

# Spekkevers in de kweek van meelwormen

Arjan Borghuis – HAS Hogeschool

Gebaseerd op studentenrapporten AJ 2018-2019



**Interreg**   
EUROPESE UNIE  
**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

**entomo** **SPEED**

## Inhoud

1	Invloed van spekkevers op een meelwormenkweek .....	3
1.1	Materiaal en Methode .....	3
1.1.1	Locatie en opzetten van de kweek .....	3
1.1.2	Proefopzet .....	3
1.1.3	Dataverwerking en data-analyse.....	4
1.2	Resultaten.....	5
1.2.1	Effecten van larvale en adulte spekkevers op alle levensstadia meelworm .....	5
1.2.2	Effecten van de larvale en adulte levensstadia van twee soorten spekkevers op biomassa van een meelwormenpopulatie .....	6
1.3	Discussie .....	8
1.4	Literatuurlijst .....	10
2	Monitoring van spekkevers binnen een meelwormenkweek .....	12
2.1	Materiaal & Methode.....	12
2.1.1	Insecten .....	12
2.1.2	Preferenties van spekkeverlarven en imago's.....	12
2.1.3	Monitoring van spekkeverlarven en imago's binnen een meelwormenkweek.....	14
2.1.4	Verwerking van data .....	15
2.2	Resultaten.....	16
2.2.1	Experimenten voor keuzes tussen de verschillende lokmiddelen .....	16
2.2.2	Monitoring van spekkeverlarven en imago's binnen een meelwormenkweek.....	19
2.3	Discussie .....	21
2.4	Literatuurlijst .....	23
3	Bijlage I: Protocol verzorging spekkevers .....	25

# 1 Invloed van spekkevers op een meelwormenkweek

## 1.1 Materiaal en Methode

### 1.1.1 Locatie en opzetten van de kweek

Het onderzoek werd uitgevoerd in het insectlab van HAS Hogeschool te 's-Hertogenbosch. De gebruikte insecten werden gehouden in een onverlichte klimaatcel met een temperatuur van 28°C en een luchtvochtigheid van 65%. In dezelfde klimaatcel werden de experimenten uitgevoerd onder dezelfde omstandigheden.

In dit onderzoek werden twee verschillende soorten spekkevers (*Dermestes frischii* en *Dermestes lardarius*) gebruikt. De *D. frischii* is door de HAS Hogeschool verkregen en de *D. lardarius* is een wilde populatie verkregen door het Kennis- en Adviescentrum Dierplagen (KAD). Deze werden vervolgens in een klimaatcel opgekweekt tot een zo groot mogelijk populatie. Voor de verzorging van de spekkevers werd een protocol aangehouden (Bijlage 1). De gebruikte meelwormen (*Tenebrio molitor*) werden door de HAS Hogeschool ingekocht bij New Generation Nutrition (NGN). Ze werden geleverd in kweekbakken direct afkomstig van de kwekerij en deze werden direct na levering in de klimaatcel geplaatst. Er werden geen aanpassingen gedaan aan de inhoud van de bakken qua voerverhouding.

### 1.1.2 Proefopzet

#### 1.1.2.1 *Effect per stadium: invloed van verschillende levensstadia van de spekkever (*D. frischii*) op de verschillende levensstadia van de meelworm.*

Om het effect van spekkever op de mortaliteit van eitjes, larven, poppen en imago's van de meeltor te bepalen zijn deze stadia blootgesteld aan larven en imago's van *D. frischii*. De larven, poppen en imago's van de meeltor werden met 10g voer van Insectus (Mealworm Grow) apart van elkaar ingezet in afgedekte petrischaaltjes met een diameter van 90mm. Van elk levensstadium van de meelworm werden tien individuen ingezet. Van de spekkeverlarven werden vijf individuen ingezet, van de imago's werden drie individuen ingezet. Deze werden willekeurig uit de kweek geselecteerd. Ook was elk levensstadium van de meelworm ingezet in een petrischaaltje zonder spekkevers als controle. Deze schaaltes werden vervolgens gewaard in een blok gezet. In totaal werden zes blokken tegelijkertijd ingezet voor een periode van twee weken.

Voor twee weken werd op maandag, woensdag en vrijdag de mortaliteit van de verschillende stadia van de meeltor en de spekkever bepaald. De dode exemplaren werden verwijderd wanneer deze zwart begonnen te kleuren.

Na de eerste week van het experiment werden drie nieuwe petrischaaltjes met een diameter van 90mm ingezet. De bodem werd bedekt met filterpapier waarop 20 meelwormeitjes werden gelegd. In één zijn vijf larven van *D. frischii* geplaatst en in een andere drie imago's. Bij het derde schaaltes werden geen spekkevers toegevoegd. Deze opstelling van drie pertrischaaltes werd zes keer herhaald. Na vijf dagen werden de overgebleven eieren geteld.

De proef om het effect per stadium te bepalen werd uitgevoerd in december 2018.

#### 1.1.2.2 *Effect op biomassa: invloed van spekkevers op de biomassa van een meelwormenkweek.*

Om het effect van spekkevers op de biomassa van een meelwormenkweek te bepalen werden ronde polyethyleen bakjes gebruikt met een diameter van 10cm en een hoogte van 8cm. In de deksel van de bakjes was een rond gat gesneden met een diameter van 2,5cm dat vervolgens was dichtgemaakt met gaas met een maaswijdte van maximaal 0,85mm. De gebruikte meelwormen waren maximaal 5 weken oud. De bakjes werden gevuld met 50g aan meelwormen en substraat uit een willekeurige kweekbak afkomstig van NGN. Voor elke schep werd de kweekbak doorgeroerd.

Per bakje werd één van de volgende behandelingen ingezet: 10 larven van *D. lardarius*, 10 imago's van *D. lardarius*, 10 larven van *D. frischii* of 10 imago's van *D. frischii*. In één bakje werden geen spekkevers toegevoegd. In totaal werd dit acht keer herhaald en tegelijkertijd gewaard ingezet voor een periode van drie weken.

Elke drie dagen werd in elk bakje 15g wortel toegevoegd en de oude wortel werd verwijderd.

