid (op basis van ons eerder onderzoek) voor een deel ook bestrijdingsmiddelen uit de landbouw. Aangezien de meerderheid van de huisdierenbezitters de diergeneesmiddelen toepast en omdat er in Nederland veel huisdieren worden gehouden, moet er dus sprake zijn van een substantiële emissie van diergeneesmiddelen naar het stedelijke milieu. Volgens schattingen werden in 2022 in Nederland ongeveer 1,5 miljoen honden en 2,6 miljoen katten gehouden. Slechts weinigen staan erbij stil dat diergeneesmiddelen voor huisdieren (tegen o.a. teken, vlooiën en luizen) en bestrijdingsmiddelen uit de landbouw het stedelijke milieu zouden kunnen belasten. Er zijn talloze zogenaamde diergeneesmiddelen voor honden en katten in de winkels te koop, of online te bestellen. Onder de diergeneesmiddelen vallen ook de middelen tegen vlooiën, teken en luizen, waarvan vele insecticiden (en acariciden) zijn.

¹ <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/85130ned>

Plantensoorten kunnen in verschillende mate chemicaliën uit de bodem, water en lucht opnemen (Raab et al. 2007, Lunney et al. 2004). Door telkens dezelfde soort te bemonsteren worden gegevens van de verschillende vindplaatsen beter onderling vergelijkbaar.

In dit rapport zal ook worden ingegaan op de mogelijke effecten van de gevonden stoffen op de insectenfauna. In Figuur 1 staat een afbeelding van een misvormde Grote Beer vlinder die niet uit de pop kon komen na het consumeren van met diergeneesmiddelen besmette paardenbloembladeren.



Figuur 1. Misvormde vlinder van de Grote Beer vlinder die niet uit de pop kan komen (foto Marlonneke Willemsen)

De vraagstelling

De vraagstelling in dit onderzoek was tweeledig:

- In welke mate zijn openbare parken besmet met bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen?
- Vormen de aangetroffen bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen een risico voor de entomofauna?

2. Methode

2.1. Monstername

Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de vervuiling van openbare parken in Nederland met bestrijdingsmiddelen, diergeneesmiddelen en hun metabolieten en omzettingsproducten is gekozen om in 15 geselecteerde parken dezelfde planten te bemonsteren. Daartoe hebben we de paardenbloem uitgekozen, omdat deze plant vrijwel overal in Nederland groeit, niet beschermd is en in voldoende hoeveelheden te vinden is voor het nemen van monsters ten behoeve van chemische analyses.

De geselecteerde 15 openbare parken werden uitgekozen in grotere steden en enkele in kleinere plaatsen. Alle bemonsterde locaties in Nederland zijn aangegeven in Figuur 2 op een kaart van Google Earth pro (versie 7.3.6.9345, 64-bit, 2022). Enkele bemonsteringslocaties in Haarlem vallen op de kaart samen en zijn daarom op de kaart niet afzonderlijk herkenbaar. Alleen het Duinvliet gebied in Haarlem is deel van een Natura2000 gebied. Er werden 2 afzonderlijke monsters genomen, namelijk op 3 en 29 mei 2022. Ze werden ook afzonderlijk geanalyseerd.



Figuur 2. Monsternamelocaties van paardenbloemen in parken in 2021 (1x) en 2022 (15x).

Bron kaart: Google Earth

De monsters werden genomen door 10 vrijwilligers (zie figuur 3), waaronder de twee auteurs van dit rapport. In ieder park werden minimaal 100 bovengrondse delen (d.w.z. bladeren, bloeistelen en bloemen) van paardenbloemen afgesneden en in een geplastificeerde papieren monsterzak gedaan. De

monsters werden met een mesje geogst, waarbij zorgvuldig werd vermeden dat er grond meekwam. Behalve het monster van het Groene Hart park in de gemeente Zuidplas op 25/10/2021, vond de monstername plaats van 8/4/2022 tot 29/5/2022.



Figuur 3. Bemonstering van paardenbloemen in Natura 2000 gebied Duinvliet in Haarlem



Figuur 4. Paardenbloemen onder lindenboom langs Malieveld (Den Haag) op 9 mei 2022



Figuur 5. Bemonsteringslocatie landschapspark Moerenburg bij Tilburg op 8 mei 2022

Eén locatie op een biologisch bedrijf (Remeker in Lunteren), waar al decennia geen bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen werden gebruikt is uitgekozen als controle. Het monster is in een weiland genomen waar geen honden komen, maar alleen onbehandelde koeien. Voorbeelden van monsterlocaties staan afgebeeld in Figuur 3, 4 en 5.

Uiteindelijk werden alle monsters naar één adres gestuurd waar de coderingen werden gecontroleerd, de gewichten opgenomen en beoordeeld of de bladeren ook waren aangevreten door insecten of andere organismen. Vervolgens werden de monsters ingevroren bij -18 graden Celsius. De monsters werden tegelijk door het laboratorium opgehaald en verwerkt.

2.2. Chemische analyse

De chemische analyse werd uitgevoerd door Eurofins Lab Zeeuws-Vlaanderen B.V. Door middel van een pakketanalyse (gaschromatografie en vloeistofchromatografie) werden 707 verschillende pesticiden (inclusief een klein aantal metabolieten en omzettingsproducten) geanalyseerd (zie bijlage 2). De meeste van deze 707 middelen worden (of werden) in de landbouw gebruikt. Ook zijn onder deze 707 een aantal stoffen die als diergeneesmiddel worden toegepast. Sommige van deze stoffen worden uitsluitend bij huisdieren toegepast en anderen zowel bij huisdieren als bij landbouwhuisdieren. Niet alle anti-parasitaire middelen voor gebruik bij huisdieren staan op de meetlijst van Eurofins. Als voorbeeld staan de veel gebruikte middelen fluralaner en flumethrine er niet op. Dit geldt ook voor een aantal andere verkochte middelen.

De gaschromatograaf was van het merk Agilent en voor de vloeistofchromatografie werd gebruik gemaakt van een combinatie van twee apparaten, n.l. de LC-chromatograaf van Agilent en de MSMS van Sciex. Na binnenkomst op het laboratorium worden de monsters gevriesdroogd en gehomogeniseerd. Hierna wordt een monster genomen van 5 gram van het verkregen poeder. Dat wordt geëxtraheerd met drie oplosmiddelen (aceton, petroleumether en dichloormethaan) via de optimized mini-Luke methode. De analysemethode staat uitvoering beschreven in Buijs, Mantingh en Ragas (2022).

In specifieke monsters kon door verschillende oorzaken een aantal van de middelen uit het Eurofins pakket, door de aanwezigheid van maskerende stoffen, niet geanalyseerd worden. Van die middelen vielen de pieken samen met die van maskerende stoffen. De stoffen die niet geanalyseerd kunnen worden, werden door Eurofins apart vermeld in de rapportage. De laagst meetbare concentratie van de middelen (ook wel de Limit of Quantification, LOQ genoemd) is voor de meeste stoffen standaard 10 microgram per kg versgewicht. In ons onderzoek is de LOQ van de meeste stoffen verlaagd tot 0,3 tot 0,42 microgram per kg. De verlaging van de LOQ in dit onderzoek was noodzakelijk omdat niet de MRL-normen van groente en fruit centraal stonden (zoals in gebruikelijk onderzoek), maar de vraag of eventueel aanwezige bestrijdingsmiddelen invloed zouden kunnen hebben op de ecologie van de bemonsterde parken. Die invloed kan bij veel lagere concentraties optreden dan op het niveau van de MRL-normen. Daarom is het dus ook noodzakelijk om nauwkeuriger te meten dan gebruikelijk is in residu onderzoek.

In dit rapport zijn de aangetroffen stoffen gescheiden in werkzame stoffen die tegen teken, vlooiën en luizen bij honden en katten worden toegepast (geregistreerd als diergeneesmiddel) en in stoffen die in de landbouw als bestrijdingsmiddel (gewasbeschermingsmiddel) zijn of in het verleden waren toegelaten.

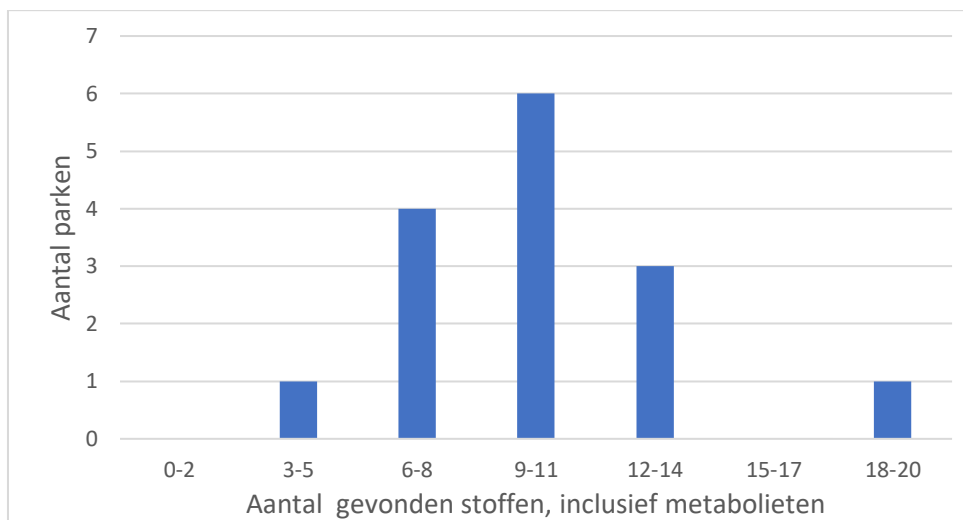
2.3. Statistische analyse

Getoetst werd of er een correlatie bestond tussen gesommeerde totale concentratie bestrijdingsmiddelen uit de akkerbouw/tuinbouw en de afstand tot akkerbouw/tuinbouw percelen. Hiertoe werd de Kendall Tau toets (SPSS 28.0.1.0. ,142) gebruikt.

3. Resultaten

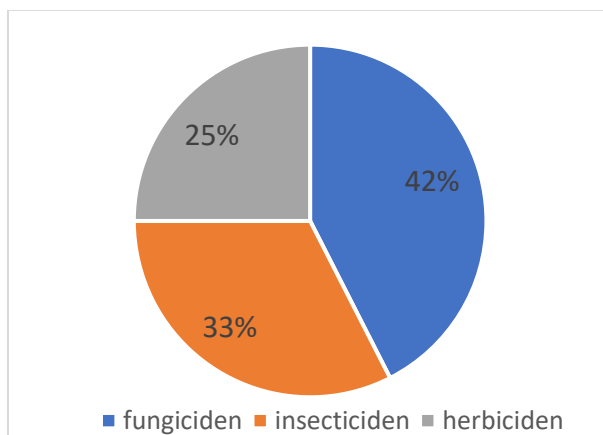
3.1. Aantal en type van de aangetroffen bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen

In de 16 paardenbloemmonsters werden in het totaal 40 bestrijdingsmiddelen, diergeneesmiddelen en metabolieten/omzettingsproducten aangetroffen. Het aantal varieerde van 4 tot 18 verschillende middelen per monster, met een gemiddelde van 9,7 middelen. In bijlage 1 worden alle aangetroffen middelen en de originele meetwaarden vermeld. In Figuur 6 zijn de aantallen middelen die in de 15 parken en in de controle zijn aangetroffen verdeeld in klassen. In het figuur is te zien, dat bij 6 van de 16 monsters (27%) 9 tot 11 verschillende middelen zijn aangetroffen.



Figuur 6. Verdeling van het aantal parken en het aantal aangetroffen middelen

Van de 40 aangetroffen bestrijdingsmiddelen waren 17 fungiciden (42%, inclusief 4 metabolieten/omzettingsproducten), 10 middelen (25%) herbiciden en 13 middelen insecticiden (33%, inclusief 2 metabolieten/omzettingsproducten). Deze verdeling wordt getoond in Figuur 7. Van de 13 aangetroffen insecticiden worden 9 als diergeneesmiddel tegen teken en vlooien bij honden en/of katten toegepast. Alle paardenbloemenmonsters uit de openbare parken bevatten 1 tot 6 verschillende diergeneesmiddelen (insecticiden), die door het College ter Beoordeling van Geneesmiddelen (CBG) als diergeneesmiddel voor de behandeling van honden en/of katten tegen vlooien, teken en luizen zijn toegelaten. Zie ook tabel 3 en 4.



Figuur 7. Percentages van de drie groepen aangetroffen bestrijdingsmiddelen

3.2. De totale concentraties van alle aangetroffen middelen

De totale concentraties van alle middelen in de 16 onderzochte monsters varieerde van 13,7 tot 183,1 microgram per kilogram droge stof ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.) per monster. De totale concentratie bedroeg gemiddeld 64,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s. per monster. De gemiddelde concentratie insecticiden bedroeg 20,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s. Daarmee zijn van in de paardenbloemen aangetroffen hoeveelheid bestrijdingsmiddelen 31,6% insecticiden. In Tabel 1 worden de bemonsteringslocaties met datum van monstername, het aantal aangetroffen middelen, hun totale concentratie, het aantal insecticiden/diergeneesmiddelen en het totale gehalte insecticiden per monster vermeld.

Tabel 1. Overzicht van de 16 locaties van de genomen paardenbloemmonsters met het aantal aangetroffen middelen, hun totale concentratie, het aantal insecticiden en hun totale concentratie in microgram per kilogram droge stof

	Locatie Park, datum monstername (op chronologische volgorde)	Aantal aangetroffen middelen	Totaal gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.)	Aantal insecticiden/diergeneesmiddel	Totaal gehalte insecticiden/diergeneesmiddel ($\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.)
1	Groene Hart park Nieuwerkerk a/d IJssel, 25/10/21	18	183,1	7	44,4
2	Eenigenburg parkje Schagen, 8/4/22	10	37,7	2	8,1
3	Leendert Meeszstraat Haarlem, 3/5/22	14	120,7	2	34,8
4	Willem Drees Plantsoen, Haarlem 3/5/22	7	40,5	3	26,9
5	Duinvlief, Haarlem N2000, maaiweide. 3/5/22	4	13,7	1	3,1
6	Marken, Noordelijke ringdijk, 5/5/22	11	41,5	2	18,6
7	Vondelpark, Amsterdam 7/5/22	9	24,9	1	3,8
8	Noorderplantsoen, Groningen, 7/5/22	9	46,3	3	27,0
9	Bloemenbuurt, Arnhem-Zuid, 8/5/22	7	14,4	1	1,9
10	Landschapspark Moerenburg, Tilburg, 8/5/22	10	70,5	4	56,2
11	Haagse Bos en Malieveld, Den Haag 9/5/22	9	27,3	2	7,1
12	Kralingse Bos, Rotterdam, 11/5/22	12	82,0	6	59,9
13	Potgietersingel, Zwolle, 12/5/22	8	29,2	1	3,4
14 ¹	Remeker boerderij, Lunteren 17/5/22	6	15,4	0	0,0
15	Asserbos, Assen, 18/5/22	12	50,6	2	10,1
16	Duinvlief, Haarlem, N2000, bospaden 29/5/22	10	51,0	2	19,8
	Totaal verschillende a.s.	40			
	Totaal verschillende insecticiden²	12			
	Totaal verschillende diergeneesmiddelen	9			
	Gemiddeld (S.D.)	9,7 (3,3)	64,2 (49,3)	2,9 (2,9)	20,3 (19,6)

¹ Dit landbouwbedrijf werd gekozen als controle locatie; ² Inclusief diergeneesmiddelen

In het controle-monster van het biologische veebedrijf werden geen insecticiden aangetroffen, dus ook geen diergeneesmiddelen tegen vlooiën, teken en luizen of andere insecticiden. Op dat bedrijf worden geen bestrijdingsmiddelen, biociden of chemische diergeneesmiddelen toegepast. Ook wordt daar geen gangbare mest of stro aangekocht die in de regel ook bestrijdingsmiddelen bevatten.



Figuur 8. Monsterlocatie Noorderplantsoen Groningen op 7 mei 2022

3.3. Aantallen en concentraties van diergeneesmiddelen

In Tabel 2 worden voor alle bemonsterde parken het aantal aangetroffen diergeneesmiddelen (tegen vlooiën, teken en luizen) weergegeven, alsmede hun naam en hun individuele en gezamenlijke concentratie. Hoewel fipronil-sulfide en fipronil-sulfon metabolieten/omzettingsproducten van fipronil zijn, worden ze als individuele stoffen genoemd. Permethrin-cis, permethrin-trans worden vaak gezamenlijk in een product gebruikt, maar zijn in de tabel ook als individuele middelen meegeteld. Zie ook bijlage 1.

Tabel 2. Aantal en type aangetroffen diergeneesmiddelen tegen teken en vlooien voor gezelschapsdieren (o.a. honden en katten) en de stof met de gemeten concentratie per locatie en monster

	Park	Aantal verschillende diergeneesmiddelen	Aangetroffen diergeneesmiddel	Aangetroffen gehalte per diergeneesmiddel (µg/kg d.s.)	Totaal gehalte diergeneesmiddelen per monster (µg/kg d.s.)
1	Groene Hart park, Nieuwerkerk a/d IJssel 15/10/21	6	Fipronil Fipronil-Sulfon Imidacloprid Permethrin-Cis Permethrin-Trans Phoxim	2,7 1,6 13,7 3,0 4,7 18,1	43,8
2	Eenigenburg park, Schagen 8/4/22	1	Fipronil	6,8	6,8
3	Leendert Meeszstraat Haarlem 3/5/22,	2	Dinotefuran, Etofenprox	27,7 7,1	34,8
4	Willem Drees Plantsoen, Haarlem 3/5/22	3	Etofenprox Permethrin-Cis Permethrin-Trans	12,9 6,6 7,4	26,9
5	Duinvlief, Haarlem N2000, maaibeide 3/5/22	1	Etofenprox	3,1	3,1
6	Noordelijke ringdijk Marken 5/5/22	2	Permethrin-Cis Permethrin-Trans	9,2 9,4	18,6
7	Vondelpark Amsterdam 7/5/22	1	Fipronil	3,8	3,8
8	Noorderplantsoen, Groningen 7/5/22	1	Etofenprox	15,7	15,7
9	Bloemenbuurt, Arnhem-Zuid 8/5/22	1	Fipronil	1,9	1,9
10	Landschapspark Moerenburg, Tilburg 8/5/22	4	Etofenprox Fipronil Permethrin-Cis Permethrin-Trans	13,3 1,2 14,6 27,2	56,3
11	Haagse Bos en Malieveld, Den Haag 9/5/22	1	Fipronil	4,4	4,4
12	Kralingse Bos, Rotterdam 11/5/22	6	Fipronil Fipronil-Sulfide Fipronil-Sulfon Imidacloprid Permethrin-Cis Permethrin-Trans	7,9 0,7 2,6 17,2 16,1 15,4	59,9
13	Potgietersingel, Zwolle, 12/5/22	1	Fipronil	3,4	3,4
14	Remeker boerderij, Lunteren 17/5/22	0	n.v.t.	0	0
15	Asserbos, Assen 18/5/22	2	Permethrin-Cis Permethrin-Trans	4,3 5,7	10,0
16	Duinvlief Haarlem, N2000, bospaden 29/5/22	2	Permethrin-Cis Permethrin-Trans	9,8 10,0	19,8

Alle bemonsterde openbare parken zijn met diergeneesmiddelen verontreinigd. De parken met de meeste verschillende diergeneesmiddelen tegen vlooien, teken en luizen waren het Groene Hart park in Nieuwerkerk a/d IJssel (6 middelen) en in het Kralingse Bos in Rotterdam (6 middelen). In het park in Rotterdam werd de hoogste totale concentratie diergeneesmiddelen aangetroffen (59,9 µg/kg d.s.), gevolgd door Tilburg (56,3 µg/kg d.s.).

