

# Vlaams Bijenteeltprogramma

| Waskwaliteit in Vlaanderen 2022:<br><br>Vrijwillige inzending van bijenwas voor onderzoek op<br>pesticiden residuen en vervalsing |            |                                 | Rapporteur                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                   |            |                                 |     |
| Referentie                                                                                                                        | Datum      | Programmapunt                   | Contact                                                                                |
| VBP/admin/2022/010                                                                                                                | 18/02/2022 | 3.2. Kwaliteitszorg<br>bijenwas | Ellen Danneels<br><a href="mailto:Ellen.Danneels@UGent.be">Ellen.Danneels@UGent.be</a> |

## 1. Inleiding

De kwaliteit van bijenwas is van groot belang voor de imker en zijn bijen. Verontreiniging en vervalsing van bijenwas brengt echter de bijengezondheid in gevaar. Was kan verontreinigd zijn met residuen van pesticiden en diergeneesmiddelen, maar ook met residuen van detergents die voor de vervaardiging van waswafels als technologische hulpstof worden gebruikt. Vervalsing van bijenwas beoogt hoofdzakelijk meer winst te genereren, maar deze beïnvloedt tegelijkertijd de kwaliteit van de wasraten. Als vervalste bijenwas regelmatig gebruikt wordt in de bijenteelt, verstoort deze de normale ontwikkeling van het broed.

Binnen het Vlaams Bijenteeltprogramma wordt naast de jaarlijkse honinganalyses, voor het derde jaar op rij ook de kwaliteit van bijenwas onderzocht. De 63 verzamelde wasstalen afkomstig van 53 imkers/imkersverenigingen werden onderzocht op verontreiniging met meer dan 300 pesticiden residuen en vervalsingen met stearine, paraffine, talg en carnaubawas. Voor de interpretatie van de resultaten, werd voor ieder wasstaal de risicoquotiënt (RQ-waarde) berekend<sup>1</sup>. Hiermee kan het niveau van gevaar voor de bijengezondheid ingeschat worden.

In 2018 keurde een Wetenschappelijk Comité van het FAVV een advies over de verontreiniging en vervalsing van bijenwas en het risico hiervan op de bijengezondheid goed<sup>2</sup>. Voor 18 actieve substanties in pesticiden en diergeneesmiddelen werden actielimieten berekend die niet mogen overschreden worden in hersmolten bijenwas om de bijengezondheid te beschermen.

Voordien, in 2015 voerde het Wetenschappelijk Comité van het FAVV een scenarioanalyse uit voor wat betreft de chronische blootstelling van consumenten aan residuen van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen via de consumptie van verontreinigde honing en bijenwas<sup>3</sup>. Verontreiniging in bijenwas kan overgedragen worden op honing, waardoor de consument kan blootgesteld worden aan gehalten die een risico voor zijn gezondheid inhouden. Bijenwas kan bovendien zelf door de mens geconsumeerd worden via de consumptie van 'raathoning' en 'brokhoning' of van het voedingsadditief E 901 (glansmiddel bij vervaardiging van gebak, voor behandeling van bepaalde vruchten, als voedingssupplement en als aromadrager) of bij het

In samenwerking met:



aanbrengen van lippenzalf met bijenwas. Het Comité legde actielimieten vast voor 18 residuen van gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen die bij overschrijden de gezondheid van de consument kunnen schaden. Van de 63 wasstalen werd nagegaan of de vooropgestelde actielimieten voor bijengezondheid en voor de consument al dan niet werden overschreden.

## 2. Verzamelen van de stalen

Via een Newsflash werd in 2021 bekendgemaakt dat imkers zich konden opgeven om hun bijenwas te laten onderzoeken op pesticiden residuen en vervalsing. Hiervoor dienden zij via Limesurvey een korte vragenlijst in te vullen waarbij werd gevraagd naar de oorsprong van het wasstaal en of de imker een gesloten waskringloop (WKL) hanteert. Iedere imker/imkervereniging die de vragenlijst volledig had ingevuld en nog steeds in de mogelijkheid was een wasstaal aan te leveren, mocht 1 of meerdere stalen laten onderzoeken. Op basis van de antwoorden werden de wasstalen in verschillende groepen ondergebracht.

*Tabel 1. Wasstalen met de groepen waartoe zij behoren.*

| Recyclage van was   | Was-origine                         | Code | Aantal onderzochte stalen |
|---------------------|-------------------------------------|------|---------------------------|
| Gesloten WKL        |                                     |      |                           |
| <5 jaar             | Zegelwas                            | C19  | 2                         |
| <5 jaar             | Honingzolder en zegelwas            | C5   | 1                         |
| <5 jaar             | Honingzolder                        | C16  | 1                         |
| <5 jaar             | Broednest                           | C14  | 4                         |
| <5 jaar             | Broednest en zegelwas               | C13  | 3                         |
| <5 jaar             | Broednest en honingzolder           | C1   | 7                         |
| <5 jaar             | Broednest, honingzolder en zegelwas | C6   | 5                         |
| Tussen 5 en 10 jaar | Zegelwas                            | C20  | 1                         |
| Tussen 5 en 10 jaar | Broednest en honingzolder           | C2   | 4                         |
| Tussen 5 en 10 jaar | Broednest, honingzolder en zegelwas | C8   | 2                         |
| >10 jaar            | Zegelwas                            | C15  | 4                         |
| >10 jaar            | Honingzolder                        | C10  | 1                         |
| >10 jaar            | Broednest                           | C9   | 2                         |
| >10 jaar            | Broednest en zegelwas               | C17  | 1                         |
| >10 jaar            | Broednest, honingzolder en zegelwas | C12  | 2                         |
| Geen gesloten WKL   | Zegelwas                            | O1   | 2                         |
| Geen gesloten WKL   | Broednest                           | O2   | 1                         |
| Geen gesloten WKL   | Broednest en honingzolder           | O4   | 11                        |
| Geen gesloten WKL   | Broednest, honingzolder en zegelwas | O5   | 9                         |

Aan de imkers werd gevraagd om een staal van minimum 150 gram gesmolten en gezuiverde was binnen te brengen. Alle ingezonden stalen voldeden aan de voorwaarden. De pesticiden multiresidu-

analyses werden uitgevoerd door Intertek in Duitsland. De analyses naar vervalsing werden uitgevoerd door de Universiteit van Zagreb (Kroatië) in samenwerking met de Universiteit van Luik.

### 3. Resultaten van de pesticiden multiresidu-analyses

Alle wasstalen werden onderzocht op aanwezigheid van 326 pesticiden residuen. Hiervan konden er 44 in één of meerdere stalen worden teruggevonden (zie tabel 2). Deze omvatten zowel gewasbeschermingsmiddelen (insecticiden, fungiciden, herbiciden), als acariciden. Van deze laatste kan je er 5 in de lijst terugvinden welke onder andere door imkers gebruikt worden om de varroamijt te bestrijden, nl. amitraz, coumaphos, flumethrine, tau-fluvalinaat en thymol. Hun respectievelijke productnamen zijn vermeld in tabel 2. Ze kunnen in het wasstaal terecht gekomen zijn door vreemde was in de WKL te mengen of door varroa bestrijdingsmiddelen te gebruiken, dit recent ofwel vele jaren geleden. Door de hoge lipofiliciteit van dergelijke producten kunnen ze zeer persistent in de was blijven zitten en vele jaren later nog teruggevonden worden.

De toxiciteit van de pesticiden residuen voor bijen wordt in de volgende tabellen telkens met een kleurcode aangeduid. Rood betekent zeer toxisch voor bijen waarbij 48u acuut contact met minder dan 2 µg van het product voldoende is om de helft van 100 bijen te doden. Dit noemt men de lethale dosis of LD50-waarde. Als een pesticide een LD50-waarde van meer dan 100 µg/bij vertoont, is het nagenoeg niet toxisch na 48u acuut contact voor bijen. Er dient opgemerkt dat hier geen rekening wordt gehouden met mogelijke synergistische effecten met andere producten in de was of met mogelijke nadelige effecten van producten op bijen op langere termijn. Van een aantal pesticiden residuen is de LD50-waarde voor bijen niet gekend. De contactdosis van deze pesticiden residuen werd arbitrair op 200 µg/bij ingesteld, ofwel werd de LD50-waarde van het overeenkomstige oudercomponent gebruikt. Vaak betreft het adjuvanten van bepaalde producten, waarbij men ervan uit gaat dat ze niet extreem toxisch zijn voor bijen.

*Tabel 2. Pesticiden residuen die werden teruggevonden in de 63 onderzochte wasstalen.*

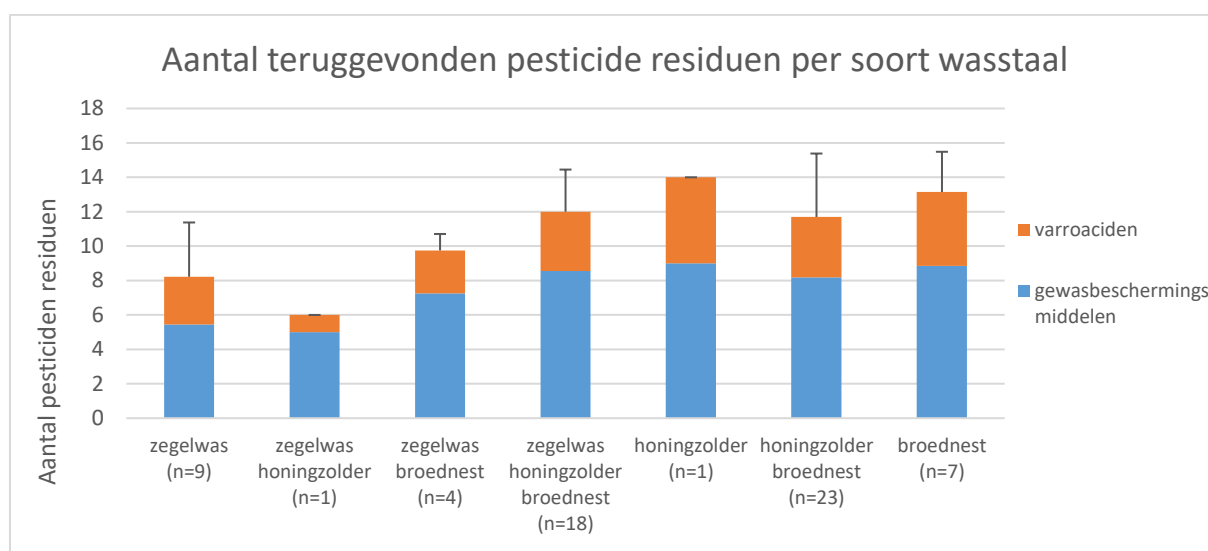
| Product                                 | Insecticide | Fungicide | Acaricide | Ander                                | Acute dodelijke contactdosis bij 48u (LD50) (µg/bij) |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|
| alpha-HCH (alpha-Hexachlorocyclohexaan) | x           |           |           | bijproduct van productie van lindaan | -                                                    |
| Amitraz (incl. Metabolites)             | x           |           | x         | antiparasiet, Apivar®                | 50                                                   |
| Benzaldehyde                            | x           |           |           | bijenafweermiddel                    | 200                                                  |
| Boscalid                                |             | x         |           |                                      | 200                                                  |
| Brompropylaat                           |             | x         | x         |                                      | 183                                                  |
| Chlorprophaam                           |             |           |           | herbicide, plantgroeiregulator       | 86                                                   |
| Chlorpyrifos (-ethyl)                   | x           |           | x         |                                      | 0,059                                                |
| Coumaphos                               | x           |           | x         | antiparasiet, Perizin®, Checkmite+®  | 25                                                   |
| Cypermethrin                            | x           |           |           |                                      | 0,02                                                 |

|                              |   |   |   |                                       |        |
|------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|--------|
| Cyprodinil                   |   | x |   |                                       | 784    |
| DDT (Sum, expressed as DDT)  | x |   |   |                                       | 0,54   |
| DEET (diethyltoluamide)      | x |   |   | insectwerend                          | 200    |
| Deltamethrin                 | x |   |   |                                       | 0,0015 |
| Diazinon                     | x |   | x |                                       | 0,13   |
| Dibromobenzophenone          |   |   |   |                                       | -      |
| Dichlofluanid                |   | x | x |                                       | 16     |
| Fenpyroximaat                |   |   | x |                                       | 15,8   |
| Fipronil                     | x |   | x |                                       | 0,0059 |
| Flumethrin                   | x |   | x | ectoparasiticide,<br>Polyvar Yellow®  | 0,178  |
| Fluopyram                    |   | x |   |                                       | 100    |
| Hexythiazox                  |   |   |   |                                       | 200    |
| Naphtaleen                   | x |   |   | afweermiddel voor o.a.<br>wasmot      | 200    |
| o,p'-DDD                     |   |   |   |                                       | 0,54   |
| o,p'-DDT                     |   |   |   |                                       | 0,54   |
| p,p'-DDD (=p,p'-TDE)         | x |   |   |                                       | 200    |
| p,p'-DDE                     |   |   |   |                                       | 200    |
| p,p'-DDT (Chlorophenothaan)  | x |   |   |                                       | 0,54   |
| para-dichlorobenzeen         | x |   |   | afweermiddel voor o.a.<br>wasmot      | 200    |
| Pentachloranisol             | x | x |   | metaboliet,<br>plantgroeiregulator    | 48     |
| Permethrin (Sum all Isomere) | x |   |   | Antiparasiet, Permas-D                | 0,024  |
| Phenol                       |   |   |   |                                       | 200    |
| Phenylacetaldehyde           |   |   |   |                                       | 200    |
| Piperonylbutoxid (Synergist) |   |   |   | performatieverbeteraar                | 294    |
| Pirimiphos-methyl            | x |   | x |                                       | 0,22   |
| Propargit                    | x |   |   |                                       | 47     |
| Propiconazole                |   |   |   |                                       | 100    |
| Prothioconazole-desthio      |   | x |   |                                       | 106,5  |
| Pyrimethanil                 |   | x |   |                                       | 100    |
| tau-Fluvalinaat              | x |   | x | Apistan®                              | 12     |
| Tebuconazol                  |   | x |   |                                       | 200    |
| Tetradifon                   |   |   | x |                                       | 100    |
| Tetramethrin                 |   |   |   |                                       | 0,16   |
| Thymol                       |   |   |   | Thymovar®, Apiguard®,<br>Apilife var® | 200    |
| Triazophos                   | x |   | x |                                       | 59,8   |

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| zeer toxisch             | LD50 < 2µg per bij                |
| matig toxisch            | LD50 tussen 2 en 10,99 µg per bij |
| licht toxisch            | LD50 tussen 11 en 100 µg per bij  |
| niet toxisch             | LD50 > 100 µg per bij             |
| onbekende toxische dosis | LD50 ingesteld op 200 µg per bij  |

### 3.1. Aantal pesticiden residuen afhankelijk van de was-origine

De 63 wasstalen worden telkens over de 19 bovenvermelde groepen verdeeld (zie tabel 1). Als we de stalen samen nemen per wassoort, dan bekomen we 7 categorieën: zegelwas, was uit de honingkamer gemengd met zegelwas, was uit de broedkamer gemengd met zegelwas, was uit de broed- en de honingkamer gemengd met zegelwas, was uit de honingkamer, was uit de honing- en de broedkamer en was enkel uit de broedkamer. In figuur 1 zie je het gemiddelde aantal pesticiden dat per categorie werd teruggevonden. Het gaat hier enkel over het kwantitatieve aantal pesticiden, zonder hun toxiciteit in rekening te brengen. De categorieën met de laagste aantallen pesticiden residuen zijn opvallend genoeg de categorieën waar telkens zegelwas in vermengd is. De 9 pure zegelwasstalen die werden geanalyseerd zijn echter niet vrij van gewasbeschermingsmiddelen of varroaciden. Doordat deze was niet rechtstreeks in contact zou mogen gekomen zijn met een product dat door de imker werd gebruikt om de varroamijt te bestrijden, wordt vermoed dat de bijen vers aangemaakte was vermengd hebben met oudere was uit de wasraten vooraleer er de cellen mee te verzegelen.



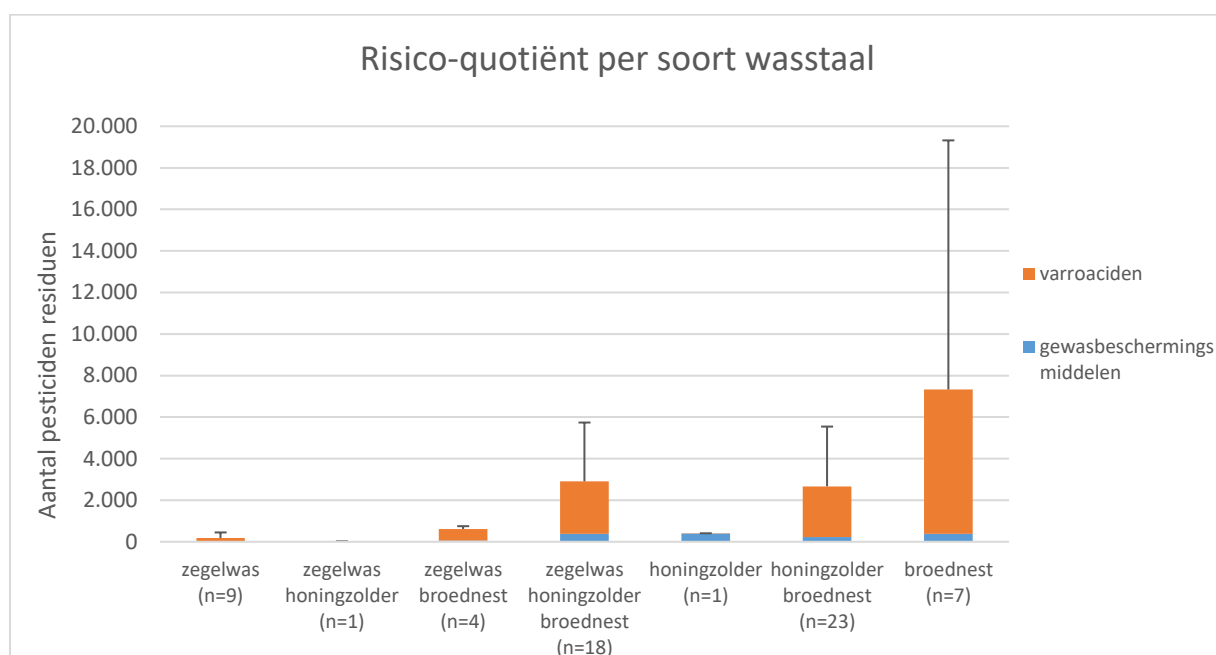
*Figuur 1. Aantal gevonden pesticiden residuen per soort wasstaal, opgesplitst in gewasbeschermingsmiddelen en acariciden. De foutenbalken geven de standaarddeviatie weer voor de totale hoeveelheid pesticiden residuen per groep. Bij de origine van de wasstalen op de x-as is het aantal onderzochte stalen weergegeven als n.*

### 3.2. RQ-waarden afhankelijk van de was-origine

Op zich zegt het aantal teruggevonden pesticiden residuen niet zo veel, aangezien door de gevoeligheid van de gehanteerde technologie (LC-MS/MS en GC-MS/MS) ook sporen van pesticiden residuen kunnen worden gemeten die amper een gevaar voor de bijen inhouden. Om te weten hoeveel risico de was voor de gezondheid van de bijen inhoudt, moet de toxiciteit van de pesticiden residuen in rekening worden gebracht. Door de concentratie van een pesticiden residu in het wasstaal (in  $\mu\text{g/kg}$ ) te delen door zijn LD50-waarde, bereken je de RQ-waarde van dit specifieke pesticiden residu na 48u acuut contact voor bijen. Als je dit voor alle teruggevonden pesticiden residuen in één wasstaal optelt, bekom je de RQ-waarde van het betreffende wasstaal. Bij RQ-waarden groter dan 250, wordt de

bijenwas als gecontamineerd gezien<sup>4</sup>. Naarmate deze waarde richting 5.000 gaat, wordt het gebruik en de recyclage van de bijenwas afgeraden.

In figuur 2 zie je de gemiddelde RQ-waarden van de onderzochte wasstalen per categorie van was-origine. De foutenvlaggen zijn hier zeer groot, doordat er vrij veel variatie is per categorie en het aantal stalen er vrij beperkt is. Toch valt in de figuur op dat de stalen met enkel was uit het broednest de hoogste risico's voor de bijen inhouden. De schadelijkheid van de was voor de bijengezondheid komt hoofdzakelijk door varroaciden (oranje deel van de balken) die in de was aanwezig zijn en minder door teruggevonden gewasbeschermingsmiddelen (blauwe deel van de balken). Enkel van de wasstalen die zegelwas (RQ = 177) en was uit de honingkamer vermengd met zegelwas (RQ = 22) bevatten, kwamen de gemiddelde RQ-waarden onder 250 uit. De gemiddelde RQ-waarde van de stalen met enkel was uit het broednest (RQ = 7.328) kwam zelfs boven de kritische 5.000 uit, wat betekent dat het gebruik en de recyclage van deze bijenwas wordt afgeraden.



*Figuur 2. Gemiddelde RQ-waarden van de teruggevonden pesticiden residuen per soort wasstaal, opgesplitst in gewasbeschermingsmiddelen en varroaciden. De foutenbalken geven de standaarddeviatie weer voor de totale hoeveelheid pesticiden residuen per groep. Bij de origine van de wasstalen op de x-as is het aantal onderzochte stalen weergegeven als n.*

### 3.3. Pesticiden residu concentraties en RQ-waarden van de individuele wasstalen

Tabellen 3, 4 en 5 geven de concentraties van de teruggevonden pesticiden residuen weer in alle 63 onderzochte wasstalen. Het aantal pesticiden residuen per staal varieert van 4 tot 22. Geen enkel wasstaal blijkt vrij te zijn van pesticiden residuen.

Het Wetenschappelijk Comité van het FAVV heeft voor 9 van de teruggevonden pesticiden residuen actielimieten opgesteld waarbij het overschrijden van deze waarden betekent dat de was een risico voor de bijengezondheid kan vormen. Deze actielimieten zijn in de 2<sup>de</sup> kolom van de tabellen terug te

vinden. Positief is dat geen enkel van de gedetecteerde pesticiden residuen in de onderzochte wasstalen 1 van deze actielimieten overschrijdt.

Naast de actielimieten voor bijengezondheid zijn er door het Wetenschappelijk Comité van het FAVV ook actielimieten opgesteld voor de consumptie van honing en bijenwas. Deze grenswaarden zijn in de 3<sup>de</sup> kolom van de tabellen terug te vinden en de concentraties van pesticiden residuen in de wasstalen die een actielimiet overschrijden zijn met een \* aangeduid. In maar liefst 83% (52 van de 63 stalen) van de onderzochte stalen overschrijdt 1 of meerdere van de teruggevonden pesticiden residuen deze actielimieten. Zelfs 4 stalen die zegelwas bevatten, vertonen een concentratie voor tau-fluvalinaat of flumethrine die hoger ligt dan hun respectievelijke actielimieten. Vooral de actielimieten voor coumaphos, flumethrine tau-fluvalinaat en permethrine worden in de onderzochte wasstalen overschreden. Dit betekent dat deze bijenwassen de gezondheid van de consument kunnen schaden en er dus afgeraden wordt om deze in voedingsproducten te verwerken, als brok- of raathoning te consumeren of in waswafels voor bijenvolken te verwerken. Bij deze laatste gaat men er van uit dat honing in deze waswafels kan worden opgeslagen en zo gecontamineerd kan raken met de pesticiden residuen uit de was. Dit hoge aantal verontreinigde wasstalen doet echter de vraag rijzen in hoeverre deze actielimieten niet te scherp werden opgesteld, aangezien uit deze studie blijkt dat slechts 17% van de onderzochte stalen nog mag verwerkt worden. Het Wetenschappelijk Comité is uitgegaan van een worst case scenario om de potentiële chronische blootstelling van de consumenten aan deze residuen in te schatten. Voor elk residu werd de bijdrage van honing en bijenwas toegevoegd aan de theoretische maximale dagelijkse inname via andere levensmiddelen. Als er een MRL bestond voor honing op basis van een diergeneeskundig gebruik of een gebruik als gewasbeschermingsmiddel, werd deze waarde weerhouden als actielimiet voor bijenwas.

Van ieder wasstaal is onderaan in de tabellen telkens de RQ-waarde vermeld. Deze staat in het rood als ze de 250 overschrijdt. Dit betekent dus dat deze bijenwas gecontamineerd is. Hoe meer deze waarde richting 5.000 of hoger gaat, hoe zwaarder deze contaminatie en hoe sterker wordt afgeraden om deze was te recyclen wegens haar mogelijk risico voor de bijengezondheid. In totaal vertoont 81% van de onderzochte wasstalen (53 van de 63) een RQ-waarde hoger dan 250, waarvan er 34 de RQ-waarde van 1.000 overschrijden en 9 stalen zelfs boven de 5.000 uitkomen. Deze laatste komen hoofdzakelijk van imkers die geen gesloten WKL hanteren.

In de wasstalen met de hoogste RQ-waarden worden telkens één of meerdere pesticiden residuen teruggevonden uit de groep van de pyrethroïde insecticiden, nl. **cypermethrine, deltamethrine, flumethrine, permethrine en tau-fluvalinaat**. Deze laatste 3 vertonen bovendien een hoge lipofiliteit, waardoor ze makkelijk aan was binden en er vele jaren later nog in kunnen teruggevonden worden. Vertrekkende van de natuurlijke molecule pyrethrum, afkomstig van de bloemen van *Chrysanthemum cinerariaefolium*, werden reeds honderden synthetische pyrethroïde insecticiden geproduceerd die worden gebruikt om plaaginsecten te bestrijden. Dit zowel in de landbouw, als in de vorm van huishoudsprays tegen muggen, mieren of kakkerlakken, of in de medische sector als luizenbehandelingen, of in de imkerij als varroa bestrijdingsmiddel. Zo kennen imkers flumethrine als Polyvar® Yellow en tau-fluvalinaat als Apistan®.

**Flumethrine** heeft met zijn lage LD50-waarde, nl. 0,178 µg/bij, een hoge toxiciteit voor insecten. Dit residu wordt in ongeveer de helft van de onderzochte wasstalen teruggevonden (33 van de 63), waarbij de concentratie telkens onder de actielimiet van 1,5 mg/kg was voor bijengezondheid ligt. In het advies

wat betreft de chronische blootstelling van de consument, hanteert het Wetenschappelijk Comité echter een nultolerantie voor flumethrine in bijenwas en honing met bijenwas, doordat het een vrij toxische stof is voor de mens (aanvaardbare dagelijkse inname (ADI) = 0,0018 mg/kg l.g./dag). De aanwezigheid in bijenwas is wellicht in een aantal stalen te wijten aan recent gebruik van Polyvar® Yellow. Toch blijkt het ook aanwezig te zijn in wasstalen waarvan de imker aangaf in de laatste jaren geen flumethrine gebruikt te hebben als varroa bestrijdingsmiddel. Dit product van Bayer wordt in de vorm van een gele strip met gaatjes aan de vliegopening geïnstalleerd en bedekt iedere inkomende en buitengaande bij met enkele nanogrammen flumethrine. De lage dosissen in de strips zouden onschadelijk zijn voor bijen. Maar het terugvinden van relatief hoge dosissen flumethrine in de bijenwas resulteert in een zeker risico voor het bijenvolk. Dit diergeneesmiddel mag niet in opeenvolgende jaren gebruikt worden om resistentie van de varroamijt tegen te gaan. Het dient echter nog onderzocht te worden of aanwezigheid van hoge dosissen flumethrine in bijenwas de resistentie-opbouw van mijten in de hand kan werken.

**Tau-fluvalinaat** komt in maar liefst 60 van de 63 onderzochte wasstalen voor. Imkers kennen dit pesticiden residu onder de vorm van het varroa bestrijdingsmiddel Apistan®, waarvan het gebruik sinds 2008 in België niet meer toegelaten is. Dit doordat fluvalinaat-resistente mijten over gans Europa opdoken en het product dus zijn werking verloor. Door de hoge lipofiliciteit blijft de stof echter nog vele jaren in de bijenwas aanwezig. In geen enkel van de onderzochte stalen overschrijdt het de actielimiet van 20 mg/kg was wat betreft het risico voor de bijengezondheid. Echter, in 2005 heeft EPA, het Milieu Agentschap van de Verenigde Staten, de acute toxische contactdosis van tau-fluvalinaat verlaagd naar 0,2 µg/bij door het veelvuldig gebruik in de VS. In Europa wordt echter nog steeds de grens van 12 µg/bij gehanteerd. De actielimiet voor chronische blootstelling van de consument ligt op 0,05 mg/kg was waardoor 49 van de 63 onderzochte stalen een concentratie hoger dan deze grenswaarde vertonen.

**Permethrin** wordt in 81% van de onderzochte stalen teruggevonden terwijl het gebruik van dit product als gewasbeschermingsmiddel verboden is in de Europese Unie sinds 2000 (Beschikking 2000/817/EG van de Europese Commissie van 27 december 2000). Permethrin is wel toegestaan in biociden en wordt verder gebruikt als houtbeschermingsmiddel tegen houtworm en andere houtaantastende insecten en tegen parasieten zoals teken en vlooiën bij honden en andere kleine dieren. Permethrin is werkzaam tegen hoofdluis en schurft bij mensen en het wordt ook aangewend bij het behandelen van kledij en muskietennetten tegen teken. Permethrin is bovendien de actieve stof in Permas-D, het bestrijdingsmiddel dat wordt gebruikt bij de verdelging van wespennesten, o.a. nesten van de Aziatische hoornaar. De veelvuldige aanwezigheid van dit product kan hier mee gerelateerd zijn, alhoewel nesten na verdelging (indien mogelijk) worden verwijderd uit het milieu. **Cypermethrin en deltamethrin** worden in gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, maar er is een verbod op de behandeling tijdens de bloei of in periodes waarin bijen actief zijn, juist om de veiligheid van de bijen te verhogen<sup>5</sup>. De lage LD50 waarde voor deze stoffen wijst op de hoge toxiciteit voor bijen, waardoor zelfs de aanwezigheid van deze stof in een lage concentratie in was resulteert in het overschrijden van actielimieten en het sterk verhogen van de risico-quotiënt van het staal.

Voor het eerst in 3 jaar dat met het Vlaams Bijenteeltprogramma bijenwas wordt onderzocht, werd de aanwezigheid van **fipronil** gedetecteerd. Hoe de stof in de bijenwas is terecht gekomen, is onduidelijk. Mogelijks hebben bijen het opgenomen door gecontamineerd water te drinken, afkomstig van zaadcoatings of producten gebruikt om luizen te bestrijden bij kippen en dergelijke. De LD50-waarde

van deze stof voor honingbijen is zeer laag en behoort tot een van de meest toxische actieve substanties voor honingbijen<sup>6</sup>. Hierdoor kreeg het staal een zeer hoge risico-quotiënt en wordt het afgeraden deze was verder te gebruiken als waswafels. In 2013 verbood de Europese Commissie het gebruik van fipronil door zijn hoge risico's voor honingbijen. Ook in voedingsproducten werd het verboden door de mogelijke gevaren voor de gezondheid van de mens en als diergeneesmiddel werd het gebannen door gevaren bij menselijke consumptie. In 2017 leidde fipronil tot een crisis in de pluimvee-industrie waarbij een bedrijf dat zich toeleegde op de bestrijding van bloedluis bij kippen de verboden stof had gebruikt. Dit heeft geleid tot het vernietigen en afmaken van miljoenen eieren en kippen.

**Thymol** is het pesticiden residu dat in nagenoeg alle onderzochte wasstalen voorkomt. Met zijn hoge LD50-waarde van 200 µg/bij, is thymol enkel in zeer hoge concentraties toxisch voor bijen. Bij een te hoge dosis (bijvoorbeeld door te warme temperaturen) of een verkeerde blootstelling (bijvoorbeeld als de strip te dicht bij het broed hangt) kan het problemen opleveren voor de bijen. Geen enkel wasstaal overschrijdt de actielimiet van thymol (1.500 mg/kg was) voor de bijengezondheid, maar in 4 stalen worden toch relatief hoge dosissen (>100 mg/kg was) teruggevonden (stalen 41\_O2, 12\_O4, 50\_O4 en 40\_O5). Deze stalen bevatten telkens was afkomstig van het broednest, eventueel aangevuld met zegelwas of was uit de honingkamer.

Met een detectie bij 53 van de 63 onderzochte wasstalen, komt **coumaphos** nog steeds frequent voor in bijenwasstalen, los van het feit of de imker een gesloten of open WKL aanhoudt. Perizin®, het diergeneesmiddel op basis van coumaphos, mag in België sinds 2009 niet meer gebruikt worden. Het is echter moeilijk na te gaan of het om een recente of een historische contaminatie gaat. De lagere dosissen doen eerder het laatste vermoeden.

**Amitraz** wordt in 13 van de 63 wasstalen teruggevonden en is in de imkerij gekend als het varroa bestrijdingsmiddel Apivar®. Dit product was tot voor kort in België enkel via het cascadesysteem verkrijgbaar en werd vaak vanuit Frankrijk geïmporteerd waar het wel tot de vergunde diergeneesmiddelen in de bestrijding van varroamijt behoorde. Sinds 2020 echter, werd Apivar® door het FAVV in België toegevoegd aan de lijst van vergunde geneesmiddelen in de behandeling van de varroamijt en kan het zonder voorschrift verkregen worden bij de apotheek of kan het rechtstreeks door de dierenarts worden geleverd. Doordat amitraz op meerdere types octopamine receptoren inwerkt, zou mijtresistentie veel trager optreden dan bij flumethrine bijvoorbeeld, dat op één specifiek type voltage-gated natriumkanal zijn werking uitvoert. Nochtans werd in Amerika resistentie tegen amitraz waargenomen<sup>7,8</sup>.

Naast de beschreven varroa bestrijdingsmiddelen worden in de wasstalen ook meerdere afweermiddelen voor insecten (repellents) teruggevonden, zoals **benzaldehyde, naphhtaleen, para-dichlorobenzeen, phenol, phenylacetaldehyde en DEET**. Deze insect werende middelen worden wereldwijd gebruikt als spray, gecoat op kledij, in kaarsen en dergelijke om insecten op afstand te houden. Ze maskeren de geurgewaarwording waardoor insecten hun gastheer minder gemakkelijk vinden. DEET maskeert bijvoorbeeld de geur van melkzuur op de huid, waar muggen en teken anders door worden aangetrokken. Insect werende producten worden echter ook door imkers gebruikt. Zo worden bijvoorbeeld naphhtaleen en para-dichlorobenzeen onder de vorm van mottenballen gehanteerd bij het bewaren van wasraten om ze te vrijwaren van de wasmot *Galleria mellonella*. Benzaldehyde is dan weer een product dat sinds 1963 frequent werd gebruikt om bijen uit de

honingzolders te krijgen voordat de honing wordt geoogst. Je merkte mogelijks op in tabel 2 dat er van deze afweermiddelen geen toxische dosis voor bijen gekend is. Bijgevolg kan het risico van aanwezigheid van deze stoffen in bijenwas moeilijk ingeschat worden.

De teruggevonden gewasbeschermingsmiddelen zijn in de wasstalen meestal slechts in sporenhoeveelheden aanwezig. Toch zijn enkele van deze pesticiden residuen ook in zeer lage dosissen toxisch voor bijen. In 3 wasstalen wordt bijvoorbeeld **chlorpyrifos** teruggevonden dat een insecticide en acaricide is dat in de landbouw vooral wordt gebruikt als gewasbeschermingsproduct op maïs en fruitbomen zoals appelbomen. Op het tijdstip dat de fruitbomen in bloei staan, wordt afgeraden het product te gebruiken wegens grote schade aan bijen. Acute blootstelling is dodelijk voor bijen en een sub-lethale dosis chlorpyrifos veroorzaakt een verandering in hun gedrag.

Ook **DDT** wordt in 1 van de onderzochte wasstalen teruggevonden. Dit insecticide werd tussen 1950 en 1980 veelvuldig gebruikt in de landbouw en heeft zijn nut bewezen in de bestrijding van malaria. Tussen 1970 en 1980 werd het gebruik van DDT en zijn derivaten in de meeste ontwikkelde landen verboden in de landbouw door zijn nadelige gevolgen aan nuttige insecten zoals bestuivers. Tijdens de Stockholm Convention in 2004 werd een wereldwijde ban uitgesproken over verschillende organische vervuilers zoals DDT om het als bestrijding van vectoren zoals de malariamug te gebruiken. In 2009 werd DDT volledig gebannen in Europa (Regulation EC No 1107/2009). Toch blijft het persistent in bijenwas aanwezig door zijn hydrofobe eigenschappen en goede oplosbaarheid in vetachtige substanties zoals bijenwas.

Tabel 3. Resultaten van de pesticide multiresidu-analyse voor wasstalen uit groep <5 jaar gesloten WKL (in mg/kg). De kleuren van de pesticiden residuen geven de mate van toxiciteit weer (voor legende zie tabel 2). \* waarde overschrijdt de actielimiet voor risico's voor de consument.

| Pesticiden residu            | Actielimiet (mg a.s./kg was) voor bijgezondheid | Actielimiet (mg/kg) voor consumptie honing en was | Concentratie pesticidenresiduen in bijenwasstalen (mg a.s./kg was), < 5 jaar gesloten waskringloop |        |                         |             |            |        |        |        |                        |        |        |                       |       |        |        |        |        |        |                                 |        |        |        |        |
|------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|-------------|------------|--------|--------|--------|------------------------|--------|--------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                              |                                                 |                                                   | zegelwas                                                                                           |        | honingkamer en zegelwas | honingkamer | Broedkamer |        |        |        | Broedkamer en zegelwas |        |        | Broed- en honingkamer |       |        |        |        |        |        | Broed-, honingkamer en zegelwas |        |        |        |        |
|                              |                                                 |                                                   | 16_C19                                                                                             | 34_C19 | 23_C5                   | 6_C16       | 6_C14      | 21_C14 | 37_C14 | 55_C14 | 19_C13                 | 30_C13 | 43_C13 | 7_C1                  | 8_C1  | 13_C1  | 20_C1  | 22_C1  | 33_C1  | 47_C1  | 5_C6                            | 10_C6  | 18_C6  | 36_C6  | 38_C6  |
| Alpha-HCH                    | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Amitraz (incl. Metabolites)  | 400                                             | 0,2                                               | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0,013       | 0,027      | 0      | 0,019  | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0,06   |
| Benzaldehyde                 | -                                               | -                                                 | 0,46                                                                                               | 0,25   | 0,49                    | 0,43        | 0,59       | 0,25   | 0,46   | 0,17   | 0,99                   | 0,46   | 0,28   | 0,41                  | 0,16  | 0,63   | 0,4    | 0,3    | 0,35   | 0,3    | 0,53                            | 0,59   | 0,54   | 0,37   | 0,46   |
| Boscalid                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0,01   | 0      | 0      | 0      |
| Brompropylaat                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,012  | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0,055  | 0,026  | 0,015  | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0,037  |
| Chlorprophaam                | -                                               | -                                                 | 0,013                                                                                              | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,011                           | 0      | 0      | 0      | 0,01   |
| Chlorpyrifos (-ethyl)        | 2                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Coumaphos                    | 40                                              | 0,1                                               | 0                                                                                                  | 0,014  | 0                       | 0,029       | 0,028      | 0,015  | 0,128* | 0,012  | 0                      | 0,017  | 0      | 0                     | 0     | 0,014  | 0,013  | 0,379* | 0,024  | 0,042  | 0,01                            | 0,012  | 0,011  | 0      | 0,07   |
| Cypermethrin                 | 0,3                                             | 0,05                                              | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,011  | 0,011  | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Cyprodinil                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0,02   | 0      | 0      | 0      |
| DDT (Sum, expressed as DDT)  | 40                                              | 0,05                                              | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| DEET (diethyltoluamide)      | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0,01   | 0,21                    | 0           | 0          | 0      | 0,03   | 0,017  | 0,06                   | 0,048  | 0      | 0,01                  | 0     | 0,016  | 0      | 0      | 0      | 0,01   | 0                               | 0      | 0,05   | 0,111  | 0,029  |
| Deltamethrin                 | 0,1                                             | 0,03                                              | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Diazinon                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Dibromobenzophenone          | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Dichlofluanid                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0,174                   | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Fenpyroximaat                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0,013  | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Fipronil                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,058  | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Flumethrin                   | 1,5                                             | nultolerantie                                     | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0,052*      | 0,024*     | 0,035* | 0,011* | 0,021* | 0                      | 0,027* | 0      | 0                     | 0     | 0,041* | 0,01*  | 0,051* | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0,012* | 0,011* |        |
| Fluopyram                    | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0,014  | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0,031  | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0,017  | 0      | 0      | 0                               | 0,017  | 0      | 0      | 0      |
| Hexythiazox                  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Naphtaleen                   | -                                               | -                                                 | 0,015                                                                                              | 0      | 0,011                   | 0           | 0          | 0,012  | 0,032  | 0,3    | 0,013                  | 0      | 0,015  | 0                     | 0,017 | 0,042  | 0      | 0,017  | 0,017  | 0,028  | 0,019                           | 0,017  | 0,023  | 0,017  | 0,037  |
| o,p'-DDD                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| o,p'-DDT                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| p,p'-DDD (=p,p'-TDE)         | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| p,p'-DDE                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| p,p'-DDT (Chlorophenothaan)  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| para-dichlorobenzeen         | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Pentachloranisol             | -                                               | -                                                 | 0,056                                                                                              | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0,011  | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Permethrin (Sum all Isomere) | -                                               | 0,05                                              | 0                                                                                                  | 0,014  | 0                       | 0,047       | 0,024      | 0,012  | 0,042  | 0,07*  | 0,01                   | 0,013  | 0,017  | 0,015                 | 0,01  | 0,08*  | 0,015  | 0,017  | 0,01   | 0,012  | 0,033                           | 0,027  | 0,01   | 0,021  | 0,031  |
| Phenol                       | -                                               | -                                                 | 0,292                                                                                              | 0,407  | 0,254                   | 0,477       | 0,471      | 0,558  | 0,836  | 0,444  | 0,441                  | 0,592  | 0,464  | 0,66                  | 0,7   | 0,558  | 0,576  | 0,373  | 0,4    | 0,349  | 0,861                           | 1,056  | 0,487  | 0,755  | 0,655  |
| Phenylacetaldehyde           | -                                               | -                                                 | 0,17                                                                                               | 0      | 0                       | 0,12        | 0,27       | 0      | 0,16   | 0,12   | 0,14                   | 0,19   | 0      | 0,17                  | 0,21  | 0,15   | 0,11   | 0,12   | 0,19   | 0      | 0,21                            | 0,17   | 0      | 0,16   | 0,14   |
| Piperonylbutoxid (Synergist) | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,012  | 0,034  | 0                      | 0,013  | 0,139  | 0                     | 0     | 0,016  | 0,033  | 0,025  | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0,01   |
| Pirimiphos-methyl            | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Propargit                    | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0,014  | 0                       | 0           | 0,015      | 0,054  | 0,047  | 0,036  | 0,029                  | 0,081  | 0,014  | 0                     | 0     | 0,033  | 0      | 0,027  | 0,024  | 0,014  | 0                               | 0,038  | 0,022  | 0,025  | 0,035  |
| Propiconazole                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,032  | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0,512  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Prothioconazole-desthio      | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Pyrimethanil                 | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0,017  | 0      | 0                      | 0      | 0,062  | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0,063  | 0      | 0,074  |
| tau-Fluvalinaat              | 20                                              | 0,05                                              | 0,019                                                                                              | 0,393* | 0                       | 0,062*      | 0,06*      | 0,413* | 0,603* | 0,182* | 0,043                  | 0,251* | 0,04   | 0,028                 | 0,02  | 0,112* | 0,074* | 1,051* | 0,214* | 0,221* | 0,029                           | 0,125* | 0,061* | 0,22*  | 1,681* |
| Tebuconazol                  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0,059  | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0,016  |
| Tetradifon                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Tetramethrin                 | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Thymol                       | 1500                                            | -                                                 | 0,84                                                                                               | 0,17   | 1,27                    | 1,79        | 0,59       | 0,1    | 16,55  | 0,99   | 1,13                   | 0,75   | 0      | 1,97                  | 7,83  | 8,68   | 1,95   | 1,96   | 0      | 45,84  | 0,47                            | 0,57   | 0,34   | 0,74   | 0,51   |
| Triazophos                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                                  | 0      | 0                       | 0           | 0          | 0      | 0      | 0      | 0                      | 0      | 0      | 0                     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                               | 0      | 0      | 0      | 0      |
| RISICOQUOTIENT               |                                                 |                                                   | 12                                                                                                 | 621    | 22                      | 2.271       | 1.151      | 738    | 2.509  | 13.442 | 435                    | 727    | 717    | 643                   | 463   | 3.630  | 703    | 1.113  | 441    | 753    | 1.388                           | 1.149  | 430    | 972    | 1.509  |

Tabel 4. Resultaten van de pesticide multiresidu-analyse voor de wasstalen uit groep >5 jaar gesloten WKL (in mg/kg). De kleuren van de pesticiden residuen geven de mate van toxiciteit weer (voor legende zie tabel 2). \* waarde overschrijdt de actielimiet voor risico's voor de consument.

| Pesticidenresidu             | Actielimiet (mg a.s./kg was) voor bijgezondheid | Actielimiet (mg/kg) voor consumptie honing en was | Concentratie pesticidenresiduen in bijenwasstalen (mg a.s./kg was), > 5 jaar gesloten WKL |                                  |        |        |        |        |                                         |        |                    |        |        |        |                       |                      |        |                                  |                                        |  |
|------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|-----------------------|----------------------|--------|----------------------------------|----------------------------------------|--|
|                              |                                                 |                                                   | 5-10 jaar, zegelwas                                                                       | 5-10 jaar, broed- en honingkamer |        |        |        |        | 5-10 jaar, broedhoningkamer en zegelwas |        | >10 jaar, zegelwas |        |        |        | >10 jaar, honingkamer | >10 jaar, broedkamer |        | >10 jaar, broedkamer en zegelwas | >10 jaar, broedhoningkamer en zegelwas |  |
|                              |                                                 |                                                   | 48_C20                                                                                    | 32_C2                            | 42_C2  | 48_C2  | 48_C2b | 1_C8   | 62_C8                                   | 14_C15 | 15_C15             | 26_C15 | 27_C15 | 15_C10 | 14_C9                 | 15_C9                | 11_C17 | 24_C12                           | 51_C12                                 |  |
| Alpha-HCH                    | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Amitraz (incl. Metabolites)  | 400                                             | 0,2                                               | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0,077              | 0      | 0      | 0,15   | 0                     | 0,098                | 0      | 0                                | 0,229*                                 |  |
| Benzaldehyde                 | -                                               | -                                                 | 0,64                                                                                      | 0,24                             | 0,17   | 0,24   | 0,25   | 0,42   | 0,26                                    | 0,26   | 0,24               | 0,24   | 1,21   | 0,45   | 0,26                  | 0,34                 | 0,9    | 0,83                             | 0,79                                   |  |
| Boscalid                     | -                                               | -                                                 | 0,012                                                                                     | 0                                | 0      | 0      | 0,014  | 0      | 0                                       | 0      | 0,016              | 0,01   | 0      | 0,044  | 0                     | 0,028                | 0      | 0,01                             | 0                                      |  |
| Brompropylaat                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,011                                   | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0,021                 | 0                    | 0      | 0,03                             | 0                                      |  |
| Chlorprophaam                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Chlorpyrifos (-ethyl)        | 2                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0,012                 | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Coumaphos                    | 40                                              | 0,1                                               | 0,01                                                                                      | 0,038                            | 0,084  | 0      | 0,015  | 0,817* | 0,127*                                  | 0      | 0,045              | 0,022  | 0,215* | 0,107* | 0,075                 | 0,187*               | 0,02   | 5,02*                            | 0,017                                  |  |
| Cypermethrin                 | 0,3                                             | 0,05                                              | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Cyprodinil                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0,013  | 0                     | 0,016                | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| DDT (Sum, expressed as DDT)  | 40                                              | 0,05                                              | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| DEET (diethyltoluamide)      | -                                               | -                                                 | 0,02                                                                                      | 0                                | 0      | 0,018  | 0,027  | 0,013  | 0,014                                   | 0      | 0,014              | 0,053  | 0      | 0,038  | 0,164                 | 0,06                 | 0      | 0,015                            | 0,012                                  |  |
| Deltamethrin                 | 0,1                                             | 0,03                                              | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0,01   | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Diazinon                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0,022                                  |  |
| Dibromobenzophenone          | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Dichlofluaniid               | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0,013  | 0      | 0      | 0      | 0,031                                   | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Fenpyroximaat                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Fipronil                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Flumethrin                   | 1,5                                             | nultolerantie                                     | 0                                                                                         | 0                                | 0,015* | 0      | 0      | 0,015* | 0                                       | 0      | 0,016*             | 0,017* | 0      | 0,055* | 0                     | 0,031*               | 0      | 0,308*                           | 0                                      |  |
| Fluopyram                    | -                                               | -                                                 | 0,05                                                                                      | 0                                | 0      | 0,049  | 0,07   | 0      | 0                                       | 0      | 0,017              | 0,016  | 0      | 0,055  | 0                     | 0,027                | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Hexythiazox                  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Naphtaleen                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0,033                            | 0,036  | 0,021  | 0,014  | 0,054  | 0                                       | 0      | 0,023              | 0      | 0,076  | 0,219  | 0,039                 | 0,146                | 0,022  | 0,034                            | 0,03                                   |  |
| o,p'-DDD                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| o,p'-DDT                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| p,p'-DDD (=p,p'-TDE)         | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| p,p'-DDE                     | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| p,p'-DDT (Chlorophenothaan)  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| para-dichlorobenzeen         | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0,031                            | 0                                      |  |
| Pentachloranisol             | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0,068  | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0,018  | 0,015                 | 0,015                | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Permethrin (Sum all isomere) | -                                               | 0,05                                              | 0,016                                                                                     | 0                                | 0      | 0,013  | 0,029  | 0,028  | 0,026                                   | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0,013                 | 0                    | 0,013  | 0,017                            | 0,034                                  |  |
| Phenol                       | -                                               | -                                                 | 0,359                                                                                     | 0,731                            | 0,377  | 0,519  | 0,709  | 0,549  | 0,538                                   | 0,584  | 0,245              | 0,322  | 0,509  | 0,6    | 0,464                 | 0,37                 | 0,511  | 0,837                            | 0,41                                   |  |
| Phenylacetaldehyde           | -                                               | -                                                 | 0,12                                                                                      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,19                                    | 0,13   | 0,15               | 0      | 0,21   | 0,1    | 0,14                  | 0                    | 0,22   | 0,14                             | 0,22                                   |  |
| Piperonylbutoxid (Synergist) | -                                               | -                                                 | 0,01                                                                                      | 0,01                             | 0      | 0      | 0,012  | 0      | 0                                       | 0      | 0,017              | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Pirimiphos-methyl            | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Propargit                    | -                                               | -                                                 | 0,022                                                                                     | 0,033                            | 0,067  | 0,021  | 0,028  | 0,019  | 0,018                                   | 0      | 0                  | 0      | 0,01   | 0      | 0                     | 0,01                 | 0,027  | 0,013                            | 0                                      |  |
| Propiconazole                | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0,079  | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Prothioconazole-desthio      | -                                               | -                                                 | 0,011                                                                                     | 0                                | 0      | 0      | 0,012  | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Pyrimethanil                 | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0,02                                   |  |
| tau-Fluvalinaat              | 20                                              | 0,05                                              | 0,013                                                                                     | 0,072*                           | 0,1*   | 0,074* | 0,17*  | 0,034  | 0,209*                                  | 0      | 0,036              | 0,021  | 0,096* | 0,066* | 0,28*                 | 0,074*               | 0,065* | 1,518*                           | 0,083*                                 |  |
| Tebuconazol                  | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0,011                                  |  |
| Tetradifon                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Tetramethrin                 | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| Thymol                       | 1500                                            | -                                                 | 0,98                                                                                      | 0,12                             | 7,24   | 0,93   | 0,67   | 0      | 1,35                                    | 0,3    | 5,43               | 0,2    | 0,15   | 15,53  | 1,32                  | 15,7                 | 2,87   | 18,62                            | 30,26                                  |  |
| Triazophos                   | -                                               | -                                                 | 0                                                                                         | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                       | 0      | 0                  | 0      | 0      | 0      | 0                     | 0                    | 0      | 0                                | 0                                      |  |
| RISICOQUOTIENT               |                                                 |                                                   | 680                                                                                       | 14                               | 137    | 557    | 1.233  | 7.961  | 1.120                                   | 6      | 127                | 102    | 28     | 408    | 784                   | 274                  | 571    | 2.869                            | 1.757                                  |  |

Tabel 5. Resultaten van de pesticide multiresidu-analyse voor de wasstalen uit groep zonder gesloten WKL (in mg/kg). De kleuren van de pesticiden residuen geven de mate van toxiciteit weer (voor legende zie tabel 2). \* waarde overschrijdt de actielimiet voor risico's voor de consument.

| Pesticidenresidu             | Actielimiet (mg a.s./kg was) voor bijenge-zondheid | Actielimiet (mg/kg) voor consumptie honing en was | Concentratie pesticidenresiduen in bijenwasstalen (mg a.s./kg was), open WKL |       |             |                       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |
|------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
|                              |                                                    |                                                   | zegeelwas                                                                    |       | broed-kamer | broed- en honingkamer |        |        |        |       |        |        |        |        |        | broed-, honingkamer en zegeelwas |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |
|                              |                                                    |                                                   | 31_O1                                                                        | 52_O1 | 41_O2       | 2_O4                  | 3_O4   | 9_O4   | 12_O4  | 25_O4 | 35_O4  | 44_O4  | 49_O4  | 50_O4  | 53_O4  | 54_O4                            | 29_O5  | 39_O5  | 40_O5  | 46_O5  | 57_O5  | 58_O5  | 59_O5  | 60_O5  | 61_O5  |  |  |
| Alpha-HCH                    | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,01   | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Amitraz (incl. Metabolites)  | 400                                                | 0,2                                               | 0                                                                            | 0     | 0,013       | 0                     | 0,014  | 0,011  | 0      | 0,056 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,02   | 0      |  |  |
| Benzaldehyde                 | -                                                  | -                                                 | 0,74                                                                         | 0,2   | 0,37        | 0,46                  | 0,35   | 0,15   | 0,84   | 0,17  | 512    | 0,59   | 0,33   | 0,29   | 0,16   | 0,24                             | 0,4    | 0,64   | 0,35   | 0,17   | 0,95   | 0,15   | 0,29   | 0,22   | 0,27   |  |  |
| Boscalid                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,023  | 0,019  | 0,015  |        |  |  |
| Brompropylaat                | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0,02        | 0                     | 0      | 0,16   | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,014  | 0,015  | 0,015  | 0,015                            | 0      | 0      | 0,014  | 0      | 0      | 0      | 0,015  | 0      | 0,013  |  |  |
| Chlorprophaam                | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,059  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Chlorpyrifos (-ethyl)        | 2                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,01   | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,011  | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Coumaphos                    | 40                                                 | 0,1                                               | 0,011                                                                        | 0     | 0,017       | 0,105*                | 0,091  | 0,108* | 0,018  | 0,093 | 0,077  | 0,023  | 0,274* | 0,01   | 0,078  | 0,019                            | 0,017  | 0,013  | 0,019  | 0,74*  | 0,019  | 0,03   | 0,034  | 0,032  | 0,038  |  |  |
| Cypermethrin                 | 0,3                                                | 0,05                                              | 0                                                                            | 0     | 0,029       | 0,012                 | 0,01   | 0      | 0,015  | 0     | 0,033  | 0,016  | 0,029  | 0      | 0,02   | 0,012                            | 0      | 0,025  | 0,01   | 0,013  | 0      | 0,033  | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Cyprodinil                   | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| DDT (Sum, expressed as DDT)  | 40                                                 | 0,05                                              | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,37*  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| DEET (diethyltoluamide)      | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 1,996  | 0      | 0     | 0,04   | 0      | 0,021  | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0,026  | 0      | 0      | 0      | 0,012  | 0      | 0,015  | 0      |  |  |
| Deltamethrin                 | 0,1                                                | 0,03                                              | 0                                                                            | 0     | 0,027       | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0,014  | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0,012  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Diazinon                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Dibromobenzophenone          | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,039  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Dichlofluanid                | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Fenpyroximaat                | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0,011  | 0      | 0,012  | 0,012 | 0      | 0      | 0,021  | 0      | 0,011  | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,07   | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Fipronil                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Flumethrin                   | 1,5                                                | nultolerantie                                     | 0                                                                            | 0     | 0           | 0,033*                | 0,046* | 0      | 0,044* | 0     | 0,029* | 0,014* | 0,091* | 0      | 0,043* | 0,025*                           | 0,013* | 0      | 0      | 0,097* | 0,016* | 0,118* | 0,026* | 0,104* | 0,018* |  |  |
| Fluopyram                    | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0,015  | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0,012  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,032  | 0,014  |  |  |
| Hexythiazox                  | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,01   | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,022  | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Naphtaleen                   | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0,017 | 0,031       | 0,015                 | 0,014  | 0      | 0,028  | 0,044 | 0,027  | 0      | 1,478  | 0,021  | 0,018  | 0,069                            | 0,012  | 0      | 0,024  | 0,034  | 0,016  | 0,156  | 0,093  | 0,24   | 0,028  |  |  |
| o,p'-DDD                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,018  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| p,p'-DDT                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,018  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| p,p'-DDD (=p,p'-TDE)         | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,073  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| p,p'-DDE                     | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,013  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| p,p'-DDT (Chlorophenothaan)  | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,137  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| para-dichlorobenzeen         | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0,024  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Pentachloranisol             | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,071  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Permethrin (Sum all Isomere) | -                                                  | 0,05                                              | 0                                                                            | 0     | 0,272*      | 0,05*                 | 0,028  | 0,013  | 0,058* | 0,028 | 0,036  | 0,04   | 0,136* | 0,071* | 0,075* | 0,067*                           | 0,021  | 0,056* | 0,117* | 0,027  | 0,057* | 0,056* | 0,021  | 0,017  | 0,035  |  |  |
| Phenol                       | -                                                  | -                                                 | 0,655                                                                        | 0,363 | 0,441       | 0,541                 | 0,553  | 0,327  | 0,602  | 0,518 | 0,687  | 0,569  | 3,505  | 1,095  | 0,345  | 0,203                            | 0,437  | 0,175  | 0,472  | 0,462  | 0,59   | 0,227  | 0,414  | 0,755  | 0,445  |  |  |
| Phenylacetaldehyde           | -                                                  | -                                                 | 0,32                                                                         | 0,13  | 0,21        | 0,36                  | 0,22   | 0      | 0,17   | 0     | 0      | 0,23   | 0,16   | 0,13   | 0      | 0                                | 0      | 0,16   | 0,2    | 0,15   | 0,22   | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Piperonylbutoxid (Synergist) | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0,023       | 0,035                 | 0,181  | 0,086  | 0,036  | 0,254 | 0,012  | 0      | 0,072  | 0,015  | 0,067  | 0,029                            | 0,017  | 0,015  | 0,022  | 0      | 0,02   | 0,064  | 0,01   | 0,011  | 0      |  |  |
| Pirimiphos-methyl            | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,047  | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Propargit                    | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0,013       | 0,055                 | 0,114  | 0,038  | 0,085  | 0     | 0,097  | 0,04   | 0,173  | 0,045  | 0,069  | 0,061                            | 0,137  | 0,02   | 0,01   | 0,036  | 0,093  | 0,533  | 0,05   | 0,107  | 0,027  |  |  |
| Propiconazole                | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0,011  | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,01   | 0      |  |  |
| Prothioconazole-desthio      | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Pyrimethanil                 | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| tau-Fluvalinaat              | 20                                                 | 0,05                                              | 0,023                                                                        | 0     | 0,346*      | 0,239*                | 0,287* | 0,393* | 0,405* | 0,16* | 0,302* | 0,181* | 1,14*  | 0,166* | 0,73*  | 0,359*                           | 0,161* | 0,104* | 0,145* | 0,285* | 0,283* | 1,521* | 0,391* | 1,604* | 0,852* |  |  |
| Tebuconazol                  | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0,014  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Tetradifon                   | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0,218  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,015  | 0      | 0      | 0,011                            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Tetramethrin                 | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,055  | 0      | 0      | 0      |  |  |
| Thymol                       | 1500                                               | -                                                 | 1                                                                            | 0,61  | 315,21      | 1,34                  | 0,36   | 1,12   | 124,48 | 7,05  | 0,31   | 3,21   | 2,79   | 134,38 | 0      | 0,25                             | 33,17  | 32,05  | 223,61 | 0,36   | 36,51  | 0,63   | 4,6    | 2,22   | 5,94   |  |  |
| Triazophos                   | -                                                  | -                                                 | 0                                                                            | 0     | 0           | 0                     | 0      | 0      | 0      | 0     | 0      | 0      | 0,016  | 0      | 0      | 0                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |  |  |
| RISICOQUOTIENT               |                                                    |                                                   | 16                                                                           | 7     | 32.395      | 2.908                 | 1.964  | 1.609  | 4.082  | 1.225 | 5.909  | 11.919 | 8.164  | 3.653  | 4.436  | 3.568                            | 328    | 3.758  | 6.512  | 10.380 | 2.683  | 5.326  | 1.083  | 1.448  | 1.666  |  |  |

#### 4. Resultaten van de analyses op vervalsing

In het kader van vervalsing van bijenwas worden voornamelijk talg (vet afkomstig van schapen en runderen), stearine, paraffine en carnaubawas gebruikt. Stearine wordt commercieel gesynthetiseerd door alkalische hydrolyse van dierlijk of plantaardig vet. Paraffine is een was van minerale herkomst gemaakt uit vaste residuen van petroleum. Carnaubawas is van plantaardige oorsprong en wordt afgescheiden door de bladeren van de Braziliaanse palmboom *Copernicia cerifera* om deze te beschermen tegen uitdroging en schade door zonnestralen.

Alle 63 onderzochte wasstalen blijken vrij te zijn van talg en carnaubawas. In 13 stalen worden sporen van stearine/stearinezuur teruggevonden (zie tabel 6). Onderzoek aan het ILVO heeft uitgewezen dat het gebruik van wasraten vervaardigd met een mengsel van bijenwas en stearine of palmitine een schadelijk effect heeft op de broedontwikkeling van werksterbijen<sup>9,10</sup>. Sterftcijfers van meer dan 45% zijn waargenomen voor mengsels die ten minste 5% palmitine of 7,5% stearine bevatten. In de studie werd bij een beperkte toevoeging van 2,5% en 5% stearine geen significant hogere mortaliteit vastgesteld. De onderzochte wasstalen bevatten een hoeveelheid stearine/stearinezuur die varieert van 1 tot 3,4% met één uitschieter die maar liefst 20,3% stearine/stearinezuur bevat (58\_O5). Als van deze laatste waswafels zouden gemaakt worden, zou dit kunnen resulteren in een verhoogde toxiciteit voor de bijen, meer specifiek een slechte broedontwikkeling. Vandaar dat aangeraden wordt deze was uit de kringloop te verwijderen.

Tabel 6. Resultaten van analyses op vervalsing met paraffine en stearine/stearinezuur. Enkel de stalen waarin één van beide of beide werd gedetecteerd, zijn in de tabel weergegeven.

| Bijenwasstaal | Groep                                                                     | Paraffine (%) | Stearine/<br>stearinezuur (%) | Opmerking |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|-----------|
| 2_O4          | geen gesloten WKL, was uit broednest en honingzolder                      | -             | 1,6                           | -         |
| 10_C6         | gesloten WKL voor max 5 jaar, was uit broednest, honingzolder en zegelwas | -             | 1                             | -         |
| 11_C17        | Gesloten WKL voor > 10 jaar, was uit broednest en zegelwas                | -             | 1,1                           | -         |
| 12_O4         | geen gesloten WKL, was uit broednest en honingzolder                      | -             | 1,3                           | -         |
| 15_C15        | gesloten WKL voor > 10 jaar, zegelwas                                     | -             | -                             | *         |
| 21_C14        | gesloten WKL voor max 5 jaar, was uit broednest                           | -             | 3                             | -         |
| 35_O4         | geen gesloten WKL, was uit broednest en honingzolder                      | 3             | 3,4                           | -         |
| 36_C6         | gesloten WKL voor max 5 jaar, was uit broednest, honingzolder en zegelwas | -             | 1,4                           | -         |
| 39_O5         | geen gesloten WKL, was uit broednest, honingzolder en zegelwas            | -             | 1,5                           | -         |
| 44_O4         | geen gesloten WKL, was uit broednest en honingzolder                      | -             | 2,1                           | -         |

|        |                                                                              |      |      |   |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|------|------|---|
| 48_C2  | gesloten WKL voor 5 tot 10 jaar, was uit broednest en honingzolder           | 3,9  | -    | * |
| 48_C2b | gesloten WKL voor 5 tot 10 jaar, was uit broednest en honingzolder           | 6,8  | -    | * |
| 49_O4  | geen gesloten WKL, was uit broednest en honingzolder                         | -    | 1,3  | * |
| 57_O5  | geen gesloten WKL, was uit broednest, honingzolder en zegelwas               | 3,5  | 3    | - |
| 58_O5  | geen gesloten WKL, was uit broednest, honingzolder en zegelwas               | 7,5  | 20,3 | - |
| 60_O5  | geen gesloten WKL, was uit broednest, honingzolder en zegelwas               | -    | 1,4  | * |
| 62_C8  | gesloten WKL voor 5 tot 10 jaar, was uit broednest, honingzolder en zegelwas | 14,2 | -    | - |

\* Ontoereikende consistentie/plasticiteit en sensorisch profiel van het monster (voor bijenwas atypische geur), gevolgd door een licht gewijzigde chemische samenstelling die door verschillende factoren kan worden veroorzaakt - ontoereikende verhitting tijdens de recycling (oververhitting), ontoereikende zuivering, ontoereikende opslag, of een andere (niet-Europese) bijenwasoorsprong. De toevoeging van <3 % paraffine of een soortgelijke stof (zoals microkristallijne was of andere) is niet uitgesloten, maar de genoemde veranderingen kunnen niet alleen door deze toevoeging een dergelijk niveau van vervalsing veroorzaken.

Van alle 63 onderzochte wasstalen, kon in 6 stalen paraffine gedetecteerd worden. Paraffine wordt voor economische doeleinden aan bijenwas toegevoegd. Bijenwas is een zeer gegeerd product dat gemiddeld in de EU aan 13 € per kg wordt verkocht. Paraffine daarentegen kost slechts gemiddeld 6 € per kg waardoor het vaak onder bijenwas wordt gemengd. Het verlaagt echter de kwaliteit van bijenwas en mag daardoor niet gebruikt worden in de voedselproductie zoals raathoning en dergelijke. Bijenwas gemengd met paraffine vertoont echter in wetenschappelijke literatuur geen negatieve impact op bijenkolonies<sup>11</sup>. Bijen bouwen dergelijke wasraten uit zoals zuivere bijenwas en de koningin maakt geen onderscheid voor het leggen van eitjes. Het broed ontwikkelt op een gelijkaardige manier en er wordt geen hogere bijensterfte genoteerd na het gebruik van bijenwas gemengd met paraffine.

Opvallend is dat 5 wasstalen een ontoereikende consistentie/plasticiteit vertonen. Bijenwas moet aan bepaalde criteria voldoen om 'was' genoemd te kunnen worden: zuurgehalte tussen 17 en 24, estergehalte tussen 70 en 79, koolwaterstoffen 18%, smeltpunt tussen 62 en 65%,... Afwijkingen kunnen veroorzaakt zijn door vervalsingen die door de handelaar werden toegevoegd of door verkeerde verwerking van de was. Oververhitting kan de kwaliteit van de was veranderen, waardoor deze niet meer aan de criteria voldoet. Wat precies de oorzaak is van deze afwijking in de 5 wasstalen is onduidelijk. In 4 van deze 5 wasstalen werd bovenop de afwijkende consistentie ook vervalsing met paraffine en/of stearine/stearinezuur gedetecteerd.

## 5. Conclusie

De 63 onderzochte bijenwasstalen bevatten geen enkel pesticiden residu dat de actielimiet voor de bijengezondheid, opgesteld door het Wetenschappelijk Comité van het FAVV, overschrijdt. Toch houden een aantal stalen een risico in voor de bijengezondheid wat kan afgeleid worden uit hun hoge RQ-waarden. Maar liefst 84% van de onderzochte stalen (53 van de 63) heeft een RQ-waarde hoger dan 250, wat betekent dat zij gecontamineerd zijn en een zeker risico voor de bijengezondheid inhouden. Negen stalen hebben zelfs een RQ-waarde die boven de 5.000 uitstijgt. Het staal met de meest gedetecteerde pesticiden residuen (9\_O4) bevatte o.a. DDT en permethrine.

De meeste imkers die wasstalen inleverden, gaven aan geen coumaphos gebruikt te hebben in de laatste jaren om de varroamijt te bestrijden, terwijl residuen ervan in 53 van de 63 stalen werden gedetecteerd. Twee imkers gaven aan tau-fluvalinaat gebruikt te hebben, terwijl residuen ervan werden teruggevonden in maar liefst 60 van de 63 stalen. Dit doet vermoeden dat de gedetecteerde residuen van varroaciden reeds in de aangekochte was aanwezig waren.

Op basis van de actielimieten, de RQ-waarden en de vervalsingsdata, formuleren we een advies over het al dan niet verder verwerken van de bijenwas. Een wasstaal krijgt een negatief advies als het een actielimiet voor 1 of meerdere pesticiden residuen overschrijdt die een risico inhouden voor de gezondheid van de consument, als de RQ-waarde hoger is dan 5.000, als de stearine/stearinezuur concentratie hoger is dan 7,5% en/of als de was een ontoereikende consistentie/plasticiteit vertoont. Hou hierbij rekening met het feit dat de actielimieten die werden opgesteld om het risico voor de consument te beperken, vrij streng zijn opgesteld door het Wetenschappelijk Comité van het FAVV. Daarom krijgen de stalen die enkel hierop slecht scoren in de tabel hieronder een oranje kleur, wat betekent dat zij in de gevarenzone zitten en waakzaamheid geboden is. Indien het staal daarbovenop een RQ-waarde >5.000 heeft, een stearine/stearinezuur concentratie >7,5% vertoont en/of ontoereikend is wat de consistentie/plasticiteit betreft, kleurt het staal in de tabel rood en wordt sterk afgeraden deze was verder te verwerken.

| Wasstaal | Advies                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 16_C19   | Positief advies                                                                    |
| 34_C19   | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 23_C5    | Positief advies                                                                    |
| 6_C16    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 6_C14    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 21_C14   | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 37_C14   | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 55_C14   | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid |
| 19_C13   | Positief advies                                                                    |
| 30_C13   | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 43_C13   | Positief advies                                                                    |
| 7_C1     | Positief advies                                                                    |
| 8_C1     | Positief advies                                                                    |
| 13_C1    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 20_C1    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 22_C1    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 33_C1    | Waakzaamheid geboden                                                               |
| 47_C1    | Waakzaamheid geboden                                                               |

|        |                                                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5_C6   | Positief advies                                                                                                                                           |
| 10_C6  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 18_C6  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 36_C6  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 38_C6  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 48_C20 | Positief advies                                                                                                                                           |
| 32_C2  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 42_C2  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 48_C2  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument en ontoereikende consistentie/plasticiteit                                                       |
| 48_C2b | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument en ontoereikende consistentie/plasticiteit                                                       |
| 1_C8   | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 62_C8  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 14_C15 | Positief advies                                                                                                                                           |
| 15_C15 | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument en ontoereikende consistentie/plasticiteit                                                       |
| 26_C15 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 27_C15 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 15_C10 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 14_C9  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 15_C9  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 11_C17 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 24_C12 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 51_C12 | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 31_O1  | Positief advies                                                                                                                                           |
| 52_O1  | Positief advies                                                                                                                                           |
| 41_O2  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 2_O4   | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 3_O4   | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 9_O4   | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 12_O4  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 25_O4  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 35_O4  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 44_O4  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 49_O4  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid en ontoereikende consistentie/plasticiteit                             |
| 50_O4  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 53_O4  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 54_O4  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 29_O5  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 39_O5  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 40_O5  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 46_O5  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid                                                                        |
| 57_O5  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 58_O5  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument + voor de bijengezondheid + voor de broedontwikkeling en ontoereikende consistentie/plasticiteit |
| 59_O5  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |
| 60_O5  | Af te raden te verwerken wegens risico voor de consument en ontoereikende consistentie/plasticiteit                                                       |
| 61_O5  | Waakzaamheid geboden                                                                                                                                      |

## 6. Referenties

1. El Agrebi, N., Traynor, K., Wilmart, O., Tosi, S., Leinartz, L., Danneels, E., de Graaf, E., Saegerman, C. 2020. Pesticide and veterinary drug residues in Belgian beeswax: occurrence, toxicity, and risk to honey bees. *Science of the Total Environment*, 745. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141036>
2. Advies 18-2018 : Verontreiniging en vervalsing van bijenwas : risico voor de bijengezondheid. Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen. Cf. : [http://www.favv-afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2018/ documents/Advies18-2018\\_SciCom2016-27\\_residuen\\_bijenwas\\_bijengezondheid.pdf](http://www.favv-afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2018/ documents/Advies18-2018_SciCom2016-27_residuen_bijenwas_bijengezondheid.pdf)
3. Advies 12-2015 : Residuen van gewasbeschermingsmiddelen en van diergeneesmiddelen in bijenwas : scenarioanalyse van de chronische blootstelling van de consumenten en voorstel van actielimieten. Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen. Cf. : [https://www.favv-afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2015/ documents/ADVIES12-2015\\_NL\\_DOSSIER2014-13.pdf](https://www.favv-afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2015/ documents/ADVIES12-2015_NL_DOSSIER2014-13.pdf)
4. Calatayud-Vernich, P., Calatayud, F., Simó, E., Pascual Aguilar, J.A., Picó, Y., 2019. A two year monitoring of pesticide hazard in-hive: High honey bee mortality rates during insecticide poisoning episodes in apiaries located near agricultural settings. *Chemosphere* 232, 471–480. doi:10.1016/J.CHEMOSPHERE.2019.05.170
5. <https://fytoweb.be/nl/nieuws/bijen-en-gewasbeschermingsmiddelen>
6. Wilmart, O., Legrève, A., Scippo, M., Reybroeck, W., Urbain, B., de Graaf, D., Spanoghe, P., Delahaut, P., Saegerman, C., 2021. Honey bee exposure scenarios to selected residues through contaminated beeswax. *Science of the total environment*, 772(145533). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145533>
7. Elzen PJ, Baxter JR, Spivak M, Wilson WT (2000) Control of *Varroa jacobsoni* Oud. resistant to fluvalinate and amitraz using coumaphos. *Apidologie* 31:437–441
8. Rodriguez-Dehaibes SR, Otero-Colina G, Sedas VP, Jimenez JAV (2005) Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. *J Apic Res* 44:124–125
9. Reybroeck, W., 2017. Field trial : effect of the addition of a mixture of stearic and palmitic acid (called stearin) to beeswax on the development of the worker bee brood. Final report : June 30, 2017. ILVO, Melle, BE : 1-14. Cf. : [https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/verslag\\_veld\\_proef\\_bijenwas\\_ilvo\\_rapport\\_stearine\\_definitief\\_nl.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/verslag_veld_proef_bijenwas_ilvo_rapport_stearine_definitief_nl.pdf)
10. Reybroeck, W., 2018. Field trial: effect of the addition of stearic and palmitic acid to beeswax on the development of the worker bee brood. Final report: July 17, 2018. ILVO, Melle, BE: 1-22. Cf. : [https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/verslag\\_veld\\_proef\\_ilvo\\_2018\\_nl.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/verslag_veld_proef_ilvo_2018_nl.pdf)
11. Svečnjak, L., Baranović, G., Vinceković, M., Prđun, S., Bubalo, D., Tlak Gajger, I., 2013. An approach for routine analytical detection of beeswax adulteration using FTIR-ATR spectroscopy. *Journal of Apicultural Science* 57(1), 75-83. doi:10.2478/jas-2013-0009