Na drie weken werden de overgebleven meelwormen en spekkevers uit de bak gezeefd met een maaswijdte van 425µm. Vervolgens werden de spekkevers gescheiden van de meelwormen en geteld. Het overgebleven drooggewicht van de meelwormen werd bepaald door de meelwormen een uur in te vriezen op -18°C. Daarna werden ze 75 minuten gedroogd in een stoof op 105°C. Hierna werd het gemiddelde drooggewicht bepaald van alle bakjes.

De proef om het effect per stadium te bepalen werd uitgevoerd in februari 2019.

### 1.1.3 Dataverwerking en data-analyse

#### 1.1.3.1 *Effect per stadium*

De gemeten verschillen in mortaliteit waren verwerkt in een datasheet van IBM SPSS Statistics versie 25. Er werd bepaald of het verschil in mortaliteit een normaalverdeling volgde. Vervolgens werden per meeltor stadium de verschillende behandelingen tegen elkaar getest met behulp van tweezijdige onafhankelijke t-toetsen ( $\alpha = 0,05$ ). Hierbij was de mortaliteit van de levensstadia van de meeltorren de responsvariabele met als verklarende variabelen de levensstadia van de spekkevers.

#### 1.1.3.2 *Effect op biomassa*

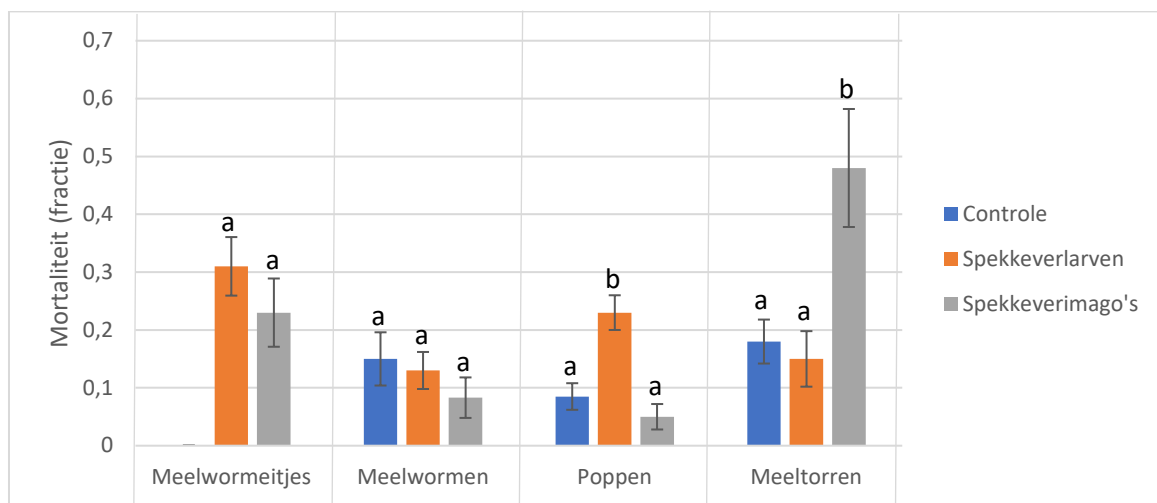
Het gemeten verschil tussen ingezet drooggewicht en resterend drooggewicht werd verwerkt in IBM SPSS Statistics versie 25. Daarna werd bepaald of het verschil in drooggewicht een normaalverdeling volgde. Hierna werden de verschillende behandelingen tegen elkaar getest met behulp van tweezijdige onafhankelijke t-toetsen ( $\alpha = 0,05$ ). Hierbij was de biomassa de responsvariabele met als verklarende variabele de levensstadia van de spekkevers.

Ook werden de groeifactoren van de populaties van beide spekkeversoorten berekend. Om te bepalen of er een verschil was tussen de groeifactoren is een tweezijdige onafhankelijke t-toets uitgevoerd ( $\alpha = 0,05$ ) waarbij de populatiegroei de responsvariabele was en de soort spekkever de verklarende variabele.

## 1.2 Resultaten

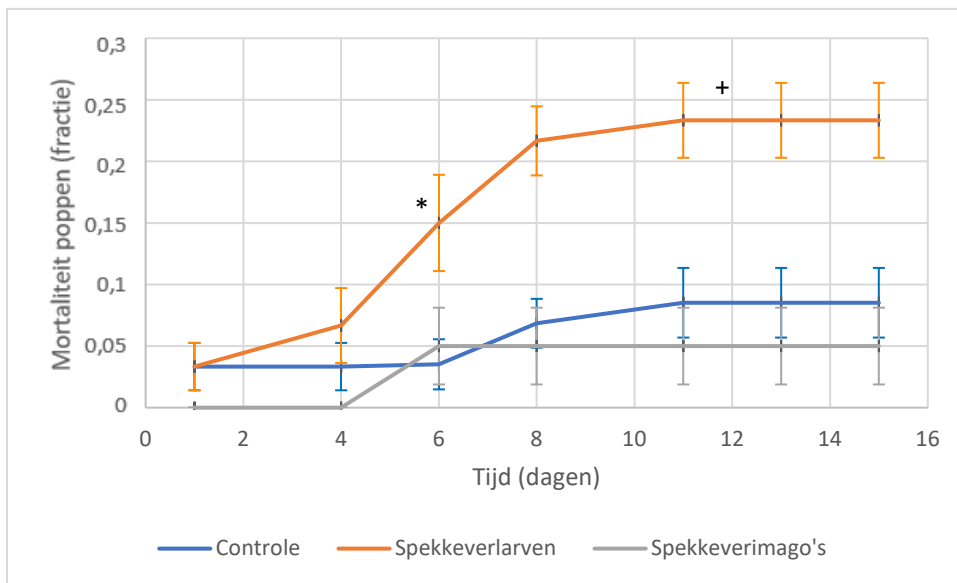
### 1.2.1 Effecten van larvale en adulte spekkevers op alle levensstadia meelworm

Om het effect van de verschillende stadia spekkevers op de verschillende stadia van de meeltorren te meten, zijn alle stadia van de meeltor blootgesteld aan larvale en adulte spekkevers. Het toevoegen van adulte en larvale spekkevers had een effect op de mortaliteit van de meeltorren en de poppen, maar niet op meelwormen en eitjes. Bij de poppen van de meelwormen die waren blootgesteld aan spekkeverlarven is een significant hogere mortaliteit waargenomen ( $p = 0,009$ ) dan bij poppen die niet waren blootgesteld aan spekkevers. Bij de meeltorren die waren blootgesteld aan spekkever imago's is een significant hogere mortaliteit waargenomen ( $p = 0,023$ ) dan bij de meeltorren die niet waren blootgesteld aan spekkevers (figuur 1).



