



**Vlaanderen**  
is landbouw & visserij

# HANDLEIDING VOOR INSECTENKWEKERS EN -VERWERKERS

Richting een duurzame  
en voedselveilige insectenkweek

DEPARTEMENT  
LANDBOUW  
& VISSERIJ

[www.vlaanderen.be/landbouw](http://www.vlaanderen.be/landbouw)



**HANDLEIDING VOOR INSECTENKWEKERS**  
**EN –VERWERKERS RICHTING EEN**  
**DUURZAME EN VOEDSELVEILIGE**  
**INSECTENKWEEK**



Deze brochure wordt u aangeboden door:



Met de financiering van:



### **Auteurs**

Thomas Spranghers (Hogeschool VIVES)  
Filip Wouters (Hogeschool VIVES)  
Sharon Schillewaert (Hogeschool VIVES)  
Lotte Froominckx (Thomas More Hogeschool)

### **Leescommissie**

Bart Mertens, Carl Coudron, Christine Breynaert, Christophe Keppens, Dominiek Vangansbeke, Dries Vandeweyer, Evelien Decuyper, Isabelle Laquière, Jeroen De Smet, Jonas Claeys, Katleen Van den Eynden, Leen Bastiaens, Leen Van Campenhout, Liesbeth Van Nieuwenhove, Lynn Biermans, Nikolaas Viaene, Paul Proost, Sara De Bolle, Veerle Van linden, Yves Arijs

### **Lay-out**

Evert Vanneste + Departement Landbouw en Visserij

### **Depotnummer**

D/2021/3241/169

Het is belangrijk om te benadrukken dat er nog geen uitgewerkte en vastgelegde protocols zijn voor insectenkweek en -verwerking. Om die reden beperken we ons in deze handleiding tot het aanreiken van de principes en aandachtspunten die horen bij de onderzochte technieken. De auteurs zijn geenszins verantwoordelijk voor problemen met insectenkweek en -verwerking die volgen uit het raadplegen en volgen van deze handleiding.

Vermenigvuldiging en/of overname van gegevens zijn toegestaan mits de bron expliciet vermeld wordt:

Handleiding voor insectenkwekers en -verwerkers richting een duurzame en voedselveilige insectenkweek.

Departement Landbouw en Visserij, Brussel.

© Vlaamse overheid

## INHOUDSTABEL

<b>Inleiding .....</b>	<b>6</b>
De rol en wenselijkheid van insecten	6
Opportunities van insecten voor beleid en maatschappij	7
<b>1 Wetgeving.....</b>	<b>9</b>
1.1 Starten met insectenkweek	9
1.2 Insecten voor humane voeding	9
1.2.1 Novel Food	9
1.2.1 FAVV-voorschriften	11
1.3 Insecten voor voeder	12
1.4 Voeder voor insecten	13
<b>2 Voeder.....</b>	<b>16</b>
2.1 Ingangscontrole, registratie en opslag van voeders	16
2.2 Voederhygiëne	16
2.3 Nutritionele behoefte en voederfrequentie	17
<b>3 Productiesystemen.....</b>	<b>22</b>
3.1 Productie met of zonder reproductie	22
3.2 Meeltor	22
3.2.1 Klimaat	22
3.2.2 Infrastructuur en materialen	23
3.2.3 Proces	24
3.3 Zwarte soldatenvlieg	26
3.3.1 Klimaat	26
3.3.2 Infrastructuur en materialen	26
3.3.3 Proces	28
3.4 Huiskrekel	30
3.4.1 Klimaat	30
3.4.2 Infrastructuur en materialen	30
3.4.3 Proces	33
3.5 Treksprinkhaan	36
3.5.1 Klimaat	36
3.5.2 Infrastructuur en materialen	36
3.5.3 Proces	38
3.6 Organisatie, onderhoud en opvolging kweekruimtes	39
3.6.1 Ruimtegebruik	39
3.6.2 Ventilatie	40
3.6.3 Kalibratie/controle/onderhoudstechnieken en sensoren	40
3.6.4 Alarmsystemen	40
3.7 Automatisatie	41
3.8 Hygiëne en ziektepreventie	43
3.9 Ongediertebestrijding	44
<b>4 Oogsten.....</b>	<b>50</b>
<b>5 Afdoden, bewaring, opslag en transport van insecten.....</b>	<b>53</b>
5.1 Afdoden door verhitten	53
5.2 Afdoden door invriezen	53
5.3 Bewaring, opslag en transport	53
<b>6 Restsubstraten en bijproducten van insectenproductie .....</b>	<b>56</b>
<b>7 Verwerkingsmethoden.....</b>	<b>59</b>

7.1	Hygiënisiestap	59
7.2	Verwerking	59
7.2.1	Integraal insect	59
7.2.2	Verwerking tot meel	62
7.2.3	Verwerking fractionering - bioraffinage	64
7.2.4	Extrusie	64
7.3	Contaminatie vermijden	65
7.4	Stabilisatie	66
<b>8</b>	<b>Verpakking.....</b>	<b>68</b>
8.1	Ingangscontrole verpakking	68
8.2	Informatie / etikettering	68
<b>9</b>	<b>Bedrijfsvoering – arbeid .....</b>	<b>71</b>
9.1	Arbeidsveiligheid	71
9.1.1	Allergenen	71
9.1.2	Luchtzuivering (filtratie)	72
9.2	Hygiëne	73
<b>10</b>	<b>Bedrijfsvoering: kweek en verwerking .....</b>	<b>75</b>
10.1	Voorzorgsprincipes	75
10.1.1	Voedselveiligheid, risico's (traceerbaarheid, stalen, ...)	75
10.1.2	Pathogenen, toxines, zware metalen	76
10.2	Energiebeheer	76
10.3	Emissiebeheersing	77
<b>11</b>	<b>Dierenwelzijn.....</b>	<b>79</b>
11.1	Vallen insecten onder dierenwelzijn?	79
11.1.1	Wettelijke blik	79
11.1.2	Biologisch - filosofische blik	80
11.2	Mogelijke impact van dierenwelzijn op insectenkweek	82
11.2.1	Inleiding	82
11.2.2	On-farm-welzijn	82
11.2.3	Transport	83
11.2.4	Slachten of doden van insecten	83
<b>12</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>84</b>
<b>13</b>	<b>Bijlage: blanco logboeken.....</b>	<b>89</b>

# INLEIDING

## DE ROL EN WENSELIJKHEID VAN INSECTEN

Dankzij de aandacht in het Vlaamse en internationale onderzoek en hun potentie als alternatieve voedingsbron, verschijnen insecten sinds september 2013 vaak in de Vlaamse media. Toen won Bugs' Food de prijs van de Brussels Sustainable Economy Academy en presenteerden gerenommeerde chefs de mogelijkheden van insecten in praatprogramma's. Maar de relatie mens – insect is soms verrassender dan alleen maar als bron van voedsel of diervoeder. Door de verscheidenheid aan insecten, hebben deze ook allemaal hun specifieke functie in ons ecosysteem en in het dagelijkse leven van de mens.

Wanneer insecten geen nieuwstopic worden als voedingsingrediënt, dan is het dikwijls hun bestuivingsfunctie in de natuur en de tuinbouw die benadrukt wordt. Helaas gaat dit samen met de moeilijkheden die diezelfde bestuivende insecten hebben. De populatie en verscheidenheid aan wilde bijen en hommels dalen heel sterk. De mens probeert deze lacune op te vangen door meer gekweekte hommels en honingbijen in te zetten. Maar ook deze laatste halen jaarlijks het nieuws door grote winterverliezen.

Producten van insecten kunnen ook gebruikt worden als grondstof voor materialen. Hierbij is het filament rondom de cocon van de zijderups het bekendste voorbeeld. Daarnaast bestaan er ook insecten als motten, ook een vlinderachtige, en kevers die kleding al of niet gewenst zullen aanvreten en zorgen voor de afbraak van oude kleren. Bij de taxidermie of bij het opkuisen van een kadaver wordt dankbaar gebruik gemaakt van bijvoorbeeld de coprakever. Insecten zijn dus een hulp bij het verwerken van organisch materiaal. Bij het omzetten van keukenafval en mest, in composthoop of weide, moeten insecten beschermd en gestimuleerd worden.

De relatie tussen mens en insect kan minder aangenaam zijn wanneer plagen onze economie hinderen of wanneer ze als vector dienen bij overdracht van ziekten. Hierbij wordt het ene insect als pest bestreden, maar hierbij worden evenzeer andere insecten als natuurlijke vijanden ingezet. De nuttige sluipwespen worden ingezet in de bestrijding van bepaalde schadelijke rupsachtigen, tripsen en vliegen.

En soms worden insecten gewoon als huisdier of kunstobject gehouden. Hierbij geldt vooral de sierwaarde van het dier. Frequent gehouden sierinsecten zijn kakkerlakken, wandelende takken, wandelende bladeren en vlinders. Naast de sierwaarde, kunnen insecten ook gehouden worden voor het geluid dat zij produceren. In niet-westerse culturen is dit gebruik meer ingeburgerd.

## OPPORTUNITEITEN VAN INSECTEN VOOR BELEID EN MAATSCHAPPIJ

Zowel vanuit het beleid als de maatschappij groeit de aandacht voor duurzame voeding en circulaire voedingssystemen. Hierdoor groeit enerzijds de druk binnen Europa om de zelfvoorzieningsgraad voor eiwit te verhogen. In realiteit komt dit vooral neer op het zoeken naar alternatieven voor de 'klassieke' dierlijke producten in onze voeding, en voor soja of vismeel in diervoeders. Hierbij komt de kweek van insecten in beeld als bron van hoogwaardig dierlijk eiwit voor humane en dierlijke voeding. Bovendien bevatten ze ook andere waardevolle nutriënten zoals vetten, chitine, vitaminen en mineralen.

Anderzijds biedt Insectenkweek kansen voor de vele reststromen die Europa moet verwerken. In een klimaat waarin grondstoffen rationeel worden gebruikt, krijgt afval een tweede leven. Afval wordt reststroom en deze stroom wordt een nieuwe grondstof. Insecten hebben de capaciteit om laagwaardige reststromen om te zetten in hoogwaardige toepassingen in de humane voeding, diervoeder of industriële toepassingen. Al moet dit binnen een strikt wettelijk kader gebeuren dat de (voedsel)veiligheid te allen tijde garandeert.





# 1 WETGEVING

## 1.1 STARTEN MET INSECTENKWEEK

Alle operatoren, dus ook insectenkwekers (hier ‘producenten’ genoemd) die in België actief zijn in de voedselketen moeten gekend zijn bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). Deze producenten moeten bij het FAVV geregistreerd worden volgens het KB van 16 januari 2006. Voor de uitoefening van bepaalde activiteiten is ook een toelating of een erkenning vereist (zie verder).<sup>1</sup>

Een landbouwnummer is niet verplicht, maar erkende landbouwers die voldoen aan de VLIF-voorwaarden kunnen wel in aanmerking komen voor 30% investeringssteun wanneer ze de noodzakelijke investeringen doen om insecten te kweken. Meer info over de voorwaarden en procedure, vindt u op [www.vlaanderen.be/landbouw/vlif](http://www.vlaanderen.be/landbouw/vlif)

Er is geen opleiding vereist om te starten met insectenkweek. De bacheloropleiding Dierenzorg geeft beperkte info over het kweken van insecten. In Nederland kunnen er trendcolleges en een basiscursus insectenkweken gevolgd worden. In België worden in het kader van het Introsect-project (2019-2023: zie H 4) stages aangeboden aan landbouwers die geïnteresseerd zijn om (gedeeltelijk) over te schakelen op insectenkweek.

Aan verschillende subsidies zijn wel opleidingsvereisten gekoppeld. Zie [www.vlaanderen.be/landbouw/subsidies](http://www.vlaanderen.be/landbouw/subsidies) voor de vereisten waaraan de steunaanvraag voor subsidies vanuit het Departement Landbouw en Visserij moet voldoen.

Stedenbouwkundige en milieuvergunningen zie [www.vlaanderen.be/landbouw/insecten](http://www.vlaanderen.be/landbouw/insecten) > wetgeving

Hieronder vindt u een overzicht van de wetgeving betreffende het gebruik van insecten voor humane voeding en diervoeder, evenals de voeders die aan de insecten worden gegeven. Over het restsubstraat dat bij de kweek achterblijft (mest, insectendeeltjes en niet-geconsumeerd voeder, het zogenaamde frass), leest u meer in hoofdstuk 7.

## 1.2 INSECTEN VOOR HUMANE VOEDING

### 1.2.1 Novel Food

Aangezien er geen afdoende bewijs is dat insecten voor 15 mei 1997 in significante mate werden gebruikt als menselijke voeding in Europa, worden insecten gezien als nieuw voedingsmiddel (of nieuw voedselingrediënt) in Europa. Ze vallen daarmee onder de Verordening (EU) 2015/2283 betreffende nieuwe voedingsmiddelen: [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/legislation\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/legislation_en)

Door het bestaan van een toenmalige juridische onzekerheid in het toepassingsgebied van de vroegere Europese Verordening EG (Nr) 258/97 met betrekking tot Nieuwe Voedingsmiddelen (“novel food”), hebben

---

<sup>1</sup> ‘Koninklijk besluit tot vaststelling van de nadere regels van de erkenningen, toelatingen en voorafgaande registraties afgeleverd door het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen’

de Belgische overheden de commercialisatie voor humane consumptie van 10 gehele insecten toegelaten op het Belgische grondgebied. De nieuwe Europese verordening (EU) 2015/2283, die van toepassing is sinds 1 januari 2018 en die Verordening EG (Nr) 258/97 vervangt, is daarentegen zeer duidelijk: alle producten op basis van insecten (niet enkel delen van insecten of extracten, maar ook gehele insecten en hun bereidingen) worden beschouwd als “novel foods”, door het gebrek aan bewijsmateriaal van een significante gebruiksgeschiedenis in de Europese Unie voor 15 mei 1997.

Het gedoogbeleid dat opgezet werd vóór 1 januari 2018 in België, werd voor sommige gehele insecten verdergezet op basis van de ingediende novel food toelatingsaanvragen vóór deze datum. De verlenging van dit gedoogbeleid gold dus enkel voor de insectensoorten en hun respectievelijke toepassingen die beschreven worden in de tijdig ingediende aanvraagdossiers. Het had dus niet alleen betrekking op het insect in kwestie maar ook het type bewerking die de gehele insecten ondergaan hebben en de categorieën van producten waarin de gehele insecten verwerkt worden. Vóór 2018 werden er door de Belgian Insect Industry Federation (BiiF) dossiers ingediend voor de huiskrekel (*Acheta domestica*), meeltor (*Tenebrio molitor*) en Europese treksprinkhaan (*Locusta migratoria*). Vóór 1 januari 2018 werd een toelatingsaanvraag ingediend voor deze insectensoorten en hun producten, waarvoor het tolerantiebeleid in België verder bleef gelden, in afwachting van een beslissing op Europees niveau, tot januari 2021: [https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/2018\\_01\\_revision\\_insects\\_stateoftheplay\\_nl.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/2018_01_revision_insects_stateoftheplay_nl.pdf)

Voor diverse insecten en hun producten werden dossiers ingediend vanuit verschillende Europese landen. U vindt een overzicht op volgende link:

[https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/authorisations/summary-applications-and-notifications\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/summary-applications-and-notifications_en)

Door een recente gerechtelijke uitspraak<sup>2</sup> moest het Belgische tolerantiebeleid herbekeken worden. De uitspraak geeft nu juridische zekerheid over het feit dat gehele insecten NIET vallen onder het toepassingsgebied van de oude novel food wetgeving. Bijgevolg werd het tolerantiebeleid opgeheven en vervangen door de overgangsmaatregelen in paragraaf 2 van artikel 35 van Verordening (EU) 2015/2283. De gehele insecten, en hun respectievelijke toepassingen die opgenomen zijn in de toelatingsaanvragen, die beantwoorden aan de criteria (omdat ze legaal in de handel gebracht werden vóór 1 januari 2018 en omdat een toelatingsaanvraag ingediend werd ten laatste vóór 1 januari 2019) zijn de volgende: huiskrekel (*Acheta domestica*), bandkrekel (*Gryllodes sigillatus*), meeltor (*Tenebrio molitor*), piepschuimkever (*Alphitobius diaperinus*) en de treksprinkhaan (*Locusta migratoria*).

Om deze soorten in de handel te mogen brengen moeten natuurlijk de algemene principes van de geldende levensmiddelenwetgeving worden nageleefd, onder meer de toepassing van de goede hygiënepraktijken, traceerbaarheid, meldingsplicht, etikettering (met vermelding van mogelijke allergenen), beheersing van chemische en microbiologische gevaren en de implementatie van een autocontrolesysteem gebaseerd op de HACCP-principes (zie hoofdstuk 2.2.2). Voor meer informatie raadpleeg de website van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV, <http://www.favv.be/professionelen/>) .Als u nog vragen hebt, contacteer dan uw Lokale Controle Eenheid via LCE) (<http://www.favv.be/professionelen/contact/lce/>).

<sup>2</sup> betreffende Case C-526/19 van 1 oktober 2020: <http://curia.europa.eu/juris/liste.jsf?lgrec=fr&td=%3BALL&language=en&num=C-526/19&jur=>

Voor een Novel Food in de handel mag worden gebracht, moet het onderworpen worden aan een wetenschappelijke evaluatie. Op basis hiervan zal al dan niet een toelating worden verleend voor het in de handel brengen van het betreffende product in de Europese Unie.

De algemene toelatingsprocedure vindt u in (uitvoerings)verordening (EG) Nr 2017/2469 en de Verordening (EU) 2015/2283 betreffende nieuwe voedingsmiddelen. Deze procedure bepaalt dat de aanvrager van de toelating een dossier indient bij de Europese Commissie. De wetenschappelijke beoordeling van het novel food wordt vervolgens gedaan door het Europese Agentschap voor Voedselveiligheid (EFSA). Op basis van deze beoordeling, en na consultatie van de lidstaten, neemt de Europese Commissie een uitvoeringsbesluit om het novel food al dan niet toe te laten.

De goedkeuringen zijn generiek, dit wil zeggen dat de nieuwe voedingsmiddelen door eender welke operator op de markt mogen worden gebracht, op voorwaarde dat de specificaties en gebruiksvoorwaarden die vastgelegd zijn in de toelatingen, gerespecteerd worden. Er is één uitzondering: indien het toelatingsdossier wetenschappelijke gegevens bevat die onder een gegevensbescherming vallen door exclusieve eigendom en die essentieel bevonden werden voor de evaluatie van de veiligheid, kan de toelating van het nieuwe voedingsmiddel beperkt worden tot de operator die de aanvraag heeft ingediend. De gegevensbescherming zal echter geldig zijn gedurende 5 jaar. Na deze termijn wordt de goedkeuring generiek.

Meer informatie over novelfoods vindt u op:

<https://www.health.belgium.be/nl/voeding/voedselveiligheid/nieuwe-voedingsmiddelen/wat-een-nieuw-voedingsmiddel>

<https://www.health.belgium.be/nl/faq-insecten-en-levensmiddelen-op-basis-van-insecten-voor-humane-consumptie>

Voor specifieke vragen kan u contact opnemen met de FOD volksgezondheid via het mailadres [novelfood@health.belgium.be](mailto:novelfood@health.belgium.be)

### 1.2.1 FAVV-voorschriften

Het FAVV heeft in een omzendbrief richtlijnen uitgeschreven voor het kweken en in de handel brengen van insecten en levensmiddelen op basis van insecten voor humane consumptie. Die vindt u via <http://www.favv.be/professionelen/levensmiddelen/omzendingen/>.

**Als kweker van insecten voor humane consumptie moet u zich registreren bij het FAVV. Het registratieformulier vindt u via [FAVV - Aanvraagformulier voor een registratie, een toelating en/of een erkenning \(afscab.be\)](#).** De rechtstreekse verkoop van levende dieren door de producent en ook het slachten van de insecten door methoden die de insecten niet wezenlijk veranderen, zoals koelen, invriezen of het gebruik van gas (CO<sub>2</sub>), worden momenteel beschouwd als impliciete activiteiten van het kweken. Andere slachtmethoden worden gebruikt, zoals een hittebehandeling (kokend water ...) worden beschouwd als een verwerking van de insecten. In dat geval vormt deze activiteit geen impliciete activiteit van het kweken.

**Een verwerkende operator moet een autocontrolesysteem ontwikkelen** dat gebaseerd is op de principes van Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), en waarin onder andere de gevaren die bij de



verwerkingsstap horen, opgenomen zijn ([2011-06-27\\_circulaire-HACCP-V7-nl.pdf \(favv.be\)](https://www.favv.be/sites/default/files/2011-06-27_circulaire-HACCP-V7-nl.pdf)). De kweker van insecten die de verwerkingsstap uitvoert, is verplicht om een bijkomende activiteit bij het FAVV te registreren.

Momenteel is voor operatoren die insecten of levensmiddelen op basis van insecten in de handel brengen voor humane consumptie, een **toelating** van het FAVV vereist. Dit hangt af van de activiteit die de operator uitvoert, bv. detailhandel levensmiddelen, fabrikant chocolade, horeca, ...

In de nabije toekomst zullen de Europese regelgeving en de nationale wetgeving wijzigen en een **erkenning** opleggen voor de bepaalde verwerkingsactiviteiten van insecten en levensmiddelen op basis van insecten voor humane consumptie. Voor meer informatie, zie <http://www.favv.be/professionelen/erkenningen/>

### 1.3 INSECTEN VOOR VOEDER

In de nasleep van de BSE-crisis werd een totaalverbod ingesteld op het voederen van landbouwhuisdieren met dierlijke eiwitten (EG 2000/766, 999/2001, 767/ 2009, 1069/2009). Dit wil zeggen dat insecten - als landbouwhuisdier - niet gevoederd mogen worden met dierlijke eiwitten, en dus dat insecten niet gevoederd mogen worden aan landbouwhuisdieren. Tegenwoordig is er bijkomend een reeks uitzonderingen gemaakt voor verwerking in voeder voor aquacultuur. Het gaat om de volgende zeven insecten (Tabel 1).

Insectensoorten toegelaten voor aquacultuur	
De zwarte soldatenvlieg	<i>Hermetia illucens</i>
De huisvlieg	<i>Musca domestica</i>
De meeltor	<i>Tenebrio molitor</i>
De piepschuimkever	<i>Alphitobius diaperinus</i>
De huiskrekel	<i>Acheta domesticus</i>
De dierentuinkrekel	<i>Gryllodes sigillatus</i>
De steppenkrekel	<i>Gryllus similis</i>

Tabel 1: insectensoorten toegelaten voor aquacultuur

Op het moment van publicatie van deze handleiding mogen deze insecten (of delen hiervan) gebruikt worden als voeder in de aquacultuur (EU 893/ 2017). Daarnaast mogen alle insecten gevoederd worden aan huisdieren en levend gevoederd worden aan niet-herkauwers, hoeve- en gezelschapsdieren. Ten slotte kunnen de gezuiverde vetten worden gebruikt in alle voeders. Daarnaast mogen alle insecten gevoederd worden aan huisdieren en levend gevoederd worden aan niet-herkauwers, hoeve- en gezelschapsdieren. Ten slotte kunnen de gezuiverde vetten worden gebruikt in alle voeders.

Insecten die gebruikt worden als veevoeder, moeten geproduceerd en verwerkt worden volgens de normen van de veevoederwetgeving. Dit zijn dezelfde normen waaraan ook het voeder voor de insecten zelf moet voldoen. Dode insecten en producten van dode insecten moeten eerst verwerkt worden in een door de Belgische Gewestelijke overheden erkende categorie 3-verwerker voor deze ingezet kunnen worden als diervoeders (EG 1069/2009).

## 1.4 VOEDER VOOR INSECTEN

Om de productie van insecten economisch rendabel en duurzaam te maken, wordt het gebruik van nevenstromen als voeders vaak voorgesteld. Echter, niet alle nevenstromen mogen gebruikt worden als voeder voor insecten. Bovendien moeten de toegelaten stromen voldoen aan enkele voorwaarden.

Insecten worden volgens de Europese verordening 1069/2009 (art. 3 definitie 6) beschouwd als landbouwhuisdieren. Dit betekent dat de substraten die gebruikt worden als voeder voor insecten moeten voldoen aan de wetgeving die hierop van toepassing is:

Alleen als voeders afkomstig zijn van bij het FAVV geregistreerde bedrijven en voldoen aan de wetgeving die op de diervoedersector van toepassing is, mogen ze gebruikt worden.

<http://www.favv.be/dierlijkeproductie/dierenvoeding/insekten/default.asp>

Als basis geldt verordening (EG) nr. 183/2005 waarin de voorschriften inzake hygiëne tijdens de productie, de handel en het gebruik van diervoeders beschreven staat. Deze verordening regelt eveneens de erkenning en registratie van operatoren.

Verordening (EG) nr. 767/2009 bepaalt de voorwaarden voor de handel en het gebruik van voedermiddelen en mengvoeders. Zo mogen dieren in de EU alleen met veilig voeder gevoederd worden. Het voeder mag geen producten bevatten van de negatieve lijst van bijlage III van deze wetgeving, o.a. uitwerpselen en inhoud van het spijsverteringskanaal, met looistof behandelde huiden, zaden en plantaardig teeltmateriaal na de oogst met gewasbeschermingsmiddelen behandeld, hout, afvalwater, stadsafval en verpakkingsmateriaal. Bovendien mag een voedermiddel of een mengvoeder alleen in de handel gebracht worden indien de verplichtte etiketteringsvoorschriften gevolgd worden.

Daarnaast stelt de BSE-wetgeving (Verordening (EG) nr. 999/2001) dat het voeder voor landbouwhuisdieren geen dierlijke eiwitten mag bevatten die niet toegelaten zijn volgens deze wetgeving.

Bovendien gelden er strenge voorwaarden voor de producten van dierlijke oorsprong die als diervoeder mogen worden gebruikt. Deze zijn opgenomen in de dierlijkebijproductenwetgeving (Verordening (EG) nr. 1069/2009). Deze wet verbiedt bovendien om landbouwhuisdieren te voederen met mest of keukenafval en etensresten, onbewerkte voormalige voedingsmiddelen die vlees of vis bevatten.

