

PESTICIDEN ONDERZOEK IN GESTORVEN BIJEN, RATEN EN HONING



Jelmer Buijs
Buijs Agro-Services

Bennekom

Februari 2024

Beefoundation
meters maken voor bijen, hommels en vlinders



Voorwoord

Het is altijd weer een ontdekkingsstocht om te proberen de natuur te begrijpen. Bijen kunnen ons niet vertellen wat hen dwarszit, maar ze hebben in de plaats van woorden tal van andere manieren om zich te uiten. Ik ben geen imker en twijfel er niet aan dat imkers heel veel aan hun volkeren kunnen aflezen. Zij hebben in de regel echter geen weet van alle bestrijdingsmiddelen die in de directe omgeving van de bijenkasten aanwezig zijn. Ik heb als buitenstaander gepoogd om een 'heet spoor' te vinden dat ons naar één van de oorzaken van wintersterfte zou kunnen leiden. Het betreft een beperkte voorstudie met als doel om de noodzakelijke methodiek van een eventuele nadere studie voor te bereiden. Een ieder die aanvullende suggesties daarvoor heeft, is welkom die naar de auteur te sturen. *Contact: jelmerbuijs@gmail.com*

Dankwoord

De Bee-Foundation heeft de kosten van de chemische analyse en de rapportage op haar genomen. Zij wordt daarvoor bedankt.

Samenvatting

Vanwege opvallende wintersterfte van bijenvolken in de winter van 2022-2023 werd een beperkt aantal monsters genomen uit dode volken van honing, raten zonder en met honing en dode bijen. Alle monsters zijn afkomstig gebieden zonder intensieve landbouw en met overwegend grasland. In deze 6 monsters werden 35 verschillende bestrijdingsmiddelen gevonden, waaronder 14 insecticiden, 9 herbiciden en 12 fungiciden. Alle 35 middelen zijn xenobiotische stoffen die niet in de natuur voorkomen en die diverse vormen van stress kunnen veroorzaken in honingbijen. In alle monsters zijn DEET en prosulfocarb gevonden. In 3 van de 6 monsters bovendien PFAS verbindingen.

De gevonden concentraties van de individuele stoffen zijn op basis van literatuurgegevens uit databases niet als dodelijk te beschouwen.

In de geanalyseerde monsters waren gemiddeld 13 bestrijdingsmiddelen aanwezig. Er bestaan geen modellen die de toxiciteit van mengsels van bestrijdingsmiddelen voor bijen kunnen voorspellen. Nog een extra complicerende factor is dat de voorspellende waarde van toxiciteitsparameters, zoals de LD50, ernstig beperkt wordt door het feit dat die parameter geen rekening houdt met de invloed van de blootstellingsduur van bijen aan bestrijdingsmiddelen. Diverse onderzoekers hebben aangetoond dat een blootstelling van een paar dagen extra, de sterfte van proefdieren met een factor 1000 of meer kan vergroten.

In eerder gepubliceerd Nederlands onderzoek (Naturalis, 2018) werden slechts zeer weinig bestrijdingsmiddelen gevonden in honing van 250 imkers. Ze concludeerden dan ook dat bestrijdingsmiddelen geen rol van betekenis konden spelen voor de wintersterfte. In de steekproef van 6 monsters van Bee Foundation vonden wij 43 maal meer bestrijdingsmiddelen per monster, dan in het grootschalige onderzoek van Naturalis. Daarvoor kunnen diverse redenen zijn, waaronder het feit dat de monsters uit onze steekproef werden aangeleverd door imkers met serieuze problemen met wintersterfte. Als dat inderdaad een rol speelde bij het grote aantal gevonden bestrijdingsmiddelen in onze steekproef, zou het erop wijzen dat die gevonden middelen wel degelijk gecorreleerd zijn met wintersterfte. Er zijn echter nog meer verschillen van onze steekproef met het onderzoek van Naturalis; in dat onderzoek werd de aanwezigheid van slechts 110 stoffen in honing getoetst, die

overwegend insecticiden waren. Wij toetsten op 707 middelen. Bovendien hebben wij in onze steekproef ook diverse stoffen (9) gevonden die alleen in de raten of in raten met honing aanwezig waren.