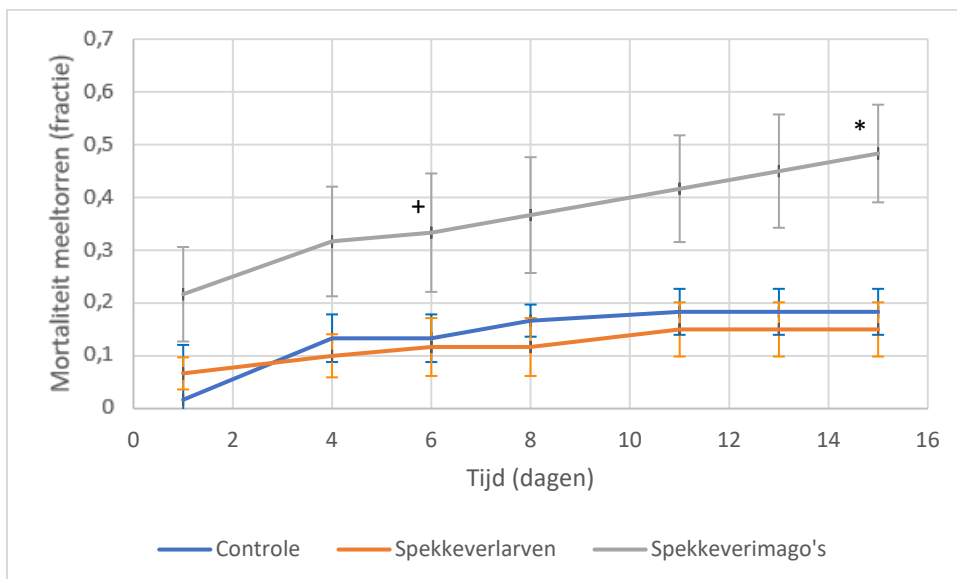
Figuur 1: De gemiddelde mortaliteit (in fractie) van de verschillende stadia van de meeltor uitgezet tegenover de blootstelling aan de verschillende levensstadia van de *D. lardarius*. De foutbalken indiceren de standaardfout.

Bij de poppen blootgesteld aan spekkeverlarven is vanaf dag zes een significant hogere mortaliteit ( $p = 0,039$ ) aangetoond dan bij poppen die niet aan spekkevers waren blootgesteld (figuur 2). Vanaf dag 11 lijkt de mortaliteit een asymptoot te benaderen.



Figuur 2: De gemiddelde mortaliteit van de poppen weergegeven in de tijd. De foutbalken indiceren de standaardfout. \* geeft het punt aan vanaf waar de spekkeverlarven een significant hogere mortaliteit hebben dan de controlegroep. + geeft het moment aan waarop alle poppen waren uitgekomen.

Bij de meeltorren blootgesteld aan spekkeverimago's is vanaf dag 15 een significant hogere mortaliteit ( $p = 0,023$ ) aangetoond dan bij meeltorren die niet aan spekkevers waren blootgesteld (figuur 3). De mortaliteit van de meeltorren blootgesteld aan spekkeverimago's neemt lineair toe. Bij de meeltorren blootgesteld aan spekkeverimago's werden ook pas uitgekomen spekkeverlarven aangetroffen.

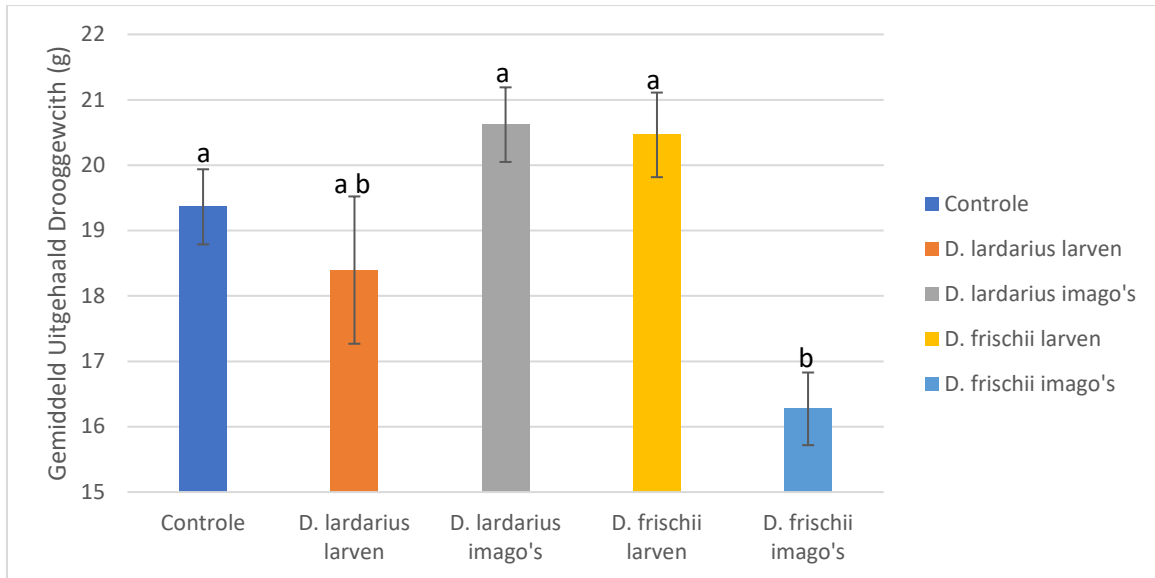


Figuur 3: De mortaliteit van de meeltorren weergegeven in de tijd. De foutbalken indiceren de standaardfout. \* geeft het punt aan vanaf waar de spekkeverimago's een significant hogere mortaliteit hebben dan de controlegroep. + geeft het moment aan waarop pas uitgekomen spekkeverlarven waren aangetroffen.

