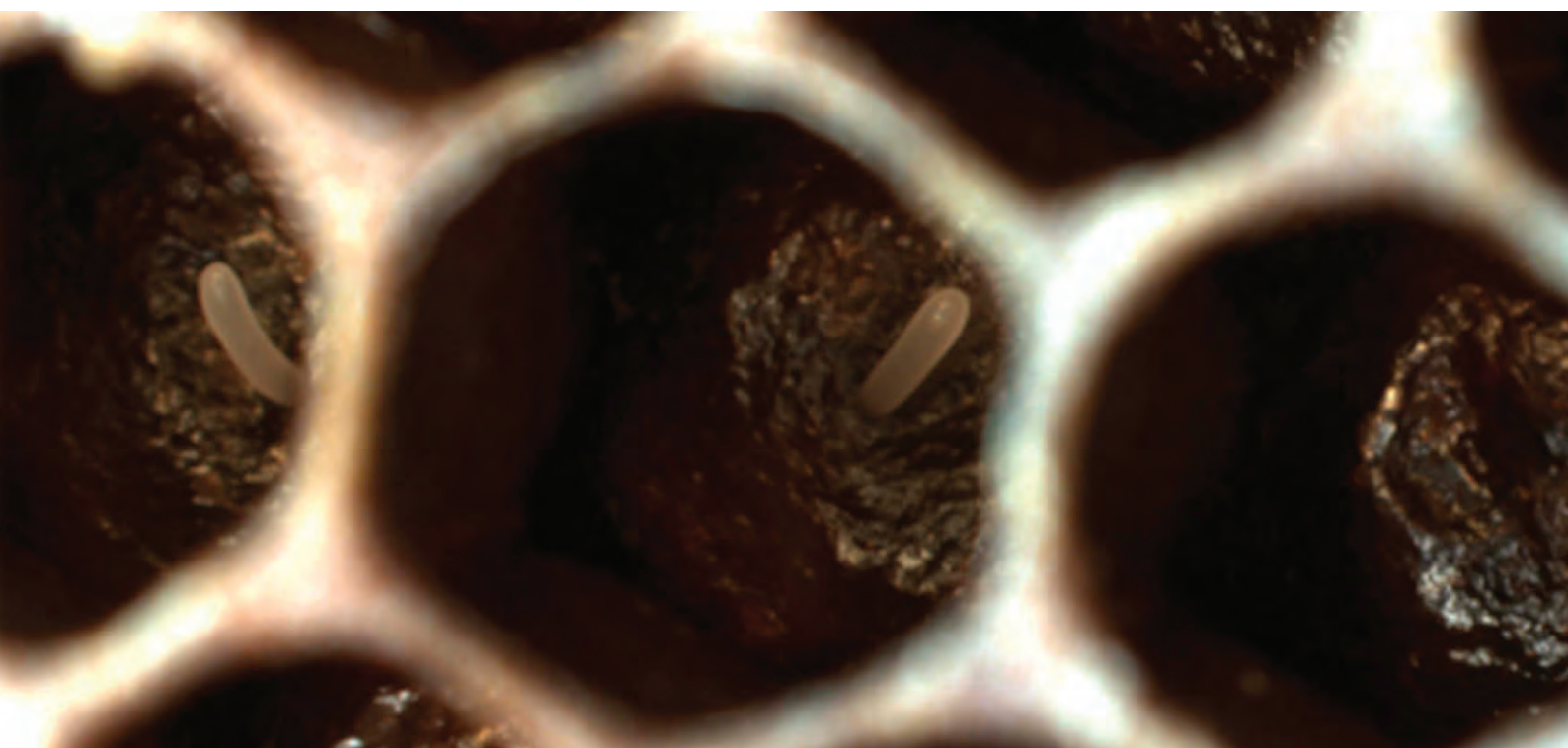




Risicoanalyse import ei- en spermacellen van honingbijen uit de Verenigde Staten en Canada

J.J.M. van der Steen en B. Cornelissen





Risicoanalyse import ei- en spermacellen van honingbijen uit de Verenigde Staten en Canada

J.J.M. van der Steen en B. Cornelissen

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Biointeracties en Plantgezondheid.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Biointeracties en Plantgezondheid

Adres : Postbus 69, 6700 AB Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 60 01
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
1.1 Opdrachtschrijving	3
1.2 Vraagstelling	4
2. Voorkomen van exotische bijenziekten en plagen in Noord-Amerika	5
3. Aangifteplichtige ziekten	7
3.1 Amerikaans Vuilbroed	7
3.2 Kleine bijenkastkever	7
3.3 Tropilaelaps-mijtziekte	7
4. Overige ziekten	9
4.1 Apocephalus borealis	9
4.2 Virussen	9
5. Conclusies en aanbevelingen	11
6. Referenties	13

Samenvatting

Het risico van invoer van bijenziekten met import van ei- en spermacellen moet in het perspectief gezien worden dat de meeste bijenziekte wereldwijd voorkomen. Virussen zijn de enige organismen waarvan aangetoond is dat ze ei- en spermacellen kunnen infecteren. Echter het bijenvirusonderzoek is vrij nieuw en het is niet bekend welke virussen die wel in de VS en Canada beschreven zijn, wel of niet in Nederland voorkomen. Er zijn twee relatief nieuwe bedreigingen voor de bijenteelt: de Kleine bijenkastkever *Aethina tumida* en de Tropilaelaps-mijtziekte. De kleine bijenkastkever *Aethina tumida* komt in de VS en Canada wel en in Nederland niet voor. Tropilaelaps-mijtziekte komt niet voor in de VS, Canada en Nederland.

De bacterie *Paenibacillus larvae*, de veroorzaker van Amerikaans Vuilbroed kan via uitwendige besmetting van eicellen en verpakkingsmateriaal geïmporteerd worden. De kans om *Aethina tumida* en Tropilaelaps-mijtziekte met de import van ei- en spermacellen vanuit de VS en Canada in Nederland binnen te halen is zeer gering. Het is echter niet geheel uit te sluiten. Deze parasieten kunnen mogelijk meereizen in het verpakkingsmateriaal van importen.

Maatregelen om introductie van aangifteplichtige ziekten te voorkomen kunnen bestaan uit gezondheidsinspecties in het land van herkomst en diagnostisch onderzoek van het verpakkingsmateriaal en vernietiging daarvan.

1. Inleiding

Met het importeren van dierlijk materiaal uit derde landen bestaat het risico dat er ziekten of ziekteverwekkers worden geïntroduceerd die in Nederland als exotisch beschouwd worden. Om die reden zijn er op landelijk en Europees niveau regels opgesteld om de import van honingbijen (*Apis mellifera*) uit derde landen te reguleren. Importen bestaan uit koninginnen begeleidt door ongeveer 20 werksterbijen. Deze wetgeving richt zich op 3 aangifteplichtige ziekten / parasieten die een bedreiging vormen voor de gezondheid van honingbijen.

1. Amerikaans Vuilbroed
2. Kleine bijenkastkever (*Aethina tumida*)
3. Tropilaelaps-mijtziekte

De EU wet- en regelgeving stelt dat het importen van honingbijen uit derde landen alleen mogelijk is als deze ziekten daar ook aangifte plichtig zijn. Aanvullende voorwaarden zijn dat de ziekten niet in het gebied van export mogen voorkomen en dat de bijen geïnspecteerd en gecertificeerd worden door de lokale autoriteiten als zijnde vrij van deze ziekten.

De import en export van honingbijen vindt op wereldwijde schaal plaats. Dit komt voort uit koninginneteelt. Dit is een sector binnen de bijenhouderij die zich bezig houdt met het selecteren van honingbijen op specifieke eigenschappen die gunstig kunnen zijn voor de bedrijfsvoering van bijenhouders. Dit kan bijvoorbeeld zachtaardigheid, honingproductie of ziekteresistentie zijn. Naast het werken met koninginnen kan dit ook gedaan worden door het introduceren van eicellen, waar vervolgens koninginnen van geteeld kunnen worden. Een andere of aanvullende mogelijkheid is door middel van kunstmatige inseminatie van onbevuchte koninginnen met sperma-cellen van specifieke bijenrassen.

In december 2011 werd het ministerie van EL&I geconfronteerd met de vraag of op het importeren van eitjes en sperma van honingbijen dezelfde regelgeving van toepassing is met betrekking tot importen uit Canada en de Verenigde Staten. De risico's van het importeren van eicellen en spermacellen met betrekking tot bovengenoemde ziekten / parasieten zijn mogelijk niet zo groot als bij het importeren van honingbijkoninginnen. Anderzijds bestaat de mogelijkheid dat met eicellen en sperma-cellen andere exotische ziekten die niet aan de huidige wetgeving onderhevig zijn worden geïmporteerd. Dit was aanleiding voor het Ministerie van EL&I om opdracht te geven tot deze risicoanalyse.

1.1 Opdrachtomschrijving

Deze risicoanalyse is als volgt afgebakend:

- De risicoanalyse behandelt uitsluitend importen van ei- en spermacellen van honingbijen uit Canada en de Verenigde Staten (Noord-Amerika).
- Er wordt een overzicht gegeven van de veterinaire risico's van het importen van ei- en spermacellen met betrekking tot Amerikaans Vuilbroed, Kleine bijenkastkever en Tropilaelaps-mijtziekte.
- Er wordt een overzicht gegeven van de veterinaire risico's van het importen van ei- en spermacellen met betrekking tot ziekten en plagen die niet in Europa voorkomen.
- Omschrijving van de opties voor risico reducerende maatregelen.
- Deze risicoanalyse behandelt niet de wettelijke kaders van het importeren van ei- en spermacellen.

1.2 Vraagstelling

Om aan de opdracht te kunnen voldoen moeten de volgende vragen worden beantwoord:

- Kan het importeren van ei- en spermacellen leiden tot introductie van aangifteplichtige ziekten / parasieten, te weten Amerikaans vuilbroed, Kleine bijenkastkever en Tropilaelaps-mijtziekte?
- Welke andere uitheemse of exotische ziekten kunnen met het importeren van ei- en spermacellen geïntroduceerd worden?
- Indien nodig, welke maatregelen kunnen genomen worden om introductie van deze ziekten via importen van ei- en spermacellen te voorkomen?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van de peer-reviewed literatuur die beschikbaar is over dit onderwerp. Ten eerste is het belangrijk om te bepalen welke potentiële bedreigingen in Noord-Amerika worden aangetroffen. Het gaat dan om aangifteplichtige ziekten en daarnaast voor Europa uitheems en exotische ziekten en ziekteverwekkers die in Noord-Amerika voorkomen. Er is voor gekozen om de relevante literatuur per ziekte of plaag te behandelen. De virussen worden als groep behandeld en indien relevant per soort beschreven.

2. Voorkomen van exotische bijenziekten en plagen in Noord-Amerika

De honingbijpopulaties in de Noord-Amerika stammen af van Europese honingbijen (*Apis mellifera*) die in de loop van de eeuwen zijn geïntroduceerd. Dit betekent dat de parasieten en ziekten die geassocieerd worden met honingbijen op beide continenten een vergelijkbare verspreiding vertonen. Zo komt de aangifteplichtige ziekte Amerikaans Vuilbroed zowel in Noord-Amerika als in Europa voor. Toch kan er door introductie van uitheemse ziekten en plagen, een verschil ontstaan tussen het voorkomen van ziekten en plagen van honingbijen in Europa en Noord-Amerika. Voor zover bekend is hiervan de Kleine bijenkastkever het enige voorbeeld (zie Tabel 1). Tropilaelaps-mijtziekte wordt niet in Noord-Amerika aangetroffen. Daarnaast zijn er ook ziekten en plagen die inheems zijn in Noord-Amerika die in de Westerse honingbij (*Apis mellifera*) een alternatieve gastheer gevonden hebben. Recentelijk is dit aangetoond voor de parasitaire vlieg *Apocephalus borealis* (Core, Runckel *et al.* 2012).

Een buitencategorie vormen de microbiële ziekteverwerkers. Door verbetering van detectiemethoden en een toename van het bijenonderzoek in de laatste 5 tot 10 jaar is de kennis over deze groep ziekteverwekkers enorm toegenomen. Het gevolg is dat er in de laatste jaren veel 'nieuwe' virussen worden beschreven. Met name in Noord-Amerika zijn er in de afgelopen jaren een aantal virussen ontdekt waarvan de het voorkomen in Europa niet bevestigd is. Het van belang vast te stellen dat deze ontdekkingen plaatsvinden in relatie tot onderzoek naar Colony Collaps Disorder (CCD) (Bromenshenk, Henderson *et al.* 2010; Runckel, Flenniken *et al.* 2011). In Nederland is CCD niet vastgesteld en de introductie van microbiële agentia geassocieerd met deze conditie vormt daarom een mogelijke bedreiging.

Tabel 1. Het voorkomen van aangifteplichtige en exotische bijenziekten in Noord-Amerika en Europa.

		Voorkomen		
		VS	Canada	EU
Aangifteplichtige ziekten	Amerikaans Vuilbroed	ja	ja	ja
	Kleine bijenkastkever (<i>Aethina tumida</i>)	ja	ja	nee
	Tropilaelaps-mijtziekte	nee	nee	nee
Overige ziekten	<i>Apocephalus borealis</i>	ja	?	nee
	Virussen*	ja	ja	ja

* Het gaat hier om verschillende soorten, zie hoofdstuk 4 voor uitleg.

3. Aangifteplichtige ziekten

3.1 Amerikaans Vuilbroed

De bacterie *Paenibacillus larvae* veroorzaakt het Amerikaanse Vuilbroed (AVB), een zeer besmettelijke broedziekte. Binnen de soort *Paenibacillus larvae* komen virulente en minder virulente genotypen voor (Genersch 2010). Epidemiologische studies laten zien dat het in Noord-Amerika voorkomende genotype ook in Europa voorkomt (Genersch, Forsgren *et al.* 2006; Loncaric, Derakhshifar *et al.* 2009). Infectie van spermacellen en eicellen is niet aangetoond en zeer waarschijnlijk ook niet mogelijk. Bijen worden pas in het larvale stadium van hun ontwikkeling geïnfecteerd. Het is echter niet uit te sluiten dat ei- en spermacellen uitwendig besmet kunnen zijn met bacterie-sporen.

3.2 Kleine bijenkastkever

De kleine bijenkastkever (*Aethina tumida*) is een keversoort uit Afrika die in 1996 werd aangetroffen in de Verenigde Staten. De soort is ondertussen ook in Mexico, Canada en Australië aangetroffen en kan grote schade veroorzaken aan bijenvolken. De larven van deze kever eten honing en stuifmeel en broed in bijenvolken en veroorzaken daarmee schade die tot sterfte van het volk kan leiden (Neumann and Ellis 2008). De kleine bijenkastkever is een ectoparasiet van bijenvolken die niet in staat is spermacellen en eicellen van honingbijen te infecteren. Het risico dat import van spermacellen en eicellen leidt tot introductie van de kleine bijenkastkever is daarom zeer gering.

3.3 Tropilaelaps-mijtziekte

Tropilaelaps-mijtziekte is een complex van minimaal 4 soorten mijten die tot het genus *Tropilaelaps* behoren (Warrit, Lekprayoon *et al.* 2011). Het natuurlijke verspreidingsgebied van deze ectoparasieten bevindt zich in Azië. Tropilaelaps-mijtziekte is buiten het natuurlijke verspreidingsgebied vastgesteld in Afrika, maar niet in Noord-Amerika (Warrit, Lekprayoon *et al.* 2011). Tropilaelaps-mijten kunnen sperma en eicellen niet infecteren, waardoor er geen risico bestaat ten aanzien van het importeren van ei- en spermacellen.

4. Overige ziekten

4.1 Apocephalus borealis

In 2012 werd in de Verenigde Staten een nieuwe parasiet van honingbijen beschreven (Core, Runckel *et al.* 2012). *Apocephalus borealis* is een parasitaire vlieg die op hommels parasiteert, maar recent overgestapt is naar honingbijen. De vlieg parasiteert volwassen honingbijen en infectie van ei- en spermacellen is uitgesloten.

4.2 Virussen

Er zijn ongeveer 22 verschillende virussen bekend die geassocieerd worden met het genus *Apis*, waartoe de Westerse of Europese honingbij behoort (Runckel, Flenniken *et al.* 2011; De Miranda, Gauthier *et al.* 2012; Bromenshenk, Henderson *et al.* 2010). Virussen zijn over het algemeen latent aanwezig in honingbij populaties en veroorzaken weinig tot geen schade aan bijenvolken. Het kan echter voorkomen dat virus-replicatie gestimuleerd of geactiveerd (meestal in stress-situaties) wordt waardoor ziekteverschijnselen optreden. Dit kan incidenteel schade en zelf sterfte van volken veroorzaken. Uitzondering op de regel is Deformed Wing Virus. Dit virus is door de introductie van *Varroa destructor* een serieuze bedreiging gaan vormen (Martin, Highfield *et al.* 2012) en is een structureel probleem voor de gezondheid van honingbijen. Dit virus is wijdverspreid in Nederland.

Er is nog zeer weinig bekend over het voorkomen van virussen in sperma-cellen. Tot nu toe zijn twee virussen aangetoond in sperma, te weten Deformed Wing Virus (DWW) als Acute Bee Paralysis Virus (ABPV) (Chen, Siede *et al.* 2007) (Tabel 2). Er wordt aangenomen dat ook andere virussen in spermacellen kunnen voorkomen, maar experimentele data om dit te ondersteunen ontbreekt. Voor wat betreft eicellen is meer informatie voorhanden. Van 6 virussen is bekend dat ze in eicellen kunnen voorkomen en van 5 virussen is experimenteel aangetoond dat ze er niet in kunnen voorkomen (De Miranda, Gauthier *et al.* 2012). Gezien het feit dat de meeste bijenvirussen vergelijkbare fysische en biologische eigenschappen vertonen is het aannemelijk dat ook andere virussen in spermacellen en eicellen kunnen voorkomen.

Virussen kunnen op vele manieren verspreid worden. Het kan bijvoorbeeld door contact tussen bijen of door tussenkomst van een tussengastheer. Ook geslachtsgemeenschap is één van de manieren waarop virussen verspreid raken). Sperma kan virussen bevatten (Yue, Schröder *et al.* 2007) die door paring met een koningin overgedragen kunnen worden. Virusdeeltjes uit het sperma kunnen het spermatheca (reservoir voor sperma in koningin) en ovaria van een koningin besmetten. Dit kan vervolgens leiden tot infectie van eicellen. Overdracht van virussen via sperma naar eicellen kan ook op een directe manier (verticale transmissie) plaatsvinden bij de bevruchting van eicellen op het moment dat een koningin een ei legt.

In Tabel 2 is een overzicht te zien van het voorkomen van virussen in Europa en Noord-Amerika. Uit dit overzicht is op te maken dat van een aantal virussen niet is aangetoond dat ze in Europa worden aangetroffen. Dit hoeft niet te betekenen dat ze er niet voorkomen. Aangenomen wordt dat met uitzondering van incidenteel aangetoonde virussen zoals het Berkeley Bee Virus (BBV) en het Arkansas Bee Virus (ABV), de meeste virussen een wereldwijde verspreiding hebben (De Miranda, Gauthier *et al.* 2012).

In de laatste twee jaar is er een aantal virussen aangetroffen in de Verenigde Staten, waarvan een mogelijk verband werd vastgesteld met Colony Collapse Disorder (CCD) (Cox-Foster, Conlan *et al.* 2007; Bromenshenk, Henderson *et al.* 2010; Runckel, Flenniken *et al.* 2011). CCD is een complex van zeer specifieke symptomen die uiteindelijk in korte tijd leiden tot het doodgaan van een bijenvolk. Dit verschijnsel is niet vastgesteld in Nederland en moet niet verward worden met 'verdwijnzijkt', een term die te pas en onpas gebruikt wordt, maar waar geen eenduidige omschrijving van symptomen van is (Neumann and Carreck 2010). Het importeren van ei en spermacellen kan daardoor mogelijk leiden tot de ongewenste introductie van virussen. Het is echter belangrijk te constateren dat virussen ook met volwassen honingbijen, bijenproducten en mogelijk zelfs via de lucht verspreid kunnen worden

(De Miranda, Gauthier *et al.* 2012) en dat een aantal virussen geassocieerd wordt met andere organismen (Bromenshenk, Henderson *et al.* 2010).

Tabel 2. Virussen van honingbijen. Overdracht door paring, het voorkomen in ei- en spermacellen en de distributie van virussen in Noord-Amerika en Europa. (+ = positief, - = negatief, ~ = mogelijk positief, ? = geen informatie beschikbaar).

Virus	Overdracht		Voorkomen		Distributie	
	Paring	Sperma	Eitjes	Noord-Amerika	EU	
Acute Bee Paralysis Virus (ABPV)	+	+	+	+	+	
Kashmir Bee Virus (KBV)	~	?	+	+	+	
Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV)	~	?	+	+	+	
Black Queen Cell Virus (BQCV)	?	?	+	+	+	
Defromed Wing Virus (DWV)	+	+	+	+	+	
Varroa destructor Virus 1 (VDV-1)	+	?	+	+	+	
Sacbrood Virus (SBV)	?	?	?	+	+	
Slow Bee Paralysis Virus (SBPV)	?	?	?	+	+	
Chronic Bee Paralysis Virus (CBPV)	?	?	~	+	+	
Cloudy Wing Virus (CWW)	?	?	-	+	+	
Bee Virus X (BVX)	?	?	-	+	+	
Bee Virus Y (BVY)	?	?	-	+	+	
Arkansas Bee Virus (ABV)	?	?	?	+	?	
Berkeley Bee Virus (BBPV)	?	?	?	+	?	
Macula-like Virus (MLV)	?	?	?	+	+	
Filamentous Virus (<i>A77Fv</i>)	?	?	-	?	+	
Aphid Lethal Paralysis virus (ALPV)	?	?	?	+	?	
Big Sioux River virus (BSRV)	?	?	?	+	?	
Lake Sinai Virus 1 (LSV1)	?	?	?	+	?	
Lake Sinai Virus 2 (LSV2)	?	?	?	+	?	
Invertebrate Iridescence Virus (IIV)	?	?	?	+	?	
Kakugo Virus	?	?	?	+	?	

5. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de beschikbare literatuur komen we tot de volgende antwoorden op de geformuleerde vragen:

1. Kan het importeren van ei- en spermacellen leiden tot introductie van aangifteplichtige ziekten / parasieten, te weten Amerikaans vuilbroed, Kleine bijenkastkever en Tropilaelaps-mijtziekte?
 - a. Amerikaans Vuilbroed. Deze bijenziekte komt wereldwijd voor dus van importeren van een nieuwe ziekte is hierbij geen sprake. In verhouding tot de rest van Europa komt Amerikaans Vuilbroed in Nederland echter zelden voor. Ei- en spermacellen kunnen, indien 'geogst' uit een bijenkast waarin de veroorzaker van het Amerikaanse Vuilbroed, *Paenibacillus larvae* circuleert, gecontamineerd en zo verspreid worden. Dit geldt ook voor het verpakkingmateriaal waarin ei- en/of spermacellen vervoerd worden. Introductie van Amerikaans vuilbroed is daarom niet uit te sluiten.
 - b. Het risico om *Aethina tumida* met ei- en spermacellen te introduceren is zeer gering. Het is echter mogelijk dat deze kever (ei, larvaal en volwassen exemplaar) met verpakkingmateriaal meereist. Er moet opgemerkt worden dat er naast deze verspreidingsroute ook andere routes zijn, zoals de import van besmet fruit uit landen waar deze kever voorkomt (Arbogast, Torto *et al.* 2009). Introductie van de Kleine bijenkastkever via importen van ei- en spermacellen is daarom niet uit te sluiten.
 - c. Tropilaelaps-mijtziekte. Tropilaelaps-mijtziekte is niet aangetoond in de VS en in Canada. Het risico op introductie van Tropilaelaps-mijtziekte via import van ei- en spermacellen is gering. Ook hiervoor geldt dat mijten met verpakkingmateriaal geïntroduceerd zouden kunnen worden, maar dat er ook andere verspreidingsroutes mogelijk zijn. Ook voor Tropilaelaps-mijtziekte geldt dat introductie via importen van ei- en spermacellen niet is uit te sluiten.

2. Welke andere uitheemse of exotische ziekten kunnen met het importeren van ei- en spermacellen geïntroduceerd worden?
 - a. De parasitaire vlieg *Apocephalus borealis* werd in 2012 in de VS als bijenziekte beschreven. De vlieg parasiteert volwassen honingbijen en infectie van ei- en spermacellen is uitgesloten. Deze soort kan mogelijk wel met verpakkingmateriaal meekomen.
 - b. Bijenvirussen komen wereldwijd voor en omdat het een vrij nieuw onderzoeksgebied is, is niet bekend of virussen die al in de VS en Canada beschreven zijn wel of niet in Nederland voorkomen. Van virussen is bekend dat de ei- en spermacellen kunnen infecteren en er is dus een risico dat virussen op deze manier verspreid / geïmporteerd kunnen worden. Introductie van virussen via importen van ei- en spermacellen is aannemelijk.

3. Indien nodig, welke maatregelen kunnen genomen worden om introductie van deze ziekten via importen van ei- en spermacellen te voorkomen?
 - a. Ten aanzien van Amerikaans Vuilbroed kan voorkomen worden dat ei- en spermacellen geïmporteerd worden die afkomstig zijn van besmette bijenvolken en of bijenstanden.
 - b. Ten aanzien van Kleine bijenkastkever en Tropilaelaps-mijtziekten kunnen maatregelen genomen worden die voorkomen dat deze parasieten met verpakkingmateriaal geïmporteerd worden. Dit kan bijvoorbeeld door strenge controle in het land van herkomst en het vernietigen van verpakkingmateriaal na import. Aanvullend is diagnostisch onderzoek op de aanwezigheid van deze parasieten op het verpakkingmateriaal gewenst.
 - c. Ten aanzien van *Apocephalus borealis* kunnen de risico's verkleind worden door vernietiging van het verpakkingmateriaal. Aanvullend is diagnostisch onderzoek op de aanwezigheid van deze parasieten op het verpakkingmateriaal gewenst.
 - d. Het is mogelijk om ei- en spermacellen met behulp van moleculaire diagnostiek te toetsen op de aanwezigheid van virussen. Er is echter veel onduidelijkheid over de geografische verspreiding van virussen. Van veel virussen is het niet bekend of ze wel of niet voorkomen in Nederland, waardoor geen gerichte diagnose plaats kan vinden.

6. Referenties

- Arbogast, R. T., B. Torto, *et al.* (2009).
 'Trophic Habits of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae): Their Adaptive Significance and Relevance to Dispersal.' Environmental Entomology 38(3): 561-568.
- Bromenshenk, J. J., C. B. Henderson, *et al.* (2010).
 'Iridovirus and Microsporidian Linked to Honey Bee Colony Decline.' PLoS ONE 5(10): e13181.
- Chen, Y. P., R. Siede, *et al.* (2007).
 Honey Bee Viruses. Advances in Virus Research, Academic Press. Volume 70: 33-80.
- Core, A., C. Runckel, *et al.* (2012).
 'A New Threat to Honey Bees, the Parasitic Phorid Fly *Apocephalus borealis*.' PLoS ONE 7(1): e29639.
- Cox-Foster, D. L., S. Conlan, *et al.* (2007).
 'A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder.' Science 318(5848): 283-287.
- De Miranda, J., L. Gauthier, *et al.* (2012).
 Honey bee viruses and their effect on bee and colony health. Honey bee health. D. Sammataro and J. A. Yoder. Boca Rotan, CRC press: 71 - 102.
- Genersch, E. (2010).
 'American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*.' Journal of Invertebrate Pathology 103, Supplement(0): S10-S19.
- Genersch, E., E. Forsgren, *et al.* (2006).
 'Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvificiens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation.' International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 56(3): 501-511.
- Loncaric, I., I. Derakhshifar, *et al.* (2009).
 'Genetic diversity among isolates of *Paenibacillus larvae* from Austria.' Journal of Invertebrate Pathology 100(1): 44-46.
- Martin, S.J., A.C. Highfield, *et al.* (2012).
 'Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite.' Science 336(6086): 1304-1306.
- Neumann, P. and N. L. Carreck (2010).
 'Honey bee colony losses.' Journal of Apicultural Research 49(1): 1 - 6.
- Neumann, P. and J. Ellis (2008).
 'The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species.' Journal of Apicultural Research and Bee World 47(3): 3.
- Runckel, C., M. L. Flenniken, *et al.* (2011).
 'Temporal Analysis of the Honey Bee Microbiome Reveals Four Novel Viruses and Seasonal Prevalence of Known Viruses, *Nosema*, and *Crithidia*.' PLoS ONE 6(6): e20656.
- Warrit, N., C. Lekprayoon, *et al.* (2011).
 Asian Honeybee Mites. Honeybees of Asia, Springer Berlin Heidelberg: 347-368.
- Yue, C., M. Schröder, *et al.* (2007).
 'Vertical-transmission routes for deformed wing virus of honeybees (*Apis mellifera*).' Journal of General Virology 88(8): 2329-2336.