In het controle monster uit het weiland van de Remeker boerderij in Lunteren, waar geen behandelde honden worden uitgelaten en alleen onbehandeld vee graast zijn geen stoffen tegen vlooien, teken en luizen of insecticiden uit de landbouw aangetroffen.

Van de anti vloo- en tekenmiddelen waren fipronil, permethrin-cis en permethrin-trans het vaakst, namelijk in 8 van de 16 paardenbloemmonsters (50%) aanwezig, gevolgd door etofenprox in 5 van de 16 monsters (31%). Zie Tabel 3 voor een samenvatting van het percentage monsters waar de verschillende diergeneesmiddelen werden aangetroffen.

Tabel 3. Overzicht van het aantal monsters waar de werkzame stof van een diergeneesmiddel (tegen vlooien, teken en luizen) werd aangetroffen

Aangetroffen diergeneesmiddel (tegen vlooien, tekenen en luizen)	Aantal monsters met de aangetroffen stof (%)
Dinotefuran	1 (6%)
Etofenprox	5 (31%)
Fipronil	8 (50%)
Fipronil-Sulfide	1 (6%)
Fipronil-Sulfon	2 (13%)
Imidacloprid	2 (13%)
Permethrin-Cis/- Trans*	8 (50%)
Phoxim	1 (6%)
In de 15 onderzochte openbare parken zijn 1 tot 9 verschillende anti-vlooien, teken- en luizenmiddelen aangetroffen; Gemiddeld 3 stoffen per park	
<i>In de controle zijn geen diergeneesmiddelen aangetroffen</i>	

3.4. Aangetroffen bestrijdingsmiddelen afkomstig uit de landbouw

Aantallen en concentraties

In de 16 paardenbloemmonsters zijn, behalve de 9 verschillende diergeneesmiddelen tegen vlooien, teken en luizen, 31 middelen aangetroffen die in de landbouw gebruikt worden of in het verleden gebruikt werden (alsmede hun metaboliëten en omzettingsproducten). Gemiddeld waren per locatie 8,4 bestrijdingsmiddelen uit de landbouw aanwezig. Van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw waren er 3 insecticiden, 17 fungiciden (incl. metaboliëten/omzettingsproducten) en 9 herbiciden. Verder zijn de repellent antrachinon (deze stof werd vroeger gebruikt als zaadbehandeling om vogels af te weren, maar wordt ook in de papier- en textielindustrie gebruikt) en de groeiregulator 6-benzyladenine aangetroffen.

De gemiddelde concentraties fungiciden (26,54 microgram per kg droge stof) en herbiciden (6,47 microgram per kg droge stof) in de parken verschilden niet erg van eerdere metingen in natuurgebieden, zoals in Gelderland of Drenthe. In onderzochte Gelderse natuurgebieden vonden Buijs et al. (2023) gemiddeld 41,68 microgram fungiciden per kg droge stof in kruiden/gras vegetatie en 4,27 microgram herbiciden per kg droge stof. De hogere concentraties fungiciden in de Gelderse natuurgebieden was grotendeels te danken aan de hoge concentraties difenyl. De hoogste concentratie fungiciden hadden de paardenbloemen uit het Groene Hart park in Nieuwerkerk a/d IJssel (gemeente Zuidplas), waarin 99,0

µg/kg d.s. imazalil aanwezig was. Een verklaring voor de aanwezigheid van dit fungicide ontbreekt. Azoxystrobin (48,7 µg/kg d.s.) was in een hoge concentratie aanwezig in de paardenbloemen uit het park bij de Leendert Meeszstraat in Haarlem. Die locatie lag dicht bij een perceel met sierteelten, dat dus mogelijk de bron was van dit middel. Ook is in de paardenbloemen uit het park in de gemeente Zuidplas het hoogste herbicide gehalte aangetroffen (triallaat 13,2 µg/kg d.s.). De gehalten van de andere in de 16 parken aangetroffen herbiciden varieerden van 0,6 tot 6,3 µg/kg d.s.

Door verstorende chemicaliën is het niet altijd mogelijk de concentratie van een bestrijdingsmiddel te bepalen, maar wel of het middel aanwezig is. In het merendeel van de onderzochte parken zijn een of twee middelen (tot 4 middelen in het park in Schagen, zie Bijlage 1) aangetroffen die door het laboratorium niet te kwantificeren waren. Daardoor zijn in de realiteit zijn de totale concentraties van de onderzochte monsters hoger, met uitzondering van monster 1 en 5 (bijlage 1).

3.5. Verspreiding van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw naar parken

Onderzoekers hebben aangetoond dat vele bestrijdingsmiddelen niet op de akkers blijven, maar zich kilometers ver verspreiden (RIVM, 2020; Kruse-Plass, 2020; Buijs & Mantingh, 2022). Voorbeelden zijn vluchtige stoffen zoals chloorprofam, prosulfocarb of pendimethalin. Verder zijn er stoffen die zich aan bodemdeeltjes hechten en door verstuivingen via de lucht natuurgebieden, steden en huizen binnendringen (Buijs & Mantingh, 2022; Kruse-Plass, 2020; RIVM, 2019). Zoals dit onderzoek aantoont, zijn dus ook parken niet gevrijwaard van vervuiling met bestrijdingsmiddelen uit de landbouw.

In Tabel 4 is aangegeven welke bestrijdingsmiddelen en metabolieten/omzettingsproducten uit de landbouw het vaakst in de paardenbloemenmonsters aangetroffen werden. Het herbicide prosulfocarb is in alle monsters aangetroffen, fthalamide, metaboliet/omzettingsproduct van het fungicide folpet, in 87% en de metaboliet van het fungicide propamocarb eveneens in 87% van de monsters. Deze top-6 van aangetroffen middelen in Tabel 4, inclusief de moederstof van de metabolieten, zijn actueel allemaal voor gebruik in de landbouw toegelaten. Deze middelen zijn in parken tot op een afstand van 8200 meter van de dichtstbijzijnde akker aangetroffen. De afstand van de bemonsterde parken tot de dichtstbijzijnde akker is bepaald aan de hand van Google Earth en varieerde van 10 meter tot 8,2 km.

Tabel 4. Top-6 van de vaak aangetroffen bestrijdingsmiddelen (toegepast in de landbouw) en metabolieten/omzettingsproducten

Aangetroffen stof	Percentage van monsters	Spreiding gehalte µg/kg d.s.	Afstand park tot de dichtstbijzijnde gelegen akker (m)
Prosulfocarb	100%	1,4 – 6,3	8200
Fthalamide (metaboliet/omzettingsproduct folpet)	87%	5,7 – 12,6	8200
Propamocarb hydrochloride (metaboliet/omzettingsproduct van propamocarb)	81%	Aanwezig, maar niet kwantificeerbaar*	8200
Pendimethalin	69%	1,5 – 3,3	7600
Flutolanil	69%	1,5 – 8,0	7600
Prothioconazool-desthio (metaboliet/omzettingsproduct prothioconazool)	56%	3,3 – 24,5	8200

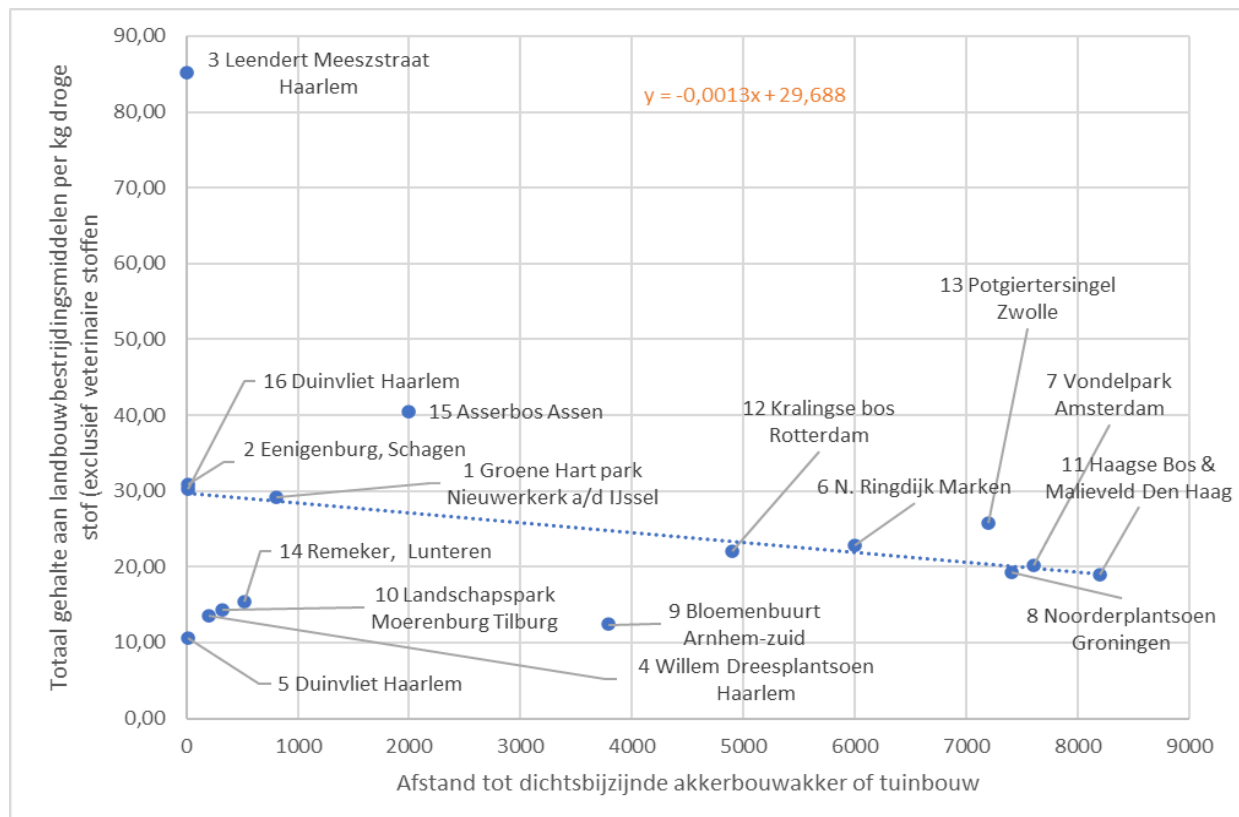
* Door bijv. storende chemicaliën in het monster is het niet altijd mogelijk de concentratie van een bestrijdingsmiddel te bepalen

3.6. Relatie tussen de concentratie van middelen uit de landbouw en de afstand tot een akker

In dit onderzoek is gekeken of er een relatie is tussen de concentratie van de aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw en de afstand van de bemonsterde parken tot de dichtstbijzijnde akker.

In Figuur 9 zijn de gevonden concentraties bestrijdingsmiddelen, exclusief diergeneesmiddelen, in relatie gebracht met de afstand tot de dichtstbijzijnde akker. Het park Nieuwerkerk a/d IJssel is in de figuur niet meegenomen, omdat de monsternamen in oktober 2021 plaatsvond, terwijl alle andere 15 monsters in mei 2022 werden genomen. Opvallend is de relatief hoge concentratie (85,2 µg/kg d.s.) van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw langs de Leendert Meeszstraat in Haarlem, waarin 48,7 µg/kg (56%) azoxystrobin aanwezig was. In totaal zijn in deze groenstrook 12 verschillende bestrijdingsmiddelen uit de landbouw aangetroffen. De afstand van deze groenstrook tot de akker van een groot landbouwgebied was slechts 10 meter. Op de tweede plaats is het park in Assen het meest verontreinigd met 9 verschillende bestrijdingsmiddelen uit de landbouw en met een totale concentratie van 40,5 µg/kg d.s. De afstand van dit park tot de dichtstbijzijnde akker bedroeg 2 kilometer.

Uit de analyses blijkt dat er in alle bemonsterde parken een achtergrondverontreiniging met een aantal bestrijdingsmiddelen is, voornamelijk bestaande uit prosulfocarb, fthalimide, prothioconazool en propamocarb. In deze serie metingen is een relatie tussen de totale concentratie bestrijdingsmiddelen en de afstand van de locatie van monsternamen tot de dichtstbijzijnde akker niet duidelijk herkenbaar. Beide parameters zijn niet significant gecorreleerd volgens de Kendall Tau toets (bij $p=0,05$), ook al is er wel sprake van een licht afnemende trend van de totale concentratie bestrijdingsmiddelen bij grotere afstanden tot akkerbouw en tuinbouw.



Figuur 9. De totale concentratie bestrijdingsmiddelen met een toelating in de landbouw in afhankelijkheid van de afstand tot akkerbouwakker of tuinbouwakker

*De nummers en namen van de gebieden staan tevens in bijlage 1 tezamen met alle originele meetwaarden



Figuur 10. Bloeiende paardenbloemen in de gemeente Schagen op 8 april 2022

4. Toxische eigenschappen van alle aangetroffen stoffen

4.1. Status en toxiciteit van de bestrijdingsmiddelen uit de landbouw

In tabel 5 is een overzicht van de in parken aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw opgenomen met de werking, status van toelating, de hoogst gemeten concentratie en de letale dosis bij inname (Lethal Dosis voor 50% van de populatie, LD50) voor honingbijen. Ook zijn de lethal rate (LR₅₀) bij blootstelling aan terrestrische niet doel insecten in gram per hectare en de milieukwaliteitsnorm bij chronische blootstelling van aquatische organismen in oppervlaktewater in de tabel opgenomen.

Van de 31 aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw zijn er 9 als gewasbeschermingsmiddel of als biocide in Nederland verboden. Het betreft drie middelen met insecticide werking: cyenopyrafen, p,p´DDE en difenylamine; de fungiciden carbendazim, chloorthalonil, fenylfenol-2; de herbiciden chloorprofam, triallaat; en de repellent antrachinon.

Tabel 5. In Parken aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw, hun status van toelating, hoe vaak de middelen aangetroffen zijn en een aantal toxiciteitsparameters (eindpunten) voor enkele niet-doel insecten

In parken aangetroffen bestrijdingsmiddel	Werking	Toegelaten als gewasbeschermingsmiddel in NL	Stof aangetroffen in % van monsters	LD50 oral µg/honigbij*	LR ₅₀ gr/ha voor nuttige niet-doel insecten*	JG-MKN/MTR oppervlaktewater µg/liter**
6-benzyladenine	Groeieregulator	+	44%	>58,73	36,2	0,7
Antrachinon	Repellent	-	6%	?	?	0,075
Azoxystrobin	Fungicide	+	12%	>25	1000	0,2
Boscalid	Fungicide	+	6%	>166	>3600	0,55
Carbendazim	Fungicide	-	6%	>100	> 30	0,2
Chloorprofam	Herbicide	-	25%	505	100	4
Chloorthalonil	Fungicide	-	6%	>63	?	0,06
Cyenoxyrafen	Insecticide	-	6%	>100	?	?
Difenoconazool	Fungicide	+	6%	>177	112	076
Difenylamine	Insecticide, Fungicide, Groeieregulator	-	6%	?	?	1,2
Diflufenican	Herbicide	+	6%	>107	>250	9
Fenylfenol-2	Fungicide	-	31%		?	0,36
Fludioxonil	Fungicide	+	6%	>100	14	0,98
Fluopyram	Fungicide	+	6%	>102	>2000	n.v.t.
Flutolanil	Fungicide	+	69%	>208	>2500	22
Fthalimide (metaboliet v Folpet)	Metaboliet fungicide	+	87%	?	?	16,5
Imazalil	Fungicide	+	6%	>67,7	?	0,86
Lenacil	Herbicide	+	6%	>206	?	95
MCPA	Herbicide	+	6%	>200	>97	1,4
Metolachloor-S	Herbicide	+	19%	>85	>1,6	0,4?
P,p'-DDE	Insecticide	-	6%	?	?	0,0004
Pendimethalin	Herbicide	+	69%	>101	1200	0,018
Pentachlooraniline	Metaboliet	-	6%	?	?	0,1
Phenmedipham	Herbicide	+	6%	>104	?	0,5
Prochloraz desimidazole-amino	Metaboliet v. fungicide	+	6%	?	?	?
Propamocarb hydrochloride	Fungicide	+	81%	>84	?	710
Prosulfocarb	Herbicide	+	100%	103	41,8	0,55
Prothioconazool-desthio	Metaboliet v. fungicide	+	56%	?	?	?
Pyraclostrobin	Fungicide	+	6%	>110	175	0,023
Tebuconazool	Fungicide	+	31%	>83	62,5	0,63
Triallaat	Herbicide	-	6%	>111	?	1,9

* bron IUPAC

** bron www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl

? de waarde is onbekend

> de waarde is groter dan het aangegeven getal

+ het middel is toegelaten voor gebruik in de landbouw

- het middel is niet toegelaten in de landbouw

Voor de toelating van een gewasbeschermingsmiddel (in dagelijks taalgebruik meestal bestrijdingsmiddel genoemd) is de LR₅₀ één van de waarden (eindpunten) die de risico's voor bepaalde terrestrische niet doel-organismen uitdrukt. De LR₅₀ wordt in grammen per hectare uitgedrukt en is de hoeveelheid werkzame stof per hectare waarbij de helft van een nuttige predator populatie sterft. In het algemeen wordt voor de vaststelling van de LR₅₀ de *Aphidius rhopalosiphii* (een insect behorende tot de familie van schildwespen) en/of de *Typhlodromus pyri* (een roofmijt) als toetsorganisme gebruikt.

Vergeleken met diergeneesmiddelen (insecticiden) tegen vlooiën en teken, is het gros van de aangetroffen fungiciden en herbiciden die in de landbouw toegepast worden, voor de honigbij en andere niet-doel insecten acuut minder giftig, of de toxiciteit is niet getest en dus onbekend. Deze waarneming is echter geen garantie dat de aangetroffen werkzame stoffen of cocktails van deze stoffen geen chronische effecten op de voortplanting of het gedrag van insecten hebben. Bijvoorbeeld antrachinon, chloorthalonil, p,p'-DDE zijn voor aquatische organismen niet veilig. Over de effecten op terrestrische insecten is weinig bekend (Tabel 5).

Over gevolgen van de cocktails van de aangetroffen bestrijdingsmiddelen uit de landbouw voor het ecosysteem van de parken is het daarom niet mogelijk om harde conclusies te trekken. Deze cocktails worden over heel Nederland met de wind en regen verspreid. Ook met betrekking tot Natura 2000 gebieden is dit momenteel onderwerp van debat en rechtszaken. Daarbij speelt het voorzorgsprincipe voor natuurbeschermers een belangrijke rol. Hoe kunnen we ervan uitgaan dat we de natuur veilig kunnen belasten met middelen die er juist voor bedoeld zijn organismen zo effectief mogelijk te vernietigen?



Figuur 11. Anti vlooien- en tekenmiddelen in de winkelschappen

4.2. De risico's van middelen tegen vlooien, teken en luizen

De enorme populariteit van anti vlooien- en tekenmiddelen wordt duidelijk bij de aantallen toelatingen bij het CBG. Het zijn middelen ter bestrijding van insecten en teken. De middelen zijn insecticiden die tevens teken doden. Er zijn op dit moment, bijvoorbeeld, 131 producten met fipronil voor de behandeling van gezelschapsdieren toegelaten. Om resistentie tegen te gaan of om de werking van een product te versterken, worden aan een product vaak meerdere verschillende insecticiden toegevoegd.