### 1.2.2 Effecten van de larvale en adulte levensstadia van twee soorten spekkevers op biomassa van een meelwormenpopulatie

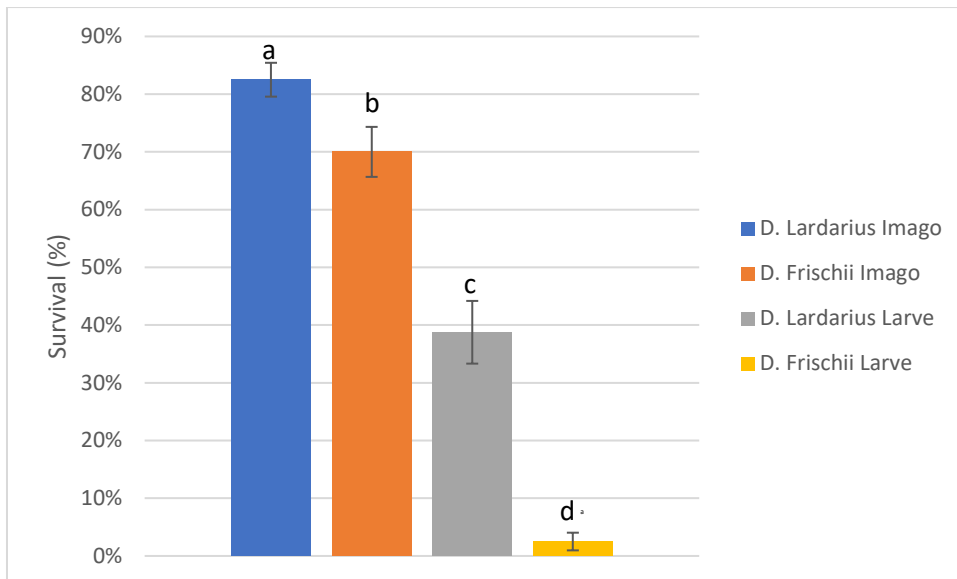
Om het effect van de levensstadia van de twee soorten spekkever te testen op de biomassa van een meelwormenpopulatie, zijn verschillende meelwormenpopulaties apart blootgesteld aan larvale en adulte stadia van *D. frischii* en *D. lardarius*. De meelwormen die waren blootgesteld aan imago's van

de *D. frischii* hadden een significant lager drooggewicht dan de controlegroep ( $\mu = 16,27\text{g}$ ,  $p = 0,008$ ) (figuur 3.4). Dit was ook significant lager dan het drooggewicht van de meelwormen blootgesteld aan imago's van *D. lardarius* ( $20,62\text{g}$ ,  $p < 0,001$ ) en het drooggewicht van de meelwormen blootgesteld aan larven van *D. frischii* ( $\mu = 20,46\text{g}$ ,  $p = 0,001$ ).



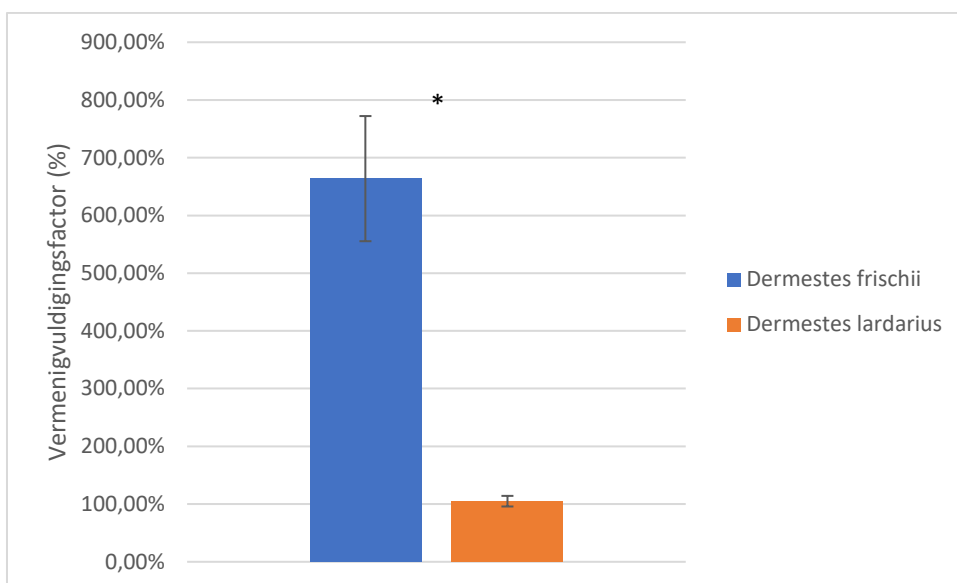
Figuur 4: Gemiddeld uitgehaalde drooggewicht van de meelwormen na blootstelling aan de verschillende levensstadia van *D. lardarius* en *D. frischii*. De foutbalken indiceren de standaardfout. Balken met verschillende letters zijn significant van elkaar verschillend.

Bij beide spekkeversoorten is het gemiddelde overlevingspercentage van de larven en imago's gemeten. Iedere groep versilde significant van elkaar. Bij beide spekkeversoorten was het overlevingspercentage van de imago's significant hoger dan dat van de larven. Bij *D. lardarius* lag de overleving van de imago's gemiddeld op 82,5% ( $p < 0,001$ ), waar dit bij *D. frischii* imago's gemiddeld op 70% lag ( $p < 0,001$ ) (figuur 5). Het overlevingspercentage van de imago's van *D. lardarius* lag significant hoger dan dat van de imago's van *D. frischii* ( $p = 0,042$ ). Ook is er een significant hoger overlevingspercentage aangetoond bij de larven van *D. lardarius* ten opzichte van de larven van *D. frischii* ( $p < 0,001$ ).



Figuur 5: Gemiddeld overlevingspercentage van de spekkevers. Balken met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar. De foutbalken indiceren de standaardfout.

Per soort spekkever was de mate van populatietoename getest door alle imago's en larven te tellen. De populatie van *D. frischii* was gegroeid tot een significant hoger percentage (664%,  $p < 0,001$ ) dan de populatie van *D. lardarius* (105%,  $p < 0,001$ ) (figuur 6).



Figuur 6: De populatietoename van imago's *D. frischii* en *D. lardarius*. De foutbalken indiceren de standaardfout.

### 1.3 Discussie

De *D. frischii* larven hadden een sterker negatief effect op de overleving bij de poppen van meeltorren dan bij de controlegroep, en imago's van *D. frischii* veroorzaakten een hogere mortaliteit bij de imago's van meeltorren dan bij de controlegroep. Dat de mortaliteit van de meeltorpoppen een asymptoot benaderde, kan worden verklaard doordat alle overlevende poppen waren uitgekomen. Dit wordt ondersteund door de resultaten van de *D. frischii* larven met meeltor imago's waaruit blijkt dat *D. frischii* larven geen effect hebben op de mortaliteit van de meeltor imago's.



Imago's van *D. frischii* veroorzaakten een hogere mortaliteit bij de imago's van meeltorren dan bij de controlegroep. In tegenstelling tot de controlegroep en de groep meeltorren blootgesteld aan larven van *D. frischii* nam de mortaliteit lineair toe en bleef deze stijgen tegen het einde van het experiment. Deze constante stijging werd dus veroorzaakt door de aanwezigheid van *D. frischii* imago's. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de imago's van *D. frischii* zich hebben vermenigvuldigd. Bij een temperatuur van 26°C kunnen de eitjes al binnen 3 dagen uitkomen. Een hogere temperatuur zorgt voor een nog snellere levenscyclus (Lambiase et al., 2017). In de klimaatkast was het 28°C. Dit verklaart waarom de *D. frischii* zich snel heeft vermenigvuldigd en een plaag vormde die elke dag een sterker negatief effect had op de overleving van de meeltorren.

Bij de proeven over de invloed van spekkevers (*D. frischii* en *D. lardarius*) op de biomassa van een meelwormenkweek, bleken *D. frischii* imago's een negatief effect te hebben op de biomassa. Dit gaat gepaard met de grote groei van 664% van de populatie *D. frischii*. De imago's van *D. lardarius* hadden tevens geen negatief effect op de biomassa van de meelwormen. Het verschil van de populatiegroei tussen de *D. frischii* en *D. lardarius* kan worden verklaard door de temperatuur van 28°C waarin de experimenten zijn uitgevoerd. De *D. lardarius* blijkt tussen de 26-28°C een verlaagde vruchtbaarheid te hebben. Bij 27°C legt ongeveer nog maar 50% van de vrouwelijke spekkevers eieren en bij de 30°C worden geen eieren meer gelegd (Coombs, 1978; Jacob & Fleming, 1984). De eieren kunnen echter wel binnen drie dagen uitkomen tot een temperatuur van 28°C (Busvine, 1980). De *D. frischii* legt bij een temperatuur van 25°C de minste eieren en bij een temperatuur van 30°C juist de meeste. Bovendien zorgt een hogere temperatuur voor een kortere ontwikkelingscyclus (Amos, 1968; Lambiase et al., 2017). De temperatuur kan dus een negatieve invloed hebben gehad op de ontwikkeling en/of vruchtbaarheid van de *D. lardarius*, in tegenstelling tot de *D. frischii* die zich goed hebben kunnen ontwikkelen met 28°C. Alhoewel de *D. lardarius* in een omgeving met een lagere temperatuur mogelijk meer impact zou kunnen hebben op een kweek door een normaal niveau van vruchtbaarheid, is dit waarschijnlijk geen probleem voor de meelwormenkweek. Doordat de kweek van meelwormen over het algemeen plaatsvindt in een omgeving met een temperatuur van 25°C tot 32°C (Andersen et al., 2017).

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat spekkevers een negatief effect hebben op de kweek van meelwormen. Niet alleen de meelwormen maar ook de meeltorren, poppen en eieren lopen een gevaar bij blootstelling aan spekkevers. De negatieve effecten worden groot wanneer de spekkevers zich kunnen voortplanten en op deze manier een plaag kunnen vormen. Bij meeltorren (*Tenebrio molitor*) vindt de optimale groei plaats bij een temperatuur tegen de 31°C (Bjørge et al., 2018). Als een meelwormen kwekerij bij temperaturen van 29-31°C kweekt kan schade door *D. lardarius* worden uitgesloten (Coombs, 1978; Jacob & Fleming, 1984). Voor de kwekers is het belangrijk om goed te monitoren op de aanwezigheid van spekkevers binnen hun kweek. Als er spekkevers gevonden zijn kan vervolgens de temperatuur worden aangepast om het voortplantingssucces van de spekkevers tegen te gaan. In het geval van een infectie van *D. lardarius* is het belangrijk dat de temperatuur rond de 31°C gehouden wordt en in het geval van een infectie van *D. frischii* moet de temperatuur juist omlaag naar 25°C. Echter is de kans groter om in aanraking te komen met *D. lardarius*, aangezien deze soort meer voorkomt dan *D. frischii* (Waarnemingen.nl, 2019).

Ook wordt er aangeraden om een herhalend onderzoek op te starten over het effect van *D. frischii* in een meelwormenkweek. Bij dit onderzoek moet het geslacht van de spekkevers worden bepaald om de kans op voortplanting in elke groep gelijk te krijgen. De leeftijd van alle stadia meeltorren en spekkevers dient bekend te zijn. Hierdoor wordt de kans op sterfte door ouderdom worden geminimaliseerd.

## 1.4 Literatuurlijst

Andersen, J.L., Berggreen, I.E., Heckmann, L.L., (2017), Recommendations for Breeding and Holding of Regular Mealworm (*Tenebrio molitor*). Institute of Technology, Aarhus.

Amos, T.G., (1968), Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of *D. frischii* (Kug.) (Col., Dermestidae). Journal of Stored Products Research (Volume 4; Issue 2) 103-117.

Asperges, M., (2015). Gewone Spekkever (*Dermestes lardarius* L.) Een onschadelijk dier op de onderlegger van je bijenkolonie. Maandblad van de Vlaamse Imkerbond Januari-februari 2015, 101ste jaargang nr 1 : 22-23.

Bjørge, J.D., Overgaard, J, Malte, H, Gianotten, N, Heckman, L.H., (2018), Role of temperature on growth and metabolic rate in the T.nid beetles *Alphitobius diaperinus* and *T. molitor*. Journal of Insect Physiology (Volume 107: May-June) 89-96.

Bragd, U, (2017). The yellow mealworm *Tenebrio molitor*, a potential source of food lipids, student report for biology with specialisation in biotechnology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Bruins, E, (2007). Geïllustreerde terrarium encyclopedie, 10e druk, 1999 Rebo International b.v., Lisse, 320 p.

Busvine, J.R, (1980), Insects and Hygiene, The biology and control of insect pests of medical and domestic importance, Third edition. Chapman and Hall Ltd, London, 568 p.

Coombs, C.W., (1978), The effect of temperature and relative humidity upon the development and fecundity of *D. lardarius* L. (Coleoptera, Dermestidae). Journal of Stored Products Research (Volume 14; Issue 2-3) 111-119.

Goebbels, J, Beldrok, A, Berger, R, (2016). 2025: De Nederlandse vleessector in balans, Centrale Organisatie voor de Vleessector (COV).

Hilkens, W, de Klerk, B, (2016). Insectenweek : kleine sector, grote kansen, ABN-AMRO, Brabantse Ontwikkelings Maatschappij (BOM).

Insetti da Mangiare, (2015). [www.insettidamangiare.com](http://www.insettidamangiare.com) Retrieved: 23-10-2018.

Nasuta, (z.j.). [www.nasuta.nl](http://www.nasuta.nl) Retrieved: 23-10-2018.

Jacob, T.A., Fleming, D.A., (1984) Some further observations on the effect of temperature on the fecundity and longevity of *D. lardarius* L. (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Stored Products Research (Volume 20; Issue 1) 7-9.

Kröncke, N, Bösch, V, Woyzichovski, J, Demtröder, S, Benning, R, (2018). Comparison of suitable drying processes for mealworms (*Tenebrio molitor*). Innovative food science & emerging technologies. Vol/nr??

Lambiase, S., Murgia, G., Sacchi, R., Ghitti, M., Lucia, V., (2017), Effect of Different Temperatures on the Development of *D. Frischii* and *D. Undulatus* (Coleoptera, Dermestidae): Comparison Between Species. Journal of Forensic Science (Volume 63; Issue 2) 469-473.

Plaagdierenbeheersing, (z.j.). [www.plaagdierenbeheersing.nl](http://www.plaagdierenbeheersing.nl) Retrieved: 23-10-2018.

- Rajendran, S, (2005). Insect infestation in stored animal products. *Journal of Stored Products Research* 41: 31-30.
- Seves, M, Verkaik-Kloosterman, J, Temme, L, van Raaij, J, (2015). Eiwitkwaliteit en voedselveiligheidsaspecten van nieuwe eiwitbronnen en van hun producttoepassingen, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Details ontbreken
- Schmidt, U, (2016), *Dermestes lardarius* Linné, 1758. [www.flickr.com](http://www.flickr.com) Retrieved: 16-11-2018.
- Stehfest, E, Bouwman, A.F, van Vuuren, D.P, den Elzen, M.G.J, Eickhout, B, Jeuken, M, van Oorschoot, M, Kabat, P, (2008). Vleesconsumptie en klimaatbeleid, Milieu en Natuur Planbureau.
- Steinkraus, D.C, Geden C.J, Ritz D.A, (1991). Susceptibility of lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*) to *Beauveria bassiana* (*Moniliales: Moniliaceae*): effects of host stage, substrate, formulation, and host passage. *Journal of Medical Entomology* 28, 314–321.
- Van Alphen, J, Backus, G, van den Bergh, W, Dijkhuis, A, Endenburg, N, Erisman, J, Groenen, M, Haring, S, den Hartog, L, ten Have-Mellema, A, et al., (2018), De ontpoping van de insectensector, Raad voor Dierenaangelegenheden.
- Van Huis, A, (2017). Edible Insects and research needs. Wageningen University Research Centre (WUR).
- Veer, V, Negi, B.K., Rao, K.M., (1995), Dermestid beetles and some other insect pests associated with stored silkworm cocoons in India, Including a world list of dermestid species found attacking this commodity. *Journal of Stored Products Research* (Volume 32; Issue: 1) 69-89.
- Waarnemingen, (z.j.). [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl) Retrieved: 28-06-2019

## 2 Monitoring van spekkevers binnen een meelwormenkweek

### 2.1 Materiaal & Methode

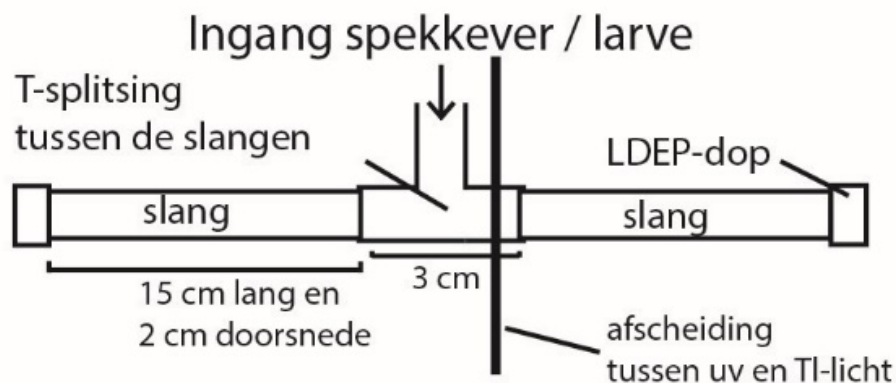
#### 2.1.1 Insecten

Voor dit onderzoek zijn experimenten uitgevoerd met twee soorten spekkevers: de *Dermestes ladarius* en de *Dermestes frischii*. De *Dermestes frischii* was verkregen vanuit de HAS en de *Dermestes ladarius* was verkregen vanuit een wilde populatie verstrekt door het KAD. De meelwormen zijn ingekocht via het NGN (New Generation Nutrition). Zowel de meelwormen als de spekkevers werden gehouden in een klimaatcel te HAS Hogeschool met een luchtvochtigheid van 65% en een temperatuur van 25° C. De spekkevers werden verzorgd aan de hand van een protocol (Bijlage I). Bij de spekkeverpopulaties werden hondenbrokken toegevoegd als voedselbron, deze werden indien nodig ververst. De meelwormen kregen als voedselbron insectus grow. Bij de kweekbakken van de meelwormen en de spekkevers werden wortels toegevoegd als vochtbron.