Onze steekproef was heel klein. Daarom ligt het voor de hand dat in toekomstig onderzoek de opzet zodanig moet zijn dat ze alle bevindingen van de steekproef van Bee Foundation en die van het Naturalis onderzoek ter harte zal nemen.

Lijst van afkortingen en termen

Afkorting of term	Betekenis
Acaricide	Chemische stof ter bestrijding van mijten
AMPA	Aminomethylphosphonic acid (metaboliet van glyfosaat)
Bestrijdingsmiddel	Gewasbeschermingsmiddel, biocide, anti-parasitair geneesmiddel of een metaboliet van één van deze stoffen
B.V.	Besloten Vennootschap
Conjugate	group or chain of atoms bearing valence electrons that are not engaged in single-bond formation and that modify the behaviour of each other.
Ctgb	College voor de Toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden
d.s.	Droge stof
DEET	N.N-Diethyl-m-toluamide (insectenwerend middel voor consumenten)
EFSA	European Food Safety Authority
EU	Europese Unie
Immissie	Aanvoer van een bepaalde vervuilende stof in een milieucompartiment
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (database)
LD50	Lethal dosis (een acute toxiciteitstest; de dosis van een stof uitgedrukt in mg/kg lichaamsgewicht, waarbij 50% van de testdieren sterft binnen een bepaalde periode)
LOD	Limit of Detection
LOQ	Limit of Quantification
Metaboliet	Omzettingsproduct van een pesticide of van een andere chemisch stof
Microgram	Het miljoenste deel van een gram
MRL	Maximale Residu Limiet (voor menselijke voeding)
M=W	Vereniging Meten is Weten
Nanogram	Het miljardste deel van een gram
PAN	Pesticide Action Network
PEF	Poly Ethyleen Filter
PFAS	Per en polyfluor-alkylstoffen
PUF	Poly-Urethaan Filter
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Xenobiotisch	Milieuvreemde stof

Inleiding

Het gaat, ook na vele jaren onderzoek naar bijensterfen, nog steeds niet beter met de overwintering van bijen in Nederland. Veel imkers hadden in 2022-2023 een uitval percentages van 30-50 procent per winter. Gemiddeld was de sterfte 26 %¹. Over de oorzaken doen vele theorieën de ronde. De sterfte wordt geweten aan onder meer:

- Varroamijten en bijbehorende virussen
- Achteruitgang van het voedselaanbod
- Genetische erosie van bijen met als gevolg verzwakte immuniteit
- Vochtige winters
- Periodes van droogte en warmere winters (klimaatverandering)
- Verspreiding van andere xenobiotische stoffen in het milieu (zoals PFAS, brandvertragers, PCB's etc.)
- Verandering van elektromagnetische velden door 5G
- Verspreiding in het milieu van chemische bestrijdingsmiddelen

In de literatuur zijn onderzoeken te vinden die aangeven dat al deze factoren (en nog vele andere) negatieve invloed kunnen hebben op de gezondheid en het overleven van bijen. In dit onderzoek werden 6 monsters van dode bijen, bijenraat en honing afkomstig van dode volken onderworpen aan nauwkeurig onderzoek naar de aanwezigheid van 707 chemische bestrijdingsmiddelen.

Monsternamen

De 6 monsters zijn in 2023 genomen door 3 imkers uit Nederland. Bij allen waren de volken dood begin 2023. De monsters werden genomen in Zeist, Amsterdam en Groenekan.

Bewaring van de monsters

Voorafgaand aan het insturen naar de onderzoeker zijn de monsters bewaard bij kamertemperatuur en vervolgens in de vriezer bij -18 graden Celsius.

Chemische analyse

De analyses van de monsters op aanwezigheid van 707 stoffen (excl. glyfosaat en AMPA) werden uitgevoerd door Eurofins Graauw met een LOQ van 0,62-67 microgram per kg vers monster. De LOQ liep nogal uiteen. Dit werd veroorzaakt door de aanwezigheid van versturende stoffen in sommige monsters. Verder zijn er bij iedere analyse ook stoffen die helemaal niet kunnen worden aangetoond door storende interacties met andere stoffen. Er zullen daardoor zeker nog stoffen in de monsters zijn geweest die wij niet konden aantonen. In de tabel met analyseresultaten van de monsters (bijlage 1) staan de concentraties vermeld (in microgram per kg), zowel in de verse monsters als op basis van droge stof. Alle gemeten waarden die boven de LOQ liggen, voldoen aan het betrouwbaarheidsprotocol van het laboratorium. De gemeten waarden beneden de LOQ hebben een