Fipronil is verder nog door het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) in twee producten voor professioneel gebruik toegelaten als biocide ter bestrijding van kakkerlakken en mieren².

In Tabel 6 zijn de in parken aangetroffen middelen tegen teken, vlooien en luizen weergegeven, al of niet met een toelating voor honden en katten (volgens de Diergeneesmiddeleninformatiebank van het College ter beoordeling van geneesmiddelen, CBG). Naast de door ons aangetroffen middelen in Tabel 6 zijn er nog vele andere insecticiden die als diergeneesmiddel voor gezelschapsdieren een toelating hebben en op de Nederlandse markt zijn. Te noemen zijn fluralaner, moxidectine, pyriproxyfen, flumethrine, deltamethrin, spinosad en indoxacarb. De in Tabel 6 opgenomen stoffen etofenprox en phoxim hebben geen toelating voor honden en katten in Nederland. Deze twee middelen zijn echter desondanks voor de behandeling van honden tegen luizen en mijt in het Internet vrij verkrijgbaar. Phoxim heeft bij het CBG alleen een toelating voor de behandeling van stallen van leghennen ter bestrijding van de rode vogelmijt.

² <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>

Zeer hoge dosis gevaarlijke insecticiden voor honden en katten

In Tabel 6 zijn de voor behandeling van een middelgrote hond van 10-20 kg aanbevolen hoeveelheden middelen tegen teken, vlooiën en luizen opgenomen voor die middelen die in de parken aangetroffen werden.

Ook wordt in de tabel toxicologische informatie m.b.t. honigbijen, nuttige niet doel-organismen (predatoren) en voor aquatische organismen van de aangetroffen stoffen gegeven. Deze informatie is in de regel alleen beschikbaar als een insecticide ooit in de landbouw toegepast werd.

Het is zorgwekkend dat gebruik van het merendeel van de insecticiden, (die zelfs preventief tegen ongedierte bij honden en katten als diergeneesmiddel door het CBG zijn toegelaten) vanwege de risico's voor mens en milieu in de landbouw verboden is. Het CBG betreft de informatie van het Ctgb of de EFSA niet bij hun beoordeling van de betreffende diergeneesmiddelen.

Toxiciteit voor honigbijen – LD50

In Tabel 6 is het aantal bijen berekend, dat door de voor honden aanbevolen dosis gedood kunnen worden³. Het aantal potentieel dode bijen is gebaseerd op de acute letale dosis van de stof, de LD50. De LD50 geeft de hoeveelheid van de stof aan waarbij 50% van de honigbij populatie bij inname binnen 72 uur sterft⁴.

De orale LD50 van dinotefuran is 0,0076 µg per honigbij⁵; van etofenprox 0,366⁶; fipronil 0,00417⁶; imidacloprid 0,0037⁶ en permethrin 0,13 µg per honigbij⁷. Deze LD50 is een acute norm en zegt niets over de ontwikkeling of reproductie van de bij of andere insecten.

Uit de berekeningen blijkt dat de geadviseerde hoeveelheid gif voor de behandeling van een hond met een gewicht van 10 tot 20 kilogram de potentie heeft om miljoenen honigbijen te doden.

Toxiciteit voor nuttige niet-doel insecten - LR₅₀

Voor de toelating van een gewasbeschermingsmiddel is de lethal rate (LR₅₀) één van de normen (eindpunten) die de risico's voor bepaalde terrestrische niet doel-organismen aangeeft. De LR₅₀ wordt in grammen per hectare uitgedrukt en is de hoeveelheid werkzame stof per hectare waarbij de helft van een nuttige predator populatie sterft. In het algemeen wordt voor de vaststelling van de LR₅₀ de *Aphidius rhopalosiphi* (een insect behorende tot de familie van schildwespen) *en/of de Typhlodromus pyri* (een roofmijt) als testinsect gebruikt. Van bijvoorbeeld fipronil is slecht 0,01 gram per hectare (10 mg/ha/ een mespuntje) voldoende om de helft van de populatie schildwespen te doden. Van etofenprox is om hetzelfde effect te bereiken iets meer nodig 0,42 gram/ha (een mespunt) en van dinotefuran is 30,1 gram/hectare (een eetlepel). Deze minimale hoeveelheden tonen dat deze middelen voor insecten extreem giftige insecticiden zijn.

Toxiciteit voor waterorganismen - JG-MKN/MTR

Hondenbezitters laten ook hun behandelde honden in vijvers en dergelijke zwemmen. In het onderzoek van Diepens et al. (2023) is aangetoond dat behandelde honden bij elke duik het water met het toegepaste diergeneesmiddel verontreinigen. Als indicatie voor de toxiciteit van bestrijdingsmiddelen voor het waterleven (meestal de watervlo) wordt in Tabel 6 de milieukwaliteitsnorm van de stof voor oppervlaktewater (JG-MKN⁸) gegeven. De JG-MKN is het jaargemiddelde van een werkzame stof (bestrijdingsmiddel) in het oppervlaktewater uitgedrukt in microgram/ liter (µg/L) waarbij het gevoeligste aquatische testorganisme geen nadelige effecten van ondervindt. Voor middelen die nooit in de landbouw zijn toegelaten zoals het aangetroffen etofenprox en phoxim zijn geen milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater vastgelegd. Voor metabolieten en omzettingsproducten worden slechts bij uitzondering milieukwaliteitsnormen vastgelegd.

³ https://www.diergeneesmiddeleninformatiebank.nl/orde/f?p=111:1:0::NO:RP,1:PO_DOMAIN,PO_LANG:V,NL

⁴ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>

⁵ <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2011-0920-0014>

⁶ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/397.htm>

⁷ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/515.htm>

⁸ <https://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl/atlas/1/1>

Tabel 6. De in 15 parken aangetroffen middelen met insecticide werking, hun wettelijke status, de aanbevolen dosis per hond van 10-20 kg, de LD50 voor de honingbij, het aantal honingbijen dat gedood kan worden door 1 dosis, de LR₅₀ en de JG-MKN voor oppervlaktewater

Diergeneesmiddel tegen vlooiën, teken en luizen	Toegelaten als gewasbeschermingsmiddel of biocide	CBG- Aantal toegelaten producten voor honden en katten	Doses in mg per behandeling van hond van 10-20 kg	LD50 acuut voor honigbij microgram per bij	Potentie aantal Bijen acuut te doden	Lethal Rate (LR ₅₀ voor nuttige predatoren in gram/hectare	JG-MKN oppervlaktewater in microgram/ liter
Dinotefuran	Nee	6	196 mg	0,0076	13 miljoen	30,1	n.v.t.
Etofenprox^{9, 10}	Nee	0	?	0,366	?	0,42 (<i>Aphidius rhopalosiphi</i>)	0,00054
Fipronil	Biocide (kakkerlakken mieren)	131	134 mg	0,00417	16 miljoen	<u>0,01</u> (<i>Aphidius rhopalosiphi</i>)	0,00007
Fipronil-sulfide	Metaboliet	n.v.t.	?	?	?	?	?
Fipronil-sulfon	Metaboliet	n.v.t.	?	?	?	?	?
Imidacloprid	Biocide (vliegen, kakkerlakken, mieren)	78	250 mg	0,0037	34 miljoen	0,022 (<i>Aphidius rhopalosiphi</i>)	0,0083
Permethrin-cis/- trans^{**}	Biocide (wespen, houtconservering)	53	500-700 mg	0,13	2,3 miljoen	`harmfull` (<i>Aphidius Rhopalosiphi</i>)	0,0002*
Phoxim¹¹	Nee	Behandeling van kippenstallen	?	?	?	?	?

* Bron EPA (2004) Factsheet dinotefuran

** Permethrin- cis en -trans als groepstof

Bron LR50 en LD50: IUPAC

Bron JG-MKN/MTR: www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl

n.v.t.: niet van toepassing

?: geen informatie

⁹ Vlg database CBG geen toelating als diergeneesmiddel; Volgens internet is etofenprox in combinatie met pyriproxyfen (Nylar) of methopreen in verschillende spot-on producten tegen vlooiën en teken vrij verkrijgbaar

¹⁰ https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/002517-00133-20220823.pdf

¹¹ In internet verkrijgbaar voor o.a. behandeling van ectoparasiet bij o.a. honden

^{6b} <https://nl.wikipedia.org/wiki/Foxim>; diergeneesmiddel tegen ectoparasieten zoals luizen en mijten. Wordt o.a. gebruikt bij honden, katten, schapen en varkens

4.3. Risico's van anti vlooien- en tekenmiddelen voor de gezondheid van huisdieren

Op basis van toxiciteitstesten bij proefdieren (meestal ratten) wordt van elk middel een dosis berekend die de mens zonder onaanvaardbare gezondheidseffecten, gedurende het leven dagelijks zou kunnen innemen; de "Acceptable Daily Intake" of ADI.

Ook wordt voor vele middelen nog een ArfD (acute referentie dosis) berekend; de dosis die bij een piek opname geen risico voor de gezondheid meebrengt. De hiervoor benodigde toxiciteitstesten worden door de producent van het middel uitgevoerd. In het onderzoek van Maeda et al. (2020) bleek dat fipronil bij gehalten lager dan door de industrie bepaalde NOEL (no observed effect level) negatieve effecten op het emotioneel gedrag van het proefdier de muis, optraden.

Voor de behandeling van een kat (gemiddeld gewicht ongeveer 4 kg) is de dosering van bijvoorbeeld het middel Fipralone 50 mg, oftewel 12,5 mg/kg lichaamsgewicht. Zelfs als er maar één tiende deel (ongeveer 1 mg) van de fipronil dosis door het honden- of kattenlichaam wordt opgenomen, wordt de ADI (0,0002 mg/kg lichaamsgewicht) en de ArfD (0,003 mg/kg lichaamsgewicht) voor fipronil fors overschreden. Met andere woorden, de kans op vergiftiging van het huisdier is bij het geadviseerd gebruik aanzienlijk.

In Tabel 7 zijn de geadviseerde hoeveelheden van in dit onderzoek aangetroffen middelen voor de behandeling van een hond met een gewicht van 10 tot 20 kg vergeleken met de ADI die voor de mens is vastgesteld. Hierbij moet opgemerkt worden dat de anti vlooien en tekenmiddelen zich langzaam in het lichaam van het dier verspreiden. In het begin van de behandeling is er echter een piekbelasting in het bloed van het dier te verwachten. Er zijn eigenaren van dieren die hun hond of kat alle vier of zes weken met het middel behandelen.

Tabel 7. Ratio hond/mens op grond van de geadviseerde hoeveelheid van het middel per kg lichaamsgewicht ter behandeling van een hond en de dagelijks tolereerbare hoeveelheid (ADI) voor de mens

	Hoeveelheid middel (mg) per behandeling voor hond van 10-20 kg	Dosis (mg/kg lichaamsgewicht) bij hond van 10 kg	ADI mens (milligram per dag per kg lichaamsgewicht)	Ratio hond/mens
Dinotefuran	196	19,6	0,220	89
Etofenprox	onbekend			
Fipronil	134	13,4	0,0002	67000
Imidacloprid	250	25	0,060	417
Permethrin	500	50	0,010	5000
Phoxim	onbekend			

Uit Tabel 7 blijkt dat de toegestane toediening van de aangegeven stoffen bij honden per kilogram lichaamsgewicht blijkbaar 89 tot 67000 maal groter is dan bij mensen. Ook al kan ervan uitgegaan worden dat niet alle werkzame stoffen direct door honden worden opgenomen, het moge duidelijk zijn dat er met betrekking tot de risico's voor honden en voor mensen met twee maten gemeten wordt. Er wordt door het coulante toelatingsbeleid van het CBG de suggestie gewekt dat deze middelen veilig voor onze huisdieren zouden zijn, ook al zijn de toegepaste doses vele malen hoger dan wat als veilig voor mensen wordt beschouwd.

Fipronil

Volgens het USA National Pesticide Information Centre¹² geeft fipronil een verhoogde kans op schildklierkanker en leidt het tot een verlaagde vruchtbaarheid en overleving van de jongen van proefdieren. OEHHA (2021) concludeert dat fipronil ook genotoxisch is en dat voor het kankerrisico van fipronil geen veilige drempelwaarde van toepassing is. Deze laatste constatering laat zich moeilijk rijmen met het veilige gebruik bij huisdieren. In de inleiding werd reeds genoemd dat bij onderzoek van PAN-

¹² <http://npic.orst.edu/factsheets/fipronil.html#cancer>

Nederland fipronil in hoge concentraties werd aangetroffen in haar van mensen met huisdieren (Mantingh, 2021). Dat is een aanwijzing ervoor dat blijkbaar de eigenaren van huisdieren zelf ook substantiële hoeveelheden van deze stof van het huisdier opnemen.

Permethrin

Volgens Malik et al. (2009) is permethrin een algemeen voorkomende oorzaak voor vergiftiging en sterfte van katten in Australië. De auteurs baseren zich op enquêtes onder dierenartsen. In totaal rapporteerden 207 van 269 dierenartsen rapporteerden gevallen van vergiftiging en sterfte onder katten door permethrin. Vergelijkbare studies bij honden zijn niet bekend, maar is dat een geruststelling? Er zijn wel veel korte termijn studies gedaan op vele diersoorten. Die geven alleen aan dat de acute effecten op honden klein zijn en meestal geassocieerd met overdosering. Permethrin is een zenuwgif en lange termijn effecten kunnen niet uitgesloten worden.

Imidacloprid

Imidacloprid (in combinatie met flumethrine) wordt voor huisdieren onder andere op de markt gebracht onder de merknaam Seresto. In de Verenigde Staten zijn bij de Environmental Protection Agency (EPA) veel meldingen binnengekomen over intoxicatie en sterfte van honden en katten door dit middel, maar de EPA heeft tot nu toe niets met die meldingen gedaan¹³. Nog meer gedetailleerde verontrustende informatie over dit middel is te vinden op <https://investigatamidwest.org/2022/03/24/seresto-epa-fda-elanco/>. De informatie betreft zowel honden als katten.

Overige diergeneesmiddelen

Ook de overige middelen zijn zenuwgiften en chronische effecten op het zenuwstelsel van huisdieren en van hun eigenaren kunnen daarom niet uitgesloten worden. Lange termijn studies over de gehele levensduur van proefdieren worden zelden gedaan, omdat ze duur zijn en niet wettelijk verplicht. Zoals in de eerder genoemde bronnen is aangegeven, worden meldingen over intoxicatie van huisdieren vaak niet verzameld of niet gepubliceerd, om het publiek niet ongerust te maken. In dierenwinkels zijn ook diverse alternatieve middelen te koop tegen infecties met vlooiën, teken en luizen. Zij bevatten geen insecticiden. Informatie over alternatieve middelen wordt onder andere verspreid door de Nederlandse Vereniging voor Fytotherapie (<https://fyto.nl/>)

¹³ <https://eu.usatoday.com/story/news/investigations/2023/03/23/seresto-could-get-fda-oversight-but-some-say-wont-make-safer/11529149002/>



Figuur 12. Asserbos, Assen op 18 mei 2022

4.4. Toxische eigenschappen van de in parken meest aangetroffen middelen tegen vlooien, teken en luizen per stof

In dit hoofdstuk zullen per aangetroffen diergeneesmiddel de eigenschappen en de mogelijke negatieve toxische effecten voor insecten belicht worden.

De aangetroffen concentraties van de diergeneesmiddelen in de paardenbloemen monsters lijken misschien laag en mogelijk zal bij blootstelling aan de aangetroffen gehalten insecten of ander organisme niet acuut sterven. Dat betekent niet dat er geen chronische effecten zijn op bijvoorbeeld de voortplanting, de ontwikkeling van rupsen, het foerageer- en paringsgedrag of op het immuunsysteem (weerstand). Dergelijke chronische effecten kunnen op de lange termijn voor de biodiversiteit even desastreus zijn als acute effecten.

Geen onderzoek naar risico's voor de biodiversiteit

Voor de toelating van een werkzame stof als gewasbeschermingsmiddel of biocide worden maar een paar mogelijke effecten van de individuele stof op organismen getest. Voor de effecten op terrestrische of aquatische insecten zijn meestal de honingbij, 1 of 2 nuttige niet-doelinsecten en de watervlo het testorganisme. Zie hoofdstuk 5 voor de toxiciteitsnormen LD50 (honingbij), LR₅₀ voor niet-doel-insecten en de JG-MKN voor oppervlaktewater (watervlooien). De testen worden in het algemeen in een laboratorium in opdracht van of door de producent uitgevoerd en staan model voor alle land en waterinsecten (en spinnen).

Welke werking cocktails van diergeneesmiddelen en/of bestrijdingsmiddelen op de biodiversiteit hebben, wordt ook niet onderzocht en is dan ook onbekend.

Bij de verlening van een handelsvergunning van een diergeneesmiddel voor honden en katten (gezelschapsdieren) is het zelfs geen vereiste om onderzoek te doen naar negatieve effecten op het milieu. Het middel moet werkzaam zijn en bij het behandelde dier mogen geen onacceptabele gezondheidseffecten ontstaan.

Dinotefuran

In dit onderzoek is een gehalte van dinotefuran van 27,7 µg/kg d.s. aangetroffen in paardenbloemen die groeiden langs de Leendert Meeszstraat in Haarlem, wat als een zeer hoge concentratie beschouwd kan worden.

Dinotefuran behoort tot de chemische familie van neonicotinoïden, waartoe ook het beruchte bijengif imidacloprid behoort (zie ook Tabel 6). Volgens de producent heeft dit systemisch werkende insecticide een snel effect en treedt de dood van insecten op binnen enkele uren na contact met of inname van dinotefuran¹⁴ (zie kader).

Vectra 3D spot-on¹⁵

Dinotefuran is een insecticide. De structuur van het molecuul is afgeleid van de neurotransmitter acetylcholine en het diergeneesmiddel werkt op de nicotine acetylcholine receptoren van de zenuwsynaps van het insect. Eenmaal gebonden aan deze receptoren doodt de agonistische activiteit van de herhaalde stimulerende impulsen het insect. Insecten behoeven dinotefuran niet op te nemen, het diergeneesmiddel doodt bij contact. Dinotefuran heeft een lage affiniteit voor zoogdieren acetylcholine receptor sites.

Pyriproxyfen is een fotostabiele insecten groeiregulator (IGR). Het molecuul werkt door middel van contact, waarbij het juveniel hormoon, welke de verpopping van de insecten van de ene levensfase naar de volgende regelt, nabootst. Pyriproxyfen stopt de cyclus van de vlo zowel door inductie van vroegtijdige ovipositie als door onderdrukking van de dooier depositie in de eitjes, waardoor onbevuchte eieren worden geproduceerd. Pyriproxyfen blokkeert tevens de ontwikkeling van juveniele stadia (larven en vroege (pharate) poppen) tot volwassen vormen. Dit voorkomt besmetting in de omgeving van het behandelde dier.

Permethrin is een synthetische pyrethroïde. Pyrethroïden werken neurotoxisch op de voltage – gated natriumkanalen door vertraging van hun activerende en inactiverende eigenschappen. Dit resulteert in hyperexcitatie en de dood van de parasiet als gevolg. Permethrin is zowel acaricide als insecticide. Het heeft bovendien insectenwerende eigenschappen.

Na externe toediening op de vacht worden dinotefuran en pyriproxyfen gedeeltelijk door de huid van de hond geabsorbeerd, wat leidt tot systemische blootstelling. Voor permethrin blijven de plasmaspiegels onder de detectie grens.