#### 2.1.2 Preferenties van spekkeverlarven en imago's

##### 2.1.2.1 Preferentie van spekkeverlarven en imago's voor verschillende soorten licht

De preferentie van spekkeverlarven en imago's (*Dermestes frischii*) voor verschillende soorten licht is gestest voor UV-licht (tussen de 290 en 700 nanometer) en TL-licht (tussen 380 en 780 nanometer) aan de hand van een keuze-experiment. Het keuze-experiment was een t-maze olfactometer van twee transparante plastic slangen met een diameter van 2 cm die door middel van een T-splitsing aan elkaar bevestigd waren. De andere uiteinden van de plastic slangen waren afgedekt met dopjes van een LDPE-fles (Figuur 7). Een helft van de opstelling werd beschreven door een UV-lamp die 40 cm boven de opstelling werd geplaatst. De slangen ontvingen bij de verschillende herhalingen om en om UV-licht of TL-licht.

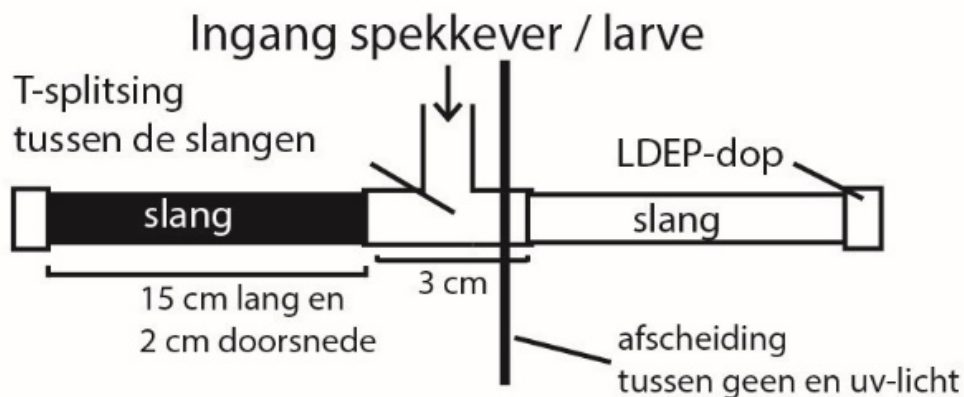


Figuur 7: Een bovenaanzicht van de opzet voor het keuze-experiment met aan beide zijden een verlichte slang door UV-licht of TL-licht.

In het open gedeelte van de T-splitsing werd met behulp van een Leonardpincet één spekkeverlarve of imago geplaatst. Na 5 minuten werd genoteerd aan welke kant van de t-splitsing het ingezette individu zich bevond. Dit experiment is voor beide stadia (spekkeverlarve en imago) tien keer herhaald.

Daarnaast is de voorkeur van spekkeverlarven en imago's (*Dermestes frischii*) voor UV-licht of geen licht gemeten, hierbij werd gebruik gemaakt van een vergelijkbaar keuze-experiment opstelling. Bij deze opstelling werd een slang donker gemaakt, waardoor deze geen licht doorliet. De andere

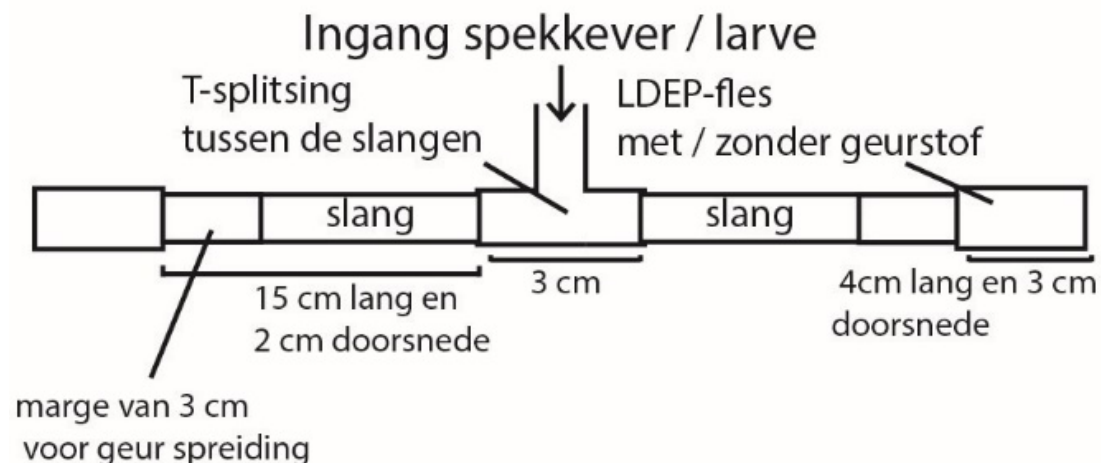
transparante slang werd beschenen met UV-licht (Figuur 8). De slangen ontvingen bij de verschillende herhalingen om en om UV-licht.



Figuur 8: Een bovenaanzicht van de opzet voor het keuze-experiment met aan de linkerzijde een donkere ruimte en aan de rechterzijde een verlichte ruimte.

#### 2.1.2.2 Preferentie van spekkeverlarven en imago's voor verschillende geuren.

Om de voorkeur van spekkeverlarven en imago's (*Dermestes frischii* & *Dermestes lardarius*) voor verschillende geuren te bepalen zijn ze blootgesteld aan de volgende geuren: benzyl-butyraat (CAS: 8161250100 met een concentratie  $\geq 98\%$ ), veren van de Groninger meeuw kip en hondenbrokken (Josera, Knuspies). Benzyl-butyraat werd in een concentratie van 98% en in een verdunning van  $10^{-12}$  in glyseroloplossing gebruikt. Deze geurstoffen zijn in een vergelijkbaar keuze-experiment tegen elkaar en tegen een controlegroep (fles zonder geurstof) ingezet. Bij deze proef werden er twee transparante slangen gebruikt in plaats van één (Figuur 9). De geurstoffen werden in de volgende eenheden aan de flessen toegevoegd: 5 gram kippenveren, 5 gram hondenbrokken en 1 ml benzyl butyraat. Voor de doorvoer van geur is een kleine opening van 2 millimeter in de dop gemaakt.



Figuur 9: Een bovenaanzicht van de opzet voor het keuze-experiment met links de ruimte waar geurstof aanwezig is en aan de rechterzijde een ruimte zonder geurstof.