Samengevat mogen voor niet-herkauwende landbouwhuisdieren (waaronder insecten vallen) enkel volgende dierlijke producten als voeder gebruikt worden:

- melk, producten op basis van melk, melkderivaten, biest en biestproducten
- eieren en eiproducten
- collageen en gelatine afkomstig van niet-herkauwers
- gehydrolyseerde eiwitten afkomstig van delen van niet-herkauwers en van huiden en vellen van herkauwers
- vismeel en mengvoeders met vismeel
- dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat van dierlijke oorsprong en mengvoeders met dergelijke fosfaten

- van niet-herkauwers afkomstige bloedproducten en mengvoeders met dergelijke bloedproducten
- honing
- gesmolten vet.

Een volledig overzicht van de diervoederwetgeving vindt u op de website van de FOD Volksgezondheid:  
<https://www.health.belgium.be/nl/dieren-en-planten/dieren/dierenvoeding/overzicht-diervoederwetgeving>









## 2 VOEDER

### 2.1 INGANGSCONTROLE, REGISTRATIE EN OPSLAG VAN VOEDERS

Bij ontvangst van de diervoeders moet er een **ingangscntrole** gebeuren op de volgende punten:

- producten moeten voorzien zijn van correcte etikettering en documenten
- verpakte producten mogen niet beschadigd zijn
- producten mogen niet bedorven of beschimmeld zijn

Bij de ontvangst moeten de voeders eveneens geregistreerd worden. Bij deze registratie moet volgende opgenomen worden:

- naam en aard van het voeder
- naam, adres en registratienummer (FAVV) van de leverancier
- datum ontvangst
- hoeveelheid
- lotnummer (indien van toepassing)
- houdbaarheidsdatum (indien van toepassing)

Diervoeders moeten **opgeslagen** worden zodat:

- ze niet in contact kunnen komen met meststoffen, biociden, afval, ...
- ze makkelijk te identificeren zijn
- morsen of weglekken tot een minimum wordt herleid
- bederven of schimmelvorming vermeden wordt. Typisch is het onderscheid tussen verse (natte) producten en droge producten. In het eerste geval is gekoelde of zelfs diepgevroren opslag aangewezen, in het tweede geval kan opslag mogelijk zijn bij kamertemperatuur (20-25 °C) in een afgesloten recipiënt op een droge plaats. Volg steeds de instructies op
- ongedierte niet bij het voeder kan komen zodat verontreiniging met uitwerpselen daarvan wordt voorkomen

### 2.2 VOEDERHYGIËNE

Het gebruik van verontreinigde diervoeders en drinkwater kan de primaire productie in gevaar brengen. Goede hygiënemaatregelen kunnen verontreiniging van diervoeders voorkomen. In deze paragraaf wordt gefocust op het voeder, voor verdere hygiëne op het bedrijf leest u meer in hoofdstuk 4.8.

De ruimte waarin u diervoeders opslaat of behandelt moet u goed kunnen reinigen.

Zorg ervoor dat u deze ruimte een aantal keer per jaar volledig vrij kan maken zodat u ze grondig kan reinigen en ontsmetten. Voorzie hiervoor een reinigingsprocedure.

Het materiaal dat u gebruikt om de dieren te voederen, moet na het voederen steeds gereinigd en ontsmet worden. Voorzie hiervoor een reinigingsprocedure. Na reiniging moet u de materialen ook zodanig opslaan, dat deze niet verontreinigd worden.

Diervoeders mogen niet in contact komen met meststoffen, biociden, afval enz. Daarom kan u diervoeders best op een afgesloten plaats bewaren, waar verontreiniging met deze contaminanten niet kan voorkomen. Zorg er bijvoorbeeld voor dat afval/mest en de voeders elk aan verschillende kanten van het gebouw of de site verlaten/opgeslagen worden.

Een **ongediertebestrijdingsplan** moet voorkomen dat ongedierte (knaagdieren, vogels en ongewenste insecten) in contact komt met voeders (zie [https://www.varkensloket.be/Portals/63/Documents/varkens\\_gezond\\_houden\\_brochure.pdf](https://www.varkensloket.be/Portals/63/Documents/varkens_gezond_houden_brochure.pdf) p. 46-53). Zorg er dus voor dat het ongedierte niet in het gebouw binnen kan, is dat toch het geval, dan moet u het bestrijden (voor insectenplagen zie ook hoofdstuk 4.9).

Om te voorkomen dat ongedierte binnen kan, mogen er in afgesloten ruimten geen gaten of kieren zijn. Voor knaagdieren mogen openingen niet groter dan 5 mm zijn. Gebruik bij openingen voor ventilatie ook insectengaas met een opening kleiner dan 1,5 mm.

Voor het verdelgen van ongedierte in ruimtes waar voeder opgeslagen of behandeld wordt, mag u enkel toegelaten biociden gebruiken (zie <https://www.health.belgium.be/nl/lijst-van-toegelaten-biociden-en-jaarverslag>). Voor het bestrijden van vliegende insecten kan u UV-lampen gebruiken die insecten aantrekken en verdelgen.

Voor muizen en ratten plaatst u het best gesloten veilige vallen (mechanisch, lokaas).

Bewaar steeds een grondplan met daarop een overzicht en de technische info van de gebruikte lokazen. Hou eveneens een overzicht van alle ondernomen acties bij.

Indien bovengenoemde technieken niet volstaan, doet u best een beroep op een gespecialiseerde bestrijdingsfirma.

## 2.3 NUTRITIONELE BEHOEFTE EN VOEDERFREQUENTIE

De hoofdbestanddelen in voeders zijn eiwitten, koolhydraten, vetten, vitaminen en mineralen. Deze moeten in een bepaalde onderlinge verhouding tot elkaar staan en variëren per soort voeder. Kennis over de optimale nutritionele samenstelling en voederfrequentie van het voeder voor insecten staat nog in zijn kinderschoenen. Hieronder wordt alsnog een overzicht gegeven over substraten die als voeder gebruikt kunnen worden.

**Meeltor:** *Tenebrio molitor* wordt gevoed met zowel een droge voedingsbron als een vochtige voedingsbron. Als droge voedingsbron worden standaard tarwezemelen gebruikt. Hiervan moet een voldoende grote hoeveelheid gegeven worden zodat de insecten er gedurende langere tijd van kunnen eten. De eieren of larven worden best vanaf het begin (bij opstart) voorzien van de droge voedingsbron. Larven tot 3 weken oud zijn zeer klein. Zolang de luchtvochtigheid optimaal is (80% RV), is er geen vochtige voedingsbron nodig. Na 2-3 weken krijgen de larven ook een vochtige voedingsbron. Hiervoor worden wortels gebruikt (reststromen zoals witloofwortels zijn ook perfect bruikbaar). Door de wortels fijn te hakselen en gelijkmatig te verspreiden, verkrijgt men een homogene groei en kan alles volledig

worden verwerkt door de larven. Daardoor hoeven de restanten niet verwijderd te worden uit de kweekbak.

Hieronder wordt een voorbeeld gegeven van een voederschema voor de droge en vochtige voedingsbron (Tabel 2). De meelwormen werden hier gekweekt bij 26 °C en 60% relatieve vochtigheid. Deze tabel toont de hoeveelheid voeder die moet worden toegevoegd aan een kweekbak met een oppervlakte van 2.400 cm<sup>2</sup>. Kweekbakken van deze grootte hebben een opbrengst van ± 2 kg meelwormen per kweekbak. Hierbij werd er gestart met 12 g eitjes. Echter, mogelijks zal er van dit schema afgeweken worden afhankelijk van de densiteit van de meelwormen, het klimaat en het type voeder dat toegediend wordt.

Wanneer het droog voeder (bijna) volledig is verwerkt tot frass, het restsubstraat bestaande uit mest, insectenresten en niet-geconsumeerd voeder, moet er onmiddellijk worden bijgevoerd. De vochtbron wordt bijgevoerd met een frequentie van 3x per week (Tabel 2).

Voederschema per week per kweekbak van droog en vochtig voeder		
Leeftijd meelwormen	Hoeveelheid droog voeder (g)	Hoeveelheid vochtig voeder (g)
0 week (opstart)	800	
2-4 weken		3 x 60
5 weken		3 x 60
6 weken	3400	3 x 200
7 weken		3 x 300
8 weken		3 x 300

Tabel 2: Voederschema per week per kweekbak van droog en vochtig voeder (Introsect, 2020)

**Zwarte soldatenvlieg:** *Hermetia illucens* larven kunnen gekweekt worden op een brede waaier aan substraten, gaande van kippenvoeder tot reststromen, zoals bierdrif, aardappelpersvezel en appelpulp. Gewasresten (bloemkoolbladeren, spruitkoolstokken –en bladeren, bonenloof, witloofwortels, ...) kunnen eveneens gebruikt worden indien ze aangevuld worden met andere grondstoffen (bv. uit de varkenshouderij) om een uitgebalanceerd zwartesoldatenvliegdiëet te verkrijgen (voorbeeld van een volledig voeder: 65 % protiwanze, 10 % aardappelpuree en 25 % maisglutenvoer). Larven van de zwarte soldatenvlieg worden gevoerd met natte substraten. De vochtigheid van deze substraten ligt tussen de 60-80%. Voor een optimaal voeder streven we initieel naar een voeder met 30% droge stof, waarvan 15% eiwitten, 40% niet-vezel-koolhydraten en 2% vet. Kippenvoeder wordt gangbaar gebruikt en bevat doorgaans 15-20% ruw eiwit, 50-60% niet-vezel-koolhydraten en 2,5-7% ruw vet (op drogestofbasis).

Doorgaans wordt er 100 mg/larve per dag gevoerd vanaf dag 6 tot aan de oogst, maar dit varieert naargelang het soort voeder. Bij kippenvoeder is 75 mg/larve/dag reeds voldoende. Indien de larven echter gebruikt worden voor de productie van vliegen (reproductie) dan wordt eveneens 100 mg/larve/dag aangeraden. Larven kunnen dagelijks gevoerd worden, of éénmalig bij de start van de kweek. Voor de juveniele larven (ei tot 6 dagen) wordt best een hoogwaardig voeder gebruikt (zoals kippenvoeder). Het gebruikte voederregime bedraagt per gram eieren 500 g voeder van 70% vochtigheid. Omdat *H. illucens* in het voeder leeft, moet u steeds voldoende voedsel toevoegen zodat de larven niet

uitgehongerd raken. Anderzijds zou al het voeder bij de oogst verteerd moeten zijn om verspilling tegen te gaan en te komen tot een afzefbare restfractie waarvan de larven gescheiden kunnen worden.

**Huiskrekkel:** *Acheta domesticus* wordt meestal opgekweekt met kippenmeel (16-22% eiwit). Onderzoek toont aan dat bijproducten van de voedselproductie gebruikt kunnen worden, maar dat het moeilijk is om op deze manier aan alle nutritionele behoeftes te voldoen. Desondanks kan een dieet 60% zemelen of tot 40% bierdrif bevatten zonder dat er groeivermindering optreedt. Als vochtbron kunnen wortelschijfjes of vrij water (enkel voor de oudere nimfen) worden aangeboden (best ondiep en niet stilstaand, dit is belangrijk voor de overleving en hygiëne: zie verder in hoofdstuk 4). Verschillende onderzoeken toonden reeds aan dat wortelschijfjes geen nutritionele meerwaarde geven. Krekels gaan efficiënter om met drinkwater dan varkens en pluimvee. Voor de productie van 1 kg krekels is er 1,8 L water nodig terwijl dat voor varkens 4,6 L is. Kippen nemen ongeveer 2 L water op per kg droog voeder, voor krekels is dat slechts 1,1 L.

Volgens voormalige krekeltwekerij Little Food hebben de pas uitgekomen nimfen een eiwitgehalte nodig dat boven de 20% ligt voor een optimale groei en overleving. Voor de latere fases mag dit iets lager zijn en kunnen reststromen gebruikt worden zoals perskoek van lijnzaad- en zonnebloemolieproductie, graanzemelen en kortmeel. Er werd ook nat gevoederd in de vorm van wortels, appels en citroenen.

Tijdens de 30 dagen van hun leven eten 1 kg krekels ongeveer 2 kg voeder. Een kooi met 35 kg krekels moet dus 70 kg voeder eten (zie Tabel 3 voor voederschema).

Voederschema per week per kooi van 35 kg van droog en vochtig voeder		
Leeftijd krekels	Hoeveelheid droog voeder (kg)	Hoeveelheid vochtig voeder (kg)
0 week (opstart)	2	
1 week	2 x 3,6	
2 weken	4 x 5	2
3 weken	3 x 10,5	4
4 weken	2	

Tabel 3: Voederschema per week per kooi van 35 kg van droog en vochtig voeder (Little Food, 2020)

**Treksprinkhaan:** *Locusta migratoria* wordt gevoederd met verschillende grassoorten, standaard wordt hiervoor vers gras gebruikt, aangevuld met haver. Zowel nimfen als sprinkhanen worden gevoederd met hetzelfde dieet. Het gras moet dagelijks toegediend worden. Gelijktijdig moet het oude gras uit de kooien worden verwijderd. Vers gras geniet de voorkeur, aangezien in oud gras bepaalde bestanddelen (zoals een groot deel van het vocht en hormonen) reeds verloren zijn gegaan. Een grasveld waar het gras niet wordt gemaaid, is dus een pluspunt. Het gewicht van vers toegevoegd gras moet ongeveer gelijk zijn aan het totaal gewicht van de sprinkhanen die aanwezig zijn in de kooi ( $\pm 2$  g per adult). Naast vers gras wordt een droogvoeder, zoals haver of tarwezemelen, ter aanvulling van het dieet *naar beleven* aan de sprinkhanen aangeboden. Dit droogvoeder kan op een schaalte in de kooi worden geplaatst. Voeder *naar beleven* aanbieden zorgt niet enkel voor een optimale groei, maar gaat ook kannibalisme binnen de kolonie en het eten van kadavers tegen. Het is niet nodig om extra water te voorzien in de

sprinkhanenweek. Wanneer de sprinkhanen dagelijks worden voorzien van voldoende vers gras, zullen zij hieruit vocht halen.





### 3 PRODUCTIESYSTEMEN

In deze handleiding wordt een overzicht gegeven van wat er allemaal komt kijken bij de productie van de verschillende soorten. De praktische aspecten voor het kweken van meeltor en zwarte soldatenvlieg werden gebundeld uit de geïllustreerde hands-onkweekhandleidingen die tijdens het VLAIO-LA project Introsect ontwikkeld werden (voor huiskrekkel en treksprinkhaan nog onder constructie):

<https://www.inagro.be/Wie-is-Inagro/Projecten/project/157>

Onderstaande productiesystemen zijn hoofdzakelijk gebaseerd op pilootkweekopstellingen van onderzoeksinstellingen. Door voortschrijdende inzichten wordt er steeds verder geoptimaliseerd en er bestaan dus nog geen gestandaardiseerde systemen. Informatie van commerciële bedrijven is schaars, met uitzondering van het voormalige krekkelbedrijf Little Food. Het bedrijf is gestopt in 2019, maar was wel bereid om zijn ervaringen te delen. Hun systeem vormt een mooie basis, maar moet ook nog verder geoptimaliseerd worden.

#### 3.1 PRODUCTIE MET OF ZONDER REPRODUCTIE

U kunt ervoor kiezen om de insecten enkel te produceren of ze ook te reproduceren. Als u pas begint als kweker of gebonden bent aan een bepaalde periode, dan is productie het interessantst. Voor productie beperkt de kweek van **meeltor en zwarte soldatenvlieg** zich tot de volgroeide larven (geen verpopping en daaruit volgende vliegenkweek). Voor **krekel en sprinkhanen** wordt dan tot de start van het volwassenstadium gekweekt. De eitjes of jonge larven/nimfen koopt u aan bij andere kwekers en u kweekt ze tot ze oogstklaar zijn. Daarna verlaten ze uw bedrijf. Wilt u als bedrijf zelfvoorzienend zijn in eiproduktie, dan doorloopt u de volledige levenscyclus van de insecten en laat u ze eitjes produceren voor een nieuwe populatie. U hoeft de startpopulatie dus slechts eenmaal aan te kopen. Het is wel aangeraden af en toe een nieuwe populatie te introduceren in de bestaande kweek, om ze van genetische diversiteit te voorzien.

#### 3.2 MEELTOR

##### 3.2.1 **Klimaat**

Meelwormen worden doorgaans gekweekt bij een constante temperatuur van 25 tot 28 °C. Ze ontwikkelen het snelst bij een omgevingstemperatuur van 31 °C. Toch wordt dit niet aangeraden omdat actieve meelwormen zelf ook warmte produceren en temperaturen boven 31 °C nadelig zijn voor de groei. Tot 12 °C zullen de larven groeien, weliswaar sterk vertraagd. Meelwormen kunnen ook lang overleven bij lagere temperaturen (5 °C), zoals bij bewaring in de frigo.

Een hoge relatieve vochtigheid (60 -75%) is voordelig voor een snelle ontwikkeling van de meelworm. Maar bij een relatieve vochtigheid hoger dan 80 % kunnen er problemen ontstaan met het voeder waarin de larven leven. Het doorgaans droge voeder wordt dan vochtig en kan daardoor beschimmelen. Hoge vochtigheid kan ook leiden tot de ontwikkeling van meelmijt (zie hoofdstuk 4.9). Dit is een mijt die van nature voorkomt op graanproducten. Er wordt daarom vaak gekozen om de relatieve vochtigheid in te stellen op maximaal 75% als compromis tussen optimale groei en het behoud van een hygiënische kweek.

De meelwormen kunnen ook in minder vochtige condities gekweekt worden, dit heeft wel een weerslag op de ontwikkelingssnelheid.

Zowel de larven als de kevers groeien beter in donkere omstandigheden, ze zijn ook lichtgevoelig en zullen zich dieper ingraven bij aanwezigheid van licht.

### 3.2.2 Infrastructuur en materialen

Benodigheden voor de kweek van meelwormen (Kweekhandleiding Meelworm, 2020)	
Kweekruimte met klimaatsturing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sturing tot 27 °C en 60% RV. Eventueel kunnen bevochtigers en/of verwarmingsapparaten gebruikt worden.</li> <li>• Luchtverplaatsing en -verversing</li> <li>• Logger ter controle van het klimaat is aangeraden</li> <li>• Koeling (optioneel)</li> </ul>
Kweekbakken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De kweekbak moet een voldoende oppervlak (<math>\pm 2.400 \text{ cm}^2</math>) en gladde zijanten hebben</li> <li>• Om voldoende luchtverversing te garanderen zijn opstaande hoeken aan te raden</li> <li>• De kweekbak moet stapelbaar zijn voor maximale ruimtebenutting en om licht en ongedierte tegen te houden</li> <li>• Indien geen reproductie op het bedrijf, moet voor iedere bak per kweekronde een startcultuur van 1 week oude meelwormen aangekocht worden</li> </ul>
Bakcentransport	Transpallet, steekkar ...
Bakkenwasser	Hogedrukreiniger of wasstraat (afhankelijk van de schaal van de kweek)
Hakselaar	Optioneel, om grove voeders te verkleinen (bv. vochtige voedingsbronnen)
Weegschaal	Voor het afwegen van het voeder (tot 15 kg) en het gewicht van de larven (0,1 g)
Zeef (oogsten meelwormen)	Draadzeef met maaswijdte 2-3 mm of trilzeef (zie H 5)
<b>Reproductie</b>	
Eilegzeef	Optioneel, maaswijdte 2 mm
Larven-poppen zeef	Fish grader, maaswijdte 3,5 mm (zie H 5)
Scheider voor dode torren	Optioneel, om dode torren van levende exemplaren te scheiden. <i>Zie hieronder.</i>

Tabel 4: Benodigheden voor de kweek van meelwormen (Kweekhandleiding Meelworm, 2020)

Scheiden van dode en levende kevers: wanneer een nieuwe eilegbak wordt opgestart, zal een deel van de kevers afgestorven zijn. Deze kunnen worden afgescheiden van de gezonde kevers door een eierkarton toe te voegen aan de kevers, de gezonde kevers zullen op het eierkarton klimmen. De dode kevers kunnen ook worden afgescheiden van de gezonde kevers door middel van een mechanische scheider (zie Figuur 1). De gezonde kevers zullen zich vasthechten op het gaas van de transportband terwijl de dode kevers terug naar beneden vallen. Kan eveneens gebruikt worden om poppen van kevers te scheiden.





Figuur 3: mechanische keverscheider (Inagro, 2020)

### 3.2.3 Proces

Het is aangeraden om larven voor productie te scheiden van de populatie voor reproductie. Meelwormen voor reproductie zitten het best met minder in een kweekbak (5.000 meelwormen) dan larven voor productie (10.000 - 15.000 larven). Zo hebben de meelwormen meer ruimte om te groeien, zullen ze beter verpoppen en verkrijgt u grotere en gezondere kevers. Een startpopulatie (aangekocht of uit eigen reproductie) is meestal een mengsel van droog voeder en jonge meelwormen. In totaal heb je ongeveer 2,1 kg tarwezemelen nodig per kg meelwormen (dus 4,2 kg in een kweekbak). Dit getal moet u verminderen met het gewicht van de startpopulatie (het gewicht van de eitjes / jonge meelwormen is verwaarloosbaar). Larven tot en met 3 weken oud zijn zeer klein. Zolang de luchtvochtigheid optimaal is, hoeft u hen geen nat voeder te geven. De larven blijven in hun droog voeder zitten. Vanaf 4 weken geeft u de meelwormen 3 keer per week nat voeder, tot aan het vasten voor de oogst. Vanaf 8 weken kijkt u na of de larven nog voldoende droog voeder hebben. Als de toegediende hoeveelheid nat voeder niet verwerkt is tegen de volgende voederbeurt, vermindert u de hoeveelheid om beschimmelings van het droge voeder te voorkomen. Als er geen of zeer weinig restanten van het nat voeder in de kweekbak liggen, mag u meer geven.

Na 8 tot 11 weken zijn de meelwormen volgroeid en kunt u ze oogsten. Het exacte tijdstip is afhankelijk van verschillende factoren. Als de meelwormen volgroeid zijn, zullen ze zich minder snel voortbewegen en niet meer bijkomen in gewicht. Het groene punt op onderstaande groeicurve geeft aan op welk moment in de groeifase u de meelwormen moet oogsten. Vaak is er echter wat variatie in de bakken en moet u oogsten wanneer je de eerste poppen ziet. Vooraleer de meelwormen oogstklaar zijn, moeten ze 1 à 2 dagen vasten. Ze worden dan niet meer bijgevoerd. Als het voeder verwerkt is, blijft er enkel frass over (de restfractie van voeder, insecten, larven of eitjes en uitwerpselen). Dit kunt u eenvoudig afzeven. Als u de meelwormen langer dan 2 dagen uithongert, zal dit leiden tot een verminderd gewicht per exemplaar.

Als u er voor kiest om aan reproductie te doen, en een aantal meelwormen dus laat verpoppen, moet u rekening houden met kannibalisme. Voornamelijk de immobiele stadia, ei en pop, kunnen beschadigd worden door de meelwormen en de kevers. Om uitval van poppen door kannibalisme te vermijden is het belangrijk meelwormen en poppen van elkaar te scheiden wanneer de meelwormen beginnen te verpoppen. De meelwormen zijn smaller en beweeglijker dan de poppen. U kunt de poppen afzeven met



een staafzeef of fish grader (maaswijdte 3,5 mm). De poppen blijven achter op de zeef, terwijl de meelwormen en het restsubstraat door de zeef vallen. Zodra de meelwormen beginnen te verpoppen, zeeft u ze 1 tot 3 keer per week af. Hoe vaker u afzeeft, hoe beter het kannibalisme onder controle blijft, maar hoe meer werk voor u als kweker. Het duurt ongeveer 4 weken voor alle meelwormen uit een kweekbak verpopt zijn.

Poppen van dezelfde leeftijd uit verschillende kweekbakken mag u samenvoegen. Na een week zullen ze gelijktijdig transformeren tot kevers. Op die manier blijft het kannibalisme minimaal. De meeltorren hebben dezelfde voedergewoonten als hun larven. Ze eten dus ook tarwezemelen als droog voeder en wortelen (of andere groenten of fruit) als nat voeder. Voeder de meeltorren volgens hun behoefte. Ziet u voornamelijk frass in de kweekbak, voeder dan bij met droog voeder. Is het nat voeder volledig verwerkt, voeder dan bij de volgende voederbeurt iets meer. De meeltorren eten minder dan de meelwormen: zij moeten immers niet meer groeien. De meeltorren leggen hun eieren in het droogvoeder op de bodem van de kweekbak. Het voeder dient dus ook als substraat voor de eileg.

Eieren worden geproduceerd in de hiervoor bedoelde kweekbakken. Per kweekbak (60 x 40 cm) houdt u 200 gram kevers. Door de kannibalistische aard van meeltorren kan het gebeuren dat de kevers de eitjes opeten, zeker wanneer er veel kevers voor langere tijd in hetzelfde substraat leven. Kannibalisme kan u grotendeels vermijden door de meeltorren op een zeef te plaatsen. De eitjes vallen door de zeef en zijn zo onbereikbaar voor de kevers. De zeef heeft een maaswijdte van 2 mm, is bij voorkeur van roestvrij staal en moet makkelijk te reinigen zijn. Voorzie altijd droog voeder op én onder de zeef. U kan de eilegzeef aankopen of zelf maken. Verplaats de eilegzeef tweemaal per week van de oude eilegbak naar een nieuwe. De oude eilegbak mag u naar de productieruimte verhuizen. Een eilegzeef gebruiken is geen vereiste. De kevers zullen op deze manier wel meer eitjes produceren, maar u hebt er als kweker ook meer werk aan.

Gebruikt u geen eilegzeef, dan bevinden de kevers zich tussen het substraat en de eieren. Met een 3 mm-zeef kan u de kevers van het droge voeder en hun eitjes scheiden. Het droge voeder met de eieren gaat terug in de oude eilegbak, aangezien er ook nog eitjes aan de bodem van de bak blijven plakken. Deze eilegbak verplaatst u nu naar de productieruimte. Voor de kevers start u een nieuwe eilegbak op. De opbrengst (het aantal meelwormen) per bak is afhankelijk van het aantal kevers en de tijd die ze in een bak doorbrengen. U kan zelf met onderstaande formules aan de slag gaan.

$$\log_{10}(\text{aantal meelwormen}) = 1,79 + 0,636 * \text{keverdagen} + 1,87 * 10^{-4} * \text{oppervlakte kweekbak (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Keverdagen} = \log_{10}(\text{kevers (g)} * \text{eilegduur (dagen)})$$

Wilt u de hoeveelheid eitjes exact bepalen en uw opbrengst exact(er) voorspellen, kies dan voor tarwebloem in plaats van tarwezemelen in de eilegbak voor de kevers. Tarwebloem kan u afzeven met een 500 µm-zeef, zodat de eieren op de zeef achterblijven. Zo kan u het totale gewicht van de eieren bepalen. Uit onze ondervindingen blijkt dat 1 meeltorei gelegd in tarwe bloem gemiddeld 0,6 mg weegt. U gebruikt het best een eilegzeef zodat de tarwebloem langer zuiver blijft. Meer contaminatie (bv. restanten van kevers) maakt het moeilijker om de tarwebloem af te zeven en leidt tot een minder correcte bepaling van de opbrengst. Nadien legt u de afgezeefde eitjes terug in de tarwezemelen.

### 3.3 ZWARTE SOLDATENVLIEG

#### 3.3.1 Klimaat

Om een tropisch klimaat te simuleren moet het ook warm en vochtig genoeg zijn. Recent onderzoek heeft aangetoond dat het aantal eitjes per wijfje maximaal is (tot 1200/wijfje) bij een temperatuur van ongeveer 30 °C. De optimale temperatuur voor de volledige kweek ligt tussen de 27 °C en 30 °C. Dit is wel sterk afhankelijk van het gebruikte voeder en leeftijd van de larven: gedurende de eerste week groeien larven beter bij 30 °C, daarna is 27 °C genoeg. De vochtigheid van het voeder is zeer belangrijk en zal veranderen gedurende de kweek. Dit komt omdat de larven zelf de temperatuur van het voeder kunnen verhogen (tot 50 °C), waardoor veel vocht verdampt. Als het voeder te droog wordt, dan stopt de groei.

Vliegen verkiezen eerder tropische omstandigheden (30 °C en 80% relatieve vochtigheid). Een hoge luchtvochtigheid zorgt ervoor dat de vliegen en eitjes beter kunnen overleven. Sommige kwekers hebben een vernevelsysteem per kooi om zo enkele keren per dag voor een fijne mist te zorgen. Bij de larven is de voedervochtigheid belangrijker dan de luchtvochtigheid, waardoor een RV van 60% voldoende is.

De larven kunnen permanent in het donker gehouden worden. Om de vliegen tot paring te stimuleren moet er een lichtbron aanwezig zijn. Dit kan natuurlijk (dag) licht zijn, maar ook kunstlicht of een menging. Kunstlicht heeft best een hoge kleurtemperatuur (>6000K), en kan zowel kwikdamplamp (hoge of lage druk) of LED zijn. Licht is essentieel, maar vergeet niet om de vliegen ook rust te gunnen. 12 uur licht en 12 uur donker werkt voor de vliegen.

#### 3.3.2 Infrastructuur en materialen

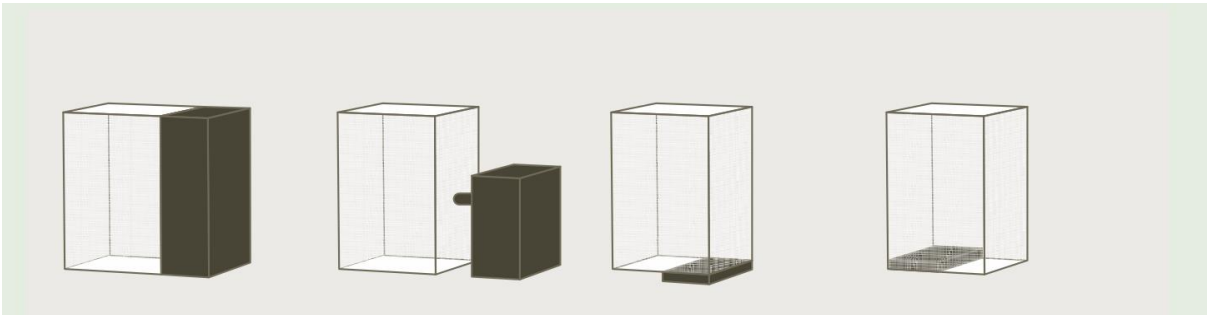
Benodigheden voor de kweek van zwarte soldatenvliegen (Kweekhandleiding Zwarte soldatenvlieg, 2020)	
kweekruimte (met klimaatsturing)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sturing tot 27 °C en 60% RV. Eventueel kan u bevochtigers en/of verwarmingsapparaten gebruiken.</li><li>• Luchtverplaatsing en -verversing</li><li>• Logger ter controle van het klimaat is aangeraden</li><li>• Koeling (optioneel)</li></ul>
Kweekbakken	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maximaal 60 x 40 cm indien u manueel werkt</li><li>• Groter formaat kan ook, maar mechanische ondersteuning dringt zich dan op door het gewicht van de bakken</li><li>• Opstaande hoeken zijn vereist voor een goede luchtstroom over de larven</li><li>• Indien geen reproductie op het bedrijf, moet u voor iedere bak per kweekronde een startcultuur van 1 week oude meelwormen aankopen</li></ul>
Pop-up netten Hakselaar	Voor opkweek van ei tot larven van 5-7 dagen oud Optioneel, indien u grove voeders moet verkleinen

Mixer	Voor het mengen van de brijvoeders voor de larven, bijvoorbeeld betonmixer
Zeef	Voor het oogsten, draadzeef met maaswijdte 3-4 mm of trilzeef
Weegschalen	om allerhande zaken af te wegen
Bakcentransport	Transpallet, steekkar, ...
Bakkenwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoge drukreiniger of wasstraat (afhankelijk van de schaal van de kweek)</li> <li>• Reinigen van bakken, kweekruimte, ...</li> <li>• Bij voorkeur te gebruiken met heet water</li> </ul>
<b>Reproductie</b>	
Vliegenkooi	<i>Zie hieronder</i>
Lampen	<p>Paring stimuleren bij de vliegen. Geschikte types:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halogeen lamp (325W)</li> <li>• JM GREEN ZWARTE SOLDATENVLIEG Breeding (LED 150 W)</li> <li>• Highbay (LED 100 W 5700 K)</li> </ul>
Ei-houder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legplaats van de vliegen</li> <li>• De eihouder heeft bij voorkeur zoveel mogelijk spleten en kieren</li> <li>• Vaak worden hiervoor stapels houten (of bamboe) plaatjes gebruikt, met ongeveer 1 mm opening tussen de afzonderlijke plaatjes.</li> <li>• U kan ook kiezen voor duurzamer en hygiënischer materiaal, zoals kunststof plaatjes</li> <li>• Wordt geplaatst op een bakje met lokmiddel (dode vliegen (en/of poppen), restsubstraat en water)</li> <li>• <a href="https://leden.inagro.be/Portals/484/WP5%20Fontys%20Eggie.pdf">https://leden.inagro.be/Portals/484/WP5%20Fontys%20Eggie.pdf</a></li> </ul>

Tabel 5: Benodigdheden voor de kweek van zwarte soldatenvliegen (Kweekhandleiding Zwarte soldatenvlieg, 2020)

Vliegenkooi: reeds heel wat verschillende kooiontwerpen worden gebruikt, gaande van eenvoudige inloopenetten met losse onderdelen tot meer geïntegreerde systemen (waarbij poppenbakken, eihouders met lokmiddel, drinkplaats, verlichting... één geheel vormen). De laatste hebben als voordeel dat ze gebruiksvriendelijk zijn (compact, gemakkelijk te reinigen) en uiteindelijk zijn de opbrengsten hoog en eitjes efficiënt te oogsten. Een dergelijke kooi werd ontwikkeld door Inagro: <https://www.bioboosteurope.com/assets/files/Report-Insect-Breeding-.pdf>

Er zijn vier gangbare opties om de poppen in de kooi te plaatsen (Figuur 2). De voornaamste verschillen zitten in de manier waarop de vliegen in het net kunnen geraken. Alle werkwijzen gaan ervan uit dat de vliegen worden aangetrokken door het licht en zich door die lichtimpuls in de kooi begeven.



Figuur 4: De verschillende opties (Het transparante gedeelte beeldt de echte vliegenkooi af (waar de vliegen zullen paren) en het donkere, verduisterde gedeelte de poppenkamer.) (Inagro, 2020)

### 3.3.3 Proces

Voor productie en reproductie loopt het proces van dag 1 tot 5 gelijk: u start met de opkweek van eitjes tot larven van vijf dagen oud. Vanaf dan wordt voor productie en reproductie een verschillend voederschema toegepast.

Bewaar de aangekochte eitjes bij 27 °C. Na 3 tot 4 dagen zullen ze uitkomen. De luchtvochtigheid is bij voorkeur hoog (> 60 %) om uitdroging te vermijden, maar voorkom dat de eitjes nat worden. U kan de eitjes rechtstreeks boven hun voeder laten uitkomen. Wanneer de 1 dag oude larfjes uitkomen, vallen ze in het krachtvoeder en kunnen ze meteen beginnen te eten en groeien. Deze techniek heeft als nadeel dat de larfjes niet allemaal gelijktijdig uitkomen. Hierdoor kan de grootte van de larven in de bak sterk variëren. Om sterke variatie in het formaat van de larven te vermijden, wordt soms een andere, meer arbeidsintensieve techniek gebruikt. Plaats maximaal 10 gram eitjes in een emmer van 5 liter op een verhoogje, maar zonder voeder. Controleer de emmers dagelijks en haal er de 1 dag oude larfjes uit. Deze strooit u in een kweekbak met voeder. Dit biedt geen garantie op een gelijkmatige groei, maar op deze manier heeft het startmateriaal in ieder geval dezelfde leeftijd.

In beide technieken worden de 1 dag oude larven de eerste dagen opgekweekt in krachtvoeder (kuikenkrum, bv. FARM 1 Crumble). Per gram eitjes (of 1 dag oude larven) geeft u 0,5 kg krachtvoeder (30 % krachtvoeder, 70 % water). Dit garandeert een goede start en voorkomt uitval van jonge larven. Concreet plaatst u 10 gram eitjes of 1 dag oude larven in een kweekbak (60 x 40 cm) samen met 5 kg voeder. De dikte van de laag voeder is van groot belang: tussen 2 en 3 cm is optimaal. Dit begint als een natte brij, die na 5 tot 7 dagen uitdroogt tot een fijn poeder. Plaats deze bakken in een net. Zo voorkomt u dat huisvliegen of andere plagen het voeder infecteren.

Onder goede omstandigheden resulteert dit in ongeveer 300.000 larfjes van 3 à 4 mg na 5 tot 7 dagen bij 27°C. Deze 300.000 larven moet u nu over 15 kweekbakken verdelen. U wilt uiteindelijk zo'n 20.000 larven per bak, goed voor een opbrengst van maximaal 4 kg per bak van 60 x 40 cm. De opbrengst is echter sterk afhankelijk van het gebruikte voeder. Het is handig om het aantal larven per bak te controleren, aangezien dit de hoeveelheid voeder zal bepalen. Als u te veel voedert, kan de natte voederbrij onvoldoende uitdrogen, waardoor de larven niet langer te oogsten zijn. Na het opdelen van de jonge larven (per 20.000) wordt er een onderscheid gemaakt tussen larven

voor reproductie (de volgende generatie vliegen) en larven voor productie (larven die kunnen worden geoogst). De larven zullen vanaf nu zelf warmte produceren. Actieve bakken kunnen hierdoor makkelijk tot 40°C warm worden.

Voor productie worden 20.000 larven overgezet in een kweekbak met 10 kg voorbereid voeder. Om de hoeveelheid werk te minimaliseren kan u al het voeder in één keer toevoegen. Na 7 tot 14 dagen zijn de larven uitgegeten en kunnen ze worden geoogst. Een bak die klaar is om te oogsten herkent u eenvoudig door de aard van het restsubstraat: de brij is verwerkt tot een droog poeder.

Hoe groter de poppen, hoe groter de vliegen en hoe meer eitjes ze zullen leggen. Daarom worden de larven die bestemd zijn voor reproductie volledig opgekweekt op een hoogwaardig voeder (kuikenkrum). Hiervoor gebruikt u 14 kg voeder (70 % vocht) om 20.000 larven op te kweken tot het prepopstadium. De ontwikkeling tot prepop duurt doorgaans iets langer dan die van larven voor productie: ze kan wel twee weken in beslag nemen. Wanneer 80 % of meer larven de prepopfase bereikt hebben, worden ze geoogst en gewassen. Zeef de prepopen uit het restsubstraat, net zoals bij de oogst van larven. Dit lukt enkel als het substraat voldoende droog en fijn is. Als het nog te nat en plakkerig is, is dit onbegonnen werk. Lukt het niet om te zeven, voeg dan water toe aan de kweekbak. Dit vormt een ongunstige situatie voor de prepopen. Zij zijn namelijk op zoek naar een droog plekje om te verpoppen en door het water zullen ze massaal uit de bak proberen te ontsnappen door de gladde bakwanden op te kruipen. Zorg er wel voor dat ze niet verdrinken. Plaats de kweekbak in een ruimere opvangbak met droog materiaal zoals keukenpapier of tarwezemelen. Dit zal het vocht van de natte larven opnemen en hen drogen, waardoor ze niet uit de opvangbak zullen ontsnappen. U kan de prepopen nu eenvoudig uit de opvangbak halen. Eventuele tarwezemelen kan u afzeven op een 3 mm-zeef. Vervolgens wast u de prepopen (en de resterende witte larven). Giet ze in een kuip met water. De prepopen drijven, terwijl de overgebleven larven zinken. Schep de prepopen aan het oppervlak af, zodat u enkel deze overhoudt. Het wassen zorgt er ook voor dat de poppen minder ruiken, wat ongecontroleerde eileg in de kooien kan verhelpen. Vochtige prepopen zullen wegvluchten. Daarom plaatst u ze na het wassen in een bak met droog substraat, zoals keukenpapier of tarwezemelen. De tarwezemelen kan u opnieuw afzeven. Zodra de prepopen niet meer bewegen, zijn ze een pop geworden. Normaal duurt dit stadium een week (bij 27°C), maar let op: de eerste vliegen zijn er soms sneller dan u verwacht! Als de vliegkooi nog niet klaar is voor een volgende vlucht, plaatst u deze bakken het best in een net (bijvoorbeeld een pop-upnet).

De vliegkooi wordt eerst gevuld met poppen. Een algemene richtlijn daarvoor is ongeveer 1 kilogram poppen per m<sup>3</sup> net. Als kweker wilt u controle hebben over waar de vliegen hun eitjes zullen leggen. Dit kan u doen door te werken met een lokmiddel, zoals kippenvoeder gemengd met water, rotte vis of een mengsel van dode vlieg, mest van de larven en water. Het lokmiddel zal door zijn geur vrouwelijke vliegen aantrekken, die er hun eitjes willen leggen. In de buurt van het lokmiddel biedt u vervolgens een eihouder aan. Plaats een bakje met het lokmiddel in de kooi, dek het bakje af met een gaas en plaatst de eihouder op het bakje. De eihouder heeft bij voorkeur zoveel mogelijk spleten en kieren. Vaak worden hiervoor stapels houten (of bamboe) plaatjes gebruikt, met ongeveer 1 mm opening tussen de afzonderlijke plaatjes. U kan ook kiezen voor duurzamer en hygiënischer materiaal, zoals kunststof plaatjes. Zolang er verder geen versturende geuren in de kamer aanwezig zijn (van kweekbakken of ongewassen poppen), zullen de vliegen hun eitjes voornamelijk in de eihouder leggen. Nadat de eerste vliegen worden waargenomen in het net duurt het nog ongeveer 6 dagen vooraleer u de eerste eitjes kan oogsten. Vanaf dan kan je een week lang dagelijks eitjes oogsten. Om het werk te beperken kan u ook om de twee dagen oogsten. Controleer dan wel dagelijks of de eihouders niet volgelegd zijn.



Eitjes oogsten doet u door de eiholder uit de vliegkooi te halen en de plankjes een voor een af te schrapen. Over de periode van 1 vlucht (opstart tot einde van een vliegkooi, ongeveer 12 dagen), kan er met 1 kg poppen zo'n 50 gram eitjes worden geproduceerd (of 250 tot 300 kg larven bij de oogst). 12 tot 14 dagen nadat de eerste vliegen in de kooi verschijnen, zit de vlucht erop. Het aantal levende vliegen in de kooi zal nu snel afnemen. Nu kan u de kooi schoonmaken en klaarmaken voor een nieuwe vlucht. Het is heel belangrijk de kooi na elke vlucht schoon te maken, om geuren en ziektes te vermijden. U kan het aantal productieve dagen van een kooi verlengen door om de twee dagen verse poppen in de kooien te plaatsen. De dode vliegen zullen zich dan wel snel opstapelen op de bodem van de kooi, wat tot onhygiënische omstandigheden kan leiden. Daarnaast zullen de dode vliegen rotten, wat ongecontroleerde eileg in de hand kan werken. Verwijder de dode vliegen daarom op tijd, maak het net tijdig volledig leeg en maak het grondig schoon.

### 3.4 HUISKREKEL

#### 3.4.1 Klimaat

Huiskrekels gedijen goed in warme omgevingen met temperaturen tot 30 °C met een optimale temperatuur van 28 °C. Temperaturen boven 30 °C verkorten de levenscyclus, maar als de temperatuur oploopt tot 38-40 °C, kan sterfte optreden.

Huiskrekels gedijen goed in vochtige omgevingen met een relatieve vochtigheid rond 50-60%. Jonge krekels en eieren hebben een nog hogere luchtvochtigheid nodig, zelfs van 70-100%, en dus worden ze meestal gescheiden gekweekt van oudere krekels.

Alle stadia kunnen in het donker gekweekt worden.

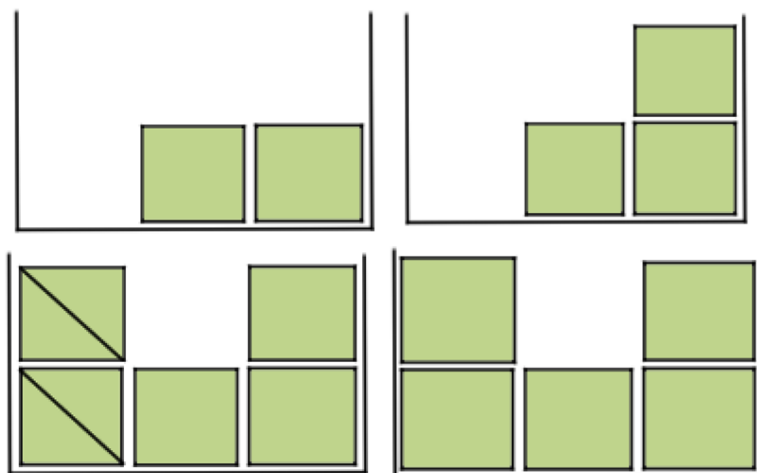
#### 3.4.2 Infrastructuur en materialen

<b><i>Benodigheden voor de kweek van krekels (Little Food, 2020)</i></b>	
Kweekruimte (met klimaatsturing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bevochtiging (sturing tot 75 % of via afzonderlijke vernevelaar)</b></li> <li>• <b>Verwarming (sturing tot 28-31 °C of via afzonderlijk verwarmingstoestel)</b></li> <li>• <b>Luchtverplaatsing</b></li> <li>• <b>Luchtverversing</b></li> <li>• <b>Koeling (optioneel)</b></li> <li>• <b>Klimaatgegevens monitoren en loggen</b></li> </ul>
Huisvesting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartimenten bestaande uit kunststof sandwichpanelen gevuld met stapels eierkartons (zie hieronder)</li> <li>• Rol karton om op de eierkartons onder de voeder- en drinkbakken te plaatsen</li> <li>• Langwerpige voeder- en drinkbakken (tot ± 3 m lang)</li> <li>• Watertank en drinkbakken met vlotter voor constant waterniveau (3-4 mm). Voor de kleinste nimfen kan u een</li> </ul>

	dweildoek in de bak plaatsen (tegen verdrinking), voor de grotere kan u rollen ruwe schuurspons gebruiken (rotten niet, maar regelmatig reinigen/desinfecteren/vervangen is aangewezen). De overgang naar het water moet makkelijk zijn. Daarvoor kan u een rubberen band naar de drinkbak plaatsen.
Krattenwasser (optioneel)	Hogedrukreiniger of wasstraat, afhankelijk van de schaal van de kweek
Weegschalen	om de krekels, voeder, ... af te wegen (nimfen kunnen ook gedoseerd worden met plastic potten volgens volume)
Zeef	Trommelzeef voor de oogst
Reproductie	
Eilegsubstraat	Mengsel van vochtig zand en turf (50/50)
Eilegkooi	Zie hieronder
Plastic bakken	Om nimfen te verzamelen

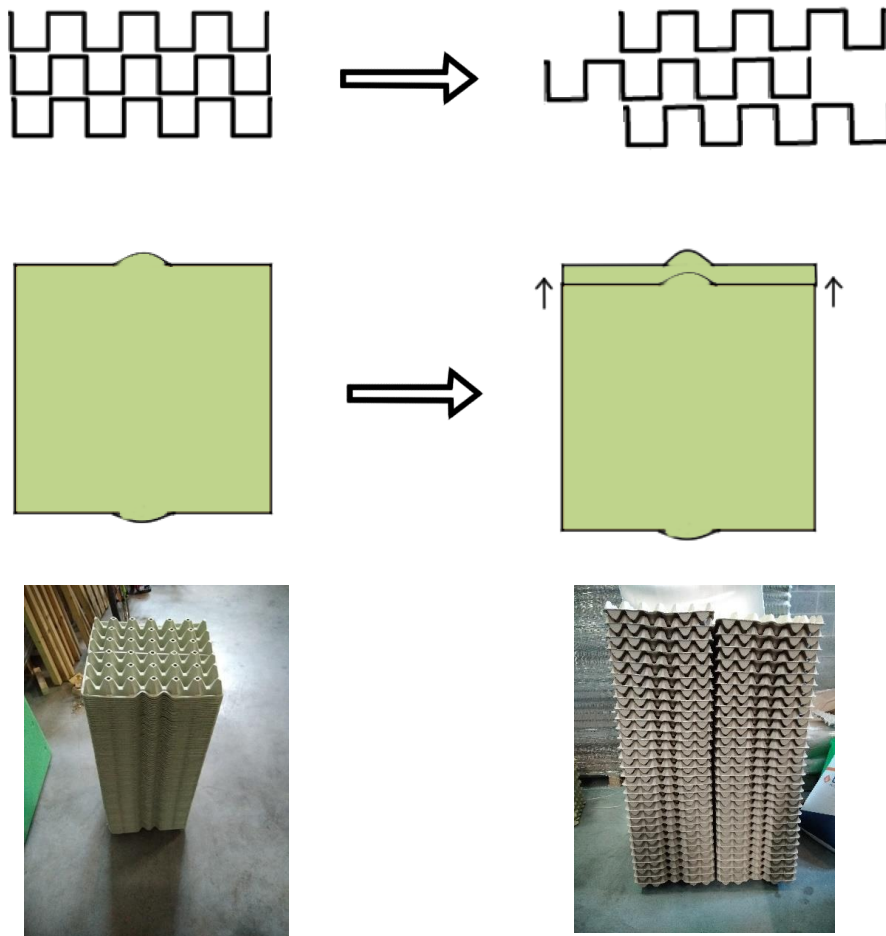
Figuur 5: Benodigdheden voor de kweek van krekels (Little Food, 2020)

Eierdoosjes dienen als substraat en schuilplaats voor krekels (Figuur 4). Eventueel kan u ook vakverdelingskartons van wijndozen gebruiken. Er is voldoende volume nodig en dit staat in verhouding tot de grootte van de krekels. Het is daarom raadzaam om achtereenvolgens dozen toe te voegen naarmate de krekels groeien (Figuur 3).



Figuur 6: evolutie van de kweekkooi (Little Food, 2020)





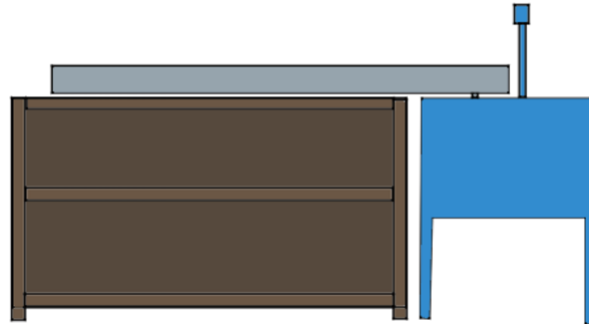
Figuur 7: schikking van de eierkartons (Little Food, 2020)

Om een kooi te starten, hebt u 3 stapels eierdozen nodig. Een eerste rij wordt in de lengte van de kooi op de grond tegen de rechterwand van de bak geplaatst. De rij moet ongeveer 50 cm van de kooideur stoppen om voldoende ruimte te hebben om de waterbak te plaatsen die de drinkbak regelt. Vervolgens wordt een tweede rij naast de eerste gemaakt.

Krekels krijgen twee verschillende soorten voeder en hebben daarom twee aparte voederbakken nodig. Eén voor droogvoeder en de tweede voor nat voedsel. Drie meter van de kartonnen rol wordt hiervoor op de eierkartons geplaatst, bovenop de rij dozen tegen de rechtermuur van de kooi, en gestabiliseerd met twee houten spijlen. Verdeel Vier liter droogvoeder over het hele oppervlak van de voederbak. Nat voeder geeft u pas na 15 dagen.

De drinkbak biedt permanent toegang tot water, wat een vitale behoefte is voor krekels (Figuur 5). Het is daarom erg belangrijk dat u deze stap correct uitvoert. Hierbij plaatst u een propere drinkbak op de linker rij eierkartons en de watertank bij de ingang van de kooi. Daarna sluit u de tank op de waterinlaat en de

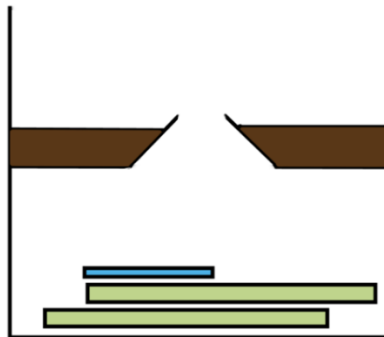
drinkbak aan. Onderin de drinkbak kan u een rol ruwe schuurspons plaatsen (om verdrinking te verminderen). Daarna opent u de inlaat en vult u de bak. Controleer of er geen lekken of andere problemen zijn, indien nodig moet u de hoogte van de vlotter aanpassen. Het water ververst u best dagelijks.



Figuur 8: drinkbak (Little Food, 2020)

De eilegkooi is opgedeeld in twee delen (Figuur 6):

- de bovenste doos bevat de aarde met de eieren, het heeft een opening in het midden waardoor pasgeboren nimfen in de onderste doos kunnen vallen. Deze doos moet open blijven om schimmelvorming te voorkomen
- de onderste doos bevat eierdoosjes die dienen als substraat voor de nimfen, een vochtige doek zodat de nimfen alles hebben wat ze nodig hebben om te overleven



Figuur 9: eilegkooi (Little Food, 2020)

### 3.4.3 Proces

Krekels leggen hun eieren in vochtige grond (of substraten zoals kokospulp). De aarde met eieren vervangt u best elke dag. De geoogste aarde met eieren bewaart u best bij 100 % luchtvochtigheid. Dit gaat het makkelijkst door de aarde gewoon af te sluiten en de dag voor de krekels uitkomen opnieuw te openen. De incubatie duurt ongeveer tien dagen. Niet alle eieren komen tegelijkertijd uit, dus u hebt een voorziening nodig die alle eieren laat uitkomen en het voortbestaan van de nimfen garandeert. **Observeer** deze kooi vanaf de 8e dag om er zeker van te zijn dat alles in orde is: ga na of alle eieren zijn uitgekomen

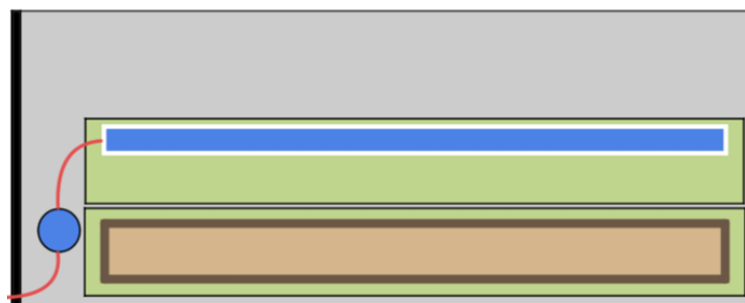
om de nimfen te kunnen verzamelen en in hun opkweekkooi te stoppen. Om de nimfen te verzamelen, hebt u een voldoende diepe plastic bak nodig.

De methode gaat als volgt:

- verwijder het bovenste deel van de eilegkooi
- schud de vochtige doek om de nimfen te laten vallen
- verwijder de doek en de voedselcontainer
- neem de eierkartons en schud ze in een plastic bak om de nimfen die erop zitten te verzamelen en leg de dozen opzij
- giet de rest van de nimfen uit de eilegkooi in het plastic bakje (wees voorzichtig, giet niet meer dan 250 ml per keer, anders bestaat het risico dat de nimfen op de bodem stikken)
- de nimfen zijn nu klaar om gedoseerd te worden en in hun nieuwe kooi te worden geplaatst.
- Doseer de nimfen zorgvuldig zodat u de hoeveelheid kent en kooien van dezelfde grootte en constant werk hebt.
- noteer op een vel papier het aantal gemeten nimfen (dit aantal moet achteraf in het register worden ingevuld)
- giet de nimfen in de nieuwe kooi (een kooi van 3 m<sup>2</sup> met 1000 eierkartons moet 700 ml nimfen bevatten, indien nodig verdeelt u de nimfen in twee nieuwe kooien)
- herhaal deze werkwijze als er nog nimfen over zijn

De oogst- en doseringsfasen zijn heel stressvol voor de nimfen. Dit moet u dus zo snel mogelijk doen om deze stress te beperken en de overleving van de krekels te garanderen.

De nimfen zijn aanvankelijk erg klein en het pad naar de drinkplaats bewandelen kan een enorme uitdaging voor hen zijn. Voor u de nimfen in de kooi plaatst, moet u de dozen met een beetje water besproeien voor u de voeder- waterbakken plaatst (Figuur 7). Zoo vermijdt u dat de nimfen in het water sterven. Sproei echter niet te veel water en laat de dozen niet weken, dit kan leiden tot de groei van micro-organismen in de kooi.

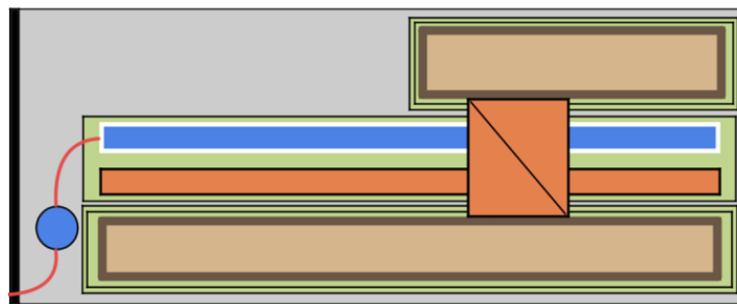


Figuur 10: opstart van de kweekkooi (Little Food, 2020)

Naarmate de krekels ouder worden, zal het nodig zijn om ze meer substraat te geven om hun welzijn te garanderen. Deze toename van het levensvolume van krekels vindt geleidelijk plaats. als u de

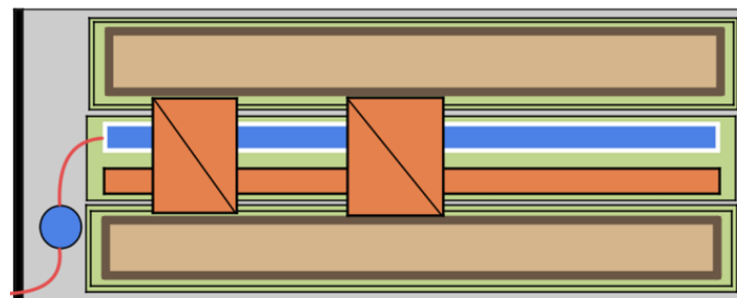
onderstaande stappen in de juiste volgorde neemt, verzekert u ook dat het interieur van de kooi zo lang mogelijk toegankelijk blijft. Het wordt ook makkelijker om tissues te vervangen of de voeder- en drinkbakken te reinigen.

De eerste uitbreiding van de kooi gebeurt na 7 dagen (Figuur 8). Het zal nodig zijn om 2,5 stapels eierkartons klaar te maken. Dit is om een hele rij aan de kooi toe te voegen. Deze rij wordt bovenaan de meest rechtse rij geplaatst. Maak de voederbak schoon voordat u er voedsel op plaatst. Wanneer de kooi zijn 15e dag bereikt, is het nodig om de ruimte van de kooi opnieuw te vergroten. bereid daarom opnieuw twee en een halve stapel eierdozen voor. Verdeel de voorbereide eierdozen in twee gelijke stapels. plaats de eerste linksonder in de kooi en moet halverwege de oorspronkelijke rijen komen. De tweede stapel plaatst u boven op de eerste. Het is in dit stadium ook nodig om het toegankelijke eetoppervlak te vergroten. Plaats daarom tijdens deze stap een kleine voederbak boven de eierdoosjes.



Figuur 11: eerste uitbreiding van de kweekkooi (Little Food, 2020)

In de derde en laatste stap breidt u de kooi uit door opnieuw 2,5 stapels toe te voegen (Figuur 9). De nieuwe dozen zullen de twee verdiepingen met dozen links van de kooi vervolledigen. Vervang daarnaast de kleine voederbak door een grote om zoveel mogelijk voederruimte te geven. Deze stap vindt plaats op dag 22 van de kooi. reinig de voederbakken ook eerst voor u de laatste dozen plaatst.



Figuur 12: laatste uitbreiding kooi (Little Food, 2020)

## 3.5 TREKSPRINKHAAN

### 3.5.1 Klimaat

Een optimaal klimaat heeft een temperatuur van  $\pm 30$  °C. Een te lage temperatuur zal de groei en ontwikkeling van de nimfen vertragen (meer instars). Bij een te hoge temperatuur zal de opbrengst dalen. De volwassen sprinkhanen zullen kleiner zijn en er zal meer kannibalisme optreden als gevolg van stress.

Een voldoende luchtvochtigheid (40–60%) is voornamelijk belangrijk voor de levensvatbaarheid van de eieren, zodat deze niet uitdrogen. Hierop kan u inspelen door het eilegsubstraat voldoende vochtig te houden. Een te hoge luchtvochtigheid verhoogt het risico op ziektes in de kweek.

Een licht- donker cyclus van 14:10 h is aangeraden. Lampen die onder andere een spectrum uitzenden binnen het infrarood gedeelte (bv. type gloeilamp) hebben de voorkeur, aangezien deze ook warmte produceren en de thermostaat daardoor minder moet verwarmen.

### 3.5.2 Infrastructuur en materialen

Benodigheden voor de kweek van sprinkhanen (Kweekhandleiding <i>Locusta migratoria</i> , 2020)	
Kweekruimte (met klimaatsturing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevochtiging (sturing tot 60 % of via afzonderlijke vernevelaar)</li> <li>• Verwarming (sturing tot 30 °C of via afzonderlijk verwarmingstoestel)</li> <li>• Belichting (14 h licht:10 h donker)</li> <li>• Luchtverplaatsing</li> <li>• Luchtverversing</li> <li>• Koeling (optioneel)</li> <li>• Klimaatgegevens monitoren en loggen</li> </ul>
Huisvesting	Kooien, aangepast aan het levensstadium (zie hieronder)
Voeder	Vers gras en droogvoeder (bv. haver)
Veiligheid	Wegens groot risico op allergenen is het dragen van een mondkapje en handschoenen aangeraden tijdens contact met de sprinkhanen.
Krattenwasser (optioneel)	Hogedrukreiniger of wasstraat, afhankelijk van de schaal van de kweek
Weegschalen	om nimfen, voeder, ... af te wegen
<b>Reproductie</b>	
Eilegsubstraat	Mengsel van vochtig zand en turf (50/50)
Eilegpot	Plastieken of glazen pot met een hoogte van minstens 10 cm

Tabel 6: Benodigheden voor de kweek van sprinkhanen (Kweekhandleiding *Locusta migratoria*, 2020)

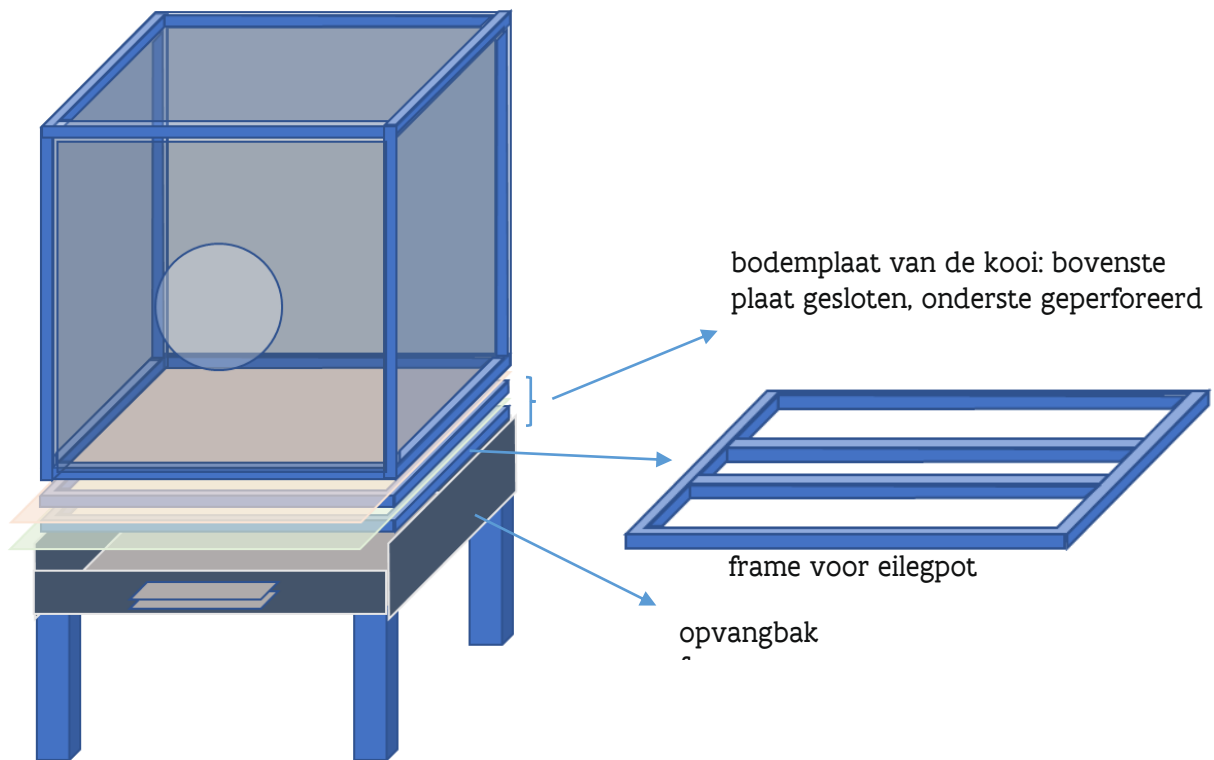
Aangezien de adulten kunnen vliegen, worden treksprinkhanen doorgaans gehuisvest in kooien/terraria. Materialen zoals (plexi)glas en metaal worden aangeraden zodat u een stevigere structuur krijgt, zachte

materialen kunnen ze immers kapot bijten. Bovendien zijn deze materialen eenvoudiger en grondiger te reinigen. Hout wordt om die reden minder aangeraden.

In Figuur 10 geeft een voorbeeld weer van een kooi om treksprinkhanen in te kweken. In dit ontwerp bestaat het frame uit aluminium of inox, aangezien de kooi best niet te zwaar is om ze te verplaatsen. De voorkant bestaat uit plexiglas. Deze bevat een opening zodat u aan de binnenkant van de kooi kan, de kooi afsluiten kan met bijvoorbeeld een schuifstelsel. De overige zijanten van de kooi zijn bekleed met gaas (roestvrij staal) zodat de sprinkhanen de ruimte ook in de hoogte kunnen benutten en de kooi voorzien is van voldoende luchtverversing. Let hierbij op dat de gaten van het gaas niet te groot zijn, de kleine nimfen zouden zo uit de kooi kunnen ontsnappen. Door in de kooi zelf gaas te plaatsen, kunnen de treksprinkhanen ook de middenruimte in de hoogte benutten.

De kooi is voorzien van een opvangbak voor de uitwerpselen. Boven de opvangbak wordt een frame geplaatst waartussen u de eilegpot kan klemmen/plaatsen. Daarboven wordt de onderkant van de kooi gevormd met 2 verschillende platen : 1 geperforeerd (onderaan) en 1 gesloten (bovenaan). De geperforeerde plaat wordt voorzien van een gat zodat de adulte treksprinkhanen de eilegpot kunnen gebruiken . De geperforeerde plaat wordt als bodem gebruikt bij de adulten (en grotere nimfen). Maak dan een afsluiting voor het gat van de eilegpot zodat de uitwerpselen in de opvangbak vallen. De kleine nimfen kunnen echter wel via deze gaten ontsnappen. Zorg daarom dat de bodem dicht is. Wanneer deze nimfen groter zijn, kan u de gesloten bodem weghalen en kan u hem vervangen door de geperforeerde bodem. Voor de praktische hanteerbaarheid is het aan te raden dat de bovenkant van de kooi volledig afneembaar is. Als kweker kiest u zelf de afmetingen van de kooi, maar standaard worden afmetingen van ± 50 x 50 x 50 cm toegepast.





Figuur 13: voorbeeldkooi voor huisvesting treksprinkhaan (Thomas More, 2020)

### 3.5.3 Proces

De treksprinkhaan legt haar eieren af in proppen. Gemiddeld legt 1 treksprinkhaan een 5-tal proppen gedurende haar leven af waar per prop gemiddeld 50-80 sprinkhanen uit voortkomen.

Eerst gaat de treksprinkhaan op zoek naar de ideale legplaats om een hoge overleving voor haar jongen te kunnen garanderen. De eieren worden door het vrouwtje bijgehouden in de eileiders tot ze de ideale plaats gevonden heeft. Met andere woorden moet in de kooien de ideale legplaats worden gecreëerd, of het vrouwtje zal weinig tot geen eieren willen afleggen. De ideale legplaats kan u maken in een plastic (of glazen) pot van minstens 10 cm diep. Een hogere pot (bv. volume 1 liter) is aangeraden. De treksprinkhaan graaft namelijk het liefste een tunnel met haar legboor waar ze vervolgens haar eieren in aflegt. Als eilegsubstraat dient een vochtig substraat te worden gekozen met een zachte structuur, bijvoorbeeld een mengsel van 50 % turf en 50 % zand bevochtigd met water. Enkel in vochtig substraat (niet te nat!) zal de treksprinkhaan haar eieren afleggen om uitdroging van de eieren te voorkomen. Het is voldoende om tijdens de reproductie de eipotten 1x/week te vervangen.

Na ongeveer 10 dagen zullen de aangekochte of geproduceerde eieren uitkomen. Door de eieren tot uitkomst te bewaren in het (originele) vochtige eilegsubstraat voorkomt u dat de eieren zullen uitdrogen. Zorg, zoals eerder vermeld, voor een relatieve luchtvochtigheid van 40 tot 60 %.

Let op de densiteit van de eieren voordat u deze in een kooi plaatst. Op jonge leeftijd kunnen de nimfen met een hogere densiteit worden opgekweekt, maar deze hebben meer ruimte nodig naarmate ze groeien. Treksprinkhanen zijn namelijk kannibalistisch, waardoor grote uitval kan plaatsvinden, zeker wanneer

deze moeten concurreren voor ruimte. Bovendien kunnen eventueel aanwezige ziektes op deze manier snel verspreid worden doorheen de volledige populatie. Het is vaak onpraktisch om tijdens de productie de nimfen handmatig uit de kooi te halen. U kan daarom kiezen om te starten met de optimale densiteit tijdens het adulten stadium (zie verder). Dit is zeker aangeraden wanneer u met deze sprinkhanen wilt verder kweken voor reproductie. Een nadeel hiervan is dat tijdens de eerste instars, wanneer de nimfen nog klein zijn, verlies van ruimte optreedt. U zal echter wel besparen op tijd en arbeid. Als u toch wenst te starten met een hogere densiteit aan nimfen, zal u een deel tijdens de laatste instars (vanaf instar 4) naar een andere kooi moeten overplaatsen. Het is aangeraden om dan wel ineens de optimale densiteit tijdens het adulten stadium te respecteren. Tijdens de eerste instars mag een densiteit worden toegepast van 3 keer hoger dan tijdens het adulten stadium, dat wil zeggen ± 2400 exemplaren per m<sup>3</sup>. Het is voornamelijk belangrijk dat U inspeelt op de behoeften van het dier. Wanneer een hoge uitval plaatsvindt, is dit vaak een indicatie voor een te hoge densiteit.

U kan de densiteit controleren door de nimfen te laten uitkomen in bijvoorbeeld een bak. Zorg er echter voor dat deze afgesloten is om ontsnapping te voorkomen. Op basis van gewicht kan u de gewenste densiteit per kooi afwegen, uitgaande van een gemiddeld gewicht van ... g per pasgeboren nimf. Deze methode heeft het voordeel dat u door dagelijks te oogsten, u nimfen van dezelfde leeftijd samen in de kooien kan plaatsen. Daardoor kan u de kweek beter controleren. Alle geogste eipotten plaatst u dan het best gezamenlijk in een bak voor de eieren uitkomen. Dagelijks of tweedagelijks (afhankelijk van de hoeveelheid eipotten) kan u de potten verplaatsen naar een andere bak.

Zodra de nimfen uit de eieren zijn gekomen, duurt het ongeveer 5 tot 6 weken voor deze zich ontwikkelen tot geslachtsrijpe adulten. Tijdens deze productieperiode moet u de treksprinkhanen dagelijks voorzien van vers gras, ook tijdens het adultenstadium. Het is belangrijk dat ook u de uitwerpselen die naast de kooien terecht komen dagelijks verwijdert om de hygiëne in de kweekruimte te bewaren. Dit komt ook de gezondheid van de kweker ten goede. Zoals eerder vermeld, zijn treksprinkhanen kannibalistisch. Inspecteer daarom dagelijks de kooien op de aanwezigheid van kadavers en verwijder deze indien mogelijk. U doet dat het best wanneer de nimfen groot genoeg zijn zodat de kans kleiner is dat ze ontsnappen. Deze handeling kan de verspreiding van mogelijk aanwezige ziektes inperken.

Naarmate de nimfen groeien, zullen deze meer ruimte nodig hebben. Zeker tijdens het adultenstadium: e zullen immers naar de nodige ruimte zoeken om hun eitjes te kunnen leggen, wat de reproductie zal verlagen. Indien u hebt gekozen voor een hoge densiteit tijdens de eerste instars, zal u de densiteit tijdens de laatste instars en zeker tijdens het adulten stadium moeten verlagen om kannibalisme tegen te gaan en de reproductie te optimaliseren. Een densiteit van 100 exemplaren per kooi, of 800 per m<sup>3</sup> is geschikt tijdens de reproductie. Treksprinkhanen zijn oogstklaar wanneer deze de stap hebben gemaakt van de laatste instar naar het adultenstadium.

## 3.6 ORGANISATIE, ONDERHOUD EN OPVOLGING KWEEKRUIMTES

### 3.6.1 Ruimtegebruik

Oogsten, bakken schoonmaken, voeders stockeren, mengen en afwegen doet u beter in speciaal daarvoor ingerichte werkruimtes. In het geval van de zwarte soldatenvlieg kunnen vliegen en larven niet in één ruimte worden gehouden omdat de geur van de larven de eileg van de vliegen verstoort. Reserveer daarom een tweede geïsoleerde ruimte voor de vliegen.



### 3.6.2 Ventilatie

Een ventilatiesysteem voert uitstootgassen van de insecten af, zoals CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, vluchtige organische componenten (VOC) en NH<sub>3</sub>, en brengt zuurstof aan. Bovendien voert het ook fijne stofdeeltjes, schimmelsporen en dergelijke af, wat de gezondheid van de kweker ten goede komt en de kans op allergische reacties vermindert. Een goede ventilatie is ook nodig om een uniforme temperatuurverdeling te bereiken in de productiehal. In drukbezette productiehallen is het raadzaam om de CO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> concentraties te monitoren. **De limiet ligt voor CO<sub>2</sub> op 900 ppm. Voor NH<sub>3</sub> is het 50 ppm voor acute blootstelling en 20 ppm voor chronische blootstelling.**

Mechanische ventilatie kan worden gebruikt om zowel warmte als vochtigheid toe te voegen of te verwijderen. Vooral in grotere insectenkwekerijen zijn mechanische ventilatie en klimaatcontrole een efficiënte manier om, het hele jaar door, een evenwichtige balans te bereiken tussen vochtigheid, temperatuur en luchtstroom, ongeacht het buitenklimaat. De technologie is gebaseerd op een droogwiel (rotor) dat vocht verwijdert van de buitenlucht, het opwarmt en dan de warme, vochtige lucht in de kweekkamer blaast. Door dit mechanisme wordt de energie-efficiëntie op de boerderij geoptimaliseerd en dus kosteneffectief.

### 3.6.3 Kalibratie/controle/onderhoudstechnieken en sensoren

Om de kweekruimte optimaal te laten draaien is het van belang om de onderhoudsspecificaties van de fabrikanten van de sensoren op te volgen. De sensoren (temperatuur, CO<sub>2</sub> of relatieve vochtigheid) moeten dan bijvoorbeeld van tijd tot tijd gekalibreerd worden of bij een klassieke luchtvochtigheidssensor kan dit ook inhouden dat het waterreservoir van de natte bol thermometer moet worden aangevuld.

Wanneer er hard water wordt gebruikt om de lucht te bevochtigen, kan dit na verloop van tijd aanleiding geven tot verstopte vernevelaars vanwege kalkaanslag. Een waterontharder installeren zal dit probleem enkel verschuiven, aangezien het calcium wordt omgewisseld door een zout waardoor zoutneerslag kan ontstaan. Gebruik daarom bij voorkeur zacht water om te vernevelen, zoals regenwater. Indien dit niet voorhanden is, kan u ervoor kiezen om te investeren in een reverse-osmosetoestel waarmee mineraal-arm water kan worden gemaakt.

Insecten produceren stof. Lucht van in de kweekruimte die wordt afgeblazen bij het ventileren, kan dit stof meedragen. Vaak worden daarom stoffilters geïnstalleerd zodat er geen emissies de directe omgeving van een insectenkwekerij vervuilen. Deze filters zullen na verloop van tijd dichtslibben met het gevangen stof, waardoor de luchtstroom door uw kweekruimte verstoord wordt. Hou er dus rekening mee dat u de filters op tijd moet verversen.

### 3.6.4 Alarmsystemen

Alle aanwezige diepvriezers zijn best uitgerust met een alarmsysteem om snel in te kunnen grijpen bij panne.

Ook de kweekruimtes worden best uitgerust met een monitoringssysteem zodat u kan in grijpen indien de temperatuur de ingestelde limieten bereikt. Bij te lage temperatuur vertraagt de kweekcyclus en bij te hoge temperaturen kunnen de insecten dood gaan.

Tabel 8 geeft nog eens een overzicht van de gewenste kweekcondities voor de verschillende soorten.

Optimale omgevingscondities								
	Meeltor		Zwarte soldatenvlieg		Huiskrekel		Trekspinkhaan	
	larve	adult	larve	adult	nimf	adult	nimf	adult
Temperatuur (°C)	25-28	25-28	27-30	27-30	28-30	28-30	30	30
Vochtigheid (%)	75	75	60	80	70-100	50-60	40-60	40-60
Licht of Donker (uren L of D)	24 D	24 D	24 D	12 L en 12 D	24 D	24 D	14 L en 10 D	14 L en 10 D
Voeders	Graanstromen met groenten/fruit als vochtbron		Graanstromen vermengd met water (60-80% vocht), mengvoeders (zoals voor varkens) eventueel aangevuld met groenten/fruit en gewasresten		Graanstromen met groenten/fruit als vochtbron (vrij water voor oudere nimfen)		Vers gras aangevuld met graanstromen (geen vochtbron of vrij water nodig)	
Voederconversie*	1,6		1,2		1,8		Geen data	

Tabel 7: Optimale omgevingscondities

\*kg droog voeder per kg groei in het geval van hoogwaardige voeders (behalve voor trekspinkhaan waar het kg vers gras per kg groei betreft)

### 3.7 AUTOMATISATIE

Wanneer de productiehoeveelheden de 50 ton/jaar overschrijden, zal het steeds belangrijker worden om de arbeidskosten te verminderen door middel van automatisatie. Deze automatisatie kan een hefboom vormen om tot schaalvergroting over te gaan en bijgevolg worden de kosten verder gedrukt. Naast automatisatie is er in de nog jonge insectensector veel tijdwinst te behalen door procedures te verbeteren.

**Meeltor en Zwarte soldatenvlieg:** De kweeksystemen voor meelwormen en zwarte soldatenvlieglarven zijn het gemakkelijkste te automatiseren. Zo wordt er momenteel onderzocht hoe er automatisch gevoederd kan worden door middel van een voederrobot. Naarmate een bedrijf uitbreidt zullen de arbeidskosten namelijk steeds verder toenemen. Het toedienen van voeder aan de bakken vergt het meeste tijd. Dit proces kan echter geautomatiseerd worden door middel van een voederrobot (alles wat nu volgt, handelt over meelwormen). Hierdoor kunnen de arbeidskosten met wel 75% afnemen, wat een aanzienlijke

besparing betekent. Verschillende bedrijven beschikken reeds over (of ontwikkelen momenteel) dergelijke systemen. Deze ontwerpen vallen echter meestal onder het bedrijfsgeheim. Een uitzondering hierop is het Nederlandse bedrijf De Schanekamp. Daar werd een 6-assige CX210LFE02 van Kawasaki geïnstalleerd. Dit systeem is door het grote werkbereik, hoog hanteringsgewicht en minimale footprint ideaal voor het (de)palletiseren van kweekbakken met meelwormen. De robot is uitgerust met een pneumatisch bediende klemgrijper voor twee bakken. Bij het ontwerp werd rekening gehouden met de specifieke omgeving. Er werden rollenbanen voor pallets ingezet die met een handpalletwagen beladen kunnen worden. Hierdoor worden de pallets automatisch de cel ingevoerd, de robot hanteert de bakken en de pallets en stapelt deze op een naburige tweede positie waarna alles tenslotte weer automatisch naar de kweekcel gereden kan worden. De complete cel met banen en sensoren wordt door krachtige Kawasaki robotbesturing aangestuurd. Dit resulteert in één overzichtelijk programma en een eenvoudige, centrale bediening via touchscreen.

Meer informatie over de Kawasaki robotbesturing: <https://duurzaamsectoren.nl/insecten-kweken/automatisering-breekt-door-in-insectenkweek/>

Er zijn echter nog tal van andere concepten van automatische voeding mogelijk. Zo werd een paternostersysteem ontworpen door Hogeschool Fontys in Nederland. In Vlaanderen ontwikkelen onderzoeksinstituten Inagro en VIVES momenteel nog een ander concept van automatisch voeren door middel van een voederrobot met een mobiel voederstation en beperkte beweging van de kweekbakken. Deze robot werd reeds gebouwd (in tegenstelling tot het systeem van Fontys) en wordt ingezet in het onderzoek. Door deze robot (of de bakken) uit te rusten met sensoren, kan aan preciselandbouw worden gedaan.

Meer informatie over het paternostersysteem: <https://leden.inagro.be/Portals/484/WP5%20Fontys%20Paternoster.pdf>

**Huiskrekkel:** Volgens Little Food zijn de meest tijdrovende stappen bij de kweek van krekels: water geven, oogsten, kooien vullen, eierproductie en voederen. Ze stellen voor dat de kweek in verschillende systemen wordt opgedeeld: eierproductie en krekels grootbrengen in productiebedrijven. Deze systemen moeten dus op verschillende manieren ontwikkeld en geautomatiseerd worden. Deze parameter kan gemeten worden in de efficiëntie van de werknemer: hoeveel kg krekels kan 1 persoon verwerken voor elke productiestap. Het bedrijf kwam aan een werkefficiëntie van ongeveer 7,5 ton krekels / jaar / persoon. Hun doel was om dit op 150 ton / jaar / persoon te brengen voor een bedrijf dat enkel focust op het grootbrengen van de krekels. Dit lijkt nogal onrealistisch, aangezien het een factor 20 verschilt. De reden waarom het mogelijk zou zijn, is naast automatisering, vooral schaalvergroting. Het verzorgen van een kooi van 20 kg is bijna hetzelfde werk als het verzorgen van een ruimte met 10 ton krekels wanneer voederen en water geven geautomatiseerd zijn. In de kippenindustrie kan één boer voor ongeveer 90.000 kippen of 225 ton zorgen. De technieken moeten mogelijk niet volledig 'nieuw' ontwikkeld worden en kunnen voor insectenkweek verder geoptimaliseerd worden.

Onderstaande bedrijven hebben reeds prototypesystemen voor insectenkweek ontwikkeld of tonen interesse in de insectensector:

- Cadcamatic: <https://www.cadcamatic.be/>

- Catael: <https://www.catael.be/>
- Roxell: <https://www.roxell.com/nl/node/9>
- Vermeulen Construct: <https://www.vermeulenconstruct.be/>

### 3.8 HYGIËNE EN ZIEKTEPREVENTIE

Er wordt geadviseerd om de kweekbakken na elke kweekcyclus nat te reinigen met detergent. Om herbesmetting te voorkomen kan u bij handmatige reiniging de bakken aan de lucht drogen ofwel uitdrogen met wegwerpmateriaal. Bij voorkeur reinigt u de kweekbakken machinaal. U schaft ook best kweekbakken aan die zowel aan de binnenkant als aan de buitenkant zo weinig mogelijk uitstulpingen hebben, aangezien dit moeilijker te reinigen is. Bij machinaal reinigen van de kweekbakken kan u infectie van de ene kweekcyclus naar de volgende vermijden, mits u detergent gebruikt en correct waterbeheer toepast.

Er bestaat geen algemeen geldende beste methode waarmee een kweekruimte moet worden gereinigd en ontsmet. Toch kan een hygiëneplan specifieke zaken opsommen die belangrijk zijn en die u na verloop van tijd mogelijk vergeet worden. U kan dit plan opstellen naar analogie van volgend voorbeeld voor pluimveestallen: [Reinigen en ontsmetten op het pluimveebedrijf | DGZ](#)

Vermits alle insecten een hoge temperatuur nodig hebben (27 °C en meer) om optimaal te groeien en dit gekoppeld aan hoge relatieve vochtigheden (60% en meer), zijn kweekcellen heel vatbaar zijn voor de ontwikkeling van micro-organismen. Deze brengen niet alleen de kwaliteit en voedselveiligheid in het gedrang, maar ook de gezondheid van de insecten kan in het gedrang komen.

**Meeltor en Zwarte soldatenvlieg** - Voor meelwormen en zwarte soldatenvlieglarven werden al een aantal ziektebeelden beschreven, zie [Diseases & Disorders \(insectdoctors.eu\)](#)

**Huiskrekkel** - maar het zijn vooral krekels die heel ziektegevoelig zijn, waarbij het Acheta domesticus densovirus (AdDNV) hele ravages kan aanrichten. De AdDNV is een onderfamilie van een enkelstrengs DNA-virus dat ongewervelde soorten infecteert. Een infectie veroorzaakt hoge sterftcijfers bij populaties van huiskrekels, voornamelijk in het laatste nimfale stadium en bij jonge adulten. Bovendien wordt de groei van de krekels uitgesteld en raken individuen verschillende dagen versteend totdat ze sterven. Het densovirus dringt binnen door het lichaamsoppervlak of de darmen. Studies toonden ook aan dat het kan worden overgedragen via de lucht en dus tussen verschillende kweekruimtes (Szelei, et al., 2011). Bovendien kan AdDNV aanwezig zijn in de isolatie en kan het maandenlang overleven op de opperhuid van de huiskrekkel (Weissman, et al., 2012).

Andere ziektebeelden vindt u eveneens op deze website: [Diseases & Disorders \(insectdoctors.eu\)](#)

Het kweekstelsel van Little Food leed aan ongedierte (spekkever, zie H 4.9) en aan virussen. Dit resulteerde in een enorme variatie in de productieaantallen. Omdat het kweken van insecten enorm veel dieren/m<sup>2</sup> vraagt en er geen vaccinatie mogelijk is, is de preventie van ziekten cruciaal. Maar er zijn verschillende dingen die kunnen verbeterd worden. Hieronder een opsomming van wat het bedrijf voorstelde:

- 1) Het systeem: een systeem gebaseerd op de kippenindustrie en bedoeld om ziektes te voorkomen. De reproductie wordt gescheiden van de productie. Deze laatste wordt gedecentraliseerd. Alle kweekruimtes worden gelegeerd na een productiecycclus waardoor volledige desinfectie mogelijk is.

- 2) De soort: de soort *Acheta domesticus* is erg kwetsbaar voor virussen. Dit komt waarschijnlijk door het feit dat dit de meest intensief gekweekte krekelloort is, waardoor virussen zich konden ontwikkelen. Andere soorten zijn minder kwetsbaar voor virussen: *Gryllodes sigillatus* of *Gryllus bimaculatus*.
- 3) Hygiëne: hygiëne is erg belangrijk, vooral voor de reproductie en de eerbewaring.
- 4) Waterkwaliteit: een goede waterkwaliteit is cruciaal om ziekten te voorkomen.
- 5) Betere kweekomstandigheden voor de reproductiedieren zodat hun eieren van uitstekende kwaliteit zijn.
- 6) Selectie zodat er een stamboom wordt aangemaakt.

**Treksprinkhaan:** wetenschappelijke informatie over ziektes bij sprinkhanen vindt u onder andere in de Encyclopedia of Entomology (Capinera et al., 2008).

### 3.9 ONGEDIERTEBESTRIJDING

Ongedierte in de kweek moet u voorkomen, aangezien dit op korte tijd uit de hand kan lopen. Ongedierte zorgt namelijk voor concurrentie voor voedsel en ruimte, wat kan leiden tot een lagere groei. Bovendien kan ongedierte de eieren en dergelijke beschadigen, waardoor uw opbrengst lager kan uitvallen. Plagen zorgen ook voor een onaangename werkomgeving en voor mogelijke insleep van secundaire problemen, ziektes, technische problemen en contaminatie van het eindproduct.

De preventie van ongedierte start bij een goede bedrijfshygiëne. Was de kweekbakken na de kweek grondig en probeer 1x per week de kweekruimte grondig te stofzuigen. Haal uw voedsel- en andere voorraden bij een erkende leverancier om de kans op contaminatie te verminderen. Het wordt aangeraden om aparte ruimtes te voorzien om het voeder op te slaan zodat u een buffer inbouwt bij eventuele besmetting. Besmette batches kunnen 24u in de diepvries geplaatst worden. Er is best een duidelijke scheiding tussen wat er op het bedrijf binnenkomt en wat buitengaats. Het bijhouden van een logboek kan hierbij helpen (voorbeeld zie hoofdstuk 14: bijlage). Kijk de kweekbakken regelmatig na. Zo kan u tijdig ingrijpen wanneer een plaagorganisme op het bedrijf aanwezig is.

Hieronder volgt een opsomming van plagen die vooral bij het gebruik van droge voeders (**vooral bij meeltor en huiskrekel**) kunnen opduiken.

#### *Meelmijt*

Herkennen:

Meelmijten hebben een kleurloos lichaam waarbij de monddelen en poten iets donkerder zijn. Meelmijten worden ongeveer 0,4 mm lang en zijn dus niet zichtbaar met het blote oog. Ze voeden zich met schimmels en middelen met een hoog eiwit- en vetgehalte (KAD, 2019).





Figuur 14: meelmijt

#### Aanpak:

- 1) Preventie: hoge vochtigheid kan ook leiden tot de ontwikkeling van meelmijt. Een mijt die van nature voorkomt op graanproducten. Er wordt daarom vaak gekozen om de relatieve vochtigheid in te stellen op maximaal 70 % als compromis tussen optimale groei en het behoud van een hygiënische kweek.
- 2) Bestrijding door de luchtvochtigheid tijdelijk te verlagen tot  $\pm 50\%$  (Jaenen, 2019).
- 3) Bestrijding met roofmijten: er zijn heel wat commerciële soorten die gekweekt worden op meelmijten (*Macrocheles*, *Cheyletus*, *Blattisocidae*). Deze roofmijten gedijen echter het best op planten en in de meelwormenkweek bestaat het risico dat ze in een suboptimale omgeving terecht komen waardoor de prestaties kunnen verminderen. Dit moet verder onderzocht worden.
- 4) Bestrijding met acariciden

#### *Meelmot*

##### Herkennen:

- Volwassen insecten: 7 – 9 mm lang, spanwijdte van 15 - 20 mm. Het eerste derde van de voorste vleugels zijn vaalgeel van kleur. De rest van de vleugels is roodbruin. De meelmotten zijn voornamelijk 's nachts actief en worden daarom pas vaak opgemerkt wanneer het te laat is
- Larve: geelwit, roodachtig of groenachtig (afhankelijk van de voeding) met een bruine kop.



Figuur 15: meelmot

#### Schadebeeld:

Ze zijn op te merken in de kweekbak door de spinsels die ze maken. In deze spinsels verpopt de meelmotlarve (Anticimex, 2019a; Weisman, 1999).

Aanpak:

- 1) Preventie (geen gecontamineerd voedsel binnen brengen)
- 2) Wanneer de meelmot in plaagvorm op het bedrijf aanwezig is, is het aangeraden om alle besmette kweekbakken te verwijderen. De meelwormen en kevers moeten worden afgezeefd van de besmette bakken en tarwezemelen
- 3) Feromoonlijmvallen (adulten)
- 4) Bestrijding met *Trichogramma* of *Habrobracon hebetor* sluipwespen (larven)
- 5) Bestrijding met Spinosad (larven)
- 6) Bestrijding met *Bacillus Thuringiensis* (opletten dat de juiste stam gebruikt wordt, zodat de meelwormen niet getroffen worden! De ondersoort kurstaki werkt specifiek tegen rupsen en is commercieel verkrijgbaar (DELFIN® WG)) of Azadirachtin
- 7) Bestrijding met pyrethrinen en piperonylbutoxide
- 8) Fumigeren met fosfine

### Spekkevers

Herkennen:

- Gewone spekkever (*Dermestes lardarius*)
- Volwassen insecten: 6 - 10 mm lang. Zwart met een witachtige strook over het voorste gedeelte van de dekvleugels.
- Larve: Beweegt snel. Bruinrood van kleur en harig (stekelig) en duidelijk gesegmenteerd. Verpopt zich in vast materiaal. De larve wordt iets langer dan 15 mm (Anticimex, 2019b; Kingsolver, 1999).
- Khaprakever (*Trogoderma granarium*)
- Volwassen insecten: 1,6 – 3 mm lang. Harige dekvleugels, licht met donkere vlekken. Mannetjes zijn donkerbruin of zwart en wijfjes zijn iets groter met lichtere kleuren.
- Larve: larven zijn tot 5 mm lang en zijn bedekt met dicht, roodbruin haar.



Figuur 16: Spekkever *Dermestes lardarius*

Aanpak:

- 1) Preventie (geen gecontamineerd voedsel binnen brengen)
- 2) Monitoring met kegelvallen uitgerust met schildertape, UV-lichtvallen en blundervallen (adulten)
- 3) Wanneer de spekkever in plaagvorm op het bedrijf aanwezig is, is het aangeraden om alle besmette kweekbakken te verwijderen. De meelwormen en kevers moeten worden afgezeefd van de besmette bakken en tarwezemelen
- 4) Bestrijding met lijmvallen mogelijk zolang de besmetting niet te groot wordt (adulten)

### *Broodkever*

#### Herkennen:

- Volwassen insect: roodbruin van kleur en 2 - 3 mm lang. Het halsschild bedekt de kop als een soort monnikskap. Het lijf is bedekt met fijne haartjes. De dekschilden hebben fijne lengtestrepen.
- Larve: actief in vroege ontwikkelingsstadia. Boort zich in harde zetmeel houdende producten, zoals: deegwaren en hondenbrokken.

#### Schadebeeld

- Aangetast product is te herkennen aan de uitvliegopeningen van de kevers.

#### Aanpak:

- 1) Preventie (geen gecontamineerd voedsel binnenbrengen, alle zetmeelhoudende producten goed afgesloten houden of bewaren in een gekoelde ruimte en gemorste voedingswaren onmiddellijk opruimen)
- 2) Plakval of valkuilval met of zonder lokmiddel, blunderval, UV- lichtval: doeltreffend op warme plekken en plekken met veel licht waar kevers vliegen
- 3) Bestrijding met pyrethrinen en piperonylbutoxide

Onderstaande vliegen kunnen eigenlijk in gelijk welke insectenkweek (maar vooral waar met natte voeders gewerkt wordt zoals bij **zwarte soldatenvlieg**) voor overlast zorgen.

### *Huisvlieg*

Huisvlieg (*Musca domestica*) is een opportunist die zich ook zal voeden met het voeder van de zwarte soldatenvlieg wanneer ze de kans krijgen.



Figuur 17: huisvlieg

#### Aanpak:

- 1) Preventie: om besmetting met huisvlieg te vermijden is het raadzaam om de opkweek tot 5 à 7 dag oude larven af te schermen, bijvoorbeeld door de bakken met jonge larven in pop-upnetten te plaatsen. De tweede fase van de opkweek is hiervoor minder gevoelig aangezien de snelgroeïende larven huisvlieg zullen onderdrukken.
- 2) Plakvallen of UV- lichtvallen kunnen een beperkte populatie signaleren en helpen controleren.
- 3) Bestrijding: er zijn heel wat pesticiden op de markt en bovendien hebben bestrijdingsfirma's veel ervaring met het bestrijden van maden en vliegen in stallen. Deze werkwijzen zijn meestal niet bruikbaar in een insectenkweek zonder de productie te storen.

#### *Fruitvliegen*

De aanwezigheid van kleine vliegjes (formaat van de fruitvlieg) rondom een kweekbak is een teken dat er iets fout loopt in de bak, bijvoorbeeld te weinig larven, waardoor het voeder kan rotten, sterfte onder de larven... Deze bakken verwijder je het best uit de kweek.



Figuur 18: fruitvliegjes





## 4 OOGSTEN

De meeste kwekers gebruiken zeven als methode om de insecten van het restsubstraat te scheiden. Bij deze technieken worden fracties gescheiden op basis van deeltjesgrootte en vorm door de zwaartekracht. Voor *T. molitor* en *H. illucens* wordt aangeraden om trilzeven te gebruiken met een maasgrootte van 2-4 mm. De inclinatie, amplitude en frequentie van de vibraties, samen met de grootte en vorm van de zeefopeningen, de eigenschappen en toevoer van het materiaal bepalen de werking van een zeef.

**Meeltor:** bij het oogsten van de meelwormen met een zeef (maaswijdte 2-3 mm) vallen het frass en het resterende voeder door de zeef, de meelwormen blijven bovenop de zeef liggen. Om grote volumes te oogsten gebruikt u beter een trilzeef. Die bespaart u tijd en werk. Na de oogst kan u de meelwormen het best bewaren door ze in te vriezen bij -20°C.

Bij de kweek van meelwormen moet heel wat worden afgezeefd. Zowel bij de reproductie, de opkweek, het oogsten en voor de instandhouding van een nieuwe oudergeneratie.



Figuur 20: zeven van verschillende stadia (Inagro, 2018)

Uit metingen bij Inagro blijkt dat wanneer de kweek volledig manueel verloopt, het zeven ongeveer 60% van de tijd inneemt. Daarom wordt vaak gebruik gemaakt van vlakke trilzeven. Er zijn heel wat zeven op de markt die voor de meelwormenkweek gebruikt kunnen worden. Onderstaand rapport bevat een gedetailleerd overzicht met pro's en contra's van de bestaande systemen.

[https://leden.inagro.be/Portals/484/Automatisatie\\_Entomatisation%20-%20Casestudie%20scheidingstechnieken.pdf](https://leden.inagro.be/Portals/484/Automatisatie_Entomatisation%20-%20Casestudie%20scheidingstechnieken.pdf)

**Zwarte soldatenvlieg:** u merkt dat larven voldaan zijn wanneer het substraat gedroogd is tot een grof poeder en het geheel is afgekoeld. Oogsten kan eenvoudig door het geheel af te zeven. Een maasgrootte



van 3 à 4 mm volstaat hiervoor. U kan dit handmatig doen met kleinere zeven, of efficiënter met mechanische trilzeven.

**Huiskrekkel:** afkoelen of schudden bakken, zodat dieren makkelijker te vangen zijn. Little Food ontwikkelde een trommelzeef om de krekels uit de eierkartons te scheiden. U oogst best nimfen van het 7<sup>e</sup> stadium. Adulten (8<sup>e</sup> stadium) sterven vrij snel en zijn enkel interessant voor de voortplanting. De snelheid en de hoek van deze machine kan worden gevarieerd. In de geoogste fractie zitten ook mest en enkele dode krekels. Deze fracties moeten worden gescheiden van de levende krekels. Hiervoor zal u nog eens moeten zeven. U kan ook de krekels laten omhoog klimmen op eierkartons die u daarna nog eens uitschudt.

**Treksprinkhaan:** het oogsten van de sprinkhanen is momenteel nog arbeidsintensief, omdat dit handmatig gebeurt. Afhankelijk van de afzetmarkt, wordt de slachtmethode gekozen. Indien de insecten levend verkocht worden, worden de sprinkhanen gevangen. Door afkoelen of schudden met de bakken, zijn de dieren makkelijker te vangen. Indien de sprinkhanen bevroren worden aangeboden, is het een optie om de volledige kooi in de diepvriezer te plaatsen mits hier genoeg ruimte voor is. De sprinkhanen kunnen ook worden gekoeld (bij 5 °C), dit voorkomt dat ze verder ontwikkelen, maar houdt hen nog een bepaalde periode in leven.







## 5 AFDODEN, BEWARING, OPSLAG EN TRANSPORT VAN INSECTEN

Insecten kunnen afgedood worden op verschillende wijzen. De meest voorkomende technieken zijn afdoden door verhitting of door invriezen. Wettelijk gezien is het niet verplicht om insecten eerst af te doden voor verdere verwerking: doden door verhakseling is bijvoorbeeld ook toegestaan.

U moet er rekening mee houden dat elke techniek impact heeft op de eigenschappen van het eindproduct. Over het dierenwelzijn leest u meer in hoofdstuk 12.

### 5.1 AFDODEN DOOR VERHITTEN

Blancheren is een techniek waarbij producten gedurende korte tijd verwarmd worden en vervolgens afgekoeld om het verwarmingsproces snel te stoppen. De verwarming van het product kan gebeuren door warm water of stoom.

Bij het warmwaterblancheren worden de producten ondergedompeld in voorverwarmd water (70 tot 100 °C). De duur hangt af van het type product en de hoeveelheid, meestal is dit rond 1 à 5 minuten.

Stoomblancheersystemen injecteren hete lucht (~100 °C) op voedsel als het door het blancheersysteem op een transportband gaat. Deze methode vermindert de uitloging van in water oplosbare verbindingen van het product sterk, en is de voorkeursmethode voor kleinere voedingsmiddelen. Stoomblancheersystemen zijn energiezuiniger, en de mogelijkheid tot snelle opwarming maakt het mogelijk om de verwerkingstijd te verkorten. Deze verminderde hitteblootstelling behoudt kleur, aroma en algemene kwaliteit van het voedsel. De verdamping kan echter leiden tot lagere massa's en productopbrengsten.

Direct na de warmtebehandeling worden de producten snel gekoeld met koud water. Een veelvoorkomend alternatief voor koeling met koud water is koeling met koude lucht.

### 5.2 AFDODEN DOOR INVRIEZEN

24u bij -18°C: bij voorkeur worden de insecten in dunne lagen ingevroren om het proces zo egaal en snel als mogelijk uit te voeren.

Shock freezer: bij een onderzoek van Purscke et al. (2018) werden meelwormen na blancheren individueel ingevroren gedurende 20 minuten bij -38 °C in een F101L van Sagi.

### 5.3 BEWARING, OPSLAG EN TRANSPORT

Indien de insecten verder verwerkt zullen worden, wordt er toch aangeraden om de insecten zo snel mogelijk af te doden na het oogsten. Levende insecten kunnen enkele dagen in gekoelde temperaturen (4 tot 10 °C) bewaard worden. Indien levende insecten getransporteerd moeten worden, gebeurt dit best met gekoeld transport.

Wanneer insecten afgedood worden door blancheren en niet meteen verwerkt worden, moeten deze ingevroren worden, of zijn ze beperkt (max. een week) houdbaar bij gekoelde temperatuur (4 °C). Wanneer insecten afgedood worden door invriezen, moeten zij na deze stap diepgevroren blijven tot aan de volgende verwerkingsstap. Ontdooien gebeurt best bij 4 tot 6 °C.

Bewaring van bevroren insecten (al dan niet geblancheerd) gebeurt ook best in een verpakking afgesloten onder aangepaste omgeving met verlaagd zuurstofgehalte om de oxidatie van de onverzadigde vetten tegen te gaan. Dit is minder belangrijk voor larven van zwarte soldatenvlieg, aangezien deze larven voornamelijk verzadigde vetten bevatten.







## 6 RESTSUBSTRATEN EN BIJPRODUCTEN VAN INSECTENPRODUCTIE

Bij het oogsten van de insecten en ook tijdens de kweek ontstaan er nevenstromen. Deze restfracties bestaan vaak uit dode en levende insecten, resten van voeder, vervellingshuiden en uitwerpselen of een mengeling daarvan. Hoe dit restsubstraat verwerkt mag worden, hangt af van de mate waarin de verschillende fracties van elkaar gescheiden zijn.

Volgens de Commissie Dierlijke bijproducten (CoABP) moet er nog aangetoond worden of de verschillende stromen van het restsubstraat gescheiden kunnen worden. Het statuut van het restsubstraat (een mengsel) bevat zowel C2- als C3-materiaal volgens de Europese verordening nr. 1069/2009.

U kan het verwerken door:

### Composteren of vergisten

- Bij een hiervoor vergund en erkend bedrijf. Een overzicht van deze bedrijven vindt u op de website van het FAVV (<http://www.favv-afsc.fgov.be/dierlijkebijproducten/erkendeoperatoren/>). Bij de composteer en vergistingsinstallatie die in deze lijsten opgenomen zijn, gebeurt een hygiëniserende
- Transport van het restsubstraat naar deze installatie moet gebeuren als afvalstof: dus met handelsdocument en het transport moet uitgevoerd worden door een geregistreerd vervoerder en in opdracht van een IHM voor DBP cat 2.
- De compost of het digestaat dat hier geproduceerd wordt, mag gebruikt worden als grondstof voor of als bodemverbeterend middel
- Het transport van compost of digestaat moet gebeuren conform de wetgeving van de mestbank. Het is geen afvalstof meer, maar een grondstof.

### Droging (hygiëniserende op 1u 70°C)

- Momenteel zijn er geen bedrijven erkend voor enkel het drogen van DBP. Het bedrijf moet hiervoor vergund en erkend zijn. Ook de kweker zelf kan dit aanvragen.
- Transport van het restsubstraat naar deze installatie moet gebeuren als afvalstof: dus met handelsdocument en het transport moet uitgevoerd worden door een geregistreerd vervoerder en in opdracht van een IHM voor DBP cat 2.
- Het gedroogde restsubstraat moet beschikken over een grondstofverklaring (= GV, verstrekt door OVAM <https://ovam.be/grondstofverklaringen> ) alvorens het gebruikt mag worden als meststof of bodemverbeterend middel. Zonder GV blijft dit een onverwerkte afvalstof.
- Het transport van gedroogd restsubstraat (met GV) moet gebeuren conform de wetgeving van de mestbank. Het is geen afvalstof meer, maar een grondstof.



## Verbranding

- Volgens het Vlaamse afvalstoffen- en materialenbeleid is dit te vermijden.
- Transport van het restsubstraat naar een vergunde verbrandingsinstallatie moet gebeuren als afvalstof: dus met handelsdocument en het transport dient uitgevoerd te worden door een geregistreerd vervoerder en in opdracht van een IHM voor DBP cat 2.

Onderstaand schema geeft de huidige opties weer:

[http://www.afsca.be/dierlijkeproductie/dierenvoeding/insekten/\\_documents/restsubstraatinsectenapril2019\\_NL.pdf](http://www.afsca.be/dierlijkeproductie/dierenvoeding/insekten/_documents/restsubstraatinsectenapril2019_NL.pdf)

Praktisch betekent dit dat:

Wanneer het restsubstraat zelf op het bedrijf gehygiëniseerd kan worden, dan moet het bedrijf zelf een omgevingsvergunning en erkenning ikv 1069/2009 aanvragen voor het verwerken van het restsubstraat. Indien er in de toekomst een goede manier gevonden wordt om de mest te scheiden van voederresten en insecten, en de EU aangeeft dat er geen hygiënisatie noodzakelijk is, kan de kweker ook zonder vergunning en erkenning een GV aanvragen. Zonder GV blijft deze stroom een afvalstof, en moet transport gebeuren met handelsdocument en door geregistreerde vervoerder en IHM. Wanneer een GV verkregen wordt, moet het vervoer gebeuren conform de voorwaarden van de mestbank (VLM) (zie onderaan).

Indien het restsubstraat wordt opgehaald voordat het gehygiëniseerd wordt, is deze stroom een afvalstof en moet het transport gebeuren met een handelsdocument en door een geregistreerd vervoerder en IHM.

Naast de grondstoffenverklaring en hygiënisatie (i.e. sterilisatie) van het restsubstraat, moet voldaan worden aan bijkomende verplichtingen naargelang het verkregen statuut van het product (bv. ontheffing FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu voor het verhandelen van een meststof, bodemverbeterend middel of teeltsubstraat)

Voor de VLM is dit bodemverbeteringsmiddel of meststof een “andere meststof”. De producent ervan moet zich laten identificeren bij de VLM als [producent andere meststof](#). De transporten van de andere meststof moeten met [erkend mestvoerder of verzender](#) gebeuren.







## 7 VERWERKINGSMETHODEN

Hieronder leest u over een aantal mogelijkheden van technieken die momenteel toegepast worden voor andere voedingsproducten en die onderzocht worden op hun toepasbaarheid bij insecten. We geven u worden, bij wijze van voorbeeld, onderzoeksresultaten van Lab4Food van KU Leuven ( Vandeweyer et al., 2017; Wynants et al., 2017; Wynants et al., 2018; De Smet et al., 2019) en Hogeschool VIVES. **Het is belangrijk om hierbij te benadrukken dat er nog geen uitgewerkte en vastgelegde protocols zijn voor insecten.** Om die reden beperken we ons hier tot het aanreiken van de principes en aandachtspunten die horen bij de onderzochte technieken. De auteurs zijn geenszins verantwoordelijk voor problemen met insectenverwerking volgend uit het raadplegen en volgen van deze handleiding.

### 7.1 HYGIËNISATIESTAP

Indien de insecten geen hygiënisiertap ondergaan hebben bij de afdoding, moeten de insecten eerst een hittebehandeling ondergaan om zowel chemische als microbiologische redenen. Hierbij kan er gekozen worden voor natte pasteurisatie (blancheren in kokend water of stomen) of droge pasteurisatie (infrarood, microgolf (hierbij zijn wattages en duurtijd heel belangrijk) of hoge hydrostatische druk (HHD)). Afhankelijk van de gekozen methode zullen er verschillende chemische processen stilgelegd of net geactiveerd worden en zal er een verschillende impact zijn op overleving van (pathogene) micro-organismen in de insecten. Gepasteuriseerde insecten moeten zo snel mogelijk in gekoelde omstandigheden (bij 4°C voor maximaal een aantal dagen of -18°C voor langere periode) bewaard worden om microbiële groei te vermijden (al kunnen sommige, zogenaamd psychrotrofe micro-organismen wél nog groeien bij koelkasttemperatuur). Onderzoek van Lab4Food heeft aangetoond dat de courant gebruikte hygiënisiertappen onvoldoende zijn voor het afdoden van sporevormende pathogenen. Behandeling met (nog) hogere temperaturen, al dan niet gecombineerd met nog langere tijden kunnen hier een oplossing voor bieden (Vandeweyer et al., 2017), maar er is meer onderzoek nodig om te weten wat geschikte tijd-temperatuurcombinaties zijn voor afdoding van sporen. Bovendien zullen hogere tijd-temperatuurcombinaties leiden tot (nog meer) nutriëntenverlies. De hygiënisiertap kan ook uitgevoerd worden in de uiteindelijke verkoopverpakking indien het om ingeblikte insecten gaat. Dat heeft als voordeel dat er geen risico is op nabesmetting na de hittebehandeling, wat wel het geval is als insecten in bulk behandeld worden en nadien verpakt.

### 7.2 VERWERKING

#### 7.2.1 **Integraal insect**

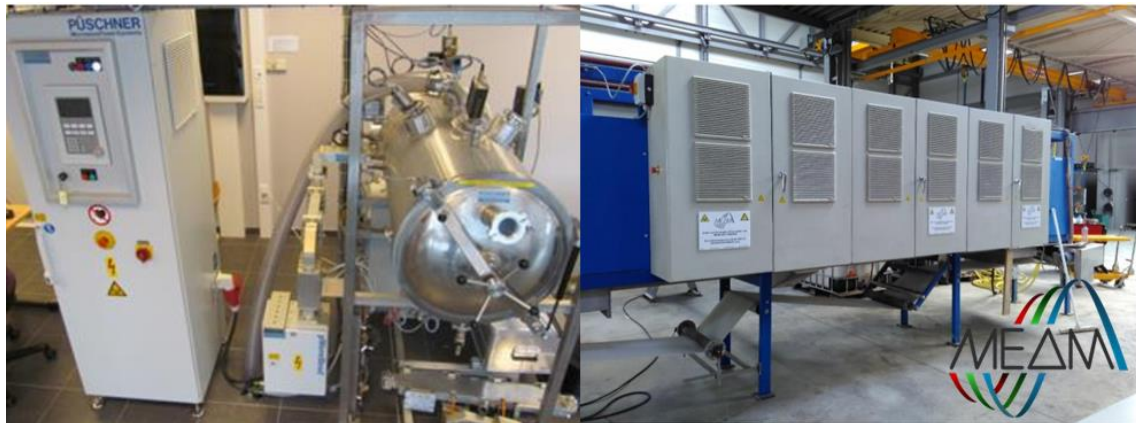
De volledige insecten kunnen na hygiënisiertap verpakt worden als ‘verse levenswaren’ of verder verwerkt worden. Verdere verwerking zal veelal een droogproces zijn, of de insecten kunnen fijn gemixt worden tot een ‘pasta’ (De Smet et al., 2019).

##### 7.2.1.1 **Drogen**

Er zijn diverse droogtechnieken beschikbaar. Er wordt bij voorkeur gedroogd bij lage temperaturen (onder de 100 °C) om het nutriëntenbehoud te garanderen. Over het algemeen worden er weinig verschillen

opgemerkt tussen verschillende droogtechnieken bij de macronutriënten. Er is echter nog weinig onderzoek gebeurd op micronutriënten niveau en de invloed op de verteerbaarheid van de eiwitten. Momenteel is wel al geweten dat de vetoxidatie sterk varieert afhankelijk van de droogtechniek. De keuze van droogtechniek kan ook gemaakt worden indien er een bepaalde hoeveelheid insecten gedroogd wordt (batchsysteem) of via een continu droog proces (inlinesysteem). Hieronder volgt een opsomming van technieken die reeds onderzocht werden bij Lab4Food en Hogeschool VIVES:

- Vriesdrogen: is momenteel de meest gebruikte methode aangezien deze droogmethode een goed nutriëntenbehoud garandeert (opletten met vetoxidatie). Vereist een grote investering en ook het proces zelf is duur (werkt via batchsysteem of semi-continu systeem, wat tijdsintensief is, met een hoog energieverbruik).
- Microgolfdrogen: garandeert eveneens een goed nutriëntenbehoud (opletten met mogelijk verlies van vitamines zoals B12). De apparatuur vergt een grote investering, maar het proces zelf kan zowel via batchsysteem als inline uitgevoerd worden, is vrij kort en goedkoper dan vriesdrogen (lager energieverbruik) (Figuur 17).
- Hete lucht ovendrogen (90 – 150 °C): verloopt snel maar levert echter verkleurde meelwormen en verschrompelde zwarte soldatenvlieglarven op. Hoge temperaturen kunnen tot nutriëntverlies en verminderde verteerbaarheid leiden.
- Ovendrogen bij lage temperatuur (50 – 80 °C): Hiervoor bestaan specifieke voedingsdrogers (Figuur 18). Door het drogen bij lage temperatuur is er een goed nutriëntenbehoud. Langdurig proces waarbij meelwormen verkleuren en zwarte soldatenvlieglarven verschrompelen, levert volgens Little Food mooie krekels af.



Figuur 24: Links: µWave Vac0350 batchmicrogolfdroger (Püschner); Rechts: MEAMDRY S 32 bandmicrogolfdroger met 16 units van 2 kW en bandlengte 4 m (MEAM) (VIVES, 2017)



Figuur 25: Food dehydrator Profi Line 10 trays voedingsdroger (Hendi ) (VIVES, 2019)

Onderstaande technieken werden aan ons doorgegeven door buitenlandse bedrijven:

- Tubulaire drogers: goedkoopste batchsystemen zijn vrij duur en kunnen 5-10 kg/u drogen, zijn geschikt om insecten in hun volledige vorm te drogen
- Trommeldrogers: goedkoopste batchsystemen zijn vrij duur (vergelijkbaar met batch microgolfoven) maar het proces is energie-efficiënter dan de tubulaire drogers. Het proces verloopt sneller dan batch microgolfdrogen ( $\pm 7$  kg/u drogen), maar door de hoge temperaturen (125 °C) is er meer kans op kwaliteitsverlies. Vooral geschikt om insectenpasta te drogen

Het is belangrijk om de wateractiviteit ( $a_w$ -waarde) van het droge eindproduct/halffabricaat te meten, en niet alleen het vochtgehalte. Voor een stabiele bewaring wordt een  $a_w$ -waarde kleiner dan 0,6 nagestreefd. Dit is een maatstaf voor het aanwezige 'vrije' water in het product. Bij een waarde kleiner dan 0,6 kunnen er geen micro-organismen groeien. Er kan niet gezegd worden met welk vochtgehalte die waarde overeen stemt, omdat er geen strikt verband is tussen  $a_w$  en vochtgehalte.

### 7.2.1.2 Fermenteren

Er werd reeds onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van een standaard vleesfermentatiestarter om insecten(pasta) te fermenteren. Het uitvoeren van een fermentatie vereist wel een goede opvolging en kennis van zaken (De Smet et al., 2019).

### 7.2.1.3 Mixen

Met behulp van een vleescutter of een vacuüm schotelcutter gecombineerd met een microcutter kan er een fijne pasta gemaakt worden waarbij er geen stukjes exoskelet voelbaar aanwezig zijn (Figuur 19). De

microbiologische veiligheid moet hierbij wel zeer nauwkeurig opgevolgd worden, aangezien dit een zeer gevoelig product is voor microbiële groei. Er zijn indicaties dat bewaring bij -21°C de beste optie is voor de bewaartijd in vergelijking met gekoelde bewaring bij 4°C (De Smet et al., 2019).



Figuur 26: Links: Schotelcutter (Stephan UM 12, A. Stephan); Rechts: meelwormenpasta (Lab4Food, 2017)

### 7.2.2 Verwerking tot meel

Insectenmeel kan gemaakt worden op basis van gedroogde insecten, ontvette gedroogde insecten of door het drogen van een pasta die eveneens gemaakt kan zijn van al dan niet ontvette insecten. Vaak geeft het malen van volledige insecten problemen met klontervorming door het hoge vetgehalte. Hierdoor wordt er vaak eerst ontvet.

Om een fijn meel te verkrijgen wordt de fractie met de grootste partikelgrootte vaak afgezeefd. Mogelijk kan het chitinevrij maken van de insecten tijdens de verwerking ook zorgen voor een fijner meel. Een voorbeeld van een toestel om insectenmeel te maken is een Blixer (= combinatie van cutter en blender/mixer) (Figuur 20). Het kleinste systeem kan 2 L bevatten en de grootste gaat tot 60 L. Voor grootschalige meelproductie werd ook de mogelijkheid van een combinatie Retschmolen (ZM 200) en drierollenwals getest (Figuur 21).

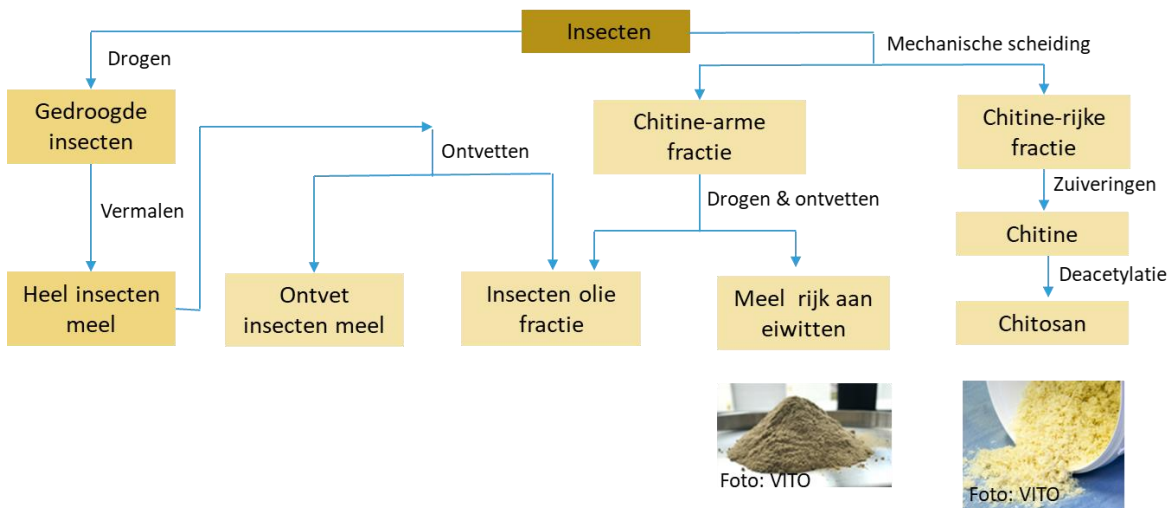




### 7.2.3 Verwerking fractionering - bioraffinage

Na de oogst zijn er verschillende manieren om de insecten verder te verwerken tot een eindproduct. De insecten kunnen als levend voeder voor reptielen en andere dieren gebruikt of verder verwerkt worden. Een aantal voorbeelden van deze laatste aanpak zijn weergegeven in Figuur 22. Een klassieke aanpak is om de insecten te drogen en als intact insect of als een meel (na vermaling) te gebruiken. Vaak wordt de gedroogde insecten biomassa ontvet voor afzonderlijke vermarkting van de insectenolie en het ontvette meel (soms ook proteïnemeel genoemd), en/of subfracties van deze laatste (Nongonierma & FitzGerald, 2017). Een andere aanpak is om vertrekende van de natte insectenbiomassa, via een mechanische scheiding de chitine eerst af te scheiden om zo tot een chitine-arme fractie te komen, die verder gescheiden kan worden tot een olie aangerijkte fractie en een gedechitineerd en ontvet meel (Soetemans et al., 2016). Uit chitine-rijke fractie kan de chitine opgezuiverd worden en via deacetylatie (chemisch of enzymatisch) omgezet worden tot chitosan. Hydrolyse van het volledige insectenmeel met het oog op genereren van peptiden is nog een andere manier om insectenbiomassa te fractioneren (Leni et al., 2020).

De ontvetting kan via temperatuursverhoging (rendering, Aidos et al., 2006; Woodgate & van der Veen, 2004) gerealiseerd worden of via chemische methodes zoals solvent extractie met bv hexaan (Mishyna et al., 2019; Choi et al., 2017; Ndiritu et al., 2017; Purschke et al., 2016; Bussler et al., 2016) of iso-electrische punt scheiding (Soetemans et al., 2019; Tzompa-Sosa et al., 2014; Yi et al., 2013).

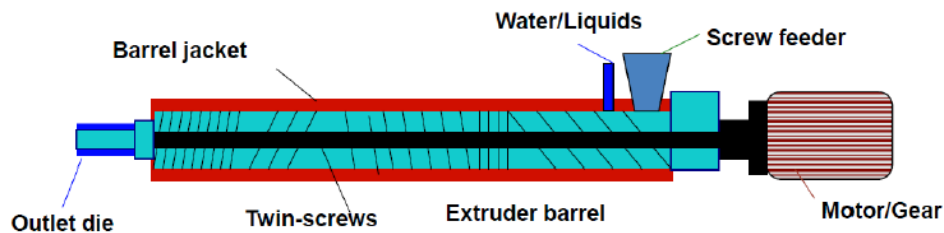


Figuur 29: voorbeelden van verwerkingen fractionatie van insecten tot ingrediënten (VITO, 2020)

### 7.2.4 Extrusie

Onder invloed van temperatuur en druk zouden insectenpasta of insectenmeel, eventueel gemengd met andere ingrediënten, verwerkt kunnen worden door middel van een extruder. Bij een studie van Smetana et al. (2018) werd de natte insectenbrij (“high moisture extrusion”) bij hoge temperatuur (maximum 170 °C) met roterende schroeven door een mal geperst, vervolgens verliet het plastische materiaal de extruder via een gekoelde matrijs (Figuur 23). Hierdoor kreeg het product zijn uiteindelijke stevige vaste en getextureerde vorm. Na rehydratatie met water (en smaakstoffen) verkreeg het product een redelijk mondgevoel en kauwbaarheid vergelijkbaar met gehakt, echter niet met een lapje vlees (Figuur 24).

Monstersamenstelling en watergehalte waren de belangrijkste factoren die de snijsterkte van de geëxtrudeerde tussenproducten met een hoog vochtgehalte beïnvloedden. Het was mogelijk om de vleesachtige textuur te behouden door tot 40% insecteneiwitconcentraat toe te voegen in een mengsel met 5–10% sojavezels (droge stof), wat resulteerde in vleesanalogen met 25,0–30,8% eiwit. Andere factoren zoals aminozuurverliezen, eiwit-eiwitinteracties of de vorming van peptidebindingen in geëxtrudeerde monsters maakten geen deel uit van deze studie (Smetana et al., 2018).



Figuur 30: extruder (Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik, 2017)



Figuur 31: geëxtrudeerde insectenpasta vermengd met soja (Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik, 2017)

### 7.3 CONTAMINATIE VERMIJDEN

Bij integrale insecten moet er gelet worden op diverse bronnen van contaminatie. Er kan fysische contaminatie zijn: aanwezigheid van uitwerpselen, voedselresten, karton, andere insecten. Met behulp van eenvoudige zeeftechnieken kan u contaminatie in de verdere verwerking vermijden. Fracties van een gelijke grootte kunnen eventueel op basis van dichtheitsgewicht gescheiden worden. Er kan ook chemische contaminatie zijn die veelal afkomstig is van het voeder van de insecten of eventuele bestrijdings- of

reinigingsmiddelen die in de kweek gebruikt worden. De belangrijkste vorm van contaminatie werd hierboven reeds aangehaald en is microbiologisch van aard (bacteriën en schimmels die leiden tot bederf en voedselinfectie/intoxicatie kunnen veroorzaken).

Voor het blancheren moet de temperatuur betrouwbaar zijn en gecontroleerd worden. Bij nat blancheren moet het water voldoende vaak verversd worden. Na het blancheren moet er in hygiënische omstandigheden gewerkt worden volgens HACCP-normen zodat er geen hercontaminatie, of ook nabesmetting genoemd, optreedt. Het drogen van insecten valt onder HACCP-regelgeving en moet volledig gescheiden gebeuren van de kweek van insecten.

Het IPIFF heeft een gids opgemaakt voor hygiënische insectenkweek en -verwerking:

<https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/IPIFF-Guide-on-Good-Hygiene-Practices.pdf>

In **verordening (EG) nr. 853/2004** staan hygiënevoorschriften vermeld. De normen voor insecten liggen nog niet vast. Er zijn wel microbiologische criteria, vastgelegd in **verordening (EG) nr. 183/2005 voor diervoeders en (EG) nr. 2073/2005 voor menselijke voeding**, en Belgische actielimieten voor voeding:

<http://www.favv.be/professionelen/publicaties/thematisch/actiegrenzen/>

Voor interpretatie van de actielimieten neemt u het best contact met het FAVV.

## 7.4 STABILISATIE

Gehygiëniseerde insecten hebben slechts een korte bewaring en moeten bij gekoelde temperaturen bewaard worden. Ze kunnen gedroogd worden tot een stabiel product als volledige insecten of kunnen verwerkt worden tot een 'pasta'. Gedroogde insecten kunnen op kamertemperatuur bewaard worden bij een lage relatieve luchtvochtigheid en afgeschermd van zonlicht. Om oxidatie van de vetten te vermijden wordt er ook best voor een afgesloten verpakking gekozen, eventueel zelfs verpakt in aangepaste atmosferische omstandigheden. De pasta is slechts enkele dagen houdbaar gekoeld bij 4 °C en enkele maanden gekoeld bij -21 °C. Deze pasta kan indien gewenst met diverse toestellen gedroogd worden (bv. trommeldroger).





## 8 VERPAKKING

### 8.1 INGANGSCONTROLE VERPAKKING

Verpakkingsmateriaal moet gecontroleerd worden zodat er bij contact met (verwerkte) insecten geen aantasting is van het levensmiddel door veranderingen in smaak, aroma en/of kleur. Dit kan zowel via sensorische analyse, als via chemisch-analytische testen (o.a. GC-MS profilering, elektronische neustechnologie), waarbij er vastgelegde normen bestaan. Voor technologische ondersteuning bij sensorische ingangscntrole van verpakkingsmaterialen kan u steeds terecht bij SENSTECH (Vlaams Adviescentrum voor Sensoriek van Voedingsmiddelen en Contactmaterialen). In principe zou reeds goedgekeurd verpakkingsmateriaal voor voedingsproducten moeten volstaan.

SO-norm 13302:2003 Sensory analysis – Methods for assessing modifications to the flavour of foodstuffs due to packaging

Europese norm EN 1230-1:2010 Paper and board intended to come into contact with foodstuffs – Sensory analysis – Part 1: Odour

Europese norm EN 1230-2:2010 Paper and board intended to come into contact with foodstuffs – Sensory analysis – Part 2: Off-flavour (taint)

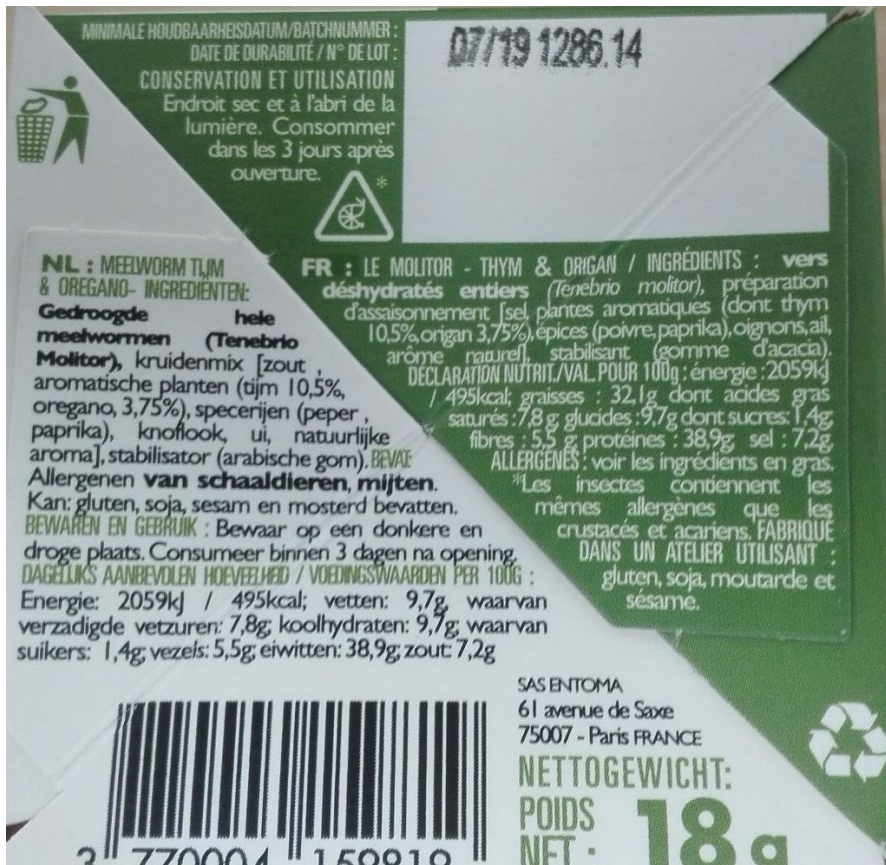
### 8.2 INFORMATIE / ETIKETTERING

<https://www.health.belgium.be/nl/voeding/informatie-voor-de-consumenten/etikettering/wat-moet-en-mag-op-de-etikettering-staan>

In een notendop:

- lettergrootte van minimaal 1,2 mm
- correcte, wettelijke benaming
- ingrediëntenlijst
- allergenen
- kwantitatieve vermelding van de ingrediënten
- nettotoeweeheid
- datum van minimale houdbaarheid en uiterste consumptiedatum
- bewaarvoorschriften en gebruiksvoorwaarden
- (handels)naam en adres van de exploitant
- land van oorsprong en plaats van herkomst van het eindproduct en de insecten (indien verschillend beide vermelden)
- bijkomende verplichte vermeldingen:
  - o bv.: datum van 1<sup>e</sup> invriezing, verpakt onder beschermende atmosfeer,...





Figuur 33: verpakking Le Molitor van Jiminis (VIVES, 2020)



## 9 BEDRIJFSVOERING – ARBEID

### 9.1 ARBEIDSVEILIGHEID

#### 9.1.1 Allergenen

Een veelal onderschat probleem bij het industrieel kweken van insecten, is het massaal vrijkomen van stof tijdens het zeven en voederen. Dit stof bestaat uit diverse partikels, zoals voeder (bv. meel), mest en huidschilfers. Stof, en zeker fijn stof, is op zich al niet gezond om langdurig in te werken, maar op deze deeltjes kunnen ook eiwitten kleven die een allergische reactie kunnen veroorzaken. Een allergische reactie is een overmatige reactie van het immuunsysteem op een lichaamsvreemde stof zoals een pollenallergie. Bij insecten kan dit, onder andere, resulteren in jeukende ogen, hoofdpijn, kortademigheid (astma), huidirritatie of zelfs allergische reacties na het eten van insecten ...

Bij het kweken van meelwormen zijn er twee belangrijke bronnen van allergenen. Enerzijds kan het voederen met meel- een tarwe allergie opwekken zoals die ook voorkomt bij bakkers. Anderzijds kunnen ook de insecten zelf een specifieke allergie veroorzaken bij de kweker. Dit is van speciaal belang voor personen die nu al allergisch zijn aan schaaldieren of de huisstofmijt, aangezien wetenschappelijk onderzoek hiervoor al mogelijke 'kruissensibilisatie' heeft aangetoond. Dit wil zeggen dat personen die allergisch zijn aan schaaldieren of huisstofmijt mogelijk vatbaarder zijn om een allergische reactie te vertonen na het eten van meelwormen.

Ook de blootstelling aan sprinkhanen geeft mogelijk een zeer sterke aanleiding tot het ontwikkelen van inhalatie allergieën, zowel aan de uitwerpselen (stof, droge aerosols!) als de insecten zelf (zeer beweeglijk) of huidirritaties. Verder kan er mogelijk (eerder zelden) ook een inhalatieallergie ontstaan aan het voeder (grassen).

Om langdurig insecten te kunnen kweken en het risico op vatbaarheid voor allergieën te verminderen, is het dus noodzakelijk om zichzelf hiertegen te beschermen. We adviseren om tijdens het zeven/reinigen de methodiek van werken aan te passen om minder stof in de lucht te brengen (vermijd het uitgieten vanaf een hoogte) en/of een lokale afzuiging aan te brengen. Deze zone kan ook meer afgebakend worden om het verspreiden van stof naar andere werkposten te beperken. Perslucht gebruiken en droog vegen vermijdt u best. Het is aan te raden om te stofzuigen of nat te reinigen. Om het risico op het ontstaan van allergieën te verminderen, moet u elke andere vorm van blootstelling vermijden (onder andere huidcontact, contaminatie van kantoorruimtes door blootgestelde kledij). We adviseren te werken met lange mouwen (ideaal veiligheidspak type 5) en om handschoenen te dragen om de huidopname (beter: het huidcontact) te beperken. Na gebruik moet u het veiligheidspak voorzichtig afnemen en binnenstebuiten verwijderen (zeker geen kleren met perslucht reinigen). U bewaart dit veiligheidspak het best in een aparte ruimte. Met kleding die blootgesteld aan de insecten (bv labo's) komt u liefst niet in kantoorruimtes (langdurige blootstelling).

Ook wanneer er voldoende ventilatie aanwezig is, zal u nog altijd persoonlijke beschermingsmiddelen moeten dragen, zeker als u werkt in de lokalen waar veel stof wordt geproduceerd. Er bestaan diverse systemen waarmee u zich kan beschermen. In zijn meest eenvoudige vorm zijn er de klassieke mondkmaskers.

Gebruik dan zeker de FFP3 variant (99 % filtratie). Volgens zowel IDEWE als professor Jeroen Vanoirbeek zijn dit echter niet de beste maskers. Enerzijds is het draagcomfort voor een langere periode zeer laag. Anderzijds is de aansluiting met het gelaat bepalend voor de efficiëntie van deze maskers. Gebrekkige aansluiting (door bijvoorbeeld een baard) zorgt voor een lage filtratie-efficiëntie waardoor een vals gevoel van veiligheid kan ontstaan. Dit blijkt ook uit eigen ondervinding waarbij 2 personen met een allergie niet geholpen waren door van een dergelijk masker. Een ander systeem is het volgelaatsmasker. Omgevingslucht wordt via een draagbare motorunit aangezogen en gefilterd waarna de lucht in het masker wordt geblazen. Uit ondervinding blijkt dat dit systeem veel comfortabeler is voor de werknemer. Daarnaast blijkt ook dat dit systeem voor de twee allergische proefpersonen wel helpt. Het nadeel is echter dat dit systeem ongeveer een 200 maal duurder is dan een mondk masker (maar wel herbruikbaar). Dit systeem (Versaflo TR-315E+ motorunit + M-106 helm) wordt momenteel bij Inagro gebruikt in combinatie met een pak (Ansell overall 2000) en handschoenen.

### **Aanbevelingen:**

- 1) tracht zo veel mogelijk de vorming van stof en aerosols van stof te vermijden
- 2) probeer zo veel mogelijk de processen die stof produceren te concentreren en te isoleren
- 3) zorg voor adequate afzuiging in het lokaal, interne filtratie levert geen goede resultaten op
- 4) zorg voor adequate persoonlijke bescherming, bij voorkeur volgelaatsmasker + pak

### **9.1.2 Luchtzuivering (filtratie)**

#### **9.1.2.1 Algemene ventilatie**

Naast de ventilatie in de kweekhallen wordt er best ook in algemene ventilatie voorzien in de andere werkruimtes. Daarbij is het wel voordelig om de ruimtes die geventileerd moeten worden (bv. zeeflokaal) zo klein mogelijk te houden. In kleine ruimtes is het ten eerste aan te raden een adequaat masker enz. te dragen. Door de kleine ruimte creëert u anders een plaats met extreem hoge blootstelling die enorm sensitiserend kan werken) Een zo klein mogelijke ruimte is nodig om 1) de efficiëntie van ventilatie te optimaliseren en 2) de hoeveelheid aangevoerde lucht minimaal te houden. Dit laatste is van belang om, zeker in de winter, de warmte-energie verliezen te beperken. Het gebruik van een warmtewisselaar om dit te beperken lijkt door de hoeveelheid stof moeilijk haalbaar.

#### **9.1.2.2 Interne luchtzuivering**

Het intern zuiveren van de lucht kan gebeuren door middel van grote ventilatoren die de aanwezige lucht aanzuigen en zuiveren via (een reeks van) filters. Hiervoor bestaan verschillende mogelijkheden

Een **HEPA-filter luchtreiniger** zal partikels fysiek uit de lucht verwijderen. Er bestaan echter vele soorten HEPA-filters waarbij tussen de 85% (E10) en de 99.99995% (U17) van de deeltjes worden tegengehouden. Het is echter onduidelijk welke filter nodig is om allergenen tegen te houden en uiteraard worden de filters -veel- duurder naarmate de efficiëntie stijgt. Uit een test blijkt ook dat deze filters vrij regelmatig moeten worden vervangen en dus significante kosten met zich meebrengen.

**Ionisatiefilters** werken zonder fysieke filter. De ioniserende straling in het toestel geeft de partikels in de lucht een elektrische lading. De geladen partikels worden vervolgens weggevangen door de lamellen van de filter, oppervlaktes in de ruimte (vloer, muren, tafel, ...) of de partikels gaan samenklitten waarna ze

neervallen uit de lucht. Geïoniseerde allergenen kunnen nog steeds in de kweekruimte terecht komen, maar daar zullen ze snel verdwijnen uit de lucht. In theorie zouden deze ionen ook moeten helpen tegen geuren, maar bij een praktische test blijkt dat de ionisatie filter geen invloed heeft op de geur in de kweekruimtes.

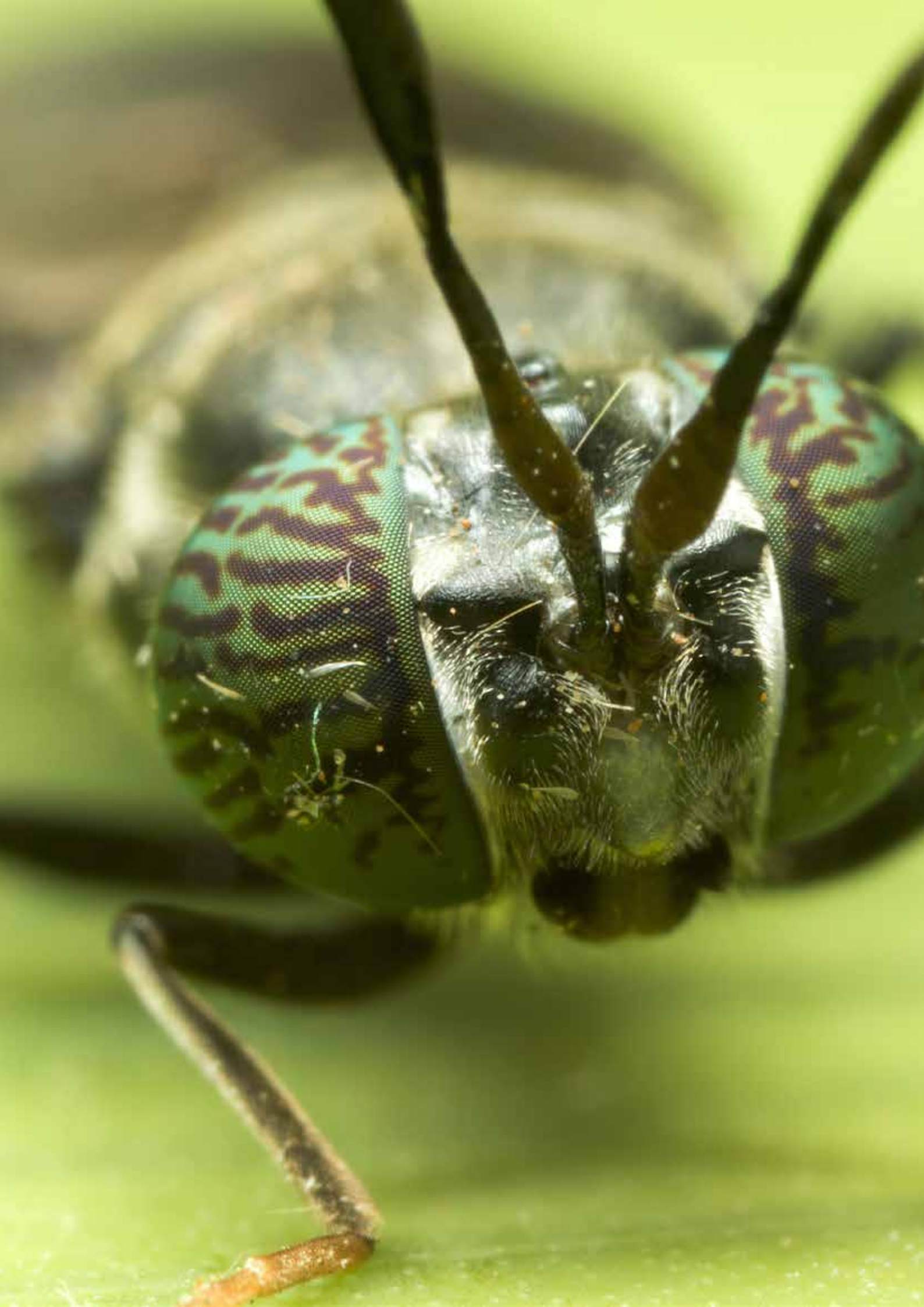
**Koolstoffilters** worden in principe enkel gebruikt om geuren tegen te gaan en niet om stof uit de lucht te verwijderen. In het kader van allergenen wordt dan ook niet verwacht dat deze filters een effect hebben.

## 9.2 HYGIËNE

Om contaminatie in de kweek te vermijden zijn de volgende richtlijnen sterk aan te raden wanneer u in de kweekhallen komt:

- tussenruimte voor het betreden van de kweek om een werk overall aan te doen en andere schoenen of beschermhoezen voor de schoenen
- betreden van de kweekhallen beperken tot de strikt noodzakelijke bezoeken
- handen wassen met zeep





# 10 BEDRIJFSVOERING: KWEK EN VERWERKING

## 10.1 VOORZORGSPRINCIPES

### 10.1.1 Voedselveiligheid, risico's (traceerbaarheid, stalen, ...)

#### 10.1.1.1 Voedselveiligheid

Zie hoofdstuk 3.2 (hygiëne voeder), 4.3 (hygiëne kweek) en 8.3 (hygiëne verwerking).

#### 10.1.1.2 Traceerbaarheid

##### **Identificatie door middel van batchnummers**

Het gebruik van batchnummers op de kweekbakken is zowel voor opfok als reproductie interessant. Een batchnummer toevoegen is een eenvoudige manier om de kweekbakken te identificeren. Dit maakt het makkelijk om de kweek op te volgen in logboeken (zie hoofdstuk 14: bijlage). Door de batchnummers een datum te geven, kan u onmiddellijk aflezen wat de leeftijd van de dieren is. Dit is nodig om bv. om de oudste dieren op te ruimen (kevers in eierlegbakken).

Een batchnummer kan worden geschreven als: "levensstadium – datum in kweekbak".

##### **Registratie door middel van een logboek**

Een logboek kan interessant zijn voor de registratie van allerlei zaken. Een logboek kan u helpen om de activiteiten te plannen, maar ook de larvale opbrengst te bepalen en documenteren. Als kweker kan u het logboek opstellen naar eigen ervaring, met de gegevens die u wilt documenteren.

Bovendien is het bijhouden van een in- en uit- register wettelijk verplicht (zie hoofdstuk 14: bijlage). Hierbij komt in het in-register die hoeveelheid voeder te staan die wordt aangekocht. In het uit-register staat de hoeveelheid geogste insecten. Ook een logboek van het gegeven voeder per batchnummer moet worden bijgehouden. In onderstaande tabellen vindt u een voorbeeldlogboek van de opfok van meelwormen ,waarbij de larven afkomstig zijn van een extern bedrijf of uit de eigen reproductie.

##### **Praktisch handelen door middel van stickers**

Aanvullend op het logboek en het gebruik van batchnummers kan op de kweekbak een sticker worden gekleefd. Deze sticker bevat de informatie wanneer welke handelingen tijdens de opfokperiode moeten worden uitgevoerd. Door de datums op voorhand in te vullen en op de kweekbak te kleven, hoeft u niet telkens zijn logboek te raadplegen om na te gaan op welke dag u precies wat moet doen, maar kan u snel en praktisch te werk gaan.

Een verschillende kleur per sticker is interessant om op de eierlegbakken te kleven wanneer ook de reproductie plaatsvindt op het bedrijf. Op die manier weet u welke larvenbak u na het uithalen van de kevers bij de reproductie moet plaatsen en welke meelwormen bedoeld zijn voor opfok. Alternatief kan er ook gewerkt worden met traceerbare bakken (bv. RID systeem).

### 10.1.2 Pathogenen, toxines, zware metalen

Om pathogene risico's in te perken, verwijzen we naar de eerdere hygiënevoorschriften.

Door de huidige wettelijk vastgelegde beperking voor het voeder dat aan de insecten mag worden gegeven, zijn de risico's op aanwezigheid van toxines en zware metalen vrij beperkt. Uit onderzoek blijkt wel dat elke insectensoort specifieke gevoeligheden heeft voor mogelijke accumulatie van pathogenen, toxines of zware metalen, waardoor de opgelegde limieten toch overschreden worden. **Meelwormen** kunnen bijvoorbeeld arseen accumuleren, maar dit werd niet opgemerkt voor cadmium en lood. **Zwarte soldatenvlieg**larven kunnen daarentegen wel cadmium en in mindere mate lood, koper en zink accumuleren (de laatste 2 zijn ook essentiële mineralen, maar in te grote hoeveelheden vallen ze in de categorie van de zware metalen). Voor **Krekels** en **sprinkhanen** zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar zware metalen, afkomstig van besmette locaties of blootgesteld aan verrijkte diëten. Blootstelling aan hoge niveaus in het milieu leidde tot verhoogde niveaus van lood, cadmium en kwik. Specifiek voor de **Treksprinkhaan** werd aangetoond dat ze koper en cadmium uit het voeder kunnen accumuleren.

Voorlopig zijn er nog geen aanwijzingen dat de 4 insecten opgenomen in deze handleiding (myco)toxines accumuleren. Er zijn echter wel aanwijzingen dat bepaalde pesticiden kunnen accumuleren.

Tijdens het Entomospeed project werd onderzoek (inclusief een samenvatting van de wetenschappelijke literatuur) naar de effecten en mogelijke accumulatie van zware metalen, mycotoxines en pesticiden bij meelwormen en zwarte soldatenvlieglarven uitgevoerd:

[https://leden.inagro.be/Portals/484/Algemeen\\_effecten%20van%20mycotoxinen%20en%20insecticiden\\_HAS.pdf](https://leden.inagro.be/Portals/484/Algemeen_effecten%20van%20mycotoxinen%20en%20insecticiden_HAS.pdf)

Als u wettelijk toegestane reststromen definitief kiest als voeder, kan het dus van belang zijn om zowel het voeder als de oogstbare larven te analyseren op aanwezigheid van zware metalen, courante pesticiden en toxines.

## 10.2 ENERGIEBEHEER

Eetbare insecten worden vaak in warme omstandigheden gekweekt om een optimaal kweekproces te realiseren. Niet onbelangrijk is echter dat deze insecten in de latere larvale fases zelf ook veel warmte produceren. Een kweekruimte vol bijna oogstbare meelwormen of zwarte soldatenvlieglarven moet zelfs voldoende geventileerd worden omdat de temperatuur suboptimale limieten bereikt. Er wordt dus enerzijds verwarmd, en anderzijds geventileerd. Beide processen vragen veel energie. In de ideale insectenkwekerij wordt deze warmte gerecupereerd voor verwarming van de kweekruimtes waar de ouderdieren en de jonge larven aanwezig zijn. Of er kan ook bewust gekozen worden voor een productielocatie naast een bedrijf met restwarmte.

Naast het terugwinnen van warmte door middel van warmtewisselaars, kan u ook gebruik maken van hernieuwbare energie (zonnepanelen en -collectoren) om te besparen op primaire energie en om broeikasgasemissies door gebruik van fossiele brandstoffen te reduceren.

Ook de verwerking van insecten tot bv. pasta, meel of pellets en bioraffinage van insecten, kunnen energie-intensief zijn. Vooral drogen en pelletiseren vragen veel energie, en zijn na klimaatbeheersing tijdens de kweek, belangrijke energievverslindende posten.

## 10.3 EMISSIEBEHEERSING

In het licht van ecologische duurzaamheid is het nodig om schadelijke emissies (vnl. ammoniak, methaan, soms ook fijn stof, en in mindere mate lachgas) te beperken en in de mate van het mogelijke zelfs te vermijden. Emissies hangen samen met de kweekomstandigheden zoals temperatuur, vochtigheid, zuurstofgehalte (aerob of anaerob), van de insectensoort en het levensstadium, de activiteit van de insecten, en het substraat waarin ze worden gekweekt. Het is aangeraden om directe emissies tijdens de kweek zelf te meten of in te schatten aan de hand van massabalansen (bv. van ingaande en uitgaande stikstofhoeveelheden). Naast schadelijke emissies, moeten ook hinderlijke emissies zoals geur beperkt worden. In [hoofdstuk 10.1.1 \(Allergenen\)](#) wordt dieper ingegaan op fijn stofemissies.

- waar mogelijk moeten Directe emissies zo veel mogelijk voorkomen worden. Hoe dit moet gebeuren, hangt af van de specifieke emissies en de eisen rond voeder en kweekomstandigheden (temperatuur, vochtigheid, bezettingsgraad).
- Efficiënte voederregimes en -samenstellingen kunnen helpen om bijvoorbeeld de vorming van ammoniak bij de kweek van zwarte soldatenvlieglarven te beperken door het eiwitgehalte in het voeder te verlagen tot de minimale eiwitbehoefte van de larven.
- Directe emissies die u niet voorkomen, worden bij voorkeur afgevangen en geneutraliseerd, bv. door luchtwassystemen.
- Indirecte emissies van transport kan u beperken door te maximaal te kiezen voor een korte keten. Denk hierbij aan de transportkilometers gelinkt aan de voederaankoop, plaats van verwerking en de plaats van vermarkting.

De **grenswaarde** voor langdurige blootstelling van de mens aan CO<sub>2</sub> is **900 ppm**. De grenswaarde voor **ammoniak is een stuk lager: 20 ppm voor langdurige blootstelling, 50 ppm voor acute blootstelling**. Bovendien kunnen ook geur en fijn stof een probleem zijn bij grootschalige insectenkweek. Ammoniakemissies en geuroverlast duiken vooral op bij de kweek van zwarte soldatenvlieglarven. Dit heeft voornamelijk te maken met het substraat waarop deze larven gekweekt worden. Problemen van geuroverlast kunnen opgelost worden door middel van voldoende ventilatie, al moet u hierbij opletten dat dit geen andere emissies zoals bv. ammoniakemissies in de hand werkt (het zogenaamde 'stripping effect'). Problemen van ammoniakemissies en in mindere mate geurproblemen kan u oplossen met behulp van luchtwassers (bij voorkeur biologische luchtwassers).





# 11 DIERENWELZIJN

## 11.1 VALLEN INSECTEN ONDER DIERENWELZIJN?

### 11.1.1 Wettelijke blik

Volgens het Belgische Burgerlijk Wetboek hebben dieren wel degelijk gevoelens. Zo worden sinds een wijziging van 4 februari 2020, *dieren* als een aparte categorie opgenomen naast *mens* en *goederen*. Dit staat zo te lezen in het wet houdende boek 3 "Goederen" van het Burgerlijk Wetboek, Hoofdstuk 2 Kwaliteitsrekeningen; Titel 2 Indelingen van goederen; Ondertitel 1 Algemene categorieën: Art. 3.39. Dieren: "*Dieren hebben een gevoelsvermogen en hebben biologische noden. De bepalingen met betrekking tot lichamelijke voorwerpen zijn op dieren van toepassing, met inachtneming van de wettelijke en reglementaire bepalingen ter bescherming van dieren en van de openbare orde.*"

Deze wetswijziging is er gekomen in navolging van het Europese Verdrag van Lissabon: dieren die door mensen worden gehouden en gebruikt, worden daarin omschreven als wezens met gevoel. Dit verdrag werd bekrachtigd door onder andere Duitsland, Zwitserland, Frankrijk en Griekenland (Pali – Schöll et al., 2019). In het Europese recht werd in artikel 13 van het Verdrag betreffende de Werking van de Europese Unie, opgenomen dat dieren geen machines zijn, confer de cartesische denkwijze, maar wezens die kunnen lijden, pijn ervaren en gevoelens uitdrukken. Via deze wijziging, maar ook reeds via het Strafrecht, geldt volgens het Belgische recht *de bescherming en het welzijn van de dieren* (wet van 14 augustus 1986). De materie *Dierenwelzijn* is sinds 2014 in België een gewestelijke materie. In 2018 hebben het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Waals Gewest dieren reeds gevoelens toegekend. Maar tot dusver, tot op 19 februari 2021, heeft het Vlaamse gewest dit voorbeeld nog niet gevolgd en dieren nog niet onderscheiden van goederen. In de commissie Brussel en de Vlaamse Rand en Dierenwelzijn verduidelijkt de toenmalige minister voor Dierenwelzijn, Ben Weyts, de beslissing. Hij wenst eerst een volledige impact van deze beslissing te kennen.

In de Belgische wet wordt geen onderscheid gemaakt tussen gewervelden en ongewervelden, zoals insecten. In de toelichting van het wetsvoorstel naar de Belgische Kamer voor Volksvertegenwoordigers (DOC 55 0445/001 van 24 september 2019) die tot de wijziging van 4 februari 2020 heeft geleid, wordt bij dieren verwezen naar landbouwhuisdieren, hond, kat, konijn, vis en duif. Maar er wordt geen verder onderscheid gemaakt wat wel of geen landbouwhuisdier is. Invertebraten of ongewervelden zoals insecten, worden dus niet *de facto* uitgesloten van deze categorie. Dit onderscheid wordt wel gemaakt in de beslissing van de Europese Raad (Directive 98/58/EC van 20 juli 1998) die de landbouwhuisdieren enige bescherming biedt. Hierin worden alle invertebraten uitgesloten van de dierenwelzijnsregels. Hiermee gaan ze in tegen het wetenschappelijke advies van het EFSA (Pali – Schöll et al., 2019) (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4257>). En alle vorige Europese reglementeringen die nationaal werden overgenomen zoals het algemeen besluit over het houden van landbouwhuisdieren (KB van 01/03/2000) en de verordeningen met betrekking tot transport en slachten, zijn enkel van toepassing op gewervelde dieren en dus niet op insecten.

Insecten worden op nationaal niveau wel duidelijk opgenomen in de algemene wet van 14/08/1986 betreffende de bescherming en het welzijn der dieren. Deze wet spreekt over dieren, met uitzondering

van de artikelen waarin het handelt over proefdieren, het doden van dieren en de toegelaten ingrepen. De rest van de wet is dus wel van toepassing op insecten. Zij moeten goed verzorgd worden en in hun natuurlijke behoeften worden voorzien. Maar hier zijn geen specifieke normen over opgenomen of zijn er geen regels omschreven omtrent het doden (Departement Omgeving van de Vlaamse overheid, dienst dierenwelzijn).

### 11.1.2 Biologisch - filosofische blik

Midden jaren 60 werd in het boek "Animal Machines" van Ruth Harrison, de wijze waarop landbouwhuisdieren in industriële context werden behandeld, aangeklaagd. Als antwoord op de daarop volgende discussie, stelde de Britse regering de zogenaamde Brambell Comité samen. Die heeft in haar rapport voor de Britse regering in 1965 zo een aanzet gegeven voor de vijf vrijheden voor dierenwelzijn die in 1993 door het Farm Animal Welfare Council werden opgesteld. Deze vrijheden moesten de randvoorwaarden vormen voor de manier waarop er met huisdieren algemeen wordt omgegaan. Vandaag wordt zelfs naar deze opsomming verwezen als bijvoorbeeld het welzijn van dierentuindieren wordt bediscussieerd. De vijf vrijheden zijn:

1. vrij zijn van dorst, honger en ondervoeding
2. vrij zijn van fysiek en fysiologisch ongerief
3. vrij zijn van pijn, verwondingen en ziektes
4. vrij zijn om het normale gedrag te kunnen uitvoeren
5. vrij zijn van angst en chronische stress

Gezondheid of het fysisch welbevinden (Duncan, 1977), werd ook soms als welzijn aanschouwd (Appleby, 1999). Maar vandaag wordt meer een onderscheid gemaakt. Gezondheid zou zich dan eerder richten naar de fysieke toestand van het dier, terwijl de psychische aspecten iets over het welzijn vertellen (Wiepkema, 1997).

Net als er midden de jaren 60 zoals de visie van Descartes, niet vanuit werd gegaan dat landbouwhuisdieren pijn konden voelen (Appleby, 1999), twijfelt men vandaag of insecten pijn kunnen voelen, laat staan een vorm van welbehagen of gevoelens hebben. Vooraleer de vijf vrijheden toe te passen op een insectenkweek, moet daarover eerst consensus gevonden worden. Dit zou kunnen nagegaan worden volgens het subjectief aanvoelen van het dier, volgens het biologisch normaal functioneren van het dier of volgens de verschillende gedragingen dat het dier uit (Duncan & Fraser, 1997). Subjectief aanvoelen betekent ook dat het dier kan lijden en in de toekomst een gelijkaardige, negatieve situatie kan vermijden. Dit is echter moeilijk meetbaar. Biologisch normaal functioneren is dan gemakkelijker meetbaar, want alle gedragingen die abnormaal zijn, worden als een teken van negatief welzijn beschouwd. Maar hierbij moet er wel rekening mee gehouden worden dat dieren niet meteen abnormaal gedrag vertonen wanneer het welzijn in het gedrang komt (de Jong, 2000). Als derde kan gekeken worden of het dier al zijn verschillende gedragingen kan uiten. Hiervoor moet het dier zich wel in een omgeving bevinden die toelaat deze gedragingen te uiten. Deze omgeving kan zijn natuurlijke biotoop benaderen (Webster et al., 1986) maar Broom (1993) wijst er op dat een dier in staat kan zijn zich aan zijn omgeving aan te passen. Voorbeelden zijn *urban wildlife* of meeuwen die broeden op daken van



flatgebouwen en soms nooit nog de zee zien. En sommige gedragingen uit een dier slechts om te overleven, uit een reactie van leven of dood (Poole, 1996).

Vooreerst moet in de discussie het verschil worden gemaakt tussen de capaciteit om te reageren op mogelijke beschadigende stimuli van pijnreceptoren of nociceptoren, en anderzijds het subjectief of echt pijn voelen (Allen, 2004, 2011). Dit eerste is wijdverspreid in het dierenrijk. Insecten zullen zich weg bewegen van een omgeving die voor hen extreme condities omvat of hun weefsel beschadigd (bijvoorbeeld Johnson & Carder, 2012). In het Nederlands wordt dit ook als een reflex omschreven. Maar een reflex is nog niet noodzakelijk pijn. Pijn heeft eerder die subjectieve coöptatie van onbehagen (bijvoorbeeld Allen et al., 2005). En mogelijks gaat de pijnprikkel of nociceptie gepaard zonder het ervaren van pijn of omgekeerd (Hardcastle, 1997). Wanneer een mens morfine krijgt toegediend, kan deze nog pijn voelen, maar dit gaat niet gepaard met lijden of ander gedrag dat typisch is bij pijn, zoals het uitroepen van de pijn. Evenzeer kan bij een insect die een poot heeft verloren, besloten worden dat hij geen pijn heeft of zelfs dat een zelfbewustzijn ontbreekt, omdat hij verder loopt. Maar dit kan evenzeer de capaciteit van het insect zijn om met pijn om te gaan en toch verder te overleven (Eisemann et al., 1984). Hier ontbreekt dus ook het abnormaal gedrag en is er geen afwijking te detecteren. Voor de mens is het moeilijk om dit subjectieve gedeelte van pijn ervaren bij dieren of insecten, te gaan waarnemen (Allen, 2011; Allen et al., 2005, Sherwin, 2011; Shriver, 2006). Daarom is dit één van de meest bediscussieerde thema's onder wetenschappers (Allen, 2011; Merker, 2007; Reggia, 2013 ). Zonder eerst het antwoord te hebben op een aantal vragen, kunnen we niet besluiten of een dier pijn voelt (Adamo, 2016). Eén van deze vragen is of een dier zelfbewust moet zijn om pijn te voelen? Of welke verbindingen moeten er zeker gemaakt zijn met het centraal zenuwstelsel om een emotionele ervaring aan pijn te kunnen geven? De anatomie van het zenuwstelsel en evolutionaire ontwikkeling tussen soorten spelen hierbij een rol en komen verder terug. Maar er zijn dus wel enkele ankerpunten om in te schatten of een insect pijn voelt.

Zo is er het *argument - by - analogy* (Allen et al., 2005; Sherwin, 2001; Shriver, 2006). In dit principe wordt ervan uit gegaan als 2 organismes op dezelfde fysiologische en gedragsmatige manier reageren op een prikkel, dan moeten ze deze prikkel ook wel op dezelfde wijze ervaren. De mens wordt hierbij als één van de twee organismen genomen. Van de mens kennen we immers het best de pijnervaring. Maar deze denkwijze zou niet opgaan in de vergelijking tussen mens en insecten (Allen, 2011). Onder andere het zenuwstelsel van beide zijn te veel verschillend (Bullock et al, 1977) maar rekening houdende met de evolutionaire ontwikkeling van het zenuwstelsel, zou de *argument - by - analogy* methode wel opgaan (bijvoorbeeld Sherwin, 2001). De zogenaamde neurale circuits en weefsels of het stuk van het zenuwstelsel die te maken heeft met het zelfbewustzijn, gedrag en het nemen van beslissingen, zijn reeds vroeg in de evolutie terug te vinden, zelfs bij invertebraten als insecten en cephalopode of koppotige weekdieren als bijvoorbeeld inktvissen (Low, et al., 2012). In die zin is er dus wel een vermoeden van bewust zijn, welbehagen of welzijn. Deze evolutie van het brein blijft los staan van de individuele ontwikkeling van het geheugen of het leerproces. Maar bij de meeste soorten insecten is wel een leerproces waar te nemen. Met andere woorden is na pijn veelal een aanpassing van het gedrag te merken.



## 11.2 MOGELIJKE IMPACT VAN DIERENWELZIJN OP INSECTENKWEK

### 11.2.1 Inleiding

Met het oog op de dierenwelzijnsnormen voor landbouwhuisdieren moet er bij insecten op minstens 3 vlakken aandacht besteed worden aan dierenwelzijn : on-farm of bij de kweek en opfok zelf, tijdens het transport en bij het afdoden of het slachten.

### 11.2.2 On-farm-welzijn

Met de vijf vrijheden bestaat er een kader om dierenwelzijn te omschrijven. In een overzichtsartikel van Arnold van Huis (2020), wordt de insectenkweek eveneens tegen het licht van de vijf vrijheden van dierenwelzijn gehouden. Daar kan alles nog iets ruimer worden nagelezen.

#### 1. Vrij zijn van dorst, honger en ondervoeding

Om productiedieren in optimale conditie, gezond en levendig te houden, wordt hen steeds voeder en water voorgeschoteld. Maar dit betekent niet automatisch dat de species-specifieke condities ook voldaan zijn (Erens et al., 2012) . Om het gewenste eindproduct te verkrijgen vanuit deze insecten, wordt er toch eventueel afgeweken van de optimale omgevingscondities of voorwaarden naar dieet en bezettingsgraad voor de specifieke species.

Daarnaast wordt wel eens aangeraden om insecten net voor het oogsten, uit te vasten. Zo wordt er minder mest verkocht. Maar op vlak van voedselveiligheid blijkt dit niet noodzakelijk (Wynants et al., 2017).

#### 2. Vrij zijn van fysiek en fysiologisch ongerief

Dit kan door ze in een omgeving groot te brengen of te houden voor productie, waar er een optimaal klimaat heerst en waarin de insecten zich vrij kunnen bewegen om tot sociale interactie, reproductie (bv. eileg) over te gaan of waar ze mogelijkheden hebben om zich te verbergen. Zo kunnen ze mogelijk negatieve situaties ontvluchten en in een positievere omgeving terecht komen.

Maar net als bij andere landbouwhuisdieren, worden de insecten in hogere concentraties gehouden dan de dichtheden waarbij ze in de natuur voorkomen (Boppré et al., 2019). En aangezien ze metabolische warmte ontwikkelen en de ideale omgevingswarmte over een nauwe band zich uitspreidt, is het van belang de condities in commerciële settings zeker in de hand te kunnen houden.

#### 3. Vrij zijn van pijn, verwondingen en ziektes

Omtrent ziektes bij insecten is er nog niet veel geweten, uitgezonderd van honingbijen (*Apis mellifera*) en zijderupsen (*Bombix mori*). De eerste grote Europese projecten omtrent insectenziekten zijn gestart in 2020.

Verder kan bij een industriële insectenkweek aandacht gaan naar pijn of verwondingen bij bijvoorbeeld de automatisatie (bijvoorbeeld het zeven), het vermijden van kannibalisme en bij het afdoden bij slachten. Maar dit laatste gebeurt niet noodzakelijk on-farm.

#### 4. Vrij zijn om het normale gedrag te kunnen uitvoeren

Om het normale gedrag te kunnen uitvoeren, moeten de insecten zich in een omgeving bevinden waarbij ze dit normale gedrag kunnen uiten. Deze omgeving kan nauw aansluiten bij hun natuurlijke biotoop, maar in een industriële setting kan ook een omgeving gecreëerd worden waarbij het mogelijk is voor insecten om zich aan te passen en toch verscheidene van hun gedragingen te uiten.

#### 5. Vrij zijn van angst en chronische stress

Het meten van het subjectief aanvoelen van fysisch of psychisch onbehagen, is zoals eerder beschreven, niet eenvoudig bij dieren.

### 11.2.3 Transport

De bestaande wetgeving omtrent transport van dieren, geldt enkel voor gewervelden en dus niet voor insecten.

Wanneer levende insecten worden vervoerd en er wordt rekening gehouden met het welzijn van de dieren, zal dit moeten gebeuren onder dezelfde optimale omgevingscondities (abiotische condities) (van Huis, 2020) zoals bij de kweek.

### 11.2.4 Slachten of doden van insecten

In Vlaanderen is het vanaf 1 januari 2019 verboden een gewerveld dier te doden zonder voorafgaande bedwelming. Deze omschrijving is ook zo te vinden in de Europese Verordening 1099/2009 op bescherming van dieren bij het doden. Deze verordening geldt echter niet voor ongewervelden of insecten.

Voorzichtigheidshalve kan ervan uit gegaan worden dat invertebraten zelfbewust zijn en pijn kunnen voelen. Dan moeten ze ook op een humane wijze worden geslacht. In een rapport in opdracht van het Nederlandse ministerie voor Economische Zaken, werd door Hakma, Peters en van Huis in 2013 eveneens een hoofdstuk aan afdoden besteed. Zij concludeerden dat alvast invriezen, verhitten door koken of blancheren en vermalen als geschikt kunnen beschouwd worden om insecten te doden. Geschikt betekent naast economisch geschikt dat deze methodes simpel in gebruik zijn en snelwerkend. Deze twee laatste eigenschappen zouden het pijnloos afdoden moeten bevorderen.

## 12 REFERENTIES

Adamo, S. A. (2016). Do insects feel pain? A question at the intersection of animal behaviour, philosophy and robotics. *Animal Behaviour*, 118, 75-79

Aidos, I., Kreb, N., Boonman, M., Luten, J. B., Boom, R. M., & Van Der Padt, A. (2003). Influence of production process parameters on fish oil quality in a pilot plant. *Journal of food science*, 68(2), 581-586.

Allen, C., Fuchs, P. N., Shriver, A., & Wilson, H. D. (2005). Deciphering animal pain. In M. Aydede (Red.), *Pain: new essays on its nature and the methodology of its study* (pp. 351-366). Cambridge: MIT Press.

Anticimex (2019)a. *meelmotten bestrijden*. [Online]

Beschikbaar op: [Voorraadmotten bestrijden in opslagruimte - Anticimex](#)

Anticimex (2019)b. *Spekkever bestrijden*. [Online]

Beschikbaar op: [Soorten kevers | De spekkever bestrijden - Anticimex](#)

Appleby, M. C. (1999). *What should we do about animal welfare?* Edinburgh: Blackwell Science Ltd.

Berggen et al (2019). *Approaching Ecological Sustainability in the Emerging Insects-as-Food Industry*. *Trends in Ecology and Evolution*.

Boppré, M., & Vane - Wright, R.I. (2019). Welfare dilemmas created by keeping insects in captivity. In: Carere, C. and Mather, J.. *The welfare of invertebrate animals*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 23 - 67.

Broom, D. M., & Johnson, K. G. (1993). *Stress and animal welfare*. London: Chapman & Hall.

Bullock, T. H., Orkand, R., & Grinnel, A. (1977). *Introduction to nervous systems*. San Francisco: W.H. Freeman.

Bußler, S., Rumpold, B. A., Jander, E., Rawel, H. M., & Schlüter, O. K. (2016). Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Helijon*, 2(12), e00218.

Caligiani, A., Marseglia, A., Leni, G., Baldassarre, S., Maistrello, L., Dossena, A., & Sforza, S. (2018). Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin. *Food Research International*, 105, 812-820.

Caparros Megido, R., Desmedt, S., Blecker, C., Béra, F., Haubruge, É., Alabi, T., & Francis, F. (2017). Microbiological load of edible insects found in Belgium. *Insects*, 8(1), 12.

Capinera, J. L. (Ed.). (2008). *Encyclopedia of entomology*. Springer Science & Business Media.

- Choi, B. D., Wong, N. A., & Auh, J. H. (2017). Defatting and sonication enhances protein extraction from edible insects. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(6), 955.
- de Jong, I. C. (2000). Chronic stress parameters. Indicators of animal welfare? Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- De Smet, J., Lenaerts, S., Borremans, A., Scholliers, J., Van Der Borght, M., & Van Campenhout, L. (2019). Stability assessment and laboratory scale fermentation of pastes produced on a pilot scale from mealworms (*Tenebrio molitor*). *LWT*, 102, 113-121.
- Duncan, I. J. (1977). Behavioural wisdom lost. *Applied Animal Ethology*, 3, 193-194.
- Duncan, I. J., & Fraser, D. (1997). Understanding animal welfare. In M. C. Appleby, & B. O. Hughes, *Animal Welfare* (pp. 19-31). Wallingford: C.A.B. International.
- Eisemann, C. H., Jorgensen, W. K., Merritt, D. J., Rice, M. J., Cribb, B. W., & Webb, P. D. (1984). Do insects feel pain? A biological view. *Experientia*, 40, 164-167.
- Erens, J., van Es, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E., & Luijben, A. (2012). A bug's life: large-scale insect rearing in relation to animal welfare. Wageningen, the Netherlands: Wageningen University & Research.
- Hakman, A., Peters, M., & van Huis, A. (2013). Toelatingsprocedure voor insecten als mini - vee. Laboratorium voor Entomologie. Wageningen: Wageningen Universiteit, pp 37.
- Halloran et al (2016): Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. National Library of Medicine.
- Hardcastle, V. G. (1997). When a pain is not. *Journal of Philosophy*, 94, 381-409.
- Jaenen, A. (2019). Mijten, een plaag in onze insectenkweken. *Lacerta*, 51 (2), 52-55.
- Johnson, W. A., & Carder, J. W. (2012). Drosophila nociceptors mediate larval aversion to dry surface environments utilizing both the painless TRP channel and the DEG/ENaC subunit, PPK1. *Plos One*, 7, e322878
- KAD (2019). *Meelmijt*. [Online]  
Beschikbaar op: <https://www.kad.nl/kennisbank/dierplagen/mijten/meelmijt/>
- KAD (2020). *Khaprakever*. [Online]  
Beschikbaar op: <https://www.kad.nl/kennisbank/dierplagen/kevers/tapijt-en-spekkevers/khaprakever/>
- Kashiri, M., Marin, C., Garzón, R., Rosell, C. M., Rodrigo, D., & Martínez, A. (2018). Use of high hydrostatic pressure to inactivate natural contaminating microorganisms and inoculated *E. coli* O157: H7 on *Hermetia illucens* larvae. *Plos one*, 13(3), e0194477.
- Kingsolver, J. M. (1999). Dermestid beetles. In: *Insect and mite pests in food*, 115-136.



Leni, G., Soetemans, L., Jacobs, J., Depraetere, S., Gianotten, N., Bastiaens, L., ... & Sforza, S. (2020). Protein hydrolysates from *Alphitobius diaperinus* and *Hermetia illucens* larvae treated with commercial proteases. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(4), 393-404.

Low, P., Panksepp, J., Reiss, D., Edelman, D., Van Swinderen, B., & Koch, C. (2012). *The Cambridge Declaration on Consciousness*. Churchill College: University of Cambridge.

Merker, B. (2007). Consciousness without a cerebral cortex: a challenge for neuroscience and medicine. *Behavioral and Brain Science*, 30, 63-81.

Mishyna, M., Martinez, J. J. I., Chen, J., & Benjamin, O. (2019). Extraction, characterization and functional properties of soluble proteins from edible grasshopper (*Schistocerca gregaria*) and honey bee (*Apis mellifera*). *Food Research International*, 116, 697-706.

Ndiritu, A. K., Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., & Gichuhi, P. N. (2017). Extraction technique influences the physico-chemical characteristics and functional properties of edible crickets (*Acheta domesticus*) protein concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4), 2013-2021.

Nongonierma, A. B., & FitzGerald, R. J. (2017). Unlocking the biological potential of proteins from edible insects through enzymatic hydrolysis: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43, 239-252.

Purschke, B., Brüggem, H., Scheibelberger, R., & Jäger, H. (2018). Effect of pre-treatment and drying method on physico-chemical properties and dry fractionation behaviour of mealworm larvae (*Tenebrio molitor* L.). *European Food Research and Technology*, 244(2), 269-280.

Purschke, B., Tanzmeister, H., Meinschmidt, P., Baumgartner, S., Lauter, K., & Jäger, H. (2018). Recovery of soluble proteins from migratory locust (*Locusta migratoria*) and characterisation of their compositional and techno-functional properties. *Food Research International*, 106, 271-279.

Reggia, J. A. (2013). The rise of machine consciousness: studying consciousness with computational models. *Neural Networks*, 44, 112-131.

Reineke, K., Mathys, A., Heinz, V., & Knorr, D. (2013). Mechanisms of endospore inactivation under high pressure. *Trends in microbiology*, 21(6), 296-304.

Sherwin, C. M. (2001). Can invertebrates suffer? Or, how robust is argument-by-analogy. *Animal Welfare*, 10, 103-118.

Shriver, A. (2006). Minding mammals. *Philosophical Psychology*, 19, 433-442.

Smetana, S., Larki, N. A., Pernutz, C., Franke, K., Bindrich, U., Toepfl, S., & Heinz, V. (2018). Structure design of insect-based meat analogs with high-moisture extrusion. *Journal of Food Engineering*, 229, 83-85.

- Soetemans, L., Uyttendaele, M., D'Hondt, E., & Bastiaens, L. (2019). Use of organic acids to improve fractionation of the black soldier fly larvae juice into lipid-and protein-enriched fractions. *European Food Research and Technology*, *245*(10), 2257-2267.
- Stegeman, D., Janssen, A. M., Helsper, J. P. F. G., Van der Meer, I. M., & Van Kernebeek, H. R. J. (2010). *Technologie en grondstoffen voor vleesvervangers en hoogwaardige eiwitten* (No. 1179). Wageningen UR-Food & Biobased Research.
- Szelei, J., Woodring, J., Goettel, M. S., Duke, G., Jousset, F. X., Liu, K. Y., ... & Tijssen, P. (2011). Susceptibility of North-American and European crickets to Acheta domesticus densovirus (AdDNV) and associated epizootics. *Journal of invertebrate pathology*, *106*(3), 394-399.
- Tzompa-Sosa, D. A., Yi, L., van Valenberg, H. J., van Boekel, M. A., & Lakemond, C. M. (2014). Insect lipid profile: aqueous versus organic solvent-based extraction methods. *Food Research International*, *62*, 1087-1094.
- van der Fels-Klerx, H. J., Camenzuli, L., Belluco, S., Meijer, N., & Ricci, A. (2018). Food safety issues related to uses of insects for feeds and foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *17*(5), 1172-1183.
- van Huis, A. (2020). Welfare of farmed insects. *Journal of Insects as Food and Feed - Special issue: Advancement of insects as food and feed in a circular economy*, Wageningen Academic Publishers.
- Vandeweyer, D., Lenaerts, S., Callens, A., & Van Campenhout, L. (2017). Effect of blanching followed by refrigerated storage or industrial microwave drying on the microbial load of yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Food Control*, *71*, 311-314.
- Webster, J., Saville, C., & Welchman, D. (1986). Improved husbandry systems for veal calves. London, UK: Farm Animal Care Trust.
- Weisman, D. M. (1999). Larval Moths. In: *Insect and mite pests in food*. Baltimore: National Agricultural Library, 245-268.
- Weissman, D. B., Gray, D. A., Pham, H. T., & Tijssen, P. (2012). Billions and billions sold: pet-feeder crickets (Orthoptera: Gryllidae), commercial cricket farms, an epizootic densovirus, and government regulations make for a potential disaster. *Zootaxa*, *3504*(1175-5326), 67-88.
- Wiepkema, P. R. (1997). The Emotional Vertebrate. In M. Dol, S. Kusanmoentalib, S. Lijmbacg, E. Rivas, & R. van de Bos, *Animal Consciousness and Animal Ethics. Perspectives from the Netherlands*
- Woodgate, S., & Van Der Veen, J. (2004). The role of fat processing and rendering in the European Union animal production industry. *BASE*
- Wynants, E., Crauwels, S., Lievens, B., Luca, S., Claes, J., Borremans, A., ... & Van Campenhout, L. (2017). Effect of post-harvest starvation and rinsing on the microbial numbers and the bacterial community

composition of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Innovative food science & emerging technologies*, 42, 8-15.

Wynants, E., Crauwels, S., Verreth, C., Gianotten, N., Lievens, B., Claes, J., & Van Campenhout, L. (2018). Microbial dynamics during production of lesser mealworms (*Alphitobius diaperinus*) for human consumption at industrial scale. *Food Microbiology*, 70, 181-191.

Yi, L., Lakemond, C. M., Sagis, L. M., Eisner-Schadler, V., van Huis, A., & van Boekel, M. A. (2013). Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food chemistry*, 141(4), 3341-3348.

### 13 BIJLAGE: BLANCO LOGBOEKEN

Logboek IN: aankoop voeder					
Leveringsdatum	Leverancier	Adres leverancier	Type	Hoeveelheid	Batchnummer

Figuur 36: Logboek IN: aankoop voeder





**Logboek UIT: meelwormen**

<b>Batchnummer larven</b>	<b>Hoeveelheid</b>	<b>Datum</b>	<b>Klant</b>

Figuur 38: Logboek UIT: meelwormen

////////////////////////////////////

**Logboek opfok meelwormen  
afkomstig uit eigen reproductie**

Batchnummer larven	Datum in opfok	Activiteit	Datum
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	
		Frass afzeven	
		Uithongeren	
		Oogst	

Figuur 39: Logboek opfok meelwormen afkomstig uit eigen reproductie

**Logboek opfok meelwormen  
afkomstig van een extern bedrijf**

Batchnummer	Afkomst	Datum in opfok	Activiteit	Datum
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	
			Frass afzeven	
			Uithongeren	
			Oogst	

Figuur 40: Logboek opfok meelwormen afkomstig van een extern bedrijf