De drie werkzame stoffen verspreiden zich de eerste dag snel over het lichaamsoppervlak van het dier, waarbij 3 dagen na het aanbrengen de maximale concentraties worden bereikt. De drie werkzame stoffen waren een maand na behandeling nog steeds meetbaar in verschillende zones van de vacht.

Behandeling en preventie van besmettingen met teken en vlooiën gedurende 1 maand. Voorkomt vermenigvuldiging van vlooiën gedurende 2 maanden.

In tabel 6 is te zien dat dinotefuran min of meer dezelfde toxiciteit voor bijen heeft als imidacloprid en fipronil. Bij kortdurende orale toediening van dinotefuran aan ratten en konijnen trad bij beide diersoorten een verminderde gewichtstoename en voedselconsumptie op. Bij konijnen gingen deze veranderingen gepaard met klinische symptomen (hypoactiviteit, buikligging, hijgen, rode neus en oren, en tremoren in één studie) en in één studie door macroscopische pathologische veranderingen in de lever (bleke verkleuring) en maag (grijze verkleuring, witte plaque in fundus, verdikt maagslijmvlies). Uiteindelijk is er voor zoogdieren een langdurige en middellange termijn voor een acceptabele blootstelling limiet via dagelijkse orale opname vastgelegd van 0,22 mg dinotefuran per kg lichaamsgewicht¹⁰. Bij de toepassing van dinotefuran, b.v. Vectra 3D spot-on bij honden wordt een dosis

¹⁴ <https://echa.europa.eu/documents/10162/e7b3136e-ddd2-9ac1-272c-3cd7949757f9>

¹⁵ https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/vectra-3d-epar-product-information_nl.pdf

van 196 mg voor een hond met een lichaamsgewicht van >10 tot 25 kg geadviseerd (tabel 5). Daarnaast bevat het middel nog 1428,8 mg permethrin en 17,4 mg pyriproxyfen.

Dinotefuran is in waterig milieu persistent (DT50 bedraagt 165 tot 199 dagen). In de bodem is de stof iets minder persistent, maar sommige omzettingsproducten zijn ook persistent (DT50 van 137 dagen). De stof is in het bijzonder voor Chironomus (een geslacht van muggen uit de familie van dansmuggen) giftig. De stof is zeer giftig voor water organismen met langdurige effecten. Daarmee gaat in de toekomst dinotefuran mogelijk als een Candidate for Substitution (kandidaat voor vervanging) beschouwd worden¹⁰.

Etofenprox

In dit onderzoek zijn etofenprox gehalten van 3,1 tot 15,7 µg /kg d.s. aangetroffen. De grootste concentratie van 15,7 microgram per kg d.s. werd in paardenbloemen uit het Noorderplantsoen in Groningen aangetroffen (Figuur 8).

Het breedspectrum insecticide etofenprox behoort tot de chemische familie van pyrethroïden. De stof is voor insecten en waterorganismen zeer giftig, is persistent in waterig milieu en in anaerobe (zuurstof-arme) bodems. Etofenprox heeft negatieve effecten op de reproductie en ontwikkeling van insecten en zoogdieren. Etofenprox is ook neurotoxisch en heeft mogelijk effecten op het hormonale systeem. Etofenprox is geclassificeerd als een Kandidaat voor Vervanging.

Studies bij zoogdieren toonden dat na opname in het lichaam, etofenprox de placenta passeert en ook in moedermelk terechtkomt (EFSA, 2008).¹⁶ De EFSA stelde dan ook voor het middel te classificeren als “Kan schade toebrengen aan baby’s die borstvoeding krijgen”. Ook werden bij studies effecten op de nieren bij muizen en op de lever bij honden waargenomen; bij ratten werden bij korte en langdurige blootstelling effecten op de lever en schildklier vastgesteld. Bij manlijke muizen werden hersenschors tumoren vastgesteld, welke de EFSA voor mensen als niet relevant beoordeelde.

In de peer review (EFSA, 2008) is etofenprox als zeer toxisch voor de honigbij en terrestrische niet-doel arthropoda (geleedpotigen) beoordeeld. Tot de geleedpotigen behoren bekende groepen zoals de insecten, spinachtigen, duizendpotigen en kreeftachtige. Zoals in tabel 5 te zien valt, is etofenprox ook zeer giftig voor waterorganismen (o.a. watervlo). De toxiciteit van etofenprox voor honigbijen, voor nuttige niet-doel insecten en voor watervlooien ligt in dezelfde orde als die van fipronil en imidacloprid en is eveneens slecht afbreekbaar (zie Tabel 6).

Fipronil

In dit onderzoek zijn in 50% van de paardenbloemmonsters fipronil (som) gehalten van 1,2 tot 7,9 µg/kg d.s. aangetroffen. De grootste concentratie van 7,9 µg/kg d.s. werd aangetroffen in paardenbloemen uit het Kralingse Bos in Rotterdam.

Dit breedband insecticide is voor zoogdieren, vogels, honingbijen en voor terrestrische en aquatische niet-doel insecten zeer giftig. Het middel is zowel in de bodem als in water zeer persistent. Het omzettingsproduct fipronil-sulfone is voor bijen en aquatische organismen nog giftiger dan de moederstof fipronil. Dit insecticide werkt systemisch, d.w.z. het verdeelt zich door de hele plant.

Fipronil heeft negatieve effecten op het zenuwstelsel, lever en schildklier. Bij ratten veroorzaakt fipronil thyroid-kanker, maar de EFSA (2006) vindt dat dit specifiek voor ratten zou zijn en voor de mens niet relevant zou zijn.¹⁷ Fipronil lost in vet op en voor de mens is de acceptabele dagelijkse opname slechts 0,2 microgram/kg lichaamsgewicht.

Uit onderzoek naar de effecten van zeer lage concentraties van fipronil op de ontwikkeling/voortplanting van koolwitjes blijkt dat koolwitjes die voortkwamen uit rupsen die koolplanten met 1 microgram fipronil (per kg droge stof) kool hadden geconsumeerd aanzienlijk minder eitjes produceerden en dat veel eitjes steriel waren (Gols et al. 2020).

¹⁶ <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.213r>

¹⁷ <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2006.65r>

Fipronil is voor het milieu dermate giftig, dat het Nederlandse Ministerie van Economische Zaken de norm voor de maximale hoeveelheid fipronil in kippenmest heeft vastgesteld op 0,005 milligram per kilo mest (5 microgram/kg mest). Rekening houdend met meetonzekerheden betekent dit dat alle kippenmest met een gehalte fipronil gelijk aan of boven 0,010 milligram per kilo mest (10 µg/kg) moet worden afgevoerd en verbrand (NVWA, 2017).

Imidacloprid

In dit onderzoek zijn imidacloprid gehalten van 13,7 en 17,2 µg/kg d.s. aangetroffen in respectievelijk het Groene Hart park in gemeente Zuidplas en in het Kralingse Bos in Rotterdam. Imidacloprid, het beruchte bijengif, is een neonicotinoïde. Het werkt systemisch, verdeelt zich dus in de hele plant en is persistent. Dit insecticide is een zenuwgif, zeer giftig voor vogels, insecten en het waterleven. Het heeft negatieve effecten op de reproductie en ontwikkeling van insecten en zoogdieren; Voor mensen is het mogelijk giftig voor lever, nieren, schildklier, hart en milt.

Barmento et al. (2019) onderzochten het effect van de neonicotinoïde thiacloprid op libellen onder natuurlijke omstandigheden. Bij lage concentraties in water stierven libellen niet, maar er waren wel sub-letale effecten. Bijvoorbeeld het ruivermogen van de nimfen was vertraagd en het zwemvermogen was verstoord. Bij slechts een gehalte van 0,08 µg/L en na 55 dagen onder natuurlijke omstandigheden, was het aantal testlibellen met 39% gereduceerd.

Onder andere de neonicotinoïden thiacloprid en imidacloprid hebben de eigenschap dat ze onomkeerbare receptorbindingen aangaan, waarbij het effect onomkeerbaar is. Het effect wordt zelfs nog versterkt door de blootstellingstijd (Tennekes H., 2010). Ook fipronil heeft deze eigenschap. De implicaties van de in de tijd cumulatieve toxiciteit van neonicotinoïden op niet-doelwitorganismen in aquatische en terrestrische omgevingen zijn verrekend. Zelfs de kleinste dosis heeft op den duur een negatief effect, waardoor er geen veilig dosis kan worden vastgesteld. Bij de wettelijke beoordelingen voor deze klasse van verbindingen moet niet alleen worden gebaseerd op blootstellingsdoses, maar moet ook rekening worden gehouden met de tijdsfactor. Een 1000 maal lagere concentratie van imidacloprid bleek hetzelfde effect op een test-organisme te hebben als de oorspronkelijke concentratie, alleen 5 dagen later (Sanchez-Bayo, 2020). In de praktijk wordt bij de vaststelling van de ecotoxicologische eigenschappen door de industrie/EFSA echter vastgehouden aan de stelling “de dosis maakt het gif”. De blootstellingsduur wordt daarmee volledig genegeerd.

Permethrin

In dit onderzoek zijn permethrin (som cis en trans) gehalten vanaf 7,7 microgram per kg d.s. (in het Asserbos (Figuur 12) tot 41,8 µg/kg d.s. (in landschapspark Moerenburg, Tilburg) aangetroffen.

Permethrin behoort tot de pyrethroïden, het is een breedband insecticide, d.w.z. het is effectief tegen vele soorten insecten. Het is dan ook zeer giftig voor o.a. bijen en hommels, maar ook voor vogels, vissen en andere aquatische organismen.¹⁸ In de geraadpleegde database is geen waarde voor de LR₅₀ voor nuttige niet-doel insecten beschikbaar. Volgens de INCHEM is permethrin giftiger voor de (nuttige) predator mijt dan voor het doel-organisme, zoals luizen en vlooien.¹⁹

In het onderzoek van Meeker (2009) werd een relatie aangetoond tussen de gehalten van omzettingproducten van pyrethroïden (o.a. permethrin) en een verandering van de reproductieve schildklierhormoonspiegels bij mensen. In dezelfde studie wordt gewezen op het werk van andere onderzoekers die significante of suggestieve associaties van metaboliëten concentraties van pyrethroïde insecticiden in de urine met verminderde spermaconcentratie, beweeglijkheid en morfologie, en verhoogde DNA- schade aantoonde in de zaadcellen. De stof is ook kankerverwekkend, hormoon-verstorend en neurotoxisch.

In een product (formulering) bestaat permethrin vaak uit een mengsel van permethrin-cis en permethrin-trans en wordt als zodanig o.a. voor diergeneesmiddelen toegepast.

¹⁸ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/515.htm>

¹⁹ <https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc94.htm#SubSectionNumber:1.1.6>

Phoxim

In dit onderzoek is phoxim alleen vastgesteld in paardenbloemen in het Groene Hart park in de gemeente Zuidplas met een gehalte van 18,1 µg/kg d.s. (Tabel 2). Het insecticide/ acaricide is een organofosfaat en werkzaam tegen vele insectensoorten. In de EU was phoxim tot 2007 zeer beperkt als gewasbeschermingsmiddel toegelaten. Over de toxiciteit voor het milieu is weinig informatie beschikbaar. Het is bekend dat het zeer giftig voor watervlooiën en dat het neurotoxisch is²⁰.

Phoxim is als diergeneesmiddel door de EMA (1999, 2013) voor voedselproducerende dieren zoals o.a. schapen, kippen, varkens, geëvalueerd. Het middel wordt toegepast als diergeneesmiddel tegen mijt, luizen en andere ecto-parasieten. Het doel van dergelijke evaluaties is om o.a. een MRL voor de dierlijke producten vast te leggen; de effecten op het milieu worden niet onderzocht.

Aangetoond werd dat in het omzettingsproduct PO-phoxim 1000 maal werkzamer is dan phoxim zelf. PO-phoxim werd aangetoond in het extract van insecten die aan phoxim waren blootgesteld.

4.5. Discussie diergeneesmiddelen

De metingen geven een consistent beeld aan, namelijk dat in alle stedelijke gebieden de openbare vegetatie belast is met insecticiden die algemeen als diergeneesmiddel in de handel verkrijgbaar zijn. Omdat een groot deel van de aangetroffen insecticiden niet is toegestaan in de open teelten van de agrarische sector is het aannemelijk dat de aangetroffen insecticiden afkomstig zijn van honden die in de parken worden uitgelaten.

Zeer recent heeft het Waterschap Friesland verontrustende concentraties aangetroffen van dezelfde insecticiden in het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Ook zij concludeerden dat de oorsprong van deze middelen moest worden gezocht in de diergeneesmiddelen (Wetterskip Fryslân, 2023). Zij schrijven *'Huisdiergeneesmiddelen zijn continu en in veel gevallen normoverschrijdend aanwezig in het effluent van alle onderzochte RWZI's. Fipronil en imidacloprid worden gemiddeld genomen via de effluënten de gehele tijd respectievelijk 120 en 4 keer boven de norm geloosd (o.b.v. gemiddelde concentraties) op het ontvangende watersysteem'*. Ook DEET en diazinon werden zeer vaak aangetroffen, in respectievelijk 92 en 100 procent van de monsters. Omdat het waterschap Fryslân de herkomst van stoffen als fipronil, imidacloprid, DEET en diazinon zelf niet heeft onderzocht, schrijven ze wel dat de herkomst nader onderzoek behoeft, en ook dat eventuele maatregelen voorafgegaan dienen te worden door bewustwordingscampagnes.

Wat trouwens ook ontbreekt is kennis over hoe de diergeneesmiddelen precies in het effluent van de RWZI's terecht komen. Honden, en in mindere mate katten, lopen het hele jaar over trottoirs en wandelpaden, ook die in parken. Als ervan uit wordt gegaan dat een deel van de urine en ontlasting van honden in parken wordt gedeponneerd, kan de route naar de paardenbloemen gedeeltelijk samenvallen met die naar het rioolwater. Via de regenwaterafvoer kunnen deze middelen in het riool terechtkomen. Ook wanneer huisdieren worden gedoucht komen deze middelen in het riool terecht. In parken zijn immers vaak putten aanwezig waar met uitwerpselen verontreinigd regenwater in terecht kan komen. Een andere route naar het rioolwater kan lopen via de eigenaren van de huisdieren die deze stoffen ook opnemen, en gedeeltelijk kunnen uitscheiden via de ontlasting of urine. Er zijn diverse onderzoeken die diergeneesmiddelen hebben aangetoond in menselijk haar (PAN, 2022).

²⁰ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/524.htm>



Monsterlocatie Zwolle, 12 mei 2023

5. Zijn de onderzochte parken voor insecten een geschikt biotoop?

In dit onderzoek werden alleen paardenbloemen onderzocht. Relatief weinig vlinders of andere insecten zijn echter voor hun levenscyclus alleen van de paardenbloem afhankelijk. Maar, met een grote waarschijnlijkheid zijn in de onderzochte parken naast paardenbloemen ook andere planten met insecticiden en andere toxische middelen verontreinigd. Dat geldt ook voor plantensoorten die belangrijk zijn voor de voeding en voortplanting van insecten, zoals brandnetels, wilgen en lindenbomen. Paardenbloemen worden wel frequent bezocht door insecten die op zoek zijn naar nectar en in veel parken is de soort een dominante bloeiplant in het voorjaar. Via nectar en stuifmeel kunnen de insecticiden verder over planten en insectenbroedsels verspreid worden, en, zoals bij neonicotinoïden veelvuldig is aangetoond, via die route schade veroorzaken. Ook honingdauw kan met deze systemische middelen verontreinigd worden, en kan dan sterfte onder insecten die honingdauw eten veroorzaken, zoals zweefvliegen, sluipwespen, mieren en bijen (Calvo-Agudo et al., 2019). Na blootstelling aan de verontreinigde planten zal een volwassen insect mogelijk niet direct sterven, maar de voortplanting kan met de in dit onderzoek aangetroffen anti vloo- en teken middelen bedreigd worden. Blootstelling kan leiden tot een gereduceerd legsel van eitjes, niet levensvatbare eitjes, geremde groei van de rups gevolgd door sterfte, verstoring van de paring, of de ontwikkeling van verminkte vleugels (zie Figuur 1).

Verder is in de parken vanzelfsprekend ook de bodem met deze toxische middelen verontreinigd en kan verwacht worden dat er tevens sterfte plaatsvindt onder de vele insecten die in de bodem leven (Renaud et al. 2018).

Insecten kunnen een lange en een korte levenscyclus hebben die in verschillende fasen en met gedaanteverwisselingen verloopt. Tijdens de verschillende levensfasen is een blootstelling aan bestrijdingsmiddelen mogelijk en de effecten van een blootstelling kunnen weer in de verschillende stadia zichtbaar worden. Het meest bekend is de levenscyclus van de vlinder: een bevrucht vrouwtje legt haar eitjes op de waardplant, waaruit later minieme kleine rupsen te voorschijnkomen. In het algemeen eet de rups van de waardplant, groeit en verveld met tussenpozen. Bij de laatste vervelling verhardt de nieuwe huid en wordt de rups een pop. Na de verpopping van de volwassen rups, vindt binnenin de pop de metamorfose tot vlinder plaats. Vele andere insecten hebben geen rupsenstadium maar een larvenstadium. De eitjes van o.a. vliegen en muggen worden gelegd in hun typische voedselbron zoals verrot vlees of fecaliën. Uit de eitjes komen maden die zich tegoed doen aan het beschikbare voedsel, totdat ze zich verpoppen. In de pop verandert de made tot vlieg of mug.

5.1. Beoordeling van de onderzocht parken

In de inleiding hebben we twee vragen geformuleerd die wij in dit hoofdstuk zullen beantwoorden.

In welke mate zijn openbare parken verontreinigd met bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen?

In alle parken zijn in de monsters van paardenbloemen 3 tot 14 verschillende bestrijdingsmiddelen aangetroffen, die als gewasbeschermingsmiddel een toelating in de landbouw hebben of in het verleden hadden. Verder zijn in alle onderzochte openbare parken zijn 1 tot 6 verschillende diergeneesmiddelen aangetroffen, die tot doel hebben luizen, vlooien, teken (of andere mijten) bij huisdieren te doden of de ontwikkeling te verstoren.

In totaal zijn in de 15 onderzochte openbare parken 40 verschillende middelen aangetroffen (inclusief metabolieten en omzettingsproducten), variërend van 4 tot 20 middelen per park. Van de aangetroffen middelen zijn 42% fungiciden, 25% herbiciden en 33% insecticiden (inclusief diergeneesmiddelen). De totale concentraties van al deze middelen varieerden van 13,7 tot 195,1 µg/kg d.s., met een gemiddelde concentratie van 64,2 µg/kg d.s. In het controle monster uit een biologisch weiland zijn geen insecticiden aangetroffen. In dat monster werden alleen 6 bestrijdingsmiddelen aangetroffen die op verwaaing van elders duiden (zie bijlage 1, monster nummer 14). Naast de aangetroffen insecticiden is het waarschijnlijk dat er ook nog andere insecticiden in de vegetatie van de parken aanwezig waren, maar die niet door het laboratorium werden gemeten (o.a. flumethrine, fluralaner, etc.)

Vormen de aangetroffen diergeneesmiddelen een risico voor de insectenfauna en de vogelstand?

In dit onderzoek zijn diverse toxische insecticiden aangetroffen, die in de landbouw wegens hun grote toxiciteit voor mens en/of milieu en hun persistentie verboden zijn. In de onderzochte openbare parken zijn in 50% van de paardenbloemmonsters fipronil en twee metabolieten/omzettingsproducten (die nog werkzamer zijn dan fipronil zelf) aangetroffen. Verder zijn ook in 50% van de monsters permethrin-cis/trans aangetroffen, in 31% etofenprox, in 13% imidacloprid, 6% dinotefuran en in 6% phoxim (Tabel 3).

De hoeveelheden van deze middelen, die door de producent en het college voor de toelating ter beoordeling van geneesmiddelen (CBG) ter behandeling van katten en/of honden worden voorgeschreven (vaak als pour-on), zijn zeer hoog. De aanbevolen hoeveelheden anti vlooien- en tekenmiddelen voor een hond van 10-20 kg, hebben de potentie om 2,3 tot 34 miljoen honing bijen acuut te doden (Tabel 6). Deze insecticiden worden door de huid opgenomen, verdelen zich met het bloed en worden voor een deel via de urine en fecaliën weer uitgescheiden. Zoals het onderzoek van Diepens et al. (2023) aantoonde, verdelen de middelen zich ook over de vacht van behandelde honden. Bij elk zwemmen van het behandelde dier steeg de concentratie van het middel in het water. Ook werden met anti vlooien- en tekenmiddelen besmette haren in nesten van vogels teruggevonden. Guldemond et al

(2019) vonden o.a. fipronil in jonge gestorven vogels, mogelijk veroorzaakt door contact met besmet haar als nestmateriaal. Het onderzoek van Gols et al. (2020) naar de effecten van fipronil op de voortplanting van koolwitjes liet zien dat 1 microgram fipronil per kilogram droge stof in koolbladen de voortplanting ernstig verstoortte.

De in de onderzochte parken aangetroffen diergeneesmiddelen zijn ter bestrijding van vlooien, luizen, teken of mijt effectief, maar ook effectief om geleedpotige niet-doel insecten in parken en natuurgebieden te doden of de voortplanting ernstig te verstoren. Vliegen, muggen en wespen zijn voor velen lastige insecten, maar voor het behoud van de biodiversiteit onmisbaar. Die insecten zijn voor vele vogelsoorten van essentieel belang als voedsel. Als die insecten in aantal afnemen is het ook onvermijdelijk dat de vogelstand achteruit zal gaan.

Wanneer alleen de individuele diergeneesmiddelen in beschouwing worden genomen, zullen in 12 van de 15 onderzochte parken waar fipronil, imidacloprid of etofenprox in de paardenbloemen is aangetroffen de chronische effecten voor insecten ernstig zijn.

In de helft van de onderzochte publieke parken werden fipronil concentraties van 1,2 tot 10,2 µg/kg d.s. (som van fipronil en metabolieten) aangetroffen met een gemiddeld gehalte van 4,5 µg/kg d.s.. Daarnaast werden nog 8 (Den Haag) tot 16 (Nieuwerkerk a/d IJssel) verschillende andere toxische middelen aangetroffen (bijlage 1). We concluderen dat in dergelijke besmette parken een ongestoorde voortplanting van insecten onwaarschijnlijk is.

Studies van o.a. Sánchez-Bayo (2020) en Barmantlo et al. (2019) tonen aan dat er voor neonicotinoïden zoals imidacloprid geen veilige normen bestaan en dat de negatieve effecten van de blootstelling aan neonicotinoïden onder natuurlijke omstandigheden ernstiger zijn dan de toelatingscommissie (c.q. de producent) heeft vastgesteld. Imidacloprid is zeer giftig voor bijen, water organismen en nuttige insecten (zie Tabel 6). In de parken in Rotterdam en Nieuwerkerk a/d IJssel zijn imidacloprid gehalten van resp. 12,7 en 13,7 µg/kg d.s. aangetroffen. De stof heeft negatieve effecten op de reproductie en ontwikkeling van insecten.

5.2. Indeling van de voor insecten meest risicovolle parken

In Tabel 8 zijn de onderzochte publieke parken die voor insecten als het meest gevaarlijk kunnen worden beschouwd naar afnemende risico geordend. De basis van deze indeling is het aantal aangetroffen anti vlooï- en tekenmiddelen en de toxiciteit van de middelen voor insecten. Fipronil, imidacloprid en etofenprox wegen in de indeling het zwaarst; parken met als diergeneesmiddel alleen permethrin cis en permethrin trans wegen iets minder zwaar.

In het monster uit Assen was de som van permethrin cis en -trans 10 µg/kg d.s. of 1,23 µg/kg vers gewicht (d.s. gehalte is 12,3%). Ter vergelijking: de JG-MKN norm van permethrin bij langdurige blootstelling aan watervlooien is 0,002 µg/liter (tabel 5).

Bij het maken van de indeling in Tabel 8 zijn alleen de anti vlooï-en teken op toxiciteit beoordeeld. In de laatste kolom 3 is het aantal aangetroffen middelen uit de landbouw wel aangegeven. Vergeleken met de voor insecten schadelijke aantallen en hoeveelheden zeer giftige diergeneesmiddelen, is de invloed van de daarnaast aangetroffen 'gewasbeschermingsmiddelen' op insecten waarschijnlijk relatief beperkt. De reden hiervoor is dat deze middelen allemaal behoorden tot de herbiciden en fungiciden, die gericht zijn op onkruiden en op schimmels.

Het met anti-vlooï- en -tekenmiddelen meest vervuilde park is aangetroffen in Nieuwerkerk a/d IJssel, met 9 verschillende middelen (inclusief metabolieten) met een totaal gehalte van 43,8 µg/kg d.s. In tegenstelling tot de overige paardenbloem monsters van de parken, die in mei 2022 zijn genomen, is het monster van Nieuwerkerk a/d IJssel later in het seizoen genomen, namelijk op 25 oktober 2021. Omdat het gros van de honden en katten vanaf april tot september/oktober tegen ongedierte behandeld worden en vele van deze middelen persistent zijn in het milieu, kan dat een verklaring voor de hoge graad van vervuiling zijn.

Tabel 8. Indeling van de onderzochte parken op basis van het risico van de geanalyseerde paardenbloemen voor de insectenfauna

Naam, locatie en monsternamedatum van paardenbloemen in 15 parken en 1 weiland (controle)	Aantal anti vlooien-, teken- en luizenmiddelen	Aantal bestrijdingsmiddelen uit de landbouw
Groene Hart Park, Zuidplas, 15/10/21	9	12
Kralingse bos, Rotterdam, 11/5/22	6	6
Landschapspark Moerenburg, Tilburg, 8/5/22	4	6
Willem Drees Plantsoen, Haarlem, 3/5/22	3	4
Leendert Meeszstraat, Haarlem, 3/5/22	2	12
Eenigenburg park, Schagen, 8/4/22	1	8
Haagse bos en Malieveld, Den Haag, 9/5/22	1	7
Noorderplantsoen, Groningen, 7/5/22	1	6
Vondelpark, Amsterdam, 7/5/22	1	8
Potgietersingel parkje, Zwolle, 12/5/22	1	7
Duinvlief Natura 2000, maaiweide, Haarlem, 3/5/22	1	3
Bloemenbuurt, Arnhem-Zuid, 8/5/22	1	6
Duinvlief Natura 2000, bospaden, Haarlem, 29/5/22	2	8
Noordelijke ringdijk, Marken, 5/5/22	2	9
Asserbos, Assen, 18/5/22	2	10
Biologisch weiland Remeker, Lunteren, 17/5/22	0	6

Rood: met een zeer grote waarschijnlijkheid een verstoorde ontwikkeling en voortplanting van insecten

Oranje: waarschijnlijk een verstoorde ontwikkeling en voortplanting van insecten

Groen: voor insecten een goed milieu

De risico-indeling in tabel 8 maakt duidelijk dat de onderzochte parken allemaal in meer of mindere mate vervuild zijn en dat dit een risico is voor het behoud van de populatie van insecten en de overige biodiversiteit. Het controle-monster, genomen in een weiland van het biologische veebedrijf Remeker in Lunteren dat geen synthetische diergeneesmiddelen of bestrijdingsmiddelen toepast en waar geen behandelde honden lopen, was vrij van anti vlooien- en tekenmiddelen of andere insecticiden. Wel zijn er 6 bestrijdingsmiddelen uit de gangbare landbouw in gehalten aangetroffen die min of meer ubiquitair zijn, en in de meeste vegetatie in Nederland aanwezig zijn.

In Nederland zijn ongeveer 1,5 miljoen honden en 2,6 miljoen katten²¹. In de “Monitoring bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen in haar” van PAN Nederland (2021) zijn de huisdiereigenaars gevraagd naar het gebruik van chemische middelen ter bestrijding van vlooien en teken bij hun dier. Van de 13 honden/katten eigenaren gebruikten de meesten (11) chemische middelen met o.a. imidacloprid, fipronil of permethrin.²² Deze dieren, met name honden, doen hun behoeftes vooral in urbane gebieden in groenstroken, tuinen en parken of in natuurgebieden. Een deel van de poep wordt door de eigenaren van de dieren meegenomen, maar niet alles en de plas al evenmin. Daarnaast borstelen vele hondenbezitters hun dier graag buiten in een park of in de natuur waar de haren dan ook achterblijven met de chemische middelen die erin aanwezig zijn.

²¹ <https://www.dierenarts.nl/aantal-gezelschapsdieren-nederland/>

²² <https://www.pan-netherlands.org/nieuwe-studie-3/>

6. Conclusies

- In alle 15 onderzochte publieke parken zijn anti-vlooi- en -teken middelen aangetroffen, die voor huisdieren, zoals honden en/of katten, worden toegepast.
- Alle aangetroffen diergeneesmiddelen hebben een zeer sterke insecticide werking en zijn een groot gevaar voor de overleving en voortplanting van de nog overgebleven insecten in gebieden, zoals parken, wegbermen, groenstroken, tuinen en natuurgebieden, waar behandelde honden worden uitgelaten.
- Omdat in dit onderzoek, ondanks het grote aantal van 707 onderzochte stoffen, niet alle middelen tegen vlooiën, teken en luizen bij huisdieren werden onderzocht, is het waarschijnlijk dat de werkelijke vervuiling van de vegetatie nog sterker is dan dat wij hebben geconstateerd.
- Het College ter Beoordeling van (Dier-)geneesmiddelen (CBG) en de European Medicine Agency (EMA) beoordelen geen ecotoxicologische risico's bij de toelating van diergeneesmiddelen voor gezelschapsdieren.
- Behalve dat in de onderzochte parken middelen aangetroffen zijn die door het CBG voor honden en katten ter behandeling van vlooiën en teken toegelaten zijn, zijn er ook middelen aangetroffen die geen toelating hebben, maar wel in het Internet verkrijgbaar zijn, zoals phoxim.
- In de controle uit een weiland waar geen honden of andere behandelde dieren komen, zijn geen diergeneesmiddelen of insecticiden uit de landbouw aangetroffen. Dit resultaat onderbouwt de bevinding dat parken vervuild zijn met persistente anti vlooiën-, -teken en luizenmiddelen afkomstig van behandelde honden en mogelijk voor een deel van behandelde katten.
- In alle 16 paardenbloemenmonsters zijn bestrijdingsmiddelen aanwezig die afkomstig zijn uit de landbouw. Een groep van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw, vooral vluchtige middelen, verspreidt zich ver buiten de behandelde akkers en vervuilen behalve tuinen van omwonenden en natuurgebieden, ook publiek parken tot op een afstand van 8200 meter.
- De ecotoxicologische effecten van de in parken aangetroffen cocktails van diergeneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen zijn door geen enkele toelatingscollege of onderzoeker ooit onderzocht. Ook de risico's voor het milieu van resten diergeneesmiddelen toegepast voor huisdieren, worden niet onderzocht. De natuur wordt aan deze middelen en aan cocktails van 4 tot 20 stoffen blootgesteld. Het is derhalve logisch dat de aantallen en soorten van insecten afnemen.
- Met een grote waarschijnlijkheid hebben chemische anti vlooiën-, teken- en luizenmiddelen ook negatieve gevolgen voor de gezondheid van de huisdieren zelf; in het bijzonder als deze middelen uit voorzorg regelmatig worden toegepast.

7. Aanbevelingen

7.1. Beleid

- De risicobeoordeling door het Bureau Diergeneesmiddelen (de veterinaire tak van het CBG) en het CVMP (EMA) moet ook de risico's van toegelaten anti-vlooiën-, teken- en luizenmiddelen voor de biodiversiteit omvatten.
- Het Nederlands officieel bevoegd gezag voor diergeneesmiddelen, de Minister van landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de Europese Commissie dienen ervoor te gaan zorgen dat er een ecotoxicologische toetsing zal worden vereist voor nieuwe en bestaande diergeneesmiddelen voor gezelschapsdieren

- De milieurisicobeoordeling van diergeneesmiddelen voor water, bodem en mest dient uitgebreid te worden naar een milieurisicobeoordeling van diergeneesmiddelen voor gezelschapsdieren
- Ecotoxicologische toetsing van diergeneesmiddelen dient niet alleen te gebeuren m.b.v. modellen, maar ook door monitoring na toelating van geneesmiddelen.
- Het is van groot belang dat de Europese Commissie en het EMA de toelating van voor het milieu-toxische insecticiden zoals o.a. fipronil en imidacloprid als diergeneesmiddel voor hond en kat intrekken, en tevens voorkomen dat na een verbod vergelijkbare middelen op de markt komen.
- Gezien de grote risico's voor het milieu moet de toepassing van synthetische insecticiden als diergeneesmiddel voor hond en kat drastisch beperkt worden en alleen bij uiterste noodzaak voorgeschreven worden en nimmer preventief.
- Het beleid dient het uitlaten van behandelde honden in parken en natuurgebieden te ontmoedigen dan wel te verbieden. Het is te verwachten dat daardoor de middelen ook minder gebruikt zullen gaan worden.
- Informeer dierenartsen en huisdiereigenaren over de risico's van synthetische middelen tegen vlooien, teken en luizen voor honden en katten. Laat dit niet gebeuren door de farmaceutische bedrijven.
- Het gebruik van veilige methoden om dier parasieten te bestrijden dient aangemoedigd te worden, ook als dat minder inkomen oplevert voor de handel in diergeneesmiddelen
- Bestrijdingsmiddelen afkomstig uit de landbouw en die in meer dan 50% van de parken zijn aangetroffen, moeten verboden worden; het betreft prosulfocarb (100%), propamocarb hydrochloride (81%), prothioconazool (metaboliet 56%), pendimethalin (69%), folpet (metaboliet 88%) en flutolanil (69%).

7.2. Eigenaren van huisdieren

- Gebruik ter bestrijding van teken, vliegen, luizen en muggen geen synthetische insecticiden. Dat is beter voor de gezondheid van uw huisdieren, voor uw eigen gezondheid en voor de insectenfauna in uw omgeving.
- Pas ter bestrijding van vlooien, teken en luizen bij huisdieren alternatieve maatregelen en middelen toe. Verschillende daarvan zijn ook te koop in dierenwinkels.
- Let bij aankoop van een middel voor hond of kat, via de dierenwinkel, internet of dierenarts, goed op het etiket en de bijsluiter, of vraag na wat de werkzame stof is. Ga er van uit dat de meeste 'langdurig' werkende synthetische insecticiden voor het milieu zeer giftig, en mogelijk schadelijk zijn voor de gezondheid, van zowel de huisdieren als hun eigenaren.

7.3. Onderzoek

- Ook al is in dit verkennende en beperkte onderzoek aannemelijk gemaakt dat er maar één mogelijke bron is van de vele diergeneesmiddelen die in paardenbloemen werden aangetroffen, het zou zinvol zijn om de bron (de huisdieren zelf) ook aan een onderzoek te onderwerpen en onderscheid te maken tussen emissies door uitwerpselen, urine en haar.
- De kennis over de verspreiding van de diergeneesmiddelen in parken en natuurgebieden is nog zeer onvolledig. Voordat ingrijpende maatregelen kunnen worden genomen, is het goed om nog meer informatie te vergaren m.b.t. de belasting van vegetatie, bodem, fauna en grondwater in parken en natuurgebieden met hondenuitloop.
- De kennis over de effecten op de entomofauna van de ubiquitaire cocktails van bestrijdingsmiddelen uit de landbouw is onbekend en dient onderzocht te worden.

- Om de werkelijke schade aan de entomofauna in kaart te brengen zou het goed zijn om bio-essays te doen met planten, grond en grondwater uit besmette parken. Daarmee kan aan de vaagheid van ecotoxicologische voorspellingen en interpretaties een eind worden gemaakt.
- Het zou ook goed zijn om de risico's van besmette paardenbloemen voor bijen te onderzoeken, omdat er ook in steden tegenwoordig imkers actief zijn.

7.4. Gebruikers van parken

- Met het houden van honingbijen in stedelijk gebied dienen imkers er rekening mee te houden dat bloemen in die gebieden vervuild kunnen zijn met voor bijen zeer riskante insecticiden, afkomstig van huisdieren.
- Het oogsten van paardenbloemen en andere planten voor medicinale of culinaire redenen in parken en andere plaatsen waar honden en katten komen dient te worden afgeraden.



Referenties

- Barmantlo S.H., L. M. Vriend, R. H. A. van Grinsven, M. G. Vijver. 2019.** Environmental levels of neonicotinoids reduce prey consumption, mobility and emergence of the damselfly *Ischnura elegans*. *Journal of applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13459>
- Brühl, C.A., Bakanov, N., Köthe, S., Eichler, L., Sorg, M., Hörren, T., Mühlethaler, R., Meinel, G., Lehmann, G.U.C., 2021.** Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. *Scientific Reports* | (2021) 11:24144. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03366-w>
- Buijs, J. & Mantingh, M., 2022.** Onderzoek verspreiding bestrijdingsmiddelen in Drenthe en omstreken. Evaluatie van 3 jaar onderzoek van bodem, vegetatie, mest en lucht. 112 bladzijden. <https://www.metenweten.com/>
- Buijs, J., Ragas, A., & Mantingh, M., 2022.** Presence of pesticides and biocides at Dutch cattle farms participating in bird protection programs and potential impacts on entomofauna. *Science of The Total Environment* Volume 838, Part 3, 10 September 2022, 156378. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156378>
- Buijs, J., Ragas, A., & Mantingh, M., 2023.** Presence of pesticides & biocides in cattle grazed nature reserves in the province of Gelderland (the Netherlands) and the occurrence of dung beetles in manure. *In preparation*.
- Calvo-Agudo, M., Gonzalez-Cabrera, J., Pico, Y. & Tena, A. 2019.** Neonicotinoids in excretion product of phloem-feeding insects kill beneficial insects. *PNAS*, vol. 116. Nr. 34. 16817-16822. <https://doi.org/10.1073/pnas.1904298116>
- Diepens N.J., Belgers D., Buijse L., Roessink I., 2023.** Pet dogs transfer veterinary medicines to the environment. *Science of The Total Environment*; Volume 858, Part 1, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159550>
- EFSA Scientific Report (2006)** 65, 1-110, Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance fipronil. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2006.65r>
- EFSA Scientific Report (2008)** 213, 1-131. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance etofenprox. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.213r>
- EMA (European Agency for the Evaluation of Medical Products, Veterinary Medicines and Information Technology Unit).** 1999. Committee for Veterinary Medical Products. PHOXIM. Summary Report (1) https://www.ema.europa.eu/en/documents/mrl-report/phoxim-summary-report-1-committee-veterinary-medicinal-products_en.pdf
- EMA (European Medicines Agency)** Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP). 2013. European public MRL assessment report (EPMAR) Phoxim (extension to bovine species and harmonization of MRLs). https://www.ema.europa.eu/en/documents/mrl-report/phoxim-european-public-maximum-residue-limit-assessment-report-epmar-cvmp_en.pdf
- Gols, R., WallisDeVries, M.F., van Loon J.J.A. 2020.** Reprotoxic effects of the systemic insecticide fipronil on the butterfly *Pieris brassicae*. *Proceedings of the Royal Society B* 287: 20192665. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.2665>
- Guldmond A., Leendertse P., Hoftijser E., van Beek J., van Oers, 2018.** Mezensterfte door buxusmotbestrijding? Verkennende studie van pesticidenbelasting bij jonge kool- en pimpelmezen. CLM, rapport-962.
- Guldmond A., Leendertse P., Lommen J., 2018.** Pesticiden in de boerenzwaluw Verkennende studie van pesticidenbelasting bij boerenzwaluw in Nederland. CLM, rapport-943.

- Guldmond A., R. Gommer, P. Leendertse, K. van Oers. 2018.** Koolmezensterfte en buxusmotbestrijding. CLM rapport-962.
- Kruse-Plass, M., Schlechtriemen, U. & Wosniok, W. 2020.** Pestizid-Belastung der Luft. Eine deutschlandweite Studie zur Ermittlung der Belastung der Luft mit Hilfe von technischen Sammlern, Bienenbrot, Filtern aus Be- und Entlüftungsanlagen und Luftgüte-Rindenmonitoring hinsichtlich des Vorkommens von Pestizid-Wirkstoffen, insbesondere Glyphosat. Tiem integrierte Umweltüberwachung.
- Lunney A., Zeeb B.A., Reimer K.J. 2004.** Uptake of Weathered DDT in Vascular Plants: Potential for Phytoremediation. *Environ. Sci. Technol.* 2004, 38, 22, 6147–6154
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es030705b>
- Maeda Mizuki, Yokoyama T., Kitauchi S., Hirando t., Mantani Y, Tabuchi Y., Hoshi N., 2020.** Influence of acute exposure to a low dose of systemic insecticide fipronil on locomotor activity and emotional behavior in adult male mice. *The journal of veterinary medical science*, 83(2): 344–348, 2021 doi: [10.1292/jvms.20-0551](https://doi.org/10.1292/jvms.20-0551).
- Malik. R., Ward. M.P., Seavers. A., Fawcett. A., Bell. E., Govendir. M., Page. S., 2010.** Permethrin spot-on intoxication of cats. Literature review and survey of veterinary practitioners in Australia. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 12, 5-14. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.12.002> (oclc.org)
- Mantingh M., 2021.** PAN Nederland. Monitoring van bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen in haar <https://www.pan-netherlands.org/wp-content/uploads/2021/03/pan-resultaten-haarmonsters-30-mrt-2021-fin.pdf>
- Meeker John D., Barr D. B., Hauser R., 2009.** Pyrethroid insecticide metabolites are associated with serum hormone levels in adult men. *Reprod Toxicol.* 2009 April; 27(2): 155–160.
[Doi:10.1016/j.reprotox.2008.12.012](https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2008.12.012)
- Movalli et al., 2023.** High resolution mass spectrometric suspect screening, wide-scope target analysis of emerging contaminants and determination of legacy pollutants in adult black-tailed godwit *Limosa limosa* in the Netherlands – A pilot study. *Chemosphere* 321 (2023) 138145.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138145>
- NVWA, 2017.** Ministerie LNV. Wat is de norm voor de maximale hoeveelheid fipronil in mest?
<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/biociden/vraag-en-antwoord/wat-is-de-norm-voor-de-maximale-hoeveelheid-fipronil-in-mest>
- OEHHA, 2020.** Pesticide Exposure and Risk Assessment Evaluation. Department of Pesticide Regulation's Draft Risk Characterization of Fipronil. 34 pages.
<https://oehha.ca.gov/media/downloads/pesticides/document/fipronilcomments051321.pdf>
- Pelosi C., C. Bertrand, G. Daniele, M. Coeurdassier, P. Benoit, S. N'elieu, F. Lafay, V. Bretagnolle, S. Gaba, E. Vulliet, C. Fritsch, 2021.** Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat? <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107167>
- Perkins R., Whitehead M., Civil W., Goulson D., 2020.** Potential role of veterinary flea products in widespread pesticide contamination of English rivers. *Science of the Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143560>
- Raab A., Williams P.N., Meharg A., Feldmann J., 2007.** Uptake and translocation of inorganic and methylated arsenic species by plants. , *Environ. Chem.* 2007, 4, 197–203
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=aeb1afe919ec53f2d9840ef17cab7a6b29b8bd84>
- Renaud M., Akeju T., Natal da Luz T., Leston S., Rosa J., Ramos F., Sousa J.P., Azevedo Pereira H.M.V.S., 2018.** Effects of the neonicotinoids acetamiprid and thiacloprid in their commercial formulations on soil fauna. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653517318799>.

- RIVM 2019.** Het OBO onderzoeksrapport 'Research on exposure of residents to pesticides in the Netherlands'. <https://www.rivm.nl/documenten/onderzoeksrapport-obo>
- Silva V., Hans G. J. Mol, Paul Zomer, Marc Tienstra, Coen J. Ritsema, Violette Geissen, 2019.** Pesticide residues in European agricultural soils – a hidden reality unfolded. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441>
- Tennekes H. A. 2010.** The significance of the Druckrey–Küpfmüller equation for risk assessment—The toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology*
- Sánchez-Bayo F., H. A. Tennekes. 2020.** Time-Cumulative Toxicity of Neonicotinoids: Experimental Evidence and Implications for Environmental Risk Assessments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Wetterskip Fryslan, 2023.** Screening van chemische stoffen in het effluent van rwzi's binnen het beheergebied van Wetterskip Fryslân. 36 pagina's.

BIJLAGE 1. Alle aangetroffen stoffen en hun concentraties in de onderzochte monsters van paardenbloemen

Droge stof gehalte monster (%)		11,4	11,9	14,4	13,9	14,2	23,1	12,3	13,6	16,3	13,1	11,6	12	15	15,4	12,3	12,2	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	gemiddel de gehalte over alle locaties
		Groene Hart park, Zuidplas 25/10/21	Eenigenburg park, Schagen 8/4/22	Leendert Meeszstra t Haarlem 3/5/22	Willem Drees Plantsoen 3/5/22 Haarlem	Duinvllet 3/5/22 Haarlem N2000 maaiweide	Marken, Noordelijke ringdijk 5/5/22	Vondel- park Amsterdam 7/5/22	Noorder- plantsoen Groningen 7/5/22	Bloemen- buurt, Arnhem- Zuid 8/5/22	Landschaps park Moerenbur g, Tilburg 8/5/22	Haagse Bos en Mallieveld, Den Haag 9/5/22	Krallingse Bos, Rotter- dam 11/5/22	Potgieter- singel, Zwolle 12/5/22	Lunteren, Remeker (controle) 17/5/22	Asserbos, Assen 18/5/22	Duinvllet Haarlem natura 2000, bospaden 29/5/22,	
	Aangetroffen stof	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds	ug/kg ds
g.h.	6-Benzyladenine																	0
Rep.	ANTRAQUINON	5,6																0,350
F	AZOKSYSTROBIN			48,7													2,8	3,218
F	Boscalid		kwalitatief aangetoond															0,000
F	Carbendazim		kwalitatief aangetoond															0,000
H	CHLOORPROFAM	0,6		0,8			0,7										1,1	0,202
F	CHLORTHALONIL		kwalitatief aangetoond															0,000
I	Cyenoxyprofen		1,3															0,081
F	DIFENOCONA ZOOl		0,5															0,031
F/I	DIFENYLAMINE	7,6																0,475
H	DIFLUFENICAN	0,6																0,038
I	Dinotefuran			27,7														1,731
I	ETOFENPROX			7,1	12,9	3,1			15,7		13,3							3,257
F	FENYLFENOL-2	5,6		0,6				0,9				1,2					1,0	0,582
I	FIPRONIL	2,7	6,8					3,8		1,9	1,2	4,4	7,9	3,4				2,006
I/M	FIPRONIL SULFIDE												0,7					0,044
I/M	FIPRONIL SULFON	1,6											2,6					0,263
F	FLUDIOXONIL	0,3																0,019
F	Fluopyram			11,9														0,746
F	FLUTOLANIL			3,9	3,1	2,8	2,0	2,0	4	1,6	2,3		1,5	4,4		8,0		2,228
F/M	FTHALUMIDE (ajbr. folpet)			11,2	8,5	6,2	9,3	11,3	7,1	6,2	5,9	12,6	10,1	9,6	7,4	5,7	12,0	7,695
F	Imazalil	99,0																6,188
I	Imidacloprid	13,7											17,2					1,931
H	Imazalil															4,2		0,263
H	IMCPA															3,9		0,244
H	METOLACHLOOR-S			0,7			0,7										0,9	0,144
I/M	p,p'-DDE											2,7						0,169
H	PENDIMETHALIN	1,6	2,6	1,8			1,5	2,4	1,5		3,3		2,1	3,1	1,8	2,4		1,506
I	PENTACHLOORANILINE	0,6																0,038
I	PERMETHRIN-CIS	3,0			6,6		9,2		6,2		14,6		16,1		4,3	9,8		4,363
I	PERMETHRIN-TRANS	4,7			7,4		9,4		5,1		27,2		15,4		5,7	10,0		5,305
H	Phenmedipham														5,4			0,338
I	Phoxim	18,1																1,131
F/M	Prochloraz desimidazole-amino		kwalitatief aangetoond															n.v.t.
F	Propamocarb hydrochloride			kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond		kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	kwalitatief aangetoond	n.v.t.
H	PROSULFOCARB	4,0	2,0	2,6	2,0	1,6	2,6	2,2	2,4	1,4	2,8	1,8	2,3	4,4	2,7	6,3	3,4	1,76
F/M	PROTHIOCONAZOOL-DESTHIO		24,5				3,8			3,3		4,6	6,1	4,3	3,5	4,6	10,0	2,91
F	Pyraclostrobin			kwalitatief aangetoond														0,00
F	TEBUCONAZOOL	0,6		3,5			2,3	2,3	4,3									0,77
H	TRIALAAT	13,2																0,00
	Totaal gehalte ug/kg ds	183,10	37,70	35,73	40,50	13,70	41,50	24,90	46,30	14,40	70,53	27,30	82,00	29,20	15,40	50,60	51,00	28,98
	Aantal stoffen	18	10	14	7	4	11	9	9	7	10	8	12	8	6	12	10	6,81
	Totale concentratie insecticiden	44,40	8,10	34,81	26,90	3,10	18,60	3,80	27,00	1,90	56,23	7,10	59,90	3,40	0,00	10,06	19,80	15,68
	Aantal Insectiden 13 (incl. 2 metab.)	6,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	4,00	2,00	6,00	1,00	0,00	2,00	2,00	1,75
	Totale concentratie fungiciden	105,50	25,00	79,88	11,60	9,00	17,40	16,50	15,40	11,10	8,20	18,40	17,70	18,30	10,90	18,31	25,80	25,56
	Totale concentratie herbiciden	20,00	4,60	5,98	2,00	1,60	5,50	4,60	3,90	1,40	6,10	1,80	4,40	7,50	4,50	22,23	5,40	6,34

Rood gemarkeerde stoffen: anti-vlooien-, teken- en luizenmiddelen voor honden en katten, donkergeel: overige insecticiden

Afkortingen: g.h.= groeihormoon, Rep= Repellent, I= insecticide, F= fungicide, H= herbicide, M= metaboliet, ug/kg d.s.: microgram per kilogram droge stof

BIJLAGE 2. Overzicht van de gemeten bestrijdingsmiddelen, biociden en metabolieten met standaard LOQ

Legend

CAS	The CAS Registry Number is a unique identifier assigned by the Chemical Abstracts Service to chemical substances.
RL	Reporting limit.

Technique GC-MS/MS

Method Quantitative pesticide screening GC-MSMS

Method Own method
reference Valid 2022

Applied on Project matrices in µg/kg (only in agreement with lab)

Laboratory Eurofins Lab Zeeuws-Vlaanderen Not accredited

Parameters	Parameter	CAS	RL
	1,4-dimethylnaphthalene	571-58-4	0.010 µg/kg
	2,6-Dichlorobenzamide	2008-58-4	0.010 µg/kg
	2-Phenylphenol	90-43-7	0.010 µg/kg
	4,4 -DDD + 2,4 -DDT		0.010 µg/kg
	4,4-DDE	72-55-9	0.010 µg/kg
	Acetochlor	34256-82-1	0.010 µg/kg
	Acibenzolar-s-methyl	135158-54-2	0.010 µg/kg
	Aclonifen	74070-46-5	0.010 µg/kg
	Acrinathrin	101007-06-1	0.010 µg/kg
	Alachlor	15972-60-8	0.010 µg/kg
	Aldrin	309-00-2	0.010 µg/kg
	Allethrin	584-79-2	0.020 µg/kg
	Ametryn	834-12-8	0.010 µg/kg
	Anthraquinone	84-65-1	0.010 µg/kg
	Azinphos-ethyl	2642-71-9	0.010 µg/kg
	Azoxystrobin	131860-33-8	0.010 µg/kg
	Barban/Chlorbufam/Chlorproph am (as 3-Chloroaniline)	108-42-9	0.050 µg/kg
	Benalaxyl including other mixtures of constituent isomers including benalaxyl-M (sum of isomers)	71626-11-4	0.010 µg/kg
	Benfluralin	1861-40-1	0.010 µg/kg
	Benfuracarb	82560-54-1	0.0 µg/kg
	Bifenazate	149877-41-8	0.050 µg/kg
	Bifenazate-diazene	149878-40-0	0.010 µg/kg
	Bifenox	42576-02-3	0.010 µg/kg
	Bifenthrin	82657-04-3	0.010 µg/kg
	Biphenyl	92-52-4	0.010 µg/kg
	Bitertanol	55179-31-2	0.010 µg/kg
	Bromacil	314-40-9	0.020 µg/kg
	Bromocyclen	1715-40-8	0.010 µg/kg
	Bromophos-ethyl	4824-78-6	0.010 µg/kg
	Bromophos-methyl	2104-96-3	0.010 µg/kg
	Bromopropylate	18181-80-1	0.010 µg/kg
	Bromuconazole	116255-48-2	0.020 µg/kg
	Bupirimate	41483-43-6	0.010 µg/kg
	Buprofezin	69327-76-0	0.010 µg/kg

Butralin	33629-47-9	0.010 µg/kg
Cadusafos	95465-99-9	0.010 µg/kg
Carbaryl	63-25-2	0.010 µg/kg
Carbofuran	1563-66-2	0.010 µg/kg
Carbofuranphenol	1563-38-8	0.010 µg/kg
Carbophenothion	786-19-6	0.010 µg/kg
Carbophenothion-methyl	953-17-3	0.010 µg/kg
Chinomethionate	2439-01-2	0.010 µg/kg
Chlorbufam	1967-16-4	0.010 µg/kg
Chlordane (total)		0.010 µg/kg
Chlordane, cis-	5103-71-9	0.010 µg/kg
Chlordane, oxy-	27304-13-8	0.010 µg/kg
Chlordane, trans-	5103-74-2	0.010 µg/kg
Chlorfenapyr	122453-73-0	0.010 µg/kg
Chlorfenson	80-33-1	0.010 µg/kg
Chlorfenvinphos	470-90-6	0.010 µg/kg
Chlorfenvinphos cis	18708-87-7	0.010 µg/kg
Chlorfenvinphos trans	18708-86-6	0.010 µg/kg
Chloridazone	1698-60-8	0.050 µg/kg
Chlorobenzilate	510-15-6	0.010 µg/kg
Chloroneb	2675-77-6	0.010 µg/kg
Chlorothalonil	1897-45-6	0.010 µg/kg
Chlorpropham	101-21-3	0.010 µg/kg
Chlorpyrifos (-ethyl)	2921-88-2	0.010 µg/kg
Chlorpyrifos-methyl	5598-13-0	0.010 µg/kg
Chlorthal-dimethyl	1861-32-1	0.010 µg/kg
Chlorthiamid	1918-13-4	0.010 µg/kg
Chlozolate	84332-86-5	0.010 µg/kg
cis-Permethrin	61949-76-6	0.010 µg/kg
Clefoxydim	139001-49-3	0.050 µg/kg
Clodinafop-propargyl	105512-06-9	0.010 µg/kg
Clomazone	81777-89-1	0.010 µg/kg
Cloquintocet-mexyl	99607-70-2	0.010 µg/kg
Coumaphos	56-72-4	0.010 µg/kg
Cyanazine	21725-46-2	0.010 µg/kg
Cyanofenphos	13067-93-1	0.010 µg/kg
Cyanophos	2636-26-2	0.010 µg/kg
Cycloate	1134-23-2	0.010 µg/kg
Cyfluthrin	68359-37-5	0.010 µg/kg
Cyhalothrin	68085-85-8	0.010 µg/kg
Cyhalothrin, lambda-(incl. Cyhalothrin, gamma-)	91465-08-6	0.010 µg/kg
Cypermethrin (sum of isomers)	52315-07-8	0.010 µg/kg
Cyphenothrin	39515-40-7	0.050 µg/kg
Cyproconazole	94361-06-5	0.010 µg/kg
Cyprodinil	121552-61-2	0.010 µg/kg
DDD, o,p-	53-19-0	0.010 µg/kg
DDE, o,p-	3424-82-6	0.010 µg/kg
DDT, p,p'-	50-29-3	0.010 µg/kg
Deltamethrin	52918-63-5	0.010 µg/kg
Demeton-O	298-03-3	0.010 µg/kg
Demeton-S	126-75-0	0.010 µg/kg
Demeton-S-methyl	919-86-8	0.010 µg/kg
Desmetyrn	1014-69-3	0.010 µg/kg
Diazinon	333-41-5	0.010 µg/kg
Dichlobenil	1194-65-6	0.020 µg/kg
Dichlofenthion	97-17-6	0.010 µg/kg
Dichlorvos	62-73-7	0.010 µg/kg
Dicloran	99-30-9	0.010 µg/kg

Dicofol, p,p-	115-32-2	0.010 µg/kg
Dieldrin	60-57-1	0.010 µg/kg
Diethofencarb	87130-20-9	0.010 µg/kg
Difenoconazole	119446-68-3	0.010 µg/kg
Diflufenican	83164-33-4	0.010 µg/kg
Dimethipin	55290-64-7	0.010 µg/kg
Dimethoate	60-51-5	0.010 µg/kg
Dimethylaminosulphotoluidide (DMST)	66840-71-9	0.020 µg/kg
Diniconazole	83657-24-3	0.010 µg/kg
Dioxabenzofos	3811-49-2	0.010 µg/kg
Diphenamid	957-51-7	0.010 µg/kg
Diphenylamine	122-39-4	0.010 µg/kg
Disulfoton	298-04-4	0.020 µg/kg
Disulfoton-sulfon	2497-06-5	0.010 µg/kg
Disulfoton-sulfoxide	2497-07-6	0.010 µg/kg
Ditalimfos	5131-24-8	0.010 µg/kg
Diuron/Linuron/Neburon (as 3,4-Dichloraniline)	95-76-1	0.020 µg/kg
Endosulfan sulphate	1031-07-8	0.010 µg/kg
Endosulfan, alpha-	959-98-8	0.010 µg/kg
Endosulfan, beta-	33213-65-9	0.010 µg/kg
Endrin	72-20-8	0.010 µg/kg
EPN	2104-64-5	0.010 µg/kg
Epoxiconazole	133855-98-8	0.010 µg/kg
EPTC	759-94-4	0.010 µg/kg
Esfenvalerate	66230-04-4	0.010 µg/kg
Etaconazole	60207-93-4	0.010 µg/kg
Ethion	563-12-2	0.010 µg/kg
Ethofumesate	26225-79-6	0.010 µg/kg
Ethoprophos	13194-48-4	0.010 µg/kg
Ethoxyquin	91-53-2	0.010 µg/kg
Etofenprox	80844-07-1	0.010 µg/kg
Etridiazole	2593-15-9	0.020 µg/kg
Etrimfos	38260-54-7	0.010 µg/kg
Famoxadone	131807-57-3	0.010 µg/kg
Fenarimol	60168-88-9	0.010 µg/kg
Fenazaquin	120928-09-8	0.010 µg/kg
Fenchlorphos	299-84-3	0.010 µg/kg
Fenfluthrin	75867-00-4	0.010 µg/kg
Fenitrothion	122-14-5	0.010 µg/kg
Fenobucarb	3766-81-2	0.010 µg/kg
Fenoxycarb	72490-01-8	0.050 µg/kg
Fenpiclonil	74738-17-3	0.010 µg/kg
Fenpropathrin	39515-41-8	0.010 µg/kg
Fenpropidin	67306-00-7	0.040 µg/kg
Fenpropimorph	67564-91-4	0.010 µg/kg
Fenpyroximate	134098-61-6	0.010 µg/kg
Fenson	80-38-6	0.010 µg/kg
Fensulfothion	115-90-2	0.010 µg/kg
Fenthion	55-38-9	0.010 µg/kg
Fenthion-sulfoxide	3761-41-9	0.010 µg/kg
Fipronil	120068-37-3	0.0050 µg/kg
Fipronil-sulfide	120067-83-6	0.010 µg/kg
Fipronil-sulfone	120068-36-2	0.0050 µg/kg
Fluazifop-butyl	69806-50-4	0.010 µg/kg
Flubenzimine	37893-02-0	0.010 µg/kg
Fluchloralin	33245-39-5	0.010 µg/kg
Flucythrinate	70124-77-5	0.010 µg/kg

Fludioxonil	131341-86-1	0.010 µg/kg
Fluquinconazole	136426-54-5	0.010 µg/kg
Flurprimidol	56425-91-3	0.010 µg/kg
Flusilazole	85509-19-9	0.010 µg/kg
Flutolanil	66332-96-5	0.010 µg/kg
Fluvalinate (sum of isomers)	69409-94-5	0.010 µg/kg
Fonofos	944-22-9	0.010 µg/kg
Formothion	2540-82-1	0.010 µg/kg
Fosthietan	21548-32-3	0.010 µg/kg
Fuberidazole	3878-19-1	0.010 µg/kg
Furalaxyl	57646-30-7	0.010 µg/kg
Halfenprox	111872-58-3	0.010 µg/kg
Haloxypop-2-ethoxyethyl	87237-48-7	0.010 µg/kg
HCH, alpha-	319-84-6	0.010 µg/kg
HCH, beta-	319-85-7	0.010 µg/kg
HCH, delta-	319-86-8	0.010 µg/kg
Heptachlor (sum)		0.010 µg/kg
Heptachlor epoxide, cis-	1024-57-3	0.010 µg/kg
Heptachlor epoxide, trans-	28044-83-9	0.010 µg/kg
Heptenophos	23560-59-0	0.010 µg/kg
Hexachlorobenzene (HCB)	118-74-1	0.010 µg/kg
Hexachlorobutadiene	87-68-3	0.010 µg/kg
Hexaconazole	79983-71-4	0.010 µg/kg
Hexazinone	51235-04-2	0.010 µg/kg
Imazethapyr	81335-77-5	0.050 µg/kg
Iodofenphos	18181-70-9	0.010 µg/kg
Iprobenfos	26087-47-8	0.010 µg/kg
Iprodione	36734-19-7	0.010 µg/kg
Isazophos	42509-80-8	0.010 µg/kg
Isocarbofos	24353-61-5	0.010 µg/kg
Isodrin	465-73-6	0.010 µg/kg
Isofenphos	25311-71-1	0.010 µg/kg
Isofenphos-methyl	99675-03-3	0.010 µg/kg
Isofenphos-oxon	31120-85-1	0.010 µg/kg
Isoproc carb	2631-40-5	0.010 µg/kg
Isoproturon	34123-59-6	0.010 µg/kg
Isoxadifen-ethyl	163520-33-0	0.010 µg/kg
Kresoxim-methyl	143390-89-0	0.010 µg/kg
Lenacil	2164-08-1	0.010 µg/kg
Leptophos	21609-90-5	0.010 µg/kg
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	0.010 µg/kg
Malaoxon	1634-78-2	0.010 µg/kg
Malathion	121-75-5	0.010 µg/kg
Mecarbam	2595-54-2	0.010 µg/kg
Mepanipyrim	110235-47-7	0.010 µg/kg
Mephosfolan	950-10-7	0.020 µg/kg
Mepronil	55814-41-0	0.010 µg/kg
Metalaxyl	57837-19-1	0.010 µg/kg
Metazachlor	67129-08-2	0.010 µg/kg
Methabenzthiazuron	18691-97-9	0.010 µg/kg
Methacrifos	62610-77-9	0.010 µg/kg
Methidathion	950-37-8	0.010 µg/kg
Methoprotryne	841-06-5	0.010 µg/kg
Methoxychlor	72-43-5	0.010 µg/kg
Methyl Parathion	298-00-0	0.010 µg/kg
Metobromuron	3060-89-7	0.010 µg/kg
Metolcarb	1129-41-5	0.010 µg/kg
Metrafenone	220899-03-6	0.010 µg/kg
Metribuzin	21087-64-9	0.010 µg/kg

Mevinphos	7786-34-7	0.010 µg/kg
Mirex	2385-85-5	0.010 µg/kg
Molinate	2212-67-1	0.010 µg/kg
Myclobutanil (sum of constituent isomers)	88671-89-0	0.010 µg/kg
Naphthalene Acetamide	86-86-2	0.050 µg/kg
Napropamide	15299-99-7	0.010 µg/kg
Nitrapyrin	1929-82-4	0.010 µg/kg
Nitrofen	1836-75-5	0.010 µg/kg
Nitrothal-isopropyl	10552-74-6	0.010 µg/kg
Norflurazon	27314-13-2	0.010 µg/kg
Ofurace	58810-48-3	0.010 µg/kg
Oxadiazon	19666-30-9	0.010 µg/kg
Oxadixyl	77732-09-3	0.010 µg/kg
Oxyfluorfen	42874-03-3	0.010 µg/kg
Paraoxon-ethyl	311-45-5	0.010 µg/kg
Paraoxon-methyl	950-35-6	0.010 µg/kg
Parathion-ethyl	56-38-2	0.010 µg/kg
Penconazole (sum of constituent isomers)	66246-88-6	0.010 µg/kg
Pendimethalin	40487-42-1	0.010 µg/kg
Pentachloroaniline	527-20-8	0.010 µg/kg
Pentachloroanisole	1825-21-4	0.010 µg/kg
Pentachlorobenzene	608-93-5	0.010 µg/kg
Pentachlorophenol	87-86-5	0.050 µg/kg
Permethrin (sum of isomers)	52645-53-1	0.010 µg/kg
Perthane	72-56-0	0.010 µg/kg
Phenkapton	2275-14-1	0.010 µg/kg
Phenothrin	26002-80-2	0.020 µg/kg
Phenthoate	2597-03-7	0.010 µg/kg
Phosalone	2310-17-0	0.010 µg/kg
Phosfolan	947-02-4	0.020 µg/kg
Phosmet	732-11-6	0.010 µg/kg
Phthalimide (PI)	85-41-6	0.010 µg/kg
Picoxystrobin	117428-22-5	0.010 µg/kg
Piperonyl butoxide	51-03-6	0.010 µg/kg
Pirimicarb	23103-98-2	0.010 µg/kg
Pirimicarb, desmethyl-	30614-22-3	0.010 µg/kg
Pirimiphos-ethyl	23505-41-1	0.010 µg/kg
Pirimiphos-methyl	29232-93-7	0.010 µg/kg
Procymidone	32809-16-8	0.010 µg/kg
Profenofos	41198-08-7	0.010 µg/kg
Profluralin	26399-36-0	0.010 µg/kg
Promecarb	2631-37-0	0.010 µg/kg
Prometryn	7287-19-6	0.010 µg/kg
Propachlor	1918-16-7	0.010 µg/kg
Propanil	709-98-8	0.010 µg/kg
Propargite	2312-35-8	0.020 µg/kg
Propazine	139-40-2	0.010 µg/kg
Propetamphos	31218-83-4	0.010 µg/kg
Propham	122-42-9	0.010 µg/kg
Propiconazole (sum of isomers)	60207-90-1	0.010 µg/kg
Propoxur	114-26-1	0.010 µg/kg
Propoxycarbazone	145026-81-9	0.050 µg/kg
Propyzamide	23950-58-5	0.010 µg/kg
Prosulfocarb	52888-80-9	0.010 µg/kg
Prothioconazole-desthio	120983-64-4	0.010 µg/kg
Prothiofos	34643-46-4	0.010 µg/kg

Pyraflufen-ethyl	129630-19-9	0.010 µg/kg
Pyrazophos	13457-18-6	0.010 µg/kg
Pyridaben	96489-71-3	0.010 µg/kg
Pyridaphenthion	119-12-0	0.010 µg/kg
Pyrifenox	88283-41-4	0.010 µg/kg
Pyrimethanil	53112-28-0	0.010 µg/kg
Pyriproxyfen	95737-68-1	0.010 µg/kg
Quinalphos	13593-03-8	0.010 µg/kg
Quinoxifen	124495-18-7	0.010 µg/kg
Quintozene	82-68-8	0.010 µg/kg
Quizalofop ethyl	76578-14-8	0.010 µg/kg
S 421	127-90-2	0.050 µg/kg
Silthiofam	175217-20-6	0.010 µg/kg
Simazine	122-34-9	0.010 µg/kg
S-Metolachlor	87392-12-9	0.010 µg/kg
Spiromesifen	283594-90-1	0.010 µg/kg
Spiroxamine	118134-30-8	0.010 µg/kg
Sulfotep	3689-24-5	0.010 µg/kg
Sulphur (S)	7704-34-9	0.20 µg/kg
Sulprofos	35400-43-2	0.010 µg/kg
Tebuconazole	107534-96-3	0.010 µg/kg
Tebufenpyrad	119168-77-3	0.010 µg/kg
Tecnazene	117-18-0	0.010 µg/kg
Tefluthrin	79538-32-2	0.010 µg/kg
Telodrin	297-78-9	0.010 µg/kg
Terbacil	5902-51-2	0.010 µg/kg
Terbumeton	33693-04-8	0.010 µg/kg
Terbutylazine	5915-41-3	0.010 µg/kg
Terbutylazine, desethyl-	30125-63-4	0.010 µg/kg
Terbutryn	886-50-0	0.010 µg/kg
Tetrachlorvinphos	22248-79-9	0.010 µg/kg
Tetraconazole	112281-77-3	0.010 µg/kg
Tetradifon	116-29-0	0.010 µg/kg
Tetrahydrophthalimide (THPI)	85-40-5	0.010 µg/kg
Tetramethrin	7696-12-0	0.010 µg/kg
Tetrasul	2227-13-6	0.010 µg/kg
Tolclofos-methyl	57018-04-9	0.010 µg/kg
Transfluthrin	118712-89-3	0.010 µg/kg
Trans-Pemethrin	61949-77-7	0.010 µg/kg
Triadimefon	43121-43-3	0.010 µg/kg
Triallate	2303-17-5	0.010 µg/kg
Triazamate	112143-82-5	0.010 µg/kg
Triazophos	24017-47-8	0.010 µg/kg
Trichloronat	327-98-0	0.010 µg/kg
Trifloxystrobin	141517-21-7	0.010 µg/kg
Triflumizole	99387-89-0	0.010 µg/kg
Trifluralin	1582-09-8	0.010 µg/kg
Trinexapac-ethyl	95266-40-3	0.010 µg/kg
Vinchlozoline/Iprodione/Procymidone (as 3,5-DCA)	626-43-7	0.020 µg/kg
Vinclozolin	50471-44-8	0.010 µg/kg

ZV0A5-1 Quantitative multi pesticide analysis LC-MSMS
Technique LC-MS/MS

Method reference Own method , 2022

Applied on Project matrices in µg/kg (only in agreement with lab)

Laboratory Eurofins Lab Zeeuws-Vlaanderen Not accredited

1-Naphthylacetic acid	86-87-3	0.010 µg/kg
2,4,5-T	93-76-5	0.010 µg/kg
2,4,6-Trichlorophenoxyacetic Acid	575-89-3	0.010 µg/kg
2,4-D	94-75-7	0.010 µg/kg
2,4-DB	94-82-6	0.010 µg/kg
2-Hydroxybenzothiazol	934-34-9	0.010 µg/kg
2-Naphthylacetic acid	120-23-0	0.010 µg/kg
3-Hydroxycarbofuran	16655-82-6	0.0010 µg/kg
3-ketocarbofuran	16709-30-1	0.010 µg/kg
4-Bromophenylurea	1967-25-5	0.010 µg/kg
4-CPA	122-88-3	0.010 µg/kg
6-Benzyladenine	1214-39-7	0.010 µg/kg
6-Chlor-3-phenylpyridazin-4-ol (Pyridafol)	40020-01-7	0.010 µg/kg
Abamectin	71751-41-2	0.010 µg/kg
Acephate	30560-19-1	0.010 µg/kg
Acequinocyl	57960-19-7	0.010 µg/kg
Acetamiprid	135410-20-7	0.010 µg/kg
Alanycarb	83130-01-2	0.010 µg/kg
Aldicarb	116-06-3	0.010 µg/kg
Aldicarb-sulfone	1646-88-4	0.010 µg/kg
Aldicarb-sulfoxide	1646-87-3	0.010 µg/kg
Ametoctradin	865318-97-4	0.010 µg/kg
Amisulbrom	348635-87-0	0.010 µg/kg
Anilazine	101-05-3	0.050 µg/kg
Asulam	3337-71-1	0.010 µg/kg
Atrazin, desisopropyl-	1007-28-9	0.050 µg/kg
Atrazine	1912-24-9	0.010 µg/kg
Atrazine-desethyl	6190-65-4	0.010 µg/kg
Avermectin B1a	65195-55-3	0.010 µg/kg
Avermectin B1b	65195-56-4	0.010 µg/kg
Azaconazole	60207-31-0	0.010 µg/kg
Azadirachtin	11141-17-6	0.010 µg/kg
Azamethiphos	35575-96-3	0.010 µg/kg
Azimsulfuron	120162-55-2	0.010 µg/kg
Azinphos-methyl	86-50-0	0.010 µg/kg
Aziprotryn	4658-28-0	0.050 µg/kg
Azoxystrobin	131860-33-8	0.010 µg/kg
Barban	101-27-9	0.010 µg/kg
Beflubutamid	113614-08-7	0.010 µg/kg
Benomyl	17804-35-2	0.0 µg/kg
Benoxacor	98730-04-2	0.010 µg/kg
Bentazone	25057-89-0	0.010 µg/kg
Benthiavalicarb, isopropyl-Benzalkoniumchlorid (BAC) Sum	177406-68-7	0.010 µg/kg
Benzovindiflupyr	1072957-71-1	0.010 µg/kg
Benzoximate	29104-30-1	0.010 µg/kg
Benzyltrimethylammoniumchloride (BAC C12)		

Benzyltrimethylammonium chloride (BAC C14)	139-07-01	0.010 ug/kg
Bitertanol	55179-31-2	0.010 µg/kg
Bixafen	581809-46-3	0.010 µg/kg
Boscalid	188425-85-6	0.010 µg/kg
Bromoxynil	1689-84-5	0.010 µg/kg
Bromuconazole	116255-48-2	0.010 µg/kg
BTS 44595	139520-94-8	0.010 µg/kg
BTS 44596	139542-32-8	0.010 µg/kg
Bupirimate	41483-43-6	0.010 µg/kg
Buprofezin	69327-76-0	0.010 µg/kg
Butafenacil	134605-64-4	0.010 µg/kg
Butocarboxim	34681-10-2	0.010 µg/kg
Butocarboxim-sulfoxide	34681-24-8	0.010 µg/kg
Butoxycarboxim	34681-23-7	0.010 µg/kg
Buturon	3766-60-7	0.010 µg/kg
Carbaryl	63-25-2	0.010 µg/kg
Carbendazim	10605-21-7	0.010 µg/kg
Carbetamide	16118-49-3	0.010 µg/kg
Carbofuran	1563-66-2	0.0010 µg/kg
Carbosulfan	55285-14-8	0.010 µg/kg
Carboxin	5234-68-4	0.010 µg/kg
Carfentrazone-ethyl	128639-02-1	0.010 µg/kg
Carpropamid	104030-54-8	0.010 µg/kg
Chloramben	133-90-4	0.10 µg/kg
Chlorantraniliprole	500008-45-7	0.010 µg/kg
Chlorbromuron	13360-45-7	0.010 µg/kg
Chlordecon	143-50-0	0.010 µg/kg
Chlordimeform	6164-98-3	0.010 µg/kg
Chlorfluazuron	71422-67-8	0.010 µg/kg
Chlorothalonil-4-hydroxy	28343-61-5	0.010 µg/kg
Chlorotoluron	15545-48-9	0.010 µg/kg
Chloroxuron	1982-47-4	0.010 µg/kg
Chlorthion	500-28-7	0.010 µg/kg
Chlorthiophos	60238-56-4	0.010 µg/kg
Chlorthiophos-sulfone	25900-20-3	0.010 µg/kg
Cinerin I	25402-06-6	0.010 µg/kg
Cinerin II	121-20-0	0.010 µg/kg
Clethodim	99129-21-2	0.010 µg/kg
Climbazole	38083-17-9	0.010 µg/kg
Clodinafop	114420-56-3	0.010 µg/kg
Clofentezine	74115-24-5	0.010 µg/kg
Clopyralid	1702-17-6	0.50 µg/kg
Clothianidin	210880-92-5	0.010 µg/kg
Crimidine	535-89-7	0.010 µg/kg
Cyantraniliprole	736994-63-1	0.010 µg/kg
Cyazofamid	120116-88-3	0.010 µg/kg
Cyclanilide	113136-77-9	0.010 µg/kg
Cycloxydim	101205-02-1	0.010 µg/kg
Cyenopyrafen	560121-52-0	0.010 µg/kg
Cyflufenamid	180409-60-3	0.010 µg/kg
Cyflumetofen	400882-07-7	0.010 µg/kg
Cymoxanil	57966-95-7	0.010 µg/kg
Cyproconazole	94361-06-5	0.010 µg/kg
Cyprodinil	121552-61-2	0.010 µg/kg
Cythioate	115-93-5	0.010 µg/kg
Demeton-S-methyl-sulfone	17040-19-6	0.010 µg/kg
Desmedipham	13684-56-5	0.010 µg/kg
Dicamba	1918-00-9	0.050 µg/kg
Dichlofluanid	1085-98-9	0.010 µg/kg

Dichlorophen	97-23-4	0.010 µg/kg
Dichlorprop	120-36-5	0.010 µg/kg
Dichlorvos	62-73-7	0.010 µg/kg
Diclobutrazol	75736-33-3	0.010 µg/kg
Diclofop-methyl	51338-27-3	0.010 µg/kg
Dicrotophos	141-66-2	0.010 µg/kg
Diethofencarb	87130-20-9	0.010 µg/kg
Diethyltoluamide	134-62-3	0.010 µg/kg
Difenoconazole	119446-68-3	0.010 µg/kg
Diflubenzuron	35367-38-5	0.010 µg/kg
Dimethenamid including other mixtures of constituent isomers including dimethenamid-P (sum of isomers)	87674-68-8	0.010 µg/kg
Dimethirimol	5221-53-4	0.010 µg/kg
Dimethoate	60-51-5	0.010 µg/kg
Dimethomorph	110488-70-5	0.010 µg/kg
Dimethylaminosulphotoluidide (DMST)	66840-71-9	0.010 µg/kg
Dimethylphenylsulfamide (DMSA)	47110-17-2	0.010 µg/kg
Dimoxystrobin	149961-52-4	0.010 µg/kg
Diniconazole	83657-24-3	0.010 µg/kg
Dinocap	39300-45-3	0.010 µg/kg
Dinotefuran	165252-70-0	0.010 µg/kg
Dipropetryn	4147-51-7	0.010 µg/kg
Dithianon	3347-22-6	0.010 µg/kg
Diuron	330-54-1	0.010 µg/kg
DNOC	534-52-1	0.030 µg/kg
Dodemorf	1593-77-7	0.010 µg/kg
Dodine	2439-10-3	0.010 µg/kg
Emamectin	119791-41-2	0.010 µg/kg
Epoxiconazole	133855-98-8	0.010 µg/kg
Ethiofencarb	29973-13-5	0.010 µg/kg
Ethiofencarb-sulfone	53380-23-7	0.010 µg/kg
Ethiofencarb-sulfoxide	53380-22-6	0.010 µg/kg
Ethiprole	181587-01-9	0.010 µg/kg
Ethirimol	23947-60-6	0.010 µg/kg
Ethoxysulfuron	126801-58-9	0.010 µg/kg
Etofenprox	80844-07-1	0.010 µg/kg
Etoxazole	153233-91-1	0.010 µg/kg
Famophos	52-85-7	0.010 µg/kg
Famoxadone	131807-57-3	0.010 µg/kg
Fenamidone	161326-34-7	0.010 µg/kg
Fenamiphos	22224-92-6	0.010 µg/kg
Fenamiphos-sulfone	31972-44-8	0.010 µg/kg
Fenamiphos-sulfoxide	31972-43-7	0.010 µg/kg
Fenarimol	60168-88-9	0.010 µg/kg
Fenazaquin	120928-09-8	0.010 µg/kg
Fenbuconazole (sum of constituent enantiomers)	114369-43-6	0.010 µg/kg
Fenhexamid	126833-17-8	0.010 µg/kg
Fenoprop	93-72-1	0.010 µg/kg
Fenoxycarb	72490-01-8	0.010 µg/kg
Fenpropidin	67306-00-7	0.010 µg/kg
Fenpropimorph	67564-91-4	0.010 µg/kg
Fenpyrazamine	473798-59-3	0.010 µg/kg
Fenpyroximate	134098-61-6	0.010 µg/kg
Fenthion	55-38-9	0.010 µg/kg
Fenthion-oxon	6552-12-1	0.010 µg/kg

Fenthion-oxon-sulfone	14086-35-2	0.010 µg/kg
Fenthion-oxon-sulfoxide	6552-13-2	0.010 µg/kg
Fenthion-sulfone	3761-42-0	0.010 µg/kg
Fenthion-sulfoxide	3761-41-9	0.010 µg/kg
Fenuron	101-42-8	0.010 µg/kg
Fipronil	120068-37-3	0.010 µg/kg
Fipronil-sulfone	120068-36-2	0.010 µg/kg
Flazasulfuron	104040-78-0	0.010 µg/kg
Flonicamid	158062-67-0	0.010 µg/kg
Flonicamid-TFNA-AM	158062-71-6	0.010 µg/kg
Florasulam	145701-23-1	0.010 µg/kg
Fluazifop	69335-91-7	0.010 µg/kg
Fluazifop-P-butyl	79241-46-6	0.010 µg/kg
Fluazinam	79622-59-6	0.010 µg/kg
Flubendiamide	272451-65-7	0.010 µg/kg
Flucycloxuron	113036-88-7	0.010 µg/kg
Flufenacet	142459-58-3	0.010 µg/kg
Flufenoxuron	101463-69-8	0.010 µg/kg
Flumioxazin	103361-09-7	0.010 µg/kg
Fluopicolid	239110-15-7	0.010 µg/kg
Fluopyram	658066-35-4	0.010 µg/kg
Fluotrimazole	31251-03-3	0.010 µg/kg
Fluoxastrobin	361377-29-9	0.010 µg/kg
Flupyradifurone	951659-40-8	0.010 µg/kg
Flupyrsulfuron-Methyl	144740-53-4	0.010 µg/kg
Fluquinconazole	136426-54-5	0.010 µg/kg
Flurochloridone	61213-25-0	0.010 µg/kg
Fluroxypyr	69377-81-7	0.010 µg/kg
Fluroxypyr-Methylheptyl	81406-37-3	0.010 µg/kg
Flusilazole	85509-19-9	0.010 µg/kg
Fluthiacet-methyl	117337-19-6	0.010 µg/kg
Flutolanil	66332-96-5	0.010 µg/kg
Flutriafol	76674-21-0	0.010 µg/kg
Fluxapyroxad	907204-31-3	0.010 µg/kg
FM-6-1 (metabolite triflumizole)		0.010 µg/kg
Foramsulfuron	173159-57-4	0.010 µg/kg
Forchlorfenuron	68157-60-8	0.010 µg/kg
Fosthiazate	98886-44-3	0.010 µg/kg
Furalaxyl	57646-30-7	0.010 µg/kg
Furathiocarb	65907-30-4	0.010 µg/kg
Gibberellic Acid	77-06-5	0.010 µg/kg
Halofenozide	112226-61-6	0.010 µg/kg
Haloxyfop	69806-34-4	0.010 µg/kg
Hexaconazole	79983-71-4	0.010 µg/kg
Hexaflumuron	86479-06-3	0.010 µg/kg
Hexythiazox (any ratio of constituent isomers)	78587-05-0	0.010 µg/kg
Hymexazol	10004-44-1	0.10 µg/kg
Imazalil (any ratio of constituent isomers)	35554-44-0	0.010 µg/kg
Imazamethabenz-methyl	81405-85-8	0.010 µg/kg
Imazamox	114311-32-9	0.010 µg/kg
Imazaquin	81335-37-7	0.010 µg/kg
Imibenconazole	86598-92-7	0.010 µg/kg
Imidacloprid	138261-41-3	0.010 µg/kg
Indoxacarb (sum, R+S isomers)	144171-61-9	0.010 µg/kg
Iodosulfuron methyl	144550-06-1	0.010 µg/kg
Ioxynil	1689-83-4	0.010 µg/kg
Iprodione	36734-19-7	0.010 µg/kg

Iprovalicarb	140923-17-7	0.010 µg/kg
Isocarbofos	24353-61-5	0.010 µg/kg
Isoprothiolane	50512-35-1	0.010 µg/kg
Isopyrazam	881685-58-1	0.010 µg/kg
Isouron	55861-78-4	0.010 µg/kg
Isoxaben	82558-50-7	0.010 µg/kg
Isoxaflutole	141112-29-0	0.010 µg/kg
Isoxathion	18854-01-8	0.010 µg/kg
Jasmolin I	4466-14-2	0.010 µg/kg
Jasmolin II	1172-63-0	0.010 µg/kg
Kresoxim-methyl	143390-89-0	0.010 µg/kg
Lenacil	2164-08-1	0.010 µg/kg
Linuron	330-55-2	0.010 µg/kg
Lufenuron	103055-07-8	0.010 µg/kg
Malathion	121-75-5	0.010 µg/kg
Mandipropamid (any ratio of constituent isomers)	374726-62-2	0.010 µg/kg
Matrine	519-02-8	0.50 µg/kg
MCPA	94-74-6	0.010 µg/kg
MCPB	94-81-5	0.010 µg/kg
Mecoprop	7085-19-0	0.010 µg/kg
Mefenacet	73250-68-7	0.010 µg/kg
Mefenpyr-diethyl	135590-91-9	0.010 µg/kg
Mepanipyrim	110235-47-7	0.010 µg/kg
Mephosfolan	950-10-7	0.010 µg/kg
Mepronil	55814-41-0	0.010 µg/kg
Meptyldinocap	131-72-6	0.010 µg/kg
Mesosulfuron-methyl	208465-21-8	0.010 µg/kg
Mesotrione	104206-82-8	0.010 µg/kg
Metaflumizone (sum of E- and Z- isomers)	139968-49-3	0.010 µg/kg
Metalaxyl	57837-19-1	0.010 µg/kg
Metaldehyde	108-62-3	0.010 µg/kg
Metamitron	41394-05-2	0.010 µg/kg
Metconazole	125116-23-6	0.020 µg/kg
Methamidophos	10265-92-6	0.010 µg/kg
Methidathion	950-37-8	0.010 µg/kg
Methiocarb	2032-65-7	0.010 µg/kg
Methiocarb-sulfone	2179-25-1	0.010 µg/kg
Methiocarb-sulfoxide	2635-10-1	0.010 µg/kg
Methomyl	16752-77-5	0.010 µg/kg
Methoxyfenozide	161050-58-4	0.010 µg/kg
Metobromuron	3060-89-7	0.010 µg/kg
Metosulam	139528-85-1	0.010 µg/kg
Metoxuron	19937-59-8	0.010 µg/kg
Metsulfuron-methyl	74223-64-6	0.020 µg/kg
Monocrotophos	6923-22-4	0.010 µg/kg
Monolinuron	1746-81-2	0.010 µg/kg
Monuron	150-68-5	0.010 µg/kg
Myclobutanil (sum of constituent isomers)	88671-89-0	0.010 µg/kg
Naled	300-76-5	0.010 µg/kg
Neburon	555-37-3	0.010 µg/kg
Nicosulfuron	111991-09-4	0.010 µg/kg
Nitenpyram	120738-89-8	0.010 µg/kg
Nitralin	4726-14-1	0.010 µg/kg
Novaluron	116714-46-6	0.010 µg/kg
Nuarimol	63284-71-9	0.010 µg/kg
Omethoate	1113-02-6	0.010 µg/kg

Oxadixyl	77732-09-3	0.010 µg/kg
Oxamyl	23135-22-0	0.010 µg/kg
Oxasulfuron	144651-06-9	0.010 µg/kg
Oxycarboxin	5259-88-1	0.010 µg/kg
Oxydemeton-methyl	301-12-2	0.010 µg/kg
Oxymatrine	16837-52-8	0.50 µg/kg
Paclobutrazol	76738-62-0	0.010 µg/kg
Paraoxon-ethyl	311-45-5	0.010 µg/kg
Paraoxon-methyl	950-35-6	0.010 µg/kg
Pebulate	1114-71-2	0.010 µg/kg
Penconazole (sum of constituent isomers)	66246-88-6	0.010 µg/kg
Pencycuron	66063-05-6	0.010 µg/kg
Penflufen	494793-67-8	0.010 µg/kg
Penthiopyrad	183675-82-3	0.010 µg/kg
Phenisopham	57375-63-0	0.010 µg/kg
Phenmedipham	13684-63-4	0.010 µg/kg
Phorate	298-02-2	0.010 µg/kg
Phorate-O-analogue	2600-69-3	0.010 µg/kg
Phorate-oxon-sulfone	2588-06-9	0.010 µg/kg
Phorate-sulfone	2588-04-7	0.010 µg/kg
Phorate-sulfoxide	2588-03-6	0.010 µg/kg
Phosalone	2310-17-0	0.010 µg/kg
Phosmet	732-11-6	0.010 µg/kg
Phosmet-oxon	3735-33-9	0.010 µg/kg
Phosphamidon	13171-21-6	0.010 µg/kg
Phoxim	14816-18-3	0.010 µg/kg
Picaridin	119515-38-7	0.010 µg/kg
Picloram	1918-02-1	0.10 µg/kg
Picolinafen	137641-05-5	0.010 µg/kg
Picoxystrobin	117428-22-5	0.010 µg/kg
Pinoxaden	243973-20-8	0.010 µg/kg
Piperonyl butoxide	51-03-6	0.010 µg/kg
Pirimicarb	23103-98-2	0.010 µg/kg
Pirimicarb, desmethyl-	30614-22-3	0.010 µg/kg
Prochloraz	67747-09-5	0.010 µg/kg
Profenofos	41198-08-7	0.010 µg/kg
Prohexadione Calcium	127277-53-6	0.050 µg/kg
Propamocarb (Sum of propamocarb and its salts, expressed as propamocarb)	24579-73-5	0.010 µg/kg
Propaquizafop	111479-05-1	0.010 µg/kg
Propiconazole (sum of isomers)	60207-90-1	0.010 µg/kg
Propoxur	114-26-1	0.010 µg/kg
Propyzamide	23950-58-5	0.010 µg/kg
Proquinazid	189278-12-4	0.010 µg/kg
Prosulfocarb	52888-80-9	0.010 µg/kg
Prosulfuron	94125-34-5	0.010 µg/kg
Prothioconazole-desthio	120983-64-4	0.010 µg/kg
Pyracarbolid	24691-76-7	0.010 µg/kg
Pyraclufos	89784-60-1	0.010 µg/kg
Pyraclostrobin	175013-18-0	0.010 µg/kg
Pyrazophos	13457-18-6	0.010 µg/kg
Pyrethrin I	121-21-1	0.010 µg/kg
Pyrethrin II	121-29-9	0.010 µg/kg
Pyrethrins	8003-34-7	0.010 µg/kg
Pyridaben	96489-71-3	0.010 µg/kg
Pyridalyl	179101-81-6	0.010 µg/kg
Pyridaphenthion	119-12-0	0.010 µg/kg
Pyridate	55512-33-9	0.010 µg/kg

Pyrifenox	88283-41-4	0.010 µg/kg
Pyrimethanil	53112-28-0	0.010 µg/kg
Pyrimidifen	105779-78-0	0.010 µg/kg
Pyriproxyfen	95737-68-1	0.010 µg/kg
Pyroxsulam	422556-08-9	0.010 µg/kg
Quinclorac	84087-01-4	0.010 µg/kg
Quinmerac	90717-03-6	0.050 µg/kg
Quizalofop	76578-12-6	0.010 µg/kg
Rimsulfuron	122931-48-0	0.010 µg/kg
Rotenone	83-79-4	0.010 µg/kg
Saflufenacil	372137-35-4	0.010 µg/kg
Sethoxydim	74051-80-2	0.010 µg/kg
Silafloufen	105024-66-6	0.010 µg/kg
Simazine	122-34-9	0.010 µg/kg
Spinetoram (sum)	935545-74-7	0.010 µg/kg
Spinetoram A	131929-63-0	0.010 µg/kg
Spinetoram B	131929-60-7	0.010 µg/kg
Spinosad (sum)	168316-95-8	0.010 µg/kg
Spinosad A	131929-63-0	0.010 µg/kg
Spinosad D	131929-60-7	0.010 µg/kg
Spirodiclofen	148477-71-8	0.010 µg/kg
Spirotetramat	203313-25-1	0.010 µg/kg
Spirotetramat-enol	203312-38-3	0.010 µg/kg
Spirotetramat-enolglucoside	1172614-86-6	0.050 µg/kg
Spirotetramat-ketohydroxy	1172134-11-0	0.010 µg/kg
Spirotetramat-monohydroxy	1172134-12-1	0.010 µg/kg
Spiroxamine	118134-30-8	0.010 µg/kg
Sulcotrione	99105-77-8	0.020 µg/kg
Sulfentrazone	122836-35-5	0.020 µg/kg
Sulfoxaflor	946578-00-3	0.010 µg/kg
Tebuconazole	107534-96-3	0.010 µg/kg
Tebufenozide	112410-23-8	0.010 µg/kg
Tebufenpyrad	119168-77-3	0.010 µg/kg
Teflubenzuron	83121-18-0	0.010 µg/kg
Tembotrione	335104-84-2	0.010 µg/kg
Tepaloxymidim	149979-41-9	0.010 µg/kg
Terbufos	13071-79-9	0.010 µg/kg
Terbufos-sulfone	56070-16-7	0.010 µg/kg
Terbufos-sulfoxide	10548-10-4	0.010 µg/kg
Terbutylazine	5915-41-3	0.010 µg/kg
Terbutylazine, desethyl-	30125-63-4	0.010 µg/kg
Tetraconazole	112281-77-3	0.010 µg/kg
TFNA	158063-66-2	0.010 µg/kg
TFNG	207502-65-6	0.010 µg/kg
Thiabendazole	148-79-8	0.010 µg/kg
Thiacloprid	111988-49-9	0.10 µg/kg
Thiamethoxam	153719-23-4	0.010 µg/kg
Thidiazuron	51707-55-2	0.010 µg/kg
Thiencarbazone-methyl	317815-83-1	0.010 µg/kg
Thifensulfuron methyl	79277-27-3	0.010 µg/kg
Thiobencarb	28249-77-6	0.010 µg/kg
Thiodicarb	59669-26-0	0.010 µg/kg
Thiofanox	39196-18-4	0.010 µg/kg
Thiofanox-sulfone	39184-59-3	0.010 µg/kg
Thiofanox-sulfoxide	39184-27-5	0.010 µg/kg
Thiometon	640-15-3	0.010 µg/kg
Thiophanate-methyl	23564-05-8	0.010 µg/kg
Tolclofos-methyl	57018-04-9	0.010 µg/kg

Tolfenpyrad	129558-76-5	0.010 µg/kg
Tolyfluanid	731-27-1	0.010 µg/kg
Tralkoxydim	87820-88-0	0.010 µg/kg
Triadimefon	43121-43-3	0.010 µg/kg
Triadimenol	55219-65-3	0.010 µg/kg
Triapenthenol	76608-88-3	0.010 µg/kg
Triazophos	24017-47-8	0.010 µg/kg
Triazoxide	72459-58-6	0.010 µg/kg
Trichlorfon	52-68-6	0.010 µg/kg
Triclopyr	55335-06-3	0.010 µg/kg
Tricyclazole	41814-78-2	0.010 µg/kg
Tridemorph	81412-43-3	0.010 µg/kg
Trifloxystrobin	141517-21-7	0.010 µg/kg
Triflumizole	99387-89-0	0.010 µg/kg
Triflumuron	64628-44-0	0.010 µg/kg
Triflusulfuron-methyl	126535-15-7	0.010 µg/kg
Triforine	26644-46-2	0.010 µg/kg
Trimethacarb, 3,4,5-	2686-99-9	0.010 µg/kg
Triticonazole	131983-72-7	0.010 µg/kg
Tritosulfuron	142469-14-5	0.010 µg/kg
Uniconazole	83657-22-1	0.010 µg/kg
Valifenalate	283159-90-0	0.010 µg/kg
Vamidothion	2275-23-2	0.010 µg/kg
Warfarin	81-81-2	0.010 µg/kg
XMC	2655-14-3	0.010 µg/kg
Zoxamide	156052-68-5	0.010 µg/kg