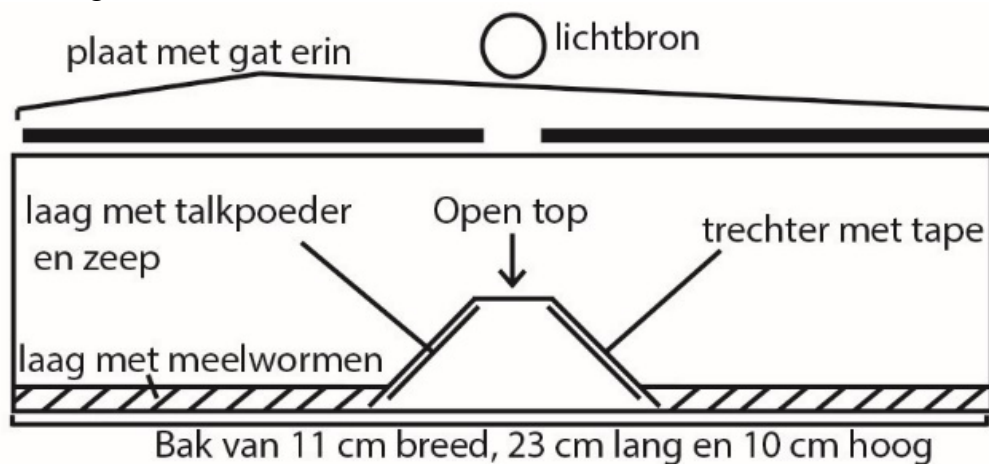
Een spekkeverlarve of imago werd in het open gedeelte van de T-splitsing met behulp van een Leonardpincet ingezet, waarna gedurende vijf minuten via continuous sampling genoteerd werd waar een enkel individu zich bevond. Wanneer een ingezet individu zich binnen 3 cm van de dop van een LDEP-fles met of met/zonder geurstof bevond, werd aangenomen dat deze hier tot aangetrokken werd. De resterende centimeters niet binnen 3 cm van de dop van een fles werd gezien als het "midden". Voor de spekkeversoorten werd elk experiment tien keer met de *Dermestes lardarius* en

tien keer met *Dermestes frischii* uitgevoerd. Voor beide soorten werden vijf larven en vijf imago's gebruikt.

### 2.1.3 Monitoring van spekkeverlarven en imago's binnen een meelwormenkweek

#### 2.1.3.1 UV-licht als monitoringstechniek voor spekkeverlarven en imago's

Om spekkeverlarven en imago's binnen een meelwormenkweekbak te lokken en te monitoren is UV-licht gebruikt. Een kweekbak van 11 bij 23 cm is gevuld met een volume 12,6 cl meelwormen van 4 weken oud en 12,6 cl insectus grow. De kweekbak is verder tijdens de uitvoering van het experiment niet meer aangevuld met extra meelwormen of insectus grow. Binnen de kweekbak is een trechter met open top geplaatst met diameter bovenzijde 2 cm, diameter onderzijde 6 cm en hoogte 3 cm. Aan de buitenkant van de kegel is ruwe tape vastgemaakt. 40 cm boven de kweek werd een UV-lamp geplaatst. Over de kweek is een plaat gelegd die geen licht doorliet, met daarin een opening boven de kegel (Figuur 10).

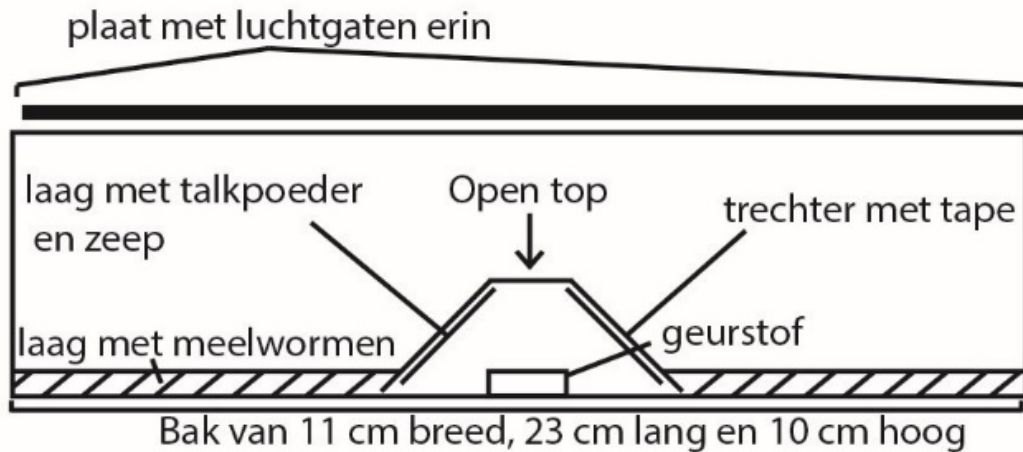


Figuur 10: Een zijaanzicht voor de opzet van het praktijk experiment met UV-licht als bestrijdingstechniek. De kegel werd midden in de bak geplaatst. Boven de bak staat een lamp die UV-licht afgeeft.

Om te bepalen of individuen van de Soorten *Dermestes Lardarius* en *Dermestes frischii* doormiddel van de onderzochte monitoringstechniek met UV-licht werden gevangen, werden van beide soorten vijf spekkeverlarven en vijf imago's in de meelwormenkweek ingezet. Na twee dagen werd genoteerd hoeveel spekkeverlarven en imago's zich in de kegel bevonden. Dit experiment werd gedurende drie weken elke week vier keer ingezet. Hiernaast is voor beide soorten elke week ook twee keer een controlegroep zonder lichtbron ingezet. Hierbij was de verhouding spekkeverlarven en imago's ook 5/5. Het experiment is uitgevoerd in een klimaatkamer met een temperatuur van 28 ° C en een luchtvochtigheid van 66%. Buiten het UV-licht was geen andere lichtbron aanwezig in de klimaatkast.

#### 2.1.3.2 Benzyl-butyraat als monitoringstechniek voor spekkevers

Binnen een opzet vergelijkbaar aan die om UV-licht te testen, werd benzyl-butyraat met een concentratie van 98% gebruikt als monitoringstechniek. Deze werd met een pipet toegevoