

Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers in de insectenteelt

Anita Dame-Korevaar¹, Ewa Pacholewicz¹, Erik van Engelen², Winnie Tao³, Mariel Pikkemaat³

1 Wageningen Bioveterinary Research

2 Royal GD

3 Wageningen Food Safety Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Bioveterinary Research en Wageningen Food Safety Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Veilige en duurzame primaire productie' (projectnummer BO-43-111-100)

Wageningen Bioveterinary Research
Lelystad, April 2024

Rapport 2413154

Dame-Korevaar, A., Pacholewicz, E., van Engelen, E., Tao, W., Pikkemaat, M. 2024. Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers in de insectenteelt. Lelystad, Wageningen Bioveterinary Research, Report.

De insectensector is in de afgelopen jaren snel gegroeid, maar veterinaire en volksgezondheid risico's zijn tot nu toe onderbelicht gebleven. Het doel van het project, waarvan de resultaten zijn opgenomen in dit rapport, was om inzicht te krijgen in het vóórkomen van ziekten, plagen en mogelijke zoönoseverwekkers, hygiënemaatregelen, mogelijke preventie- en behandelingsmethoden en eventueel bijbehorende risico's op insectenbedrijven in Nederland. De resultaten van het onderzoek en daaruit voortkomende aanbevelingen hebben als doel bij te dragen aan een gezonde en veilige (voedsel)productie.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/657127> of op www.wur.nl/bioveterinary-research (onder Wageningen Bioveterinary Research publicaties).

© 2024 Wageningen Bioveterinary Research

Postbus 65, 8200 AB Lelystad, T 0320 23 82 38, E info.bvr@wur.nl, www.wur.nl/bioveterinary-research.
Wageningen Bioveterinary Research.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Bioveterinary Research Report 2413154

Summary	4
Samenvatting	5
1 Introductie	6
2 Methoden	7
2.1 Opzet van de studie	7
2.2 Deelnemers aan de studie	7
2.2.1 Insectenkwekers	7
2.2.2 Experts	7
2.3 Interview insectenkwekers	7
2.4 Interview experts	8
2.4.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers	8
2.4.2 Gebruik farmacologische middelen	8
2.5 Bemonstering en analyse monsters	8
2.5.1 Monsternamen	8
2.5.2 Analyse monsters	8
2.6 Literatuurstudie en inventarisatie risico's	9
2.6.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers	9
2.6.2 Gebruik farmacologische middelen	9
3 Resultaten	10
3.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers	10
3.1.1 Interview insectenkwekers	10
3.1.2 Interview experts	11
3.1.3 Bemonstering en analyse monsters	11
3.1.4 Potentieel relevante bacteriën en virussen	11
3.2 Farmacologische middelen	13
3.2.1 Interview insectenkwekers	13
3.2.2 Interview experts	13
3.2.3 Potentieel relevante farmacologische stoffen	14
3.3 Risico inventarisatie	15
3.3.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers	15
3.3.2 Middelengebruik	16
4 Aanbevelingen	18
4.1 Interviews en bemonstering	18
4.2 Stakeholders	19
5 Conclusies	21
6 Literatuur	22
7 Appendix	23

Summary

Insect farming as new livestock sector has grown rapidly in recent years, both in terms of production volumes and the number of farms. Veterinary and public health risks have so far been understudied. The goal of this policy supporting (BO) research project commissioned by the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV) is to gain insight into the occurrence of diseases, pests and potential zoonotic pathogens in insect farming in the Netherlands. In addition, this project aims to gain insight into hygiene measures and possible prevention and treatment methods on insect farms, and associated risks.

In this project, interviews were held with 11 insect farmers in the Netherlands (mealworm, BSF larvae) and 7 experts involved in insect farming, with questions about presence of, and (preventive) measures against, infectious diseases, fungal diseases, parasitic diseases, pests; internal and external hygiene measures; use and effectiveness of veterinary treatments. In addition, samples of larvae and frass were collected (2 to 7 samplings) at 10 insect farms. Each sample was analyzed by culturing for the presence of *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* In addition, 1 or 2 larvae and frass samples per farm were analyzed by nanopore sequencing (Pathosense) for semi-quantitative analysis of the presence of bacteria and viruses. Following the results from the interviews and sampling, additional literature review and risk assessment was conducted.

The interviews revealed that farmers have little to no experience with infectious and parasitic diseases, although abnormalities or mortality are seen in practice. Farmers have varying degrees of experience with fungi and pests. Diagnostic tests are barely done. The use of hygiene measures and personal protective equipment varies widely, as does the source of information on which these measures are based. The measures applied are mainly general (preventive) measures. Almost no chemical treatments are used in the insect sector.

In the 141 samples (larvae and frass) from 10 farms (min 8 - max 25 per farm) no *Salmonella enterica*, *Campylobacter spp.* or *Listeria monocytogenes* were detected. A semi-quantitative analysis based on nanopore sequencing was done in 23 samples (larvae and frass), in which no viruses with possible zoonotic potential were identified. The bacteria with possible zoonotic potential are mostly present in low amounts, and include bacteria known as environmental bacteria or bacteria that can cause food infection, for which processing in the chain is relevant for exposure of the consumer.

A number of recommendations are included in this report. Further (field) research is needed on the occurrence, transmission and risks of the pathogens with possible zoonotic potential or impact on insect health. It is recommended to build and share more knowledge on insect health, treatment options and meaningful preventive measures for healthy and safe (food) production. In addition, research on the occurrence of health problems among insect farmers is desired.

Samenvatting

De insectenteelt als nieuwe dierhouderijsector is de afgelopen jaren snel gegroeid, zowel in termen van productievolumes als het aantal bedrijven in deze sector. Veterinaire en volksgezondheid risico's zijn tot nu toe onderbelicht gebleven. Het doel van dit beleidsondersteunend (BO) onderzoek in opdracht van ministerie van LNV is om inzicht te krijgen in het vóórkomen (*i.e.* de (mate van) aanwezigheid) van ziekten, plagen en mogelijke zoönoseverwekkers in de insectenteelt in Nederland. Bovendien heeft dit project als doel om inzicht te krijgen in hygiënemaatregelen en mogelijke preventie- en behandelingsmethoden op insectenbedrijven, en eventueel bijbehorende risico's.

In dit project zijn interviews gehouden met 11 insectenkwekers in Nederland (meelwormen en BSF larven) en 7 experts betrokken bij de insectenkweek, met vragen over aanwezigheid van en (preventieve) maatregelen tegen infectieziekten, schimmelziekten, parasitaire ziekten, plagen; interne en externe hygiënemaatregelen; gebruik en effectiviteit van diergeneesmiddelen. Bovendien zijn op 10 insectenbedrijven 2 tot 7 keer monsters genomen van larven en frass. Elk monster is geanalyseerd middels kweek op aanwezigheid van *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* Daarnaast zijn per bedrijf 1 à 2 monsters van larven en frass geanalyseerd middels nanopore sequencing (Pathosense) voor een semi-kwantitatieve analyse van de aanwezigheid van bacteriën en virussen. Naar aanleiding van de resultaten uit de interviews en monsternamen is aanvullend literatuuronderzoek en risico inventarisatie uitgevoerd.

Uit de interviews blijkt dat kwekers geen tot weinig ervaring hebben met infectieziekten en parasitaire ziekten, hoewel er wel regelmatig afwijkingen of sterfte wordt gezien. Alle kwekers hebben in variërende mate ervaring met schimmels en plagen. Er wordt vrijwel geen diagnostiek gedaan. Het gebruik van hygiënemaatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen varieert sterk, evenals de informatiebron waarop deze maatregelen gebaseerd zijn. De maatregelen die worden toegepast zijn met name algemene (preventieve) maatregelen. Er worden vrijwel geen chemische middelen gebruikt in de insectensector.

In de 141 monsters (larven en frass) van 10 bedrijven (min 8 – max 25 per bedrijf) is geen *Salmonella enterica*, *Campylobacter spp.* of *Listeria monocytogenes* aangetoond. In 23 monsters (larven en frass) is een semi-kwantitatieve analyse gedaan op basis van nanopore sequencing, waarbij geen virussen met mogelijk zoönotisch potentieel geïdentificeerd. De bacteriën met mogelijk zoönotisch potentieel zijn veelal in lage hoeveelheden aanwezig, en omvatten ook bacteriën die bekend staan als omgevingsbacteriën of bacteriën die een voedselinfectie kunnen veroorzaken, waarbij het proces van verwerking in de keten relevant is voor de uiteindelijke blootstelling aan de consument.

In dit rapport zijn een aantal aanbevelingen opgenomen. Verder (veld)onderzoek is nodig naar de aanwezigheid, transmissie en risico's van de pathogenen met mogelijk zoönotisch potentieel of impact op de insectengezondheid. Het wordt aanbevolen om meer kennis op te bouwen en te delen over de gezondheid van insecten, de behandelingsmogelijkheden en zinvolle preventieve maatregelen ten behoeve van een gezonde en veilige (voedsel)productie. Bovendien is onderzoek gewenst naar het vóórkomen van gezondheidsklachten bij insectenkwekers.

1 Introductie

De insectenteelt als nieuwe dierhouderijsector is de afgelopen jaren snel gegroeid, zowel in termen van productievolumes als het aantal bedrijven in deze sector. Dit is deels mogelijk gemaakt door wetswijzigingen op Europees niveau die de toepassing van insecten in diervoeder ('feed') en in menselijke voeding ('food') hebben gefaciliteerd. Ziekten en plagen, zoals bacteriële en virale pathogenen, schimmels, meelmijt en meelmot, zullen naar verwachting toenemen bij grootschalige insectenteelt. Veterinaire risico's, waaronder transmissie van meldingsplichtige ziekten, voor zowel de insecten als voor de dieren die insecten(meel) eten, zijn tot nu toe onderbelicht gebleven. Ook volksgezondheidsrisico's als gevolg van mogelijk aanwezige zoönoseverwekkers in de insectenteelt zijn tot op heden niet onderzocht. Het analyseren van het zoönoserisico in de insectenhouderij is één van de actiepunten uit het 'Nationaal actieplan versterken zoönosenbeleid' als kabinetsreactie op de aanbevelingen in het rapport 'Zoönosen in het vizier' (Bekedam, juni 2021).

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in het vóórkomen (*i.e.* de (mate van) aanwezigheid) van ziekten, plagen en mogelijke zoönoseverwekkers in de insectenteelt in Nederland. De uitkomsten van dit project kunnen gebruikt worden bij het opzetten van zoönosemonitoring in insecten, bestemd voor humane en dierlijke consumptie. Bovendien heeft dit project als doel om inzicht te krijgen in hygiënemaatregelen (biosecurity) en mogelijke preventie- en behandelmethoden (met bijvoorbeeld diergeneesmiddelen) op insectenbedrijven, en eventueel bijbehorende risico's. De nadruk in dit project ligt op meelwormen (familie zwartlijven (*Tenebrionidae*)) en larven van de zwarte soldatenvlieg (*Hermetia illucens*), welke samen circa 90% van het Nederlandse productievolume omvatten.

In het onderzoek, beschreven in dit rapport, zijn middels interviews met insectenkwekers en experts, en monsternamen op een tiental insectenbedrijven het vóórkomen van, en mogelijke behandelingen tegen, ziekten, plagen en zoönoseverwekkers geïnventariseerd. Deze bevindingen, in combinatie met een eenvoudige literatuurstudie, zijn gebruikt om mogelijke risico's te inventariseren. De geïnventariseerde risico's omvatten zowel het risico op de aanwezigheid van ziekten, plagen en mogelijke zoönoseverwekkers als de risico's op middelengebruik in de insectenkweek. De resultaten zijn gedeeld en bediscussieerd met diverse stakeholders, om uiteindelijk tot aanbevelingen voor vervolgonderzoek en eventueel regelgeving te leiden, ten behoeve van een gezonde en veilige (voedsel)productie.

Dit rapport komt voort uit een onderzoeksproject dat is uitgevoerd in het kader van Beleidsondersteunend onderzoek (BO). Het onderzoek is een samenwerking tussen Wageningen Bioveterinary Research (WBVR) en Wageningen Food Safety Research (WFSR) en projectpartners Gezondheidsdienst voor Dieren (Royal GD), de Verenigde Nederlandse Insectenkwekers (Venik) en Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

2 Methoden

2.1 Opzet van de studie

Het project bestond uit vijf onderdelen: 1) het interviewen van insectenkwekers en het interviewen van experts betrokken bij de insectenweek, 2) het verzamelen en analyseren van monsters van insecten en frass van insectenbedrijven, 3) het bestuderen van literatuur om de bevindingen uit punt 1 en 2 in perspectief te plaatsen en tenslotte, op basis van de uitkomsten van voorgaande punten, 4) inventarisatie van de risico's en daaruit voortkomende aanbevelingen.

2.2 Deelnemers aan de studie

2.2.1 Insectenkwekers

Via projectpartner en brancheorganisatie Verenigde Nederlandse Insectenkwekers (Venik) zijn insectenkwekers benaderd voor deelname aan de studie, via een info-mail en persoonlijke contacten. Op basis van een korte informatiemail met opzet en doel van de studie hebben elf kwekers zich aangemeld. Op de bedrijven van deze kwekers werden gele meelworm of larven van de zwarte soldatenvlieg gekweekt. Eén van de kwekers heeft wel deelgenomen aan het interview, maar niet aan de monstername.

2.2.2 Experts

Op basis van suggesties van projectleden en deelnemende insectenkwekers zijn experts benaderd. Er zijn drie experts geïnterviewd over het vóórkomen van, en preventie van, ziekten, plagen en zoönose-verwekkers in de insectenteelt en vier experts over het gebruik van farmacologische middelen in de insectenweek.

2.3 Interview insectenkwekers

Het interview met de insectenkwekers (Bijlage 1) is gehouden via Teams of telefoon, door steeds dezelfde onderzoekers. Alle interviews zijn gehouden in de periode van oktober – november 2023. De duur van het interview was circa één uur. Het interview bestond uit een vragenlijst met veelal open vragen. De vragen in het interview zijn onderverdeeld in diverse secties:

- 0) Vragen over het bedrijf en de bedrijfsvoering
- 1) Vragen over de aanwezigheid van en (preventieve) maatregelen tegen infectieziekten (bacteriën en virussen)
- 2) Vragen over de aanwezigheid van en (preventieve) maatregelen tegen schimmelziekten
- 3) Vragen over de aanwezigheid van en (preventieve) maatregelen tegen parasitaire ziekten
- 4) Vragen over de aanwezigheid van en (preventieve) maatregelen tegen plagen
- 5) Vragen over het gebruik en effectiviteit van preventieve diergeneesmiddelen
- 6) Vragen over interne en externe hygiëne maatregelen
- 7) Ruimte voor vragen of opmerkingen van de deelnemer

In eerste instantie bevatte het interview ook vragen over de gezondheid van de insectenkweker en medewerkers. Echter, vanwege de korte tijdsduur van het project was het niet meer mogelijk om tijdig ethische goedkeuring te krijgen voor het stellen van deze vragen. Daarom zijn deze vragen verwijderd uit de vragenlijst.

De deelnemers aan het onderzoek hebben voorafgaand aan het interview en de monstername via een formulier toestemming gegeven voor deelname aan het onderzoek en verzameling en verwerking van de gegevens. De antwoorden van de insectenkwekers zijn verwerkt en samengevat, niet-traceerbaar naar individuele kwekers.

2.4 Interview experts

2.4.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers

Drie experts, betrokken bij de insectenkweek, zijn geïnterviewd over het vóórkomen en mogelijke preventie van ziekten, plagen en zoönoseverwekkers in de insectenkweek. De interviews zijn gehouden via Teams, door steeds dezelfde onderzoekers, in de periode november – december 2023. Het interview bestond uit open vragen, samengesteld op basis van de expertise van de geïnterviewde. De antwoorden van de experts zijn verwerkt tot aanbevelingen voor de insectenkweek en verder onderzoek.

2.4.2 Gebruik farmacologische middelen

Vier experts, waaronder drie insectenexperts en één pesticiden expert, zijn geïnterviewd over het mogelijk gebruik van farmacologische middelen in de insectenkweek. De interviews zijn afgenomen door steeds dezelfde onderzoekers, in de periode november – december 2023. Drie interviews werden via Teams gehouden en één interview vond live plaats. Interviews zijn gehouden aan de hand van één vragenlijst bestaande uit open vragen, onder andere op basis van bevindingen uit literatuur. De antwoorden van de experts zijn verwerkt tot een lijst van farmacologische middelen die potentieel zouden kunnen worden gebruikt door insectenkwekers bij het bestrijden van ziekten, plagen en zoönoseverwekkers.

2.5 Bemonstering en analyse monsters

2.5.1 Monstername

De tien deelnemende insectenkwekers aan de bemonstering hebben allen eind september nadere informatie, inclusief toestemmingsformulier, inzendformulieren en een protocol met betrekking tot de uit te voeren bemonstering ontvangen. De deelnemers hebben allen 2 tot 7 keer monsters genomen van larven en frass, in de periode van oktober – december 2023. Frass is hierbij gedefinieerd als de uitgescheiden resten van wat de larven gegeten hebben. De monsters van insecten en frass (ieder minimaal 50 gram per bemonsteringsmoment) zijn genomen op het moment van het scheiden van de larven en frass tijdens het oogsten, halverwege het oogstproces, uit het midden van de bakken, met steriele bakjes. De bemonstering is gedaan door de kwekers, monsters zijn gekoeld of bevroren verzonden naar Royal GD, Deventer.

2.5.2 Analyse monsters

De monsters van larven en frass zijn maximaal enkele dagen gekoeld bewaard. Vervolgens zijn de koude larven in porties van ongeveer 10 gram met steriel materiaal en in een steriele laboratoriumbuis mechanisch in kleine stukjes geknipt. Hierna zijn de larven en frass verdeeld in porties van 1 gram voor de verschillende laboratoriumbepalingen. Ongeveer 5 gram materiaal is apart gehouden voor Pathosense bepaling en opgeslagen bij -80 °C.

2.5.2.1 Kweken

Kweek op de aanwezigheid van *Campylobacter spp.* vond plaats middels voorophoping in Bolton Broth gedurende 2 dagen en definitieve kweek door uitstrijken op Charcoal Cefoperazone Deoxycholate agar (CCDA) bodems en kweek gedurende 2 en 3 dagen waarna specifieke groei werd geïdentificeerd middels MALDI-TOF. De kweek van *Salmonella enterica* vond plaats middels voorophoping in buffered pepton water (BPW) 1 dag, waarna specifieke ophoping plaats vond middels modified semi solid rappaport vassiliadis (MSRV) agar gedurende 1 dag en uiteindelijk kweek op Xylose lysine deoxycholaat (XLD) agar en Briljantgroen-agar met novobiocine (BGAn) gedurende 1 dag. Verdachte kolonies werden geïdentificeerd middels MALDI-TOF. De kweek van *Listeria monocytogenes* vond plaats middels voorophoping in Listeria enrichment broth (LEB) waarna definitieve kweek plaatsvond op Colorex TM Listeria agar. Verdachte kolonies werden geïdentificeerd middels MALDI-TOF.

2.5.2.2 Pathosense

Van elk deelnemend bedrijf zijn 1 of 2 monsters van insecten en frass ingezonden naar Universiteit van Gent, België, voor Pathosense analyse (<https://www.pathosense.com>). Pathosense maakt gebruik van nanopore sequencing, waarbij de aanwezigheid van bacteriën en of virussen in het monster wordt gerapporteerd op een semi-kwantitatieve manier, met een schaal variërend van "zeer laag" tot "zeer hoog" waarbij een toegevoegde standaard als ijkpunt wordt gehanteerd. De resultaten zijn afhankelijk van de mate waarin het standaardmateriaal wordt teruggevonden, inclusief een bepaalde mate van variatie. De monsters zijn verzonden in 2 batches, batch 1 bestond uit 3 larven en 2 frass monsters van bedrijf A, B, C. Batch 2 bestond uit 9 larven, 1 kever en 8 frass monsters van bedrijf D – K. Er is vanwege het beperkte aantal monsters geen vergelijking gemaakt tussen de resultaten per type monster of bedrijf.

2.6 Literatuurstudie en inventarisatie risico's

2.6.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers

In de recente literatuur is er gezocht naar beschrijvingen van het vóórkomen van ziekten, plagen en zoönoseverwekkers in de insectenteelt, met als uitgangspunt het rapport van Hoek-van den Hil *et al.* (2022). Door middel van een zoekactie in (wetenschappelijke) databases Scopus, CAB Abstract en Google naar peer reviewed artikelen gepubliceerd in 2022 en 2023 met de zoektermen (in verschillende combinaties): "edible insects", "health", "pathogens", "insect farming", "Campylobacter", "Salmonella", "Listeria", "moulds", "plagues". Met behulp van deze uitkomsten is een overzicht gemaakt van ziekten, plagen en zoönoseverwekkers die in insecten aanwezig kunnen zijn. Voor alle bacteriën en virussen die met behulp van Pathosense analyse in de monsters gedetecteerd zijn, ongeacht kwalificatie (zeer laag – zeer hoog), batch, bedrijf of monstertype, is onderzocht of deze in de gevonden literatuur bekend staan als potentieel zoönotisch of mogelijk impact op insectengezondheid, met behulp van de zoektermen (in verschillende combinaties): "naam virus/bacterie", "zoonosis", "zoonotic potential". Op basis van recente literatuur, het rapport van Hoek-van den Hil *et al.* (2022) en de informatie die beschikbaar is op Insect Doctors Diseases & Disorders (insectdoctors.eu) is onderzocht of de bacteriën en virussen mogelijk impact hebben op insectengezondheid.

Tijdens de eindbijeenkomst zijn de resultaten van dit project zoals beschreven in dit rapport gepresenteerd aan diverse stakeholders. De aanwezige stakeholders; vanuit onderzoek, beleid en de insectensector, zijn gevraagd naar hun aanbevelingen op het gebied van risico's in de insectensector, benodigd onderzoek en maatregelen in de komende 10 jaar. Deze aanbevelingen zijn opgenomen in dit rapport.

2.6.2 Gebruik farmacologische middelen

Als startpunt voor het onderzoek naar het potentiële gebruik van farmacologische middelen in insectenkweek zijn de rapporten van Sprangers *et al.* (2021) en Pikkemaat *et al.* (2022) gebruikt. Aanvullend is er gezocht naar de toepassing van farmacologische middelen bij thuiskweek van insecten, gebruik in de bijenteelt en bij de productie van insecten als laboratorium proefdieren. Dit betrof een online screening van o.a. internetfora en websites van insecten-producerende bedrijven en verenigingen. Daarnaast is er gezocht naar wetenschappelijke literatuur over het gebruik van farmacologische middelen in de proefdierproductie en zijderupsproductie.

Relevante farmacologische stoffen uit de literatuurstudie en interviews (met insectenkwekers en experts) zijn gebundeld tot een lijst voor verdere inventarisatie naar mogelijke gezondheidsrisico's die een eventuele toepassing in de insectenteelt zou kunnen veroorzaken. Met behulp van databases van CBG-MEB (diergeneesmiddelenregistraties), Ctgb (bestrijdingsmiddelenregistraties), de EU Pesticides database en beschikbare EFSA opinies is deze lijst aangevuld met informatie over de wetgeving en toxiciteit van de stoffen.

3 Resultaten

3.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers

3.1.1 Interview insectenkwekers

Tussen oktober – november 2023 zijn elf insectenkwekers geïnterviewd. De antwoorden zijn samengevat in paragraaf 3.1. Antwoorden met betrekking tot middelengebruik zijn samengevat in paragraaf 3.2.

3.1.1.1 Inventarisatie ziekten en plagen en (preventieve) maatregelen

De deelnemende bedrijven kweken gele meelworm of larven van zwarte soldatenvlieg. De bedrijven zijn gestart tussen 2015 en 2023, met een wisselende omvang. Ongeveer de helft van de bedrijven is gesloten (eigen reproductie). Geen van de bedrijven heeft een begeleidend dierenarts. Vrijwel alle bedrijven kweken de insecten op droog meel met een vochtbron (water of wortels) (gele meelworm) of reststromen (zwarte soldatenvlieg). De ingangscontrolle op substraat is wisselend: een deel van de kwekers heeft vaste afspraken met de voerleverancier over o.a. GMP+, eiwitgehalte en eiwitbron, structuur van het substraat.

Geen van de insectenkwekers heeft ervaring met infectieziekten en kwekers geven aan de aanwezigheid van infectieziekten in de insecten niet te herkennen. Sommige kwekers hebben weleens groene, snotterige, of juist zwarte, uitgedroogde larven gehad, maar kunnen dit niet relateren aan specifieke infectieziekten. Bij problemen wordt meestal de inhoud van de bak weggegooid, eventueel extra schoongemaakt met aangezuurd water. Er worden geen specifieke preventiemaatregelen genomen. Algemene preventieve maatregelen richten zich met name op het schoonhouden van de bakken en omgeving, ventileren, beperken van contacten met andere bedrijven. De toegepaste hygiëneprotocolen wisselen sterk.

Slechts één van de insectenkwekers heeft ervaring met mogelijke parasieten, deze zijn niet gediagnosticeerd. Geen van de insectenkwekers neemt specifieke (preventieve)maatregelen tegen parasieten.

Vrijwel alle kwekers hebben ervaring met schimmels en plagen. De meeste kwekers wijten de aanwezigheid van schimmels aan slechte kwaliteit substraat (wortel) of geen goede verhouding tussen substraat en larven. Geen van de kwekers heeft de schimmels laten diagnosticeren. Bij problemen met schimmels wordt door de kweker, of de inhoud van de bak gehusseld (waarna de larven de schimmels opeten), of de inhoud van de bak weggegooid of soms niets gedaan. Er worden geen specifieke preventiemaatregelen genomen. Algemene preventieve maatregelen richten zich met name op het schoonhouden van de bakken, voermanagement, evt. aanzuren van voer of waswater, klimaat en ventilatie.

Wat betreft plagen worden met name meelmot en meelmijt genoemd. Ook spekkever, coprakever, tempexkever, wortelvliegen, phoridae worden een enkele keer genoemd. Alle kwekers hebben in meer of mindere mate last van huisvliegen, muizen en ratten. Een effectieve maatregel (door meerdere kwekers genoemd) tegen meelmijt is het naar beneden brengen van luchtvochtigheid. Meelmotten zijn moeilijk te bestrijden. Algemene (preventieve) maatregelen richten zich op schoonhouden van bakken en omgeving, middelen om de motten te vangen, ventilatie, het afsluiten van cellen (overdruk of fysiek). Kwekers erkennen dat een optimale situatie voor de kweekinsecten ook vaak optimaal is voor ongewenste insecten. Sommige kwekers geven aan géén katten op het erf te willen in verband met uitwerpselen, geen gif te willen gebruiken en ook insecten niet te willen scheiden van de plaagdieren door middel van afzeven. Een aantal kwekers geeft aan dat ouderdieren (torren) gevoeliger lijken te zijn voor ziekten en plagen dan de larven.

Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals handen wassen, bedrijfskleding dragen, wegwerphandschoentjes en mondkapjes dragen varieert sterk tussen de kwekers. Interne hygiënemaatregelen die genoemd worden zijn het scheiden van de cellen waar de insecten worden gehouden, ventilatie, overdruk, werken van jong naar oude dieren. Als externe maatregel wordt voornamelijk toegangsbeleid genoemd: de meeste kwekers beperken bezoek, als er wel bezoek komt hebben ze geen (direct) contact met de insecten. Overige maatregelen

die genoemd worden zijn het reinigen van bakken en apparatuur, soms alleen droog reinigen, anderen met (aangezuurd) water, desinfectie, schoonhouden van de omgeving. Er is voorkeur voor materiaal wat makkelijk schoon te houden is. De hygiënemaatregelen zijn veelal gebaseerd op eigen inzicht en ervaring, twee kwekers gebruiken een handboek welke is geschreven door NGN.

Afvoer van afval vindt plaats op diverse manieren. Dode torren/wormen worden gevoerd aan kippen, vogels of varkens. Sommige kwekers voeren af naar Rendac. Frass wordt door de meeste kwekers gebruikt als bodemverbetering, al dan niet via een contract met een afnemer. Restanten van wortels, plastic, papier gaan in de daarvoor bestemde afvalbakken. Een kweker geeft aan spoelwater op te slaan in een bezinkbak op het erf.

3.1.2 Interview experts

Tussen november en december 2023 zijn drie experts geïnterviewd die betrokken zijn bij de insectenkweek. De experts zijn werkzaam in de aanleverende sector, insecten-onderzoek, gezondheidszorg-onderzoek. Een belangrijk aandachtspunt is de behoefte aan opbouw van kennis, over zowel insectenkweek als insectengezondheid. Kennis over een gezond insect, en ook over afwijkingen die mogelijk op ziekte duiden, moet beschikbaar zijn voor de kwekers. Een goede, eenvoudig toegankelijke, diagnostiek kan hierbij helpen, wellicht in de vorm van een aantrekkelijke tool, bijvoorbeeld in combinatie met kengetallen. De aanwezigheid van infectieziekten is moeilijk te bepalen, omdat er nog veel onbekend is over welke bacteriën en virussen daadwerkelijke ziekte (kunnen) veroorzaken. Schimmels en plagen daarentegen worden heel vaak gezien, ook hier is kennisopbouw nodig. Welke schimmels en plagen vormen een probleem? Welke maatregelen zijn effectief? Als het gaat over hygiëne en preventie is het voorkomen van transmissie binnen en tussen bedrijven belangrijk. Managementmaatregelen kunnen hierbij helpen. Ook hier is meer kennis nodig over mogelijke risico's, voor zowel insect als dier: hygiënemaatregelen moeten effectief zijn, men moet geen generieke maatregelen willen treffen die overbodig blijken te zijn. Vanuit het gezondheidsperspectief voor de kweker en medewerkers worden ook de risico's op allergieën genoemd. De juiste preventiemaatregelen treffen (met name wat betreft inhalatieallergieën) is belangrijk. Klachten met betrekking tot gezondheid van de kwekers en medewerkers (zowel microbiële risico's via substraat en insect, als risico's op contact- en inhalatieallergie) zouden centraal verzameld moeten worden om een goed beeld te krijgen wat er speelt.

3.1.3 Bemonstering en analyse monsters

In totaal zijn 141 monsters van larven en frass genomen op verschillende tijdstippen (2 tot 7 keer per bedrijf), op de verschillende bedrijven (minimaal 8 – maximaal 25 monsters per bedrijf) geanalyseerd middels het kweken van de monsters. In geen van de monsters is *Salmonella enterica*, *Campylobacter spp.* of *Listeria monocytogenes* aangetoond. In 7 monsters is *Listeria species* (geen *L. monocytogenes*) of *Listeria fleischmannii* aangetoond.

Er zijn in totaal 23 monsters, verdeeld over 2 batches, geanalyseerd middels de Pathosense analyse. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 1. De tabel bevat een lijst van bacteriën en virussen die geïdentificeerd zijn, met het aantal keer dat de verschillende semi-kwantitatieve scores zijn gerapporteerd in batch 1 (5 monsters) en batch 2 (18 monsters) gezamenlijk. De methode van de Pathosense is van belang bij de interpretatie van de resultaten: 1) de mate van aanwezigheid van een bacterie of virus (kwantiteit) is semi-kwantitatief en kan verschillen tussen de ingezonden batches en 2) de aanwezigheid van DNA betekent niet per definitie dat er levend, infectieus materiaal aanwezig is.

3.1.4 Potentieel relevante bacteriën en virussen

Bacteriën en virussen die gedetecteerd zijn in de geanalyseerde monsters (Bijlage 2) zijn op basis van de literatuur en overleg met projectpartners beoordeeld op de volgende eigenschappen: 1) mogelijk transmissie naar andere diersoorten, 2) mogelijk zoönotisch potentieel, 3) mogelijk impact insectengezondheid. Bacteriën en virussen met, volgens de bestudeerde literatuur, een of meerdere van deze risico's zijn weergegeven in Tabel 1. Er zijn geen virussen gevonden waarvan bekend is dat er een relatie is met humane infecties. Echter sommige gevonden virussen zijn ook gevonden in andere diersoorten dan insecten, en daarom opgenomen in de tabel. De bacteriën in Tabel 1 hebben zoönotisch potentieel, of behoren tot families met zoönotisch potentieel.

Tabel 1 Semi-kwantitatieve aanwezigheid van bacteriën en virussen in *n* larven en frass monsters (*n*=23) van tien Nederlandse insectenbedrijven met mogelijk overdracht naar andere diersoorten, zoönotisch potentieel of impact op insectengezondheid.

	Semi-kwantitatieve aanwezigheid in (<i>n</i>) monsters					Mogelijk overdracht andere diersoorten	Mogelijk zoönotisch potentieel	Mogelijk impact insecten-gezondheid
	Zeer laag	Laag	Medium	Hoog	Zeer hoog			
Virussen								
<i>Densovirinae sp.</i>	1	0	4	3	11	X		X
<i>Hubei picorna-like virus 36</i>	1	0	0	0	0	X		
<i>Hubei picorna-like virus 46</i>	1	0	0	0	0	X		
<i>King virus</i>	3	0	4	2	6	X		
<i>Picornaviridae sp.</i>	1	0	0	0	0	X		
<i>Rolda virus</i>	4	1	1	0	0	X		
Bacteriën								
<i>Acinetobacter sp.</i>	8	0	0	0	0			X
<i>Bacillus sp.</i>	11	3	1	0	0		X	X
<i>Clostridium sp.</i>	8	3	2	0	0		X	
<i>Corynebacterium sp.</i>	5	0	2	0	0		X	
<i>Enterobacter sp.</i>	16	1	0	0	0			X
<i>Enterococcus sp.</i>	11	3	5	0	0		X	
<i>Escherichia coli</i>	1	0	0	0	0			X
<i>Escherichia sp.</i>	17	2	0	0	0		X	
<i>Fusobacterium sp.</i>	1	0	0	0	0		X	
<i>Fusobacterium ulcerans</i>	1	1	0	0	0		X	
<i>Klebsiella sp.</i>	12	5	3	0	0		X	X
<i>Lactobacillus sp.</i>	2	0	0	0	0			X
<i>Listeria sp.</i>	11	0	0	0	0		X	
<i>Micrococcus sp.</i>	1	0	0	0	0		X	
<i>Moraxella sp.</i>	2	0	0	0	0		X	
<i>Morganella sp.</i>	3	0	1	0	0			X
<i>Nocardiopsis sp.</i>	1	0	0	0	0		X	
<i>Paenibacillus sp.</i>	3	0	0	0	0			X
<i>Proteus sp.</i>	4	2	3	0	0		X	X
<i>Pseudomonas sp.</i>	15	0	4	0	0		X	X
<i>Rickettsiella melolonthae</i>	0	1	0	0	0			X
<i>Salmonella sp.</i>	13	1	0	0	0		X	
<i>Serratia sp.</i>	4	0	0	0	0		X	X
<i>Shigella sp.</i>	1	0	0	0	0		X	
<i>Spiroplasma sp.</i>	8	6	7	0	0			X
<i>Staphylococcus sp.</i>	12	0	2	0	0		X	X
<i>Streptococcus sp.</i>	5	0	0	0	0		X	X
<i>Vibrio sp.</i>	1	0	0	0	0		X	
<i>Weissella sp.</i>	10	2	4	0	0			X
<i>Yersinia sp.</i>	1	0	0	0	0		X	

Drie bacteriën die meer aandacht hebben gekregen in deze studie: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*. en *Campylobacter spp.*, zijn niet gevonden in de monsters van insecten of frass middels kweken met ophoping. Echter, *Salmonella spp.* en *Listeria spp.* zijn wel gedetecteerd in de monsters geanalyseerd middels de pathosense op genusniveau. Vandeweyer *et al.* (2021) beschrijft ook de aanwezigheid van het DNA van *Salmonella spp.* in eetbare insecten, maar heeft geen levend materiaal gevonden. De studie van Hoek-van den Hil *et al.* (2023) beschrijft de aanwezigheid van *Salmonella spp.* in BSF larven gekweekt op slachtafval. Wat betreft *Listeria spp.* is de pathogene *Listeria monocytogenes* in deze studie niet gevonden, noch in andere studies (Vandeweyer *et al.*, 2021).

Wat betreft schimmels en plagen is er weinig bekend in de literatuur. Hoewel de aanwezigheid van schimmels in de kweekbakken werd gemeld door de kwekers in deze studie, is er in de literatuur niet gerapporteerd over de aanwezigheid van schimmels in insecten producten (Gałęcki *et al.*, 2023). Wat betreft mijten is het aannemelijk dat ze concurreren met de larven om dezelfde bronnen, maar, in tegenstelling tot de kleine meelworm (*Alphitobius*), zijn er nog geen gevallen gerapporteerd van mijten die zich voeden op meelwormen of eieren (*T. Molitor*) (Steinkraus & Cross, 1993; Husband & Hasan, 1998). Evenmin is de transmissie van pathogenen via mijten naar de insecten aangetoond maar deze mogelijkheid kan niet uitgesloten worden (Gałęcki *et al.*, 2023; Leierer *et al.*, 2023).

3.2 Farmacologische middelen

3.2.1 Interview insectenkwekers

Uit de interviews komt duidelijk naar voren dat insectenkwekers in principe geen chemische middelen willen inzetten in de teelt. Ongeveer de helft van de kwekers heeft wel aangegeven weleens een chemisch middel te hebben gebruikt ter bestrijding van motten in de kweekruimte. Eén kweker noemde hierbij het middel Fendona. Fendona is een insecticide op basis van alfa-cypermethrin, een synthetische pyrethroïde die de overdracht van zenuwsignalen blokkeert. Het product is zowel voor professioneel als niet-professionele toepassing beschikbaar. Het is evident dat contact van dit middel met de kweekinsecten tot nadelige effecten zou leiden.

Insectenkwekers geven aan geen specifieke preventieve middelen te gebruiken tegen ziekten en plagen. Kwekers hebben wel van de mogelijkheid van aanzurende middelen in het voer of substraat gehoord, maar geen van de kwekers gaf aan dit zelf toe te passen. Aanzuren van drinkwater en diervoeders is een gangbare praktijk in de veehouderij om voederconversie te verbeteren en bederf tegen te gaan. Of het een positief effect in de insectenkweek zou kunnen hebben, is niet duidelijk.

3.2.2 Interview experts

In de periode november en december 2023 zijn in totaal vier experts geïnterviewd, waarvan drie insectenexperts werkzaam in onderwijs (hogeschool) of onderzoek en één pesticiden expert.

De insectenexperts geven aan bekend te zijn met het vóórkomen van schimmels, bacteriën en virussen, maar benadrukken sterk de indruk te hebben dat insectenkwekers zich voornamelijk focussen op de preventie, onder meer door middel van quarantaine van het voer, desinfectie en sterilisatie, en zich niet snel zullen wenden tot het gebruik van farmacologische middelen. Middelengebruik zou mogelijk toegepast kunnen worden als substraatbescherming (voorkomen van aantasting door concurrerende insecten) maar dit zou zich beperken tot de voorraadomgeving, aangezien effectieve middelen ook al snel een risico voor de insectenteelt zelf vormen. Schimmeluitbraken worden niet echt als een probleem gezien, dit is vooral een kwaliteitsissue in het substraat. In het algemeen wordt verondersteld dat gezonde insecten hier geen hinder van ondervinden. Bij bacteriële problemen wordt de onduidelijkheid ten aanzien van de veroorzaker als beperkende factor genoemd, toepassing van antibacteriële middelen wordt niet als optie gezien. Virusinfecties worden voornamelijk in relatie tot krekelkweek genoemd en gezien als onbehandelbaar met terminatie van de kweek als enige optie.

Concluderend geven de drie insectenexperts aan nauwelijks inzet van farmacologische middelen bij de bestrijding ziekten, plagen en zoönoseverwekkers in de insectenkweek te verwachten. Stoffen die als substraat bescherming

genoemd werden, zijn opgenomen in Tabel 2. De pesticiden expert is bevraagd op alternatieve stoffen die zouden kunnen worden ingezet als substraat bescherming. De genoemde stoffen zijn in Tabel 2 opgenomen.

3.2.3 Potentieel relevante farmacologische stoffen

Uit de interviews met insectenkwekers en de experts, alsmede de rapporten van Spranghers *et al.* (2021) en Pikkemaat *et al.* (2022) zijn een aantal potentieel relevante stoffen geïdentificeerd (Tabel 2). Daarnaast is geïnventariseerd welke stoffen er in de bijenhouderij worden gebruikt. Bijenteelt/honingproductie is een vorm van insectenkweek en valt als enige binnen het juridisch kader van de voedselproducerende diersoorten. Procedures voor de toelating van farmacologisch werkzame stoffen voor voedselproducerende dieren zijn Europees vastgelegd in Verordening 470/2009. Een overzicht van de toegelaten stoffen en de maximumwaarden voor residuen in levensmiddelen van dierlijke oorsprong is beschikbaar in Verordening 37/2010. Het aantal farmacologisch werkzame stoffen dat is geëvalueerd en toegelaten voor gebruik bij bijen is overigens zeer beperkt (Tabel 2). Daarnaast betekent opname in Vo 37/2010 niet altijd dat er ook daadwerkelijk een diergeneesmiddel beschikbaar is. Diergeneesmiddelen zijn in Nederland centraal geregistreerd in de Diergeneesmiddeleninformatiebank van CBG-MEB <https://www.diergeneesmiddeleninformatiebank.nl/> en sinds het van kracht worden van de nieuwe diergeneesmiddelen Verordening 2019/6 is het ook mogelijk om geregistreerde diergeneesmiddelen elders uit de EU te gebruiken, deze zijn te vinden in de Union Product Database <https://www.medicinesinfo.eu/nl>.

Tabel 2 Potentieel relevante stoffen in de insectenkweek.

Bron	Stof	Biocide (ctgb)	Diergeneesmiddel	37/2010
Expertinterviews en rapporten Bijenhouderij	(α-) Cypermethrin	Y	(Y)	Y
	Deltamethrin	Y	(Y)	Y
	Permethrin	Y	(Y)	Y
	Pyrethrinen	Y	(Y)	N
	Spinosad	Y	(Y)	N
	Pirimifos-methyl	(Y)	N	N
	Amitraz	N	Y*	Y
	Coumafos	N	Y*	Y
	Flumethrin	N	Y	Y
	Fluvalinaat	N	Y	Y
Literatuur (proefdierproductie)	Fumagillin	N	N	N
	Mierenzuur	N	Y	Y
	Oxaalzuur	N	Y	Y
	Thymol	(Y)	Y	Y
	Formaldehyde	Y	(N)	Y
	Methylparaben	N	N	N
	Sorbinezuur	Y	N	N
	Cycloheximide	N	N	N
	Griseofulvin	N	(Y)	N
	Nystatin	N	(Y)	N
	Chloramphenicol	N	(Y)	N
	Metronidazole	N	(Y)	N
	Amikacin	N	(Y)	N
	Norfloxacin	N	(Y)	N

* niet in NL geregistreerd, wel elders in de EU voor deze species

Tenslotte is er gezocht naar de toepassing van farmacologische middelen bij thuiskweek van insecten (voornamelijk op basis van internetbronnen) en de productie van insecten als laboratorium proefdieren (wetenschappelijke

literatuur). Een andere mogelijk relevante productietak is de insectenkweek voor toepassing als biologisch bestrijdingsmiddel, maar hiervoor is het niet gelukt relevante bronnen te identificeren/raadplegen.

Een overzicht van de geïdentificeerde potentieel relevante farmacologische stoffen is weergegeven in Tabel 2. Van iedere stof staat weergegeven of deze geregistreerd is als biocide in de pesticiden database van het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb). Daarnaast is aangegeven of een stof is toegelaten voor gebruik bij voedselproducerende diersoorten (aanwezigheid in Vo 37/2010) en of er een diergeneesmiddel op basis van de farmacologisch actieve stof beschikbaar is. Voor een aantal stoffen is strikt genomen wel een diergeneesmiddel beschikbaar, maar ligt toepassing voor insectenteelt niet voor de hand omdat het bijvoorbeeld vlooienbanden of spot-on producten voor huisdieren betreft.

3.3 Risico inventarisatie

3.3.1 Ziekten, plagen en zoönoseverwekkers

3.3.1.1 Interview kwekers en experts

- De bedrijfsvoering van de deelnemende insectenkwekers varieert sterk. Kwekers zijn zich bewust van mogelijke transmissie van ziekten en plagen binnen en tussen bedrijven. Sommige bedrijven zijn gesloten, wat zijn nadelen, bijvoorbeeld met betrekking tot genetische diversiteit? De meeste bedrijven hebben gescheiden cellen, soms wel een gezamenlijk ventilatiesysteem.
- Er is weinig ervaring met, en kennis over, infectieziekten en parasitaire ziekten. Opbouw van kennis en goede informatievoorziening is nodig om afwijkingen aan gezondheid van het insect te kunnen beoordelen. Kwekers zijn zich bewust van interne en externe hygiëne maatregelen maar de protocollen variëren sterk tussen de bedrijven, zowel met betrekking tot gezondheid insect als gezondheid insectenkweker.
- Er is veel ervaring met schimmels, maar geen diagnostiek gedaan. In ouderdieren zijn weleens sporen van schimmels aangetroffen; wat is effect van sporen of mycotoxines, op gezondheid insecten en gezondheid van de kweker? Hoe worden schimmels overgedragen (van ouderdier op larven, of via de bakken)? Wat is de rol van het substraat, kan er kruisbesmetting optreden?
- De meeste kwekers geven aan (over)last te hebben van plagen. Als mogelijke transmissie route worden bakken, larven en substraat genoemd. Onduidelijk is de rol van plagen als vector van ziekten.
- Hygiënemaatregelen (zowel intern als extern) variëren sterk tussen bedrijven. Sommige kwekers laten maatregelen afhangen van het type werkzaamheden, of gebruiken bescherming (kleding, mondkapjes) met name tegen irritatie of het risico op allergieën. Aangaande bedrijfskleding is het onduidelijk wanneer/waar er omgekleed wordt, of dat deze kleding op het hele bedrijf (niet altijd alleen bij de insecten) gedragen wordt. Sommige kwekers geven ook aan dat met minder bescherming (bijv. zonder handschoenen) de kweek beter beoordeeld kan worden. Er is behoefte aan duidelijkheid over welke hygiënemaatregelen nodig zijn, zowel met betrekking tot gezondheid insect als van de kweker. Bij gebrek aan kennis over specifieke maatregelen, zijn de toegepaste maatregelen (te) generiek.
- Afvoer van afval gebeurt op een diverse manieren. Wat is het risico op transmissie van ziekten en plagen bij afvoer van dode torren en larven naar landbouwhuisdieren of vogels? Bij afvoer van frass naar de omgeving: welke (mate van) hygiëniseratie is nodig? Wat zijn de risico's met betrekking tot het verdwijnen van spoelwater in de omgeving?
- In aanvulling zijn er onderwerpen die door de kwekers genoemd zijn, met betrekking op:
 - o gezondheid van de kweker: aangaande het klimaat in de cellen, risico's op (infectie)ziekten en contact- en inhalatie allergieën. Welke beschermingsmiddelen zijn nodig?
 - o Gezondheid van de insecten: wat is een optimale bedrijfsvoering (CO₂ gehalte, genetica, substraat, bakken, water sproeien) om aanwezigheid en overdracht van ziekten en plagen te beperken?
 - o Kennis: behoefte aan informatie (richtlijnen, protocollen) over hygiëne, insectengezondheid, toepasbaar op kleine en middelgrote bedrijven.
 - o Optimaliseren van insectenkweek: zoektocht naar reststromen als substraat, nieuwe afzetmarkten.
 - o Publieke opinie en communicatie: behoefte aan open communicatie en kennisdeling tussen insectenkwekers, positieve publieke opinie en eenheid binnen de sector.

3.3.1.2 Aanwezigheid van bacteriën en virussen

In de frass en insecten werden geen *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes* en *Campylobacter* soorten aangetoond in de monsters die genomen zijn gedurende een langere periode op de bedrijven. Hierbij werden onderzoeken (kweek) gebruikt die normaal gesproken geacht worden relatief lage hoeveelheden van deze bacteriën aan te kunnen tonen. Dit duidt erop dat deze pathogenen in insecten die op deze wijze zijn gekweekt wellicht een relatief laag risico op besmetting voor de mens vormen. Hierbij is de kanttekening te maken, dat het gebruik van andere voeding voor insecten kan leiden tot een ander risicoprofiel. Daarnaast is in dit monitoringsproject een relatief gelimiteerd aantal monsters en bedrijven geanalyseerd. Pathogenen die weinig voorkomen kunnen zo onopgemerkt zijn gebleven.

Middels sequencing werden grote aantallen verschillende bacteriesoorten aangetoond. Dat is geen verrassing. Insecten leven in en op hun voedsel en hebben een microbioom, zoals alle andere dieren en planten. De resultaten van de Pathosense laten zien dat er, op basis van informatie uit bestaande literatuur, bacteriën met zoönotisch potentieel geïdentificeerd zijn. De meeste van deze bacteriën waren in beperkte mate of in een beperkt aantal monsters aanwezig. Het is niet te constateren of de bacteriën in deze aantallen en samenstelling bij deze bedrijven relevant zijn wat betreft zoönotische potentie. Bovendien zijn een groot aantal van de bacteriën op genus niveau aangetoond, wat weinig zegt over de aanwezigheid van een specifieke (potentieel zoönotisch) subspecies. Een aantal van deze bacteriën (bijvoorbeeld *Bacillus* sp., *Clostridium* sp., *Enterococcus* sp., *Escherichia* sp., *Fusobacterium* sp., *Pseudomonas* sp.) staat bekend als omgevingsbacteriën. Wellicht dat deze bacteriën via het substraat in de frass en/of insecten monsters terecht zijn gekomen. Een deel van de bacteriën (bijvoorbeeld *Salmonella* sp.) staat bekend als mogelijke veroorzaker van voedselinfecties. Het uiteindelijke risico voor de consument zal sterk afhangen van de mate en manier van verwerken van de insecten in de consumptieketen. Er zijn geen virussen met zoönotisch potentieel gevonden. Echter enkele virussen kunnen relevant zijn voor de insectenteelt. Over Kingvirus is nog heel weinig bekend, en het is onbekend wat de relevantie van de bevinding is. Densovirus echter is een virus die berucht is om het veroorzaken van ziekte bij diverse insectensoorten. Densovirus heeft bij gehouden krekels in het verleden geleid tot grote schade. Ook kan Densovirus ziekte geven bij meelwormen. Het is niet de verwachting dat dit precies dezelfde Densovirussoort is. Waarschijnlijk hebben verschillende insectensoorten verschillende Densovirus soorten. De mate van ziekte is mogelijk sterk afhankelijk van secundaire factoren zoals stress. Het verdient aanbeveling om met de aanwezigheid van dit virus op de bedrijven rekening te houden, en indien mogelijk maatregelen te nemen om de aanwezigheid ervan te verminderen.

3.3.2 Middelengebruik

Omdat het onvermijdelijk is dat er infectieziekten en plagen zullen voorkomen bij bedrijfsmatige insectenkweek, is het aannemelijk dat er op enig moment beheersmaatregelen genomen worden. Er wordt op dit moment echter weinig tot geen gebruik gemaakt van chemische middelen. Onder de geldende wet- en regelgeving lijkt het op dit moment ook niet mogelijk om farmacologisch actieve middelen toe te passen in de insectenkweek bestemd voor humane voeding of diervoeding (anders dan bij bijenteelt), al valt een volledige analyse van het wettelijk kader buiten de scope van dit project.

Insecten bestemd voor humane consumptie kunnen wel geschaard worden onder de definitie van voedselproducerende dieren zoals geformuleerd onder Vo 470/2009 ("dieren die specifiek met het oog op de productie van levensmiddelen worden gefokt, gehouden, geslacht of verzameld"). Daarmee zou een potentieel dierbehandelingsmiddel conform Vo 470/2009 moeten worden behandeld. Dit betekent o.a. dat er uitgebreide dossiers t.a.v. werkzaamheid en veiligheid voor evaluatie door EFSA dienen te worden voorgelegd. Aangezien dit op initiatief en kosten van de farmaceutische industrie dient te gebeuren, lijkt het onwaarschijnlijk is dat er op korte termijn middelen beschikbaar zullen komen.

Onduidelijk is in hoeverre deze regelgeving van toepassing is op insectenproductie bestemd voor diervoederproductie. Voor een aantal farmacologisch actieve stoffen die zijn toegelaten voor gebruik als pesticide, bestaan maximum residue level (MRL)s voor "terrestrial invertebrate animals" (European Commission, 2024), dit zijn echter (aangepaste) default MRLs, hetgeen betekent dat er geen gegevens t.a.v. transfer en accumulatie aan ten grondslag liggen.

Buiten de stoffen die op basis van literatuur zijn geïdentificeerd, zijn de meeste farmacologisch actieve stoffen uit Tabel 2 binnen Vo 37/2010, of als biocide of diergeneesmiddel toegestaan. Bij juist gebruikt zouden risico's beperkt kunnen zijn. Maar door het ontbreken van de wettelijke kaders binnen insectenkweek zijn de risico's voor gebruik binnen de insectenkweek verder lastig in te schatten.

4 Aanbevelingen

4.1 Interviews en bemonstering

Op basis van de uitkomsten van de interviews met insectenkwekers en experts en de resultaten van de monsternamen zijn een aantal aanbevelingen geformuleerd.

Aanwezigheid van bacteriën met mogelijk zoönotisch potentieel vraagt om verder onderzoek naar de aanwezigheid en transmissie. In kaart brengen welke infectieziekten voorkomen, waar (welke (type) bedrijven, in frass en/of insecten) en wanneer (in de tijd). Met deze informatie kan mogelijke transmissie binnen en tussen bedrijven onderzocht worden (op basis van genetische overeenkomsten) en eventueel passende maatregelen genomen worden, om introductie en/of transmissie te voorkomen. Voor een gedegen studie naar bovenstaande vragen is uitgebreidere (longitudinale) monsternamen nodig, zowel wat betreft het aantal bedrijven als het aantal monsters. Op basis van de resultaten van de huidige studie zijn er een aantal punten die verder onderzoek behoeven. In kaart brengen van:

- de risico's van de aanwezigheid van infectieziekten, voor zowel insect, kweker als consument. Evenals de benodigde maatregelen op het juiste moment in de keten, bijv. om blootstelling aan de kwekers (tijdens het productieproces) of de consument (tijdens het verwerkingsproces) te verminderen.
- mogelijke transmissie van bedrijven naar de omgeving, bijv. via spoelwater.
- de risico's van de aanwezigheid van schimmels (bijv. risico van mycotoxines voor de kweker en consument) en plagen (bijv. als vectoren).

Er is opbouw van kennis nodig: wat is een gezond insect? Dit zal kwekers helpen om afwijkingen te herkennen en de gezondheid te kunnen beoordelen. Nederlandstalige informatie via brochures of naslagwerken kan hierbij helpen. Via laagdrempelige diagnostiek kan informatie (centraal) verzameld worden in bijvoorbeeld een management programma. De tool moet eenvoudig en aantrekkelijk zijn, wellicht in een combinatie met kengetallen.

De bedrijfsvoering varieert sterk tussen bedrijven. Er is kennis nodig over zinvolle maatregelen, met betrekking tot gezondheid insect, kweker en consument. Dit geldt voor zowel de maatregelen op het moment dat zich problemen voordoen als preventieve maatregelen. Maatregelen moeten niet te generiek zijn. Het in kaart brengen van huidige bedrijfsvoeringen en mogelijke risico's voor de gezondheid van de kweker, bijvoorbeeld door bedrijfsbezoeken, kan helpen om gerichte en zinvolle maatregelen op te stellen.

Het ontbreekt insectenkwekers op dit moment aan legale middelen ter bestrijding van ziekten en plagen. De ontwikkeling van farmacologische producten voor gebruik bij insecten zal afhangen van het potentieel wat de farmaceutische industrie in de markt van de insectenproductie ziet. Gezien de vooralsnog geringe omvang van de sector is het niet te verwachten dat het binnen afzienbare tijd tot de ontwikkeling van producten komt. Het is daarom van belang dat er vanuit de overheid nagedacht wordt over mogelijke oplossingen voor dit gebrek aan behandelingsmogelijkheden, en dat de (wettelijke) kaders duidelijk zijn voor insectenkwekers.

In deze studie zijn de gezondheidsrisico's voor de kweker, bijvoorbeeld wat betreft contact- en inhalatieallergieën, niet onderzocht. Echter zowel kwekers als experts geven aan hier zorgen over te hebben. De individuele klachten moeten, bij voorkeur centraal bijvoorbeeld via de branchevereniging, in kaart gebracht worden om passende maatregelen te kunnen opstellen ter bescherming van de kweker.

4.2 Stakeholders

Tijdens de eindbijeenkomst zijn de resultaten van dit project zoals beschreven in dit rapport gepresenteerd aan diverse stakeholders. De aanwezige stakeholders, vanuit onderzoek, beleid en de insectensector, zijn gevraagd naar hun aanbevelingen op het gebied van risico's in de insectensector, benodigd onderzoek en maatregelen in de komende 10 jaar. De aanbevelingen zijn samengevat en onderstaand weergegeven, zonder ranking.

Waar moet vervolg onderzoek zich op richten:

- Insectenziekten: onderzoek naar welke pathogenen (door welke onderliggende factoren) leiden tot ziekten (wat zijn bijbehorende symptomen) en sterfte, welke zoönotische pathogenen zijn aanwezig, wat te doen in geval van grote uitbraken, hoe kunnen insecten meer weerbaar worden.
- Middelen(gebruik): onderzoek naar alternatieven voor middelengebruik, effectieve middelen, fytotherapie, overdracht van middelen via substraat naar de insect. Onder de aandacht van overheden brengen dat er een gebrek aan middelen is.
- Opzet van studies: meer veldstudies, meer monsters, langer monitoren, meer kwantitatieve data verzamelen, inclusief omstandigheden zoals temperatuur en klimaat (seizoen).
- Monitoring en diagnostiek: ontwikkelen van monitoring en diagnostiek insectenziekten.
- Risico omgeving: onderzoek naar overdracht dierziekten naar wilde insecten.
- Afvoer afval: onderzoek naar lozen van afval en schoonmaak water, bijv. in geval van een plaag.
- Biosecurity: onderzoek naar factoren die aanwezigheid en insleep van ziekten beïnvloeden, interne en externe biosecurity.
- Kennis overdracht: kennis beschikbaar maken voor de sector (webinars, foto's van ziektebeelden)
- Risico voor consument in de keten: analyse van producten in de keten.
- Productie: onderzoek naar effect van verwerking op concentraties en verhouding eiwit/vet.
- Dierwelzijn: onderzoek naar ethiek met betrekking tot intensief houden van insecten.
- Gezondheid kwekers: onderzoek naar vóórkomen van gezondheidsklachten, infectieziekten, allergische reacties bij kwekers.

Wat zijn de grootste risico's in de insectenteelt?

- Besmetting tussen bedrijven.
- Besmetting van insectenteelt naar omgeving.
- Besmetting naar en contact met wilde insecten, ook door middel van ontsnapping.
- Monitoring: ontbreken van monitoring potentiële ziekteverwekkers.
- Ontstaan van nieuwe (dier)ziekten.
- Biosecurity: er is te weinig (standaardisatie) van processen, richtlijnen, implementaties van biosecurity maatregelen.
- Het aantal bedrijven: er is beperkt zicht op bedrijven, gebrek aan regelgeving en handhaving, groot verloop van bedrijven.
- Ethiek: ethische discussie rondom start nieuwe vorm veehouderij.
- Gezondheid kweker: contact- en inhalatie allergieën en potentieel zoönotische bacteriën, ammoniak.
- Keten: kwaliteit in de humane en veterinaire keten.
- Middelengebruik: gebruik van middelen die niet zijn toegestaan.
- Substraat gebruik: gebruik en stabiliteit van diverse soorten substraat.
- Kennis: beperkte kennisverspreiding tussen bedrijven en vanuit diergezondheids-experts.

Welke acties zijn nodig in de komende 10 jaar om de insectenteelt veilig en gezond te houden?

- Middelengebruik: ontwikkeling van kennis en protocollen rondom inzetten van veilige middelen met duidelijke tolerantie grenzen. Ontwikkelen van natuurlijke therapieën.
- Preventieve maatregelen: richt onderzoek op tools voor preventie infectieziekten.
- Kwaliteitscontrole: betere ingangscontrole insecten en substraten.
- Optimale bedrijfsvoering en kennisdeling: het uitwerken van *best practices* in de vorm van protocollen, kennis delen tussen bedrijven en centraal beschikbaar maken. Opbouw van kennis van dierenartsen zodat ze bedrijven kunnen begeleiden. Opbouw kennis voor de gehele sector met betrekking tot insectenziekten, insectenpathologie, weerstand insecten, gebruik van stabiele substraten in een circulaire landbouw.

-
- Wet en regelgeving: wet- en regelgeving (inclusief bijv. afval).
 - Diagnostiek en monitoring: ontwikkelen diagnostiek (tools) en monitoren welke insectenziekten op bedrijven voorkomen.
 - Biosecurity: ontwikkelen van richtlijnen en protocollen voor insectenkwekers.
 - Internationale samenwerking: samenwerking in onderzoek naar het veilig op grote schaal houden, kweken en consumeren van insecten.
 - Gezondheid kweker: kennis vergroten op het gebied van arbeidsomstandigheden.

5 Conclusies

Dit project heeft bijgedragen aan inzicht in het vóórkomen van ziekten, plagen en mogelijke zoönoseverwekkers in de insectenteelt. Het is van belang om de uitkomsten zoals beschreven in dit rapport te beschouwen als een eerste inventarisatie van mogelijk aanwezige bacteriën en virussen en (preventie) behandelingsmethoden. Dit project heeft nadrukkelijk niet als doel om de risico's te kunnen kwantificeren. Hoewel er in dit project een beperkt aantal kwekers en bedrijven deel hebben genomen, geven de resultaten aanknopingspunten en aanbevelingen voor verder onderzoek. De beperkte ervaring met en kennis van (infectie)ziekten bij kwekers vraagt om meer opbouw van kennis, om te kunnen herkennen wat er op het bedrijf gebeurt. Verder onderzoek is nodig om de aanwezigheid, transmissie en risico's van (infectie)ziekten inzichtelijk te krijgen en indien nodig te beperken middels passende maatregelen, inclusief beschermingsmaatregelen voor de kweker of werknemer, en maatregelen in de consumptieketen.

6 Literatuur

Bekedam, H.; Stegeman, A.; Boer, F. de; Fouchier, R.; Kluytmans, J.; Koenraadt, S.; Kuiken, T.; Poel, W. van der; Reis, R.; Schaik, G. van; Visser, L. (2021). Zoönosen in het vizier : Rapport van de expertgroep zoönosen. <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-5d9e7238-d6ab-4070-88c7b8be8abfe037/pdf>

European Commission, 2024. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/products/details/377>

Gałęcki, R., Bakula, T., & Gołaszewski, J. (2023). Foodborne Diseases in the Edible Insect Industry in Europe—New Challenges and Old Problems. *Foods*, 12(4), 770. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/4/770>

Hoek-van den Hil, E. F., Antonis, A. F. G., Brouwer, M. S. M., Bruins, M. E., Dame, M. A., van Groenestijn, J. W., Haenen, O. L. M., Hoffmans, Y., Meijer, N. P., Veldkamp, T., Vernooij, A. G., & Appel, M. J. (2022). Use of insects for food and feed: Scientific overview of the present knowledge on insect rearing, use of residual streams as substrates, and safety aspects. (Report / Wageningen Food Safety Research; No. WFSR 2022.013). Wageningen Food Safety Research. <https://doi.org/10.18174/571273>

Hoek-van den Hil, E. F., Meijer, N. P., Van Rozen, K., Elissen, H., van Wikselaar, P. G., Brust, H., Te Loeke, N. A. J. M., de Rijk, T., Tienstra, M., van de Schans, M. G. M., Wanrooij, J., Van der Weide, R., Veldkamp, T., & van der Fels-Klerx, H. J. (2023). Safety of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae reared on waste streams of animal and vegetal origin and manure. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/23524588-20230080>

Husband, R. W., & Hasan, Md. M. (1998). A new Podapolipus (Acari: Podapolipidae) from *Alphitobius* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae) from Bangladesh. *International Journal of Acarology*, 24(1), 53-57. <https://doi.org/10.1080/01647959808684127>.

Leierer, D., Olmstead, M., & Oppert, B. (2023). Sequencing to identify pathogens in *Tenebrio molitor*: Implications in insects farmed for food and feed. *Front Insect Sci*, 3, 1059046. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1059046>

Pikkemaat, M. G., Jager, J., Jansen, L. J. M., Hoek-van den Hil, E. F., Hobé, R. G., Barbu, I., & van Asselt, E. D. (2022). Prioritising veterinary drug residues: for monitoring in aquaculture, farmed game, rabbits and honey (No. WFSR 2022.012). Wageningen Food Safety Research.

Sprangers, T., Wouters, F., Schillewaert, S., & Frooninckx, L. (2021). Handleiding voor insectenkwekers-en verwerkers richting een duurzame en voedselveilige insectenkweek.

Steinkraus, D. C., & Cross, E. A. (1993). Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Tarsonemina: Acarophenacidae), an egg parasite of the lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86(3), 239-249.

Vandeweyer, D., De Smet, J., Van Looveren, N., & Van Campenhout, L. (2021). Biological contaminants in insects as food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 807-822. <https://doi.org/https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0060>

7 Appendix

Bijlage 1 Interview kwekers

Naam:

Functie: eigenaar/bedrijfsleider/medewerker/anders nl:

Naam bedrijf:

Datum:

Interviewer(s):

	VRAAG	ANTWOORD
0.	BEDRIJF	
0.1	Welke insectensoort kweekt u?	Meelworm (buffalo/gele/morio)/ BSF
0.2	Wat is de startjaar van dit bedrijf?	
0.3	Hoeveel medewerkers (arbeidskracht in totaal) telt uw bedrijf? (FTE?)	
0.4	Heeft u een eigen kweek-unit (voortplanting van insecten)?	
0.5	Zijn kweek en groei-units gescheiden ruimtes?	
0.6	Wat is temperatuur en luchtvochtigheid in kweekunits? Indien verschillend per leeftijd; benoemen	
0.7	Welke toeleverancier(s) van kweekmateriaal? (bijv. eieren/poppen)	1. 2.
0.8	Heeft u adviseurs die uw bedrijf begeleiden m.b.t. gezondheid insecten? Zo ja, vanuit welk bedrijf/achtergrond?	
0.9	Heeft u een dierenarts die uw bedrijf begeleidt? Is dit een vast persoon of wisselend?	
0.10	Welk substraat gebruikt u?	
0.11	Waar betreft u uw substraat? Zijn dat vaste leveranciers?	
0.12	Heeft u kwaliteitsgaranties afgesproken met deze leveranciers? Denk aan samenstelling, microbiologische kwaliteit (residuen, contaminanten)	
1.	INFECTIEZIEKTEN (BACTERIEN/VIRUSSEN)	
1.1	Ziet u wel eens infectieziekten (bacteriën of virussen) bij uw insecten? <i>Indien nee (en ook nooit tegen behandeld): verder bij 1.11</i>	

1.2	Zo ja, - wat waren de verschijnselen?	
	- en in welke mate (bijv. hoeveel insecten/bakken) en bij welke insecten (stadium?) zag u deze?	
1.3	Zo ja, wat was de ziekteverwekker? En hoe/door wie is deze diagnose gesteld?	
1.4	Welke maatregelen heeft u destijds toegepast tegen de genoemde ziekten?	<ul style="list-style-type: none"> - Antibiotica. Indien ja verder bij 1.5 - Anti-virale middelen. Indien ja verder bij 1.8 - Hygiëne maatregelen, namelijk: - Andere middelen dan antibiotica of anti-virale middelen, bijv. desinfectiemiddelen of biociden, namelijk: - Weggooien en opnieuw starten - Anders, nl...?
1.5	Zijn antibiotica ingezet?	
1.6	Zo ja, welke? (productnaam/concentratie/dosering/...) En via welke route toegediend (verneveling, via substraat/...)?	
1.7	Hielpen de antibiotica?	
1.8	Zijn anti-virale middelen ingezet?	
1.9	Zo ja, welke? (productnaam/concentratie/dosering/...) En via welke route toegediend (verneveling, via substraat/...)?	
1.10	Hielpen de anti-virale middelen??	
1.11	Wat doet u om infectieziekten te voorkomen?	
1.12	Kent u, of bent u bewust van, andere bacteriële of virale ziekten die voorkomen, bijvoorbeeld bij collega kwekers?	
1.13	Weet u welke maatregelen collega kwekers treffen tegen infectieziekten?	
2.	SCHIMMEL ZIEKTEN	
2.1	Ziet u wel eens schimmelziekten bij uw insecten? <i>Indien nee (en ook nooit tegen behandeld): verder bij 2.8</i>	
2.2	Zo ja , - wat waren de verschijnselen?	

	- en in welke mate (bijv. hoeveel insecten/bakken) en bij welke insecten (stadium?) zag u deze?	
2.3	Zo ja, welke schimmelziekten? En hoe/door wie is deze diagnose gesteld?	
2.4	Welke maatregelen heeft u destijds toegepast tegen de genoemde schimmel ziekten?	<ul style="list-style-type: none"> - Anti-schimmel middelen. Indien ja verder bij 2.5 - Hygiëne maatregelen, namelijk: - Andere middelen dan anti-schimmel, namelijk: - Weggooien en opnieuw beginnen - Anders, nl...?
2.5	Zijn anti-schimmel middelen ingezet?	
2.6	Zo ja, welke? (productnaam/concentratie/dosering/...) En via welke route toegediend (verneveling, via substraat/...)?	
2.7	Hielpen de anti-schimmel middelen?	
2.8	Wat doet u om schimmel ziekten te voorkomen?	
2.9	Kent u, of bent u bewust van, andere schimmel ziekten die voorkomen, bijvoorbeeld bij collega kwekers?	
2.10	Weet u welke maatregelen collega kwekers treffen tegen schimmel-ziekten?	
3.	PARASITAIRE ZIEKTEN	
3.1	Ziet u wel eens parasitaire ziekten bij uw insecten? <i>Indien nee (en ook nooit tegen behandeld): verder bij 3.7</i>	
3.2	Zo ja, - wat waren de verschijnselen?	
	- en in welke mate (bijv. hoeveel insecten/bakken) en bij welke insecten (stadium?) zag u deze?	
3.3	Zo ja, welke? En hoe/door wie is deze diagnose gesteld?	
3.4	Welke maatregelen heeft u destijds toegepast tegen de genoemde parasitaire ziekten?	<ul style="list-style-type: none"> - Anti-parasitaire middelen. Indien ja verder bij 3.5 - Hygiëne maatregelen, namelijk: - Andere middelen dan anti-parasitaire middelen, namelijk: - Biologische bestrijding, namelijk: - Anders, nl...?
3.5	Zijn anti-parasitaire middelen ingezet?	
3.6	Zo ja, welke? (productnaam/concentratie/dosering/...)	

	En via welke route toegediend (verneveling, via substraat/...)?	
3.7	Hielpen de anti-parasitaire middelen?	
3.8	Wat doet u om parasitaire ziekten te voorkomen?	
3.9	Kent u, of bent u bewust van, andere parasitaire ziekten die voorkomen, bijvoorbeeld bij collega kwekers?	
3.10	Weet u welke maatregelen collega kwekers treffen tegen parasieten?	
4.	PLAGEN	
4.1	Ziet u wel eens plaagdieren bij uw insecten? (bijv. meelmijten, meelmotten en spekkevers, EN vliegen en muizen/ratten) <i>Indien nee (en ook nooit tegen behandeld): verder bij 4.8</i>	
4.2	Zo ja, - wat waren de verschijnselen?	
	- en in welke mate (bijv. hoeveel insecten/bakken) en bij welke insecten (stadium?) zag u deze?	
4.3	Zo ja, welke plaagdieren?	
4.4	Welke maatregelen heeft u destijds toegepast tegen de genoemde plagen?	<ul style="list-style-type: none"> - Chemische middelen. Indien ja verder bij 4.5 - Hygiëne maatregelen, namelijk: - Anders, nl...? - Voor fysieke bestrijding vraag 6.9.
4.5	Zijn chemische middelen tegen plaagdieren ingezet?	
4.6	Zo ja, welke? (productnaam/concentratie/dosering/...) En via welke route toegediend (verneveling, via substraat/...)?	
4.7	Hielpen de middelen tegen de plaagdieren?	
4.8	Wat doet u om aanwezigheid van plaagdieren te voorkomen?	
4.9	Kent u, of bent u bewust van, andere plaagdieren die voorkomen, bijvoorbeeld bij collega kwekers?	
4.10	Weet u welke maatregelen collega kwekers treffen tegen plagen?	
5.	PREVENTIE	
5.1	Gebruikt u wel eens <u>preventief</u> diergeneesmiddelen of andere middelen, die worden toegevoegd aan het substraat? (Met als doel de gezondheid van de insecten te bevorderen)? Denk bijv. aan anti-schimmel middelen.	
5.2	Zo ja, welke en waartegen en in welke concentratie en frequentie? En hoe worden deze toegediend (route)?	

5.3	Zijn deze preventieve middelen naar uw idee effectief?	
6.	HYGIËNE	
	Intern	
6.1	Worden handen gewassen voor en nadat u/uw medewerkers met insecten hebben gewerkt? Zo ja, met welk middel (zeep, anders)?	Altijd/meestal/nooit
6.2	Draagt u/uw medewerkers bedrijfskleding bij de insecten?	Altijd/meestal/nooit
6.3	Draagt u/uw medewerkers wegwerphandschoenen als er met insecten wordt gewerkt?	Altijd/meestal/nooit
6.4	Draagt u/uw medewerkers mondmaskers als er met insecten wordt gewerkt?	Altijd/meestal/nooit
6.5	Zijn er hygiënevoorzieningen tussen verschillende kweekunits?	Ja/nee Namelijk:...
	Extern	
6.6	Wat is toegangsbeleid voor bezoekers? (denk hierbij ook aan onderhoud technische installaties etc.)	Meerdere opties mogelijk: <ul style="list-style-type: none"> - Nooit toelaten - Bedrijfskleding - Douchen - Handen wassen - Overschoentjes - Mondkapje - Haarnetje - Anders, nl:...
6.7	Wat zijn andere (intern en extern) hygiënemaatregelen op bedrijf? Denk aan: <ul style="list-style-type: none"> - Gescheiden houden van groepen - Beperken van toegang - Reinigen insecten - Reinigen apparatuur - Reinigen bakken - Desinfectie apparatuur - Desinfectie bakken 	
6.8	Waar zijn uw hygiënemaatregelen op gebaseerd?	<ul style="list-style-type: none"> - IPIFF hygieneprotocol - Adviezen andere kwekers - Eigen inzicht en ervaring - Anders, nl:...
6.9	Afhankelijk van antwoord onder sectie 4. Worden plaaggewervelden (ratten, muizen, ..) bestreden en hoe dan?	
6.10	Hoe en waarheen wordt afval afgevoerd? Worden er bepaalde hygiënemaatregelen getroffen? Denk aan: Weggoeien substraat/insecten Restanten substraat Overig (biologisch) afval Lucht/ventilatie Kratten	

7.	OVERIG	
7.1	Heeft u nog vragen aan ons wat betreft dit onderwerp? <ul style="list-style-type: none"> - Ziekten / plagen - Zoönoserisico's - Hygiënemaatregelen - Preventie infectieziekten - Anders, nl:... 	
7.2	Heeft u nog suggesties welke experts of collega-kwekers we kunnen interviewen met betrekking tot dit onderwerp?	
7.3	Wilt u op de hoogte worden gehouden van de uitkomsten van dit onderzoek?	Ja/nee

Hartelijk dank voor uw medewerking!

Bijlage 2 Overzicht van alle gedetecteerde virussen en bacteriën en de semi-kwantitatieve aanwezigheid in n larven en frass monsters ($n=23$) van tien Nederlandse insectenbedrijven.

	Zeer laag	Laag	Medium	Hoog	Zeer hoog
<i>Aspergillus foetidus</i> slow virus 2	1	0	0	0	0
<i>Bombyx mori</i> latent-like virus	2	0	1	0	0
<i>Carrot red leaf luteovirus</i> associated RNA	2	0	0	0	0
<i>Carrot red leaf virus</i> associated RNA	1	0	0	0	0
<i>Carrot torradovirus</i> 1	5	0	0	0	0
<i>Densovirinae</i> sp.	1	0	4	3	11
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> virus 5	1	0	0	0	0
<i>Diamondback moth iflavirus</i>	1	0	0	0	0
<i>Erysiphe necator</i> associated deltaflexivirus 2	0	0	0	0	0
<i>Grapevine fleck virus</i> 3	0	0	1	0	0
<i>Grapevine Syrah virus</i> 1	0	0	0	0	0
<i>Hubei picorna-like virus</i> 36	1	0	0	0	0
<i>Hubei picorna-like virus</i> 46	1	0	0	0	0
<i>Hubei picorna-like virus</i> 69	2	0	0	0	0
<i>King virus</i>	3	0	4	2	6
<i>Lactococcus phage phi7-9</i>	1	0	0	0	0
<i>Picornaviridae</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Rolda virus</i>	4	1	1	0	0
<i>Surrounding non-legume associated secovirus</i>	1	0	0	0	0
<i>Acetobacter</i> sp.	4	0	0	0	0
<i>Acinetobacter</i> sp.	8	0	0	0	0
<i>Aeribacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Alkalihalobacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Amphibacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Anaerocolumna</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Anaeropeptidivorans</i> sp.	5	0	0	0	0
<i>Aneurinibacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Bacillus</i> sp.	11	3	1	0	0
<i>Blautia</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Brachybacterium</i> sp.	2	0	0	0	0
<i>Brachybacterium</i> sp. PB10	1	0	0	0	0
<i>Brevibacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Caldibacillus</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Caldibacillus thermoamylovorans</i>	1	0	0	0	0
<i>Cellulosimicrobium</i> sp.	1	0	0	0	0
<i>Chryseobacterium</i> sp.	2	0	0	0	0
<i>Citrobacter</i> sp.	14	0	0	0	0

<i>Clostridioides sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Clostridium isatidis</i>	1	0	0	0	0
<i>Clostridium sp.</i>	8	3	2	0	0
<i>Companilactobacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Corynebacterium casei</i>	1	0	0	0	0
<i>Corynebacterium sp.</i>	5	0	2	0	0
<i>Cytobacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Dermaococcus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Dysgonomonas sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Empedobacter sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0	0	0	0
<i>Enterobacter sp.</i>	16	1	0	0	0
<i>Enterococcus asini</i>	1	0	0	0	0
<i>Enterococcus sp.</i>	11	3	5	0	0
<i>Enterococcus sp. LBTR</i>	1	0	0	0	0
<i>Erwinia sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	1	0	0	0	0
<i>Escherichia sp.</i>	17	2	0	0	0
<i>Faecalibacter sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Faecalibacterium sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Finegoldia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Floricoccus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Fusobacterium sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Fusobacterium ulcerans</i>	1	1	0	0	0
<i>Gracilbacillus alcaliphilus</i>	1	0	0	0	0
<i>Gracilbacillus sp.</i>	0	1	0	0	0
<i>Granulicatella sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Hafnia sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Halomonas sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Halotalea sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Heyndrickxia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Ignatzschineria sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Jejubacter sp.</i>	16	1	1	0	0
<i>Klebsiella aerogenes</i>	1	0	0	0	0
<i>Klebsiella sp.</i>	12	5	3	0	0
<i>Kluyvera sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Kocuria sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Kosakonia sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Lacticaseibacillus sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Lactiplantibacillus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Lactobacillus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Lactococcus lactis</i>	1	0	0	0	0
<i>Lactococcus sp.</i>	9	6	3	0	0
<i>Lactococcus taiwanensis</i>	2	0	0	0	0
<i>Latilactobacillus sp.</i>	9	5	4	0	0

<i>Lederbergia graminis</i>	1	0	0	0	0
<i>Lederbergia sp.</i>	0	1	0	0	0
<i>Lelliottia sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Lentibacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Leucobacter sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Leuconostoc sp.</i>	6	0	0	0	0
<i>Limosilactobacillus panis</i>	1	0	0	0	0
<i>Listeria sp.</i>	11	0	0	0	0
<i>Loigolactobacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Luteimonas sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Mammaliicoccus sciuri</i>	1	0	0	0	0
<i>Mammaliicoccus sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Massilia sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Melissococcus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Metabacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Microbacterium amylolyticum</i>	1	0	0	0	0
<i>Microbacterium sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Microbacterium sp. L21-PYE-C26</i>	1	0	0	0	0
<i>Micrococcus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Mixta sp.</i>	12	1	1	0	0
<i>Moraxella sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Morganella morganii</i>	1	0	1	0	0
<i>Morganella sp.</i>	3	0	1	0	0
<i>Mycoplasma putrefaciens</i>	9	0	0	0	0
<i>Myroides sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Niallia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Nocardiopsis sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Oceanobacillus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Paenibacillus sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Paenibacillus sp. AHK180-5</i>	1	0	0	0	0
<i>Paenimyroides sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Pantoea sp.</i>	8	0	0	0	0
<i>Paracoccus alcaliphilus</i>	1	0	0	0	0
<i>Paraliobacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Pectobacterium sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	1	0	0	0	0
<i>Pediococcus sp.</i>	13	0	1	0	0
<i>Planococcus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Pontibacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Priestia sp.</i>	6	0	0	0	0
<i>Proteus sp.</i>	4	2	3	0	0
<i>Providencia rettgeri</i>	1	0	0	0	0
<i>Providencia sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Pseudomonas sp.</i>	15	0	4	0	0
<i>Radiobacillus sp.</i>	1	1	0	0	0

<i>Rahnella sp.</i>	6	1	0	0	0
<i>Raoultella sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Rickettsiella melolonthae</i>	0	1	0	0	0
<i>Romboutsia sp.</i>	7	0	0	0	0
<i>Rothia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Rouxiella sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Salmonella sp.</i>	13	1	0	0	0
<i>Sarcina sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Schaalia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Schleiferlactobacillus harbinensis</i>	1	0	0	0	0
<i>Sebaldella sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Secundilactobacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Sediminibacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Serratia sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Shigella sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Shouchella clausii</i>	1	0	0	0	0
<i>Shouchella sp.</i>	4	0	0	0	0
<i>Solibacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Sphingobacterium chuzhouense</i>	1	0	0	0	0
<i>Sphingobacterium sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Spiroplasma sp.</i>	8	6	7	0	0
<i>Sporosarcina sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Staphylococcus gallinarum</i>	1	0	0	0	0
<i>Staphylococcus sp.</i>	12	0	2	0	0
<i>Stenotrophomonas sp.</i>	5	0	0	0	0
<i>Streptococcus sp.</i>	5	0	0	0	0
<i>Sutcliffeiella sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Terribacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Tyzzerella sp.</i>	3	0	0	0	0
<i>Ureibacillus sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Ureibacillus thermosphaericus</i>	1	0	0	0	0
<i>Vagococcus sp.</i>	2	0	0	0	0
<i>Vibrio sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Virgibacillus sp.</i>	1	1	0	0	0
<i>Weissella sp.</i>	10	2	4	0	0
<i>Wolbachia sp.</i>	1	0	0	0	0
<i>Yersinia sp.</i>	1	0	0	0	0

Wageningen Bioveterinary Research
Postbus 65
8200 AB Lelystad
T 0320 23 82 38
info.bvr@wur.nl
wur.nl/bioveterinary-research

Wageningen Bioveterinary Research
Report 2413154

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak..