¹ <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/plant-research/biointeracties-plantgezondheid/bijen/show-bijen/wintersterfte-onder-bijenvolken-op-zijn-hoogst-sinds-2010.htm>

lagere betrouwbaarheid, d.w.z. de kans is groter dat de werkelijke concentratie hoger of lager is. Als een stof alleen kwalitatief kon worden aangetoond, betekent dit dat de concentratie zowel heel klein kan zijn geweest, maar ook heel groot.

Statistische toetsing

Door de kleine aantallen monsters was geen statistische toetsing mogelijk.

Resultaten

Aantal gevonden bestrijdingsmiddelen

Alle gevonden bestrijdingsmiddelen zijn opgenomen als bijlage 1. In het totaal zijn 35 bestrijdingsmiddelen gevonden in de 6 monsters. In Tabel 1 staat het aantal gevonden stoffen vermeld en de onderverdeling van deze stoffen.

Tabel 1. Aantal gevonden bestrijdingsmiddelen in dode bijen en bijenproducten

Matrix	Totaal aantal stoffen	Fungiciden	Herbiciden	Insecticiden	Repellents
Honing (n=1)	16	5	3	8	0
Raten zonder honing (n=2)	23	9	5	8	1
Raten met honing (n=1)	11	5	2	4	0
Dode bijen (n=2)	13	6	4	2	1
Totaal*	35	12	9	13	1

*sommige stoffen komen in verschillende matrixen voor, daarom is het totaal kleiner dan het totaal van de kolommen

Het valt op dat:

1. Het grootste aantal (23) bestrijdingsmiddelen voorkwam in 2 monsters van raten zonder honing
2. In 1 honing monster iets minder stoffen werden vastgesteld. Toch zijn 16 bestrijdingsmiddelen in 1 monster erg veel.
3. In twee monsters van dode bijen het aantal gevonden bestrijdingsmiddelen (13) kleiner was en het aantal insecticiden daarin lager (2) dan in raten zonder honing, waarin 23 stoffen werden gevonden met 8 insecticiden
4. In alle monsters tezamen het aandeel insecticiden (14 van de 35) 40% bedroeg

In bijlage 1 is te zien dat de verschillen in aantallen gevonden bestrijdingsmiddelen tussen de monsters niet heel groot waren. In de honing uit Zeist zaten 11 bestrijdingsmiddelen. In de monsters van dode bijen (Groenekan en Amsterdam) zaten respectievelijk 9 en 11 bestrijdingsmiddelen. In de twee monsters dode bijen zaten slechts 2 verschillende insecticiden, namelijk DEET en difenylamine.

Concentraties van de gevonden middelen

In de raten met honing uit Groenekan zat de kleinste totale concentratie bestrijdingsmiddelen, nl 12,7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ en in de dode bijen uit Groenekan de grootste concentratie van 44,1 $\mu\text{g kg}^{-1}$. De andere monsters zaten wat betreft de totale (gesommeerde) concentratie hier tussenin.

Wat betreft de totale concentratie insecticiden viel op dat in raten uit Amsterdam de grootste concentratie insecticiden ($25,2 \mu\text{g kg}^{-1}$) gemeten werd, terwijl in honing uit Zeist de totale insecticiden concentratie met $15,1 \mu\text{g kg}^{-1}$ ook groot was. In de raten uit Amsterdam viel de aanwezigheid op van een flinke concentratie van $7,5 \mu\text{g kg}^{-1}$ fenpyroximate. Dit is een acaricide/insecticide. Het gebruik van deze stof is in Nederland nooit toegestaan geweest. In de honing uit Zeist viel de aanwezigheid op van een flinke concentratie piperonyl-butoxide van $7,1 \mu\text{g kg}^{-1}$. Deze stof wordt meestal aan pyrethroïde insecticiden (zoals cypermethrin, deltamethrin etc.) toegevoegd om afweermechanismen van insecten tegen insecticiden uit te schakelen. Omdat piperonyl-butoxide een zeer stabiele stof is, kan hij de aanwezigheid van omzettingsproducten van pyrethroïde verraden. De andere monsters bevatten 2,3 tot 4,6 microgram per kg^{-1} . Bij de 35 gevonden stoffen zaten 3 bestrijdingsmiddelen die tot de PFAS verbindingen behoren, nl. fluopyram, fludioxonil en trifloxystrobin (zie ook bijlage 1)

Cocktails

Alle 6 monsters hadden een unieke samenstelling. Slechts twee stoffen kwamen in alle monsters voor en dat waren diethyltoluamide (DEET) en het herbicide prosulfocarb. Het fungicide fenylfenol-2 kwam in 5 van de 6 monsters voor en pendimethalin (herbicide) in 4 van de 6 monsters. Fenylfenol-2 is in de EU niet op de markt als fungicide voor veldtoepassingen, maar kan als verontreiniging of als hulpstof aanwezig zijn geweest in andere spuitmiddelen. Alle andere gevonden 32 bestrijdingsmiddelen kwamen slechts in een of enkele monsters voor.

Toxicologische gegevens

Voor veel chemische stoffen zijn er toxicologische normen bekend voor honingbijen. In de IUPAC database² staan zulke normen voor bestrijdingsmiddelen. Een van die normen is de LD50. De acuut lethale dosis (LD50) voor bijen wordt bij geen van de gevonden individuele stoffen overschreden bij een veronderstelde consumptie van 0,15 gram honing gedurende enige dagen. De toxicologische belasting door cocktails is echter niet te berekenen omdat daarvoor geen normen bestaan. Van DEET zijn weinig toxicologische gegevens bekend, en dat is opmerkelijk want deze stof wordt overal verkocht, ook aan particulieren als middel om vliegen en teken te verdrijven. Prosulfocarb blokkeert de synthese van vetten in planten. Pendimethalin blokkeert de mitosis en celdeling van planten (IUPAC, 2024).

Discussie

Het is opmerkelijk dat in slechts 6 monsters van dode bijen, honing en raten, 35 bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen, waarvan op dit moment 11 geen toelating hebben voor volvelds toepassingen, of nooit een toelating hebben gehad. We dienen ons ook te bedenken dat de betroffene bijenvolken op locaties stonden waar voornamelijk grasland in de omgeving was en woonwijken. Al deze middelen zijn xenobiotische stoffen met een sterke invloed op metabolische (stofwisselings) processen. Ze hebben zeer toxische eigenschappen, ook voor insecten. Derhalve kan zelfs zonder verdere studie gesteld worden dat de aanwezigheid van zoveel stoffen in ieder geval tot diverse vormen van stress zal hebben gezorgd: fysiologische stress, enzymatische stress, hormonale stress, metabolische stress, neurale stress, oxidatieve stress, et cetera. De omvang van die stress is met de huidige kennis niet te berekenen. Wat wel duidelijk is dat die stress onder bepaalde omstandigheden tot uiting kan komen

² [IUPAC PPDB Search \(herts.ac.uk\)](https://www.herts.ac.uk/iupac-ppdb-search)

in de vorm van ziekten, of beval door parasieten. Bovendien is het bekend dat de dosis-effect relatie in de regel verre van rechtlijnig is (Leu, 2018). Uit literatuur blijkt niet zelden dat een concentratie die duizend maal lager is dan een bepaalde testconcentratie eenzelfde effect kan oproepen, maar alleen een aantal dagen later (Tennekes, 2010; 2013). Drie van de gevonden 35 bestrijdingsmiddelen (fluopyram, fludioxonil en trifloxystrobin) behoren tot de PFAS verbindingen, die momenteel sterk negatief in het nieuws zijn. Veel eigenschappen van die stoffen zijn nog onbekend. Maar wat wel bekend is, is dat zij veelal tot een aantasting van het immuunsysteem leiden en dat de stoffen vrijwel niet afbreekbaar zijn.

Een opvallend resultaat van deze screening is dat in het honingmonster uit Zeist de helft van de gevonden stoffen uit insecticiden/acariciden bestaat. In geen enkel onderzoek van landbouwbedrijven of natuurgebieden hebben wij zo een hoge fractie van insecticiden gevonden. Naar de oorzaak daarvan kunnen we momenteel slechts gissen. Het zou kunnen liggen aan de volgende factoren;

1. Sterkere accumulatie van insecticiden dan van herbiciden en fungiciden in honing en in raten
2. Het feit dat deze bijenvolkeren meer in urbane gebieden hebben gestaan, waar relatief veel planten in tuinen worden gezet uit tuincentra. Planten uit tuincentra bevatten in de regel zeer hoge concentraties insecticiden (PAN Nederland, 2023)
3. Imkers gebruiken soms zelf insecticiden/acariciden tegen varroamijten. De gevonden fenpyroximate, hexythiazox en triazophos behoren tot die stoffen. Deze stoffen worden in Nederland niet gebruikt door imkers, maar ze kunnen via geïmporteerde wasplaten toch in Nederland zijn gekomen
4. Bijenkasten kunnen behandeld zijn met insecticiden tegen houtworm of de verf, waarmee ze behandeld zijn, kan die stoffen bevatten. Zulke stoffen kunnen ook in de honing en in raten terecht komen
5. De mogelijkheid dat deze volkeren ook zijn ingezet in boomgaarden. Ook in boomgaarden worden relatief veel insecticiden ingezet

De insecticiden/acariciden fenpyroximate, en triazophos zijn in de Nederland niet toegelaten. Het is opvallend dat ze wel respectievelijk 2 maal en 1 maal werden gevonden. Fenpyroximate is wel in sommige andere landen van de EU toegelaten. Het is een ongunstig teken dat in 3 van de 6 monsters deze stoffen aanwezig waren

Nog een mogelijke verklaring is dat sommige stoffen aanwezig zijn geweest in bijen wintervoer. In het onderzoek van Biesmeier et al. (2018) van Naturalis is van de genoemde insecticiden alleen de aanwezigheid van triazophos onderzocht, maar niet gevonden. Het onderzoek van hen was nogal verschillend van opzet. Er werd de aanwezigheid van slechts 110 bestrijdingsmiddelen onderzocht (waaronder 18% metabolieten) in tegenstelling tot ons onderzoek, waarin 707 werden onderzocht (met relatief minder metabolieten). De onderzoekers vonden in 30% van de honingmonsters één of meer residuen, terwijl in onze screening wij gemiddeld 13 bestrijdingsmiddelen vonden in alle monsters (raten, honing en dode bijen), zie bijlage 1. Biesmeier et al. (2018) vonden voor de wintersterfte alleen een significante correlatie met het insecticide dimethoaat. De stof werd echter zelden aangetroffen (in minder dan 1% van de monsters). In onze monsters vonden we gemiddeld zelfs 4,17 insecticiden per monster. Geconcludeerd moet worden dat voor geloofwaardig onderzoek van correlaties van bijensterfte met de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen grote aantallen monsters nodig zijn uit het hele land, gecombineerd met een groot aantal onderzochte stoffen en een detectiegrens (LOQ) die laag is, zodat lage concentraties van een stof al gevonden kunnen worden. Goede vragenlijsten m.b.t. de bijensterfte zijn ook ontbeerlijk, omdat er veel verschillende factoren een rol kunnen spelen. Ondanks het grote aantal monsters in het Naturalis onderzoek mogen op basis

van dat onderzoek dus eigenlijk geen conclusies worden getrokken m.b.t. de eventuele correlatie tussen bijensterfte en belasting met bestrijdingsmiddelen. De conclusie van het Naturalis onderzoek dient derhalve ook te zijn dat er geen correlatie was met de bestrijdingsmiddelen die men gezocht heeft in honing d.m.v. het beperkte gekozen meetpakket.

De sterkere accumulatie in bijen van insecticiden i.p.v. herbiciden en fungiciden, is chemisch gezien niet erg logisch, maar ook niet uit te sluiten. In planten uit tuincentra zitten relatief veel insecticiden. In het onderzoek van PAN Nederland bedroeg het aandeel insecticiden in tuinplanten 36% (PAN-Nederland, 2023). Het aandeel van tuinplanten die relatief recent zijn aangekocht in urbane gebieden is waarschijnlijk erg klein, maar de gehalten zijn in die planten wel enorm hoog (vaak milligrammen per kg). Daarom konden ze wellicht toch invloed hebben op de aard van de stoffen die in raten en in honing werden teruggevonden. Daarnaast kan ook een nabijgelegen tuincentrum de honing contamineren met extra insecticiden, evenals de aanwezigheid van boomgaarden. Tuincentra maken vaak reclame met ‘bijenplanten’ die zwaar behandeld zijn met grote dosis insecticiden en andere middelen. Als een bepaald bijenvolk toevallig precies vliegt op zwaar belaste planten, dan kan dat de reden zijn dat die bijen het zwaar te verduren krijgen.

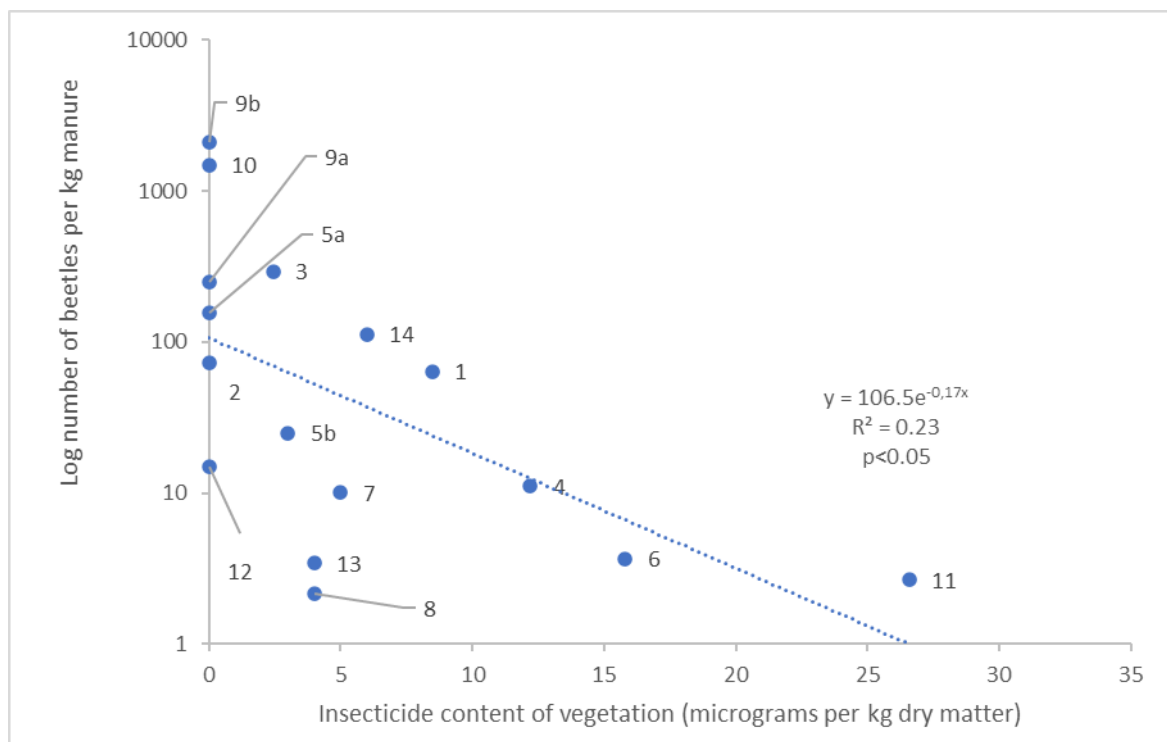
De (nog) ongepubliceerde metingen (in de periode 2022-2023) van de lopende studie van de vereniging Meten is Weten laten zien dat de bestrijdingsmiddelen die in luchtfilters en eikenbladen kunnen worden onderverdeeld in ubiquitaire stoffen (stoffen die bijna overal en altijd aanwezig zijn) en in stoffen die specifiek zijn voor bepaalde locaties. Als de ubiquitaire stoffen (zoals pendimethalin, prosulfocarb en glyfosaat) grote invloed zouden hebben, zouden de verschillen in bijen wintersterfte tussen de verschillende regio's relatief gering zijn. Als de meer locatie specifieke stoffen daarvoor verantwoordelijk zouden zijn, zou het logisch zijn grotere verschillen tussen de regio's te vinden. Slechts gedetailleerd onderzoek kan zulke vragen beantwoorden. In het onderzoek in Drenthe van Meten is Weten is de aanwezigheid van 62 niet ubiquitaire stoffen vastgesteld.

Toxicologische betekenis van de gevonden stoffen

In levende organismen kunnen bepaalde stoffen zich ophopen. Dat eigenschap is vooral bekend van vetminnende (lipofiele) stoffen bij zoogdieren. Ook bij insecten kan dat proces optreden. Voorbeelden van dergelijke stoffen zijn DDT, chlorpyrifos-ethyl, en neonicotinoïde insecticiden. Het is bekend dat bijvoorbeeld in vleermuizenontlasting veel insecticiden worden gevonden (CLM, 2016), wat wijst op accumulatie in de vleermuizen zelf (door het eten van insecten) of op een hogere blootstelling van vleermuizen in hun schuilplaatsen, die deels behandeld worden met houtverduurzamingsmiddelen (dit zijn meestal insecticiden). Naast aantasting door de accumulatie van schadelijke stoffen, bestaan er ook andere mechanismen die schade kunnen veroorzaken aan insecten. Om schade aan een organisme te veroorzaken hoeven stoffen zich niet op te hopen; het kan ook zijn dat de *schade* die zij veroorzaken zich ophoopt, zonder dat de stof zelf ophoopt. Dit proces is te vergelijken met slijtage; een fietsband slijt gedurende enige jaren, en op een gegeven ogenblik knapt hij. Dat is onder andere aangetoond voor neonicotinoïde insecticiden. Voor de meeste stoffen zijn soortgelijke effecten op insecten echter nauwelijks onderzocht, dan wel niet gepubliceerd. Dat betekent dat ook eenmalige of voortdurende blootstelling aan lage concentraties voor significante schade kunnen zorgen aan insecten. De enige stof die in alle monsters aanwezig was, is DEET. Van deze stof dat als vliegenwerend middel wordt toegepast, zijn maar weinig toxicologische gegevens gepubliceerd. Ikzelf ben bezig met een publicatie over de correlatie tussen insecticiden in vegetatie en de aanwezigheid van Coleoptera (kevers) in rundveemest in begraasde natuurgebieden. Een figuur uit de pre-print van de publicatie³ in voorbereiding is hieronder opgenomen. Lage concentraties van

³ https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4717783

insecticiden van 5 of 10 microgram gaan al gepaard met lagere dichtheden van Coleoptera in rundveemest.



Figuur 1. Correlatie tussen aantal Coleoptera in rundveemest en insecticide concentratie in wilde vegetatie in natuurgebieden in Gelderland (nog niet gepubliceerd)

Ter vergelijking met Figuur 1 is op te merken dat de gemiddelde concentratie insecticiden in de honing, raten en dode bijen 8,9 microgram per kg was. De correlatiecoëfficiënt in Figuur 1 van 0,23 is beperkt, wat aangeeft dat er ook nog diverse andere factoren een rol speelden, zoals de aard van het insecticide, de formulering ervan, het moment van immisatie, de vluchtigheid van de stoffen et cetera. De gevoeligheid van Coleoptera voor insecticiden kan uiteraard niet zonder meer gelijk gesteld worden aan die van honingbijen, maar hun metabolisme verloopt in veel opzichten via dezelfde routes. Dus veel van de bestrijdingsmiddelen zullen een identieke receptor vinden in honingbijen, zeker als het om gifstoffen gaat die het zenuwstelsel aantasten. De selectiviteit van insecticiden is in de regel ook zeer gering; ze kunnen duizenden soorten insecten doden. Als een insecticide concentratie van 8,9 microgram per kg droge stof in de bovenstaande grafiek wordt ingevuld, blijkt dat een dergelijke concentratie bij Coleoptera's gepaard zou gaan met een sterk gedecimeerde populatie dichtheid.

Conclusies

- In alle monsters zaten veel meer bestrijdingsmiddelen (13 gemiddeld) dan dat wij verwacht hadden op basis van ander Nederlands onderzoek
- In de twee monsters van dode bijen was de totale concentratie bestrijdingsmiddelen relatief hoog. Het is niet uit te sluiten dat de sterfte van de betrokken bijenvolken te maken had met de grotere concentratie van de gevonden stoffen in die bijenvolken. Dat kan echter niet op basis van slechts twee metingen worden geconcludeerd

- In honing en in raten was het aandeel insecticiden in het totaal van gevonden bestrijdingsmiddelen ook aanzienlijk groter dan dat we zouden verwachten op basis van het aandeel dat die stoffen hebben in onbespoten vegetatie en in lucht in Nederland
- Er is geen individuele stof aan te wijzen die verantwoordelijk zou kunnen zijn voor alle bijensterfte op verschillende locaties
- Er zaten ook 3 bestrijdingsmiddelen die PFAS verbindingen zijn. Deze stoffen zitten in 2 van de 6 monsters
- Veel (7) van de gevonden 14 insecticiden zijn in Nederland voor volvelds toepassingen al verboden, behalve cypermethrin, DEET, pirimifos-methyl, hexythiazox en acetamiprid.
- Studies, zoals die van Naturalis, gaan gebukt onder het kleine aantal stoffen die ze analyseerden en het feit dat ze geen analyses deden van raten en dode bijen. In deze studie was het kleine aantal monsters echter een bottleneck

Aanbevelingen

Het is aan te bevelen:

- Onderzoek te doen naar de herkomst van de diverse stoffen
- Onderzoek te doen naar de ruimtelijke verdeling van de bijensterfte over Nederland, om zo gedetailleerd mogelijk risicofactoren te kunnen identificeren.
- Naast dode bijen is het belangrijk om raten en honing te analyseren; ook die kunnen een extra aanwijzing geven m.b.t. de doodsoorzaken van bijenvolken
- In toekomstig onderzoek veel monsters te combineren met de analyse van veel stoffen. Alleen dan is een geloofwaardige onderzoek naar correlaties mogelijk. Handmatig is het onderzoek naar alle correlaties zeer arbeidsintensief, omdat het enorm veel werk is alle mogelijke correlaties van heel veel combinaties van middelen te onderzoeken. Daarom is het gebruik van geschikte software wenselijk/noodzakelijk.
- Onderzoek naar de aanwezigheid van PFAS stoffen is ook wenselijk, omdat het steeds duidelijker wordt dat die een grote verspreiding hebben en invloed op het o.a. het immuunsysteem kunnen hebben van dieren
- als er een organisatie is die nog oude monsters van honing heeft bewaard, kan ook over eerdere onderzochte jaren een herhaal onderzoek worden uitgevoerd (bij aanwezigheid van voldoende budget), nu wel met een groot aantal bestrijdingsmiddelen en lage LOQ en LOD

Literatuurverwijzingen

Biesmeier, K. et al. 2018. Naturalis. Final Report Honeybee Surveillance Program the Netherlands 2014-2018. 62 pagina's

Buijs, J., Ragas, A., & Mantingh, M.M., 2022. Presence of pesticides and biocides on Dutch cattle farms and their effect on the entomofauna. *Science of the Total Environment* 838 (2022) 156378. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156378>

CLM, 2016. Vleermuizen en pesticiden; Analyse van de ingekorven vleermuis in Limburg. 44 pagina's

https://www.clm.nl/uploads/pdf/918-CLMrapport-Vleermuizen_en_pesticiden-web.pdf

IUPAC, 2024. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm>

[Leu, A. 2018. Die Pestizidlüge. Wie die Industrie die Gesundheit unserer Kinder aufs Spiel setzt.](#)

[Oekom, München.](#)

PAN Nederland, 2023. Pesticiden en tuinplanten; Het moet en kan anders. 26 pagina's.

<https://www.pan-netherlands.org/pesticiden-en-tuinplanten-het-moet-en-kan-anders/>

Tennekes, H., 2010. The significance of the Druckrey-Küpfmüller equation for risk assessment—the toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology*.

2010 Sep 30;276(1):1-4. [DOI: 10.1016/j.tox.2010.07.005](https://doi.org/10.1016/j.tox.2010.07.005)

Tennekes, H.A. & Sanchez Bayo, F., 2013. The molecular basis of simple relationships between exposure concentration and toxic effects with time. *Toxicology* 309, 39-51.

[Doi:10.1016/j.tox.2013.04.007](https://doi.org/10.1016/j.tox.2013.04.007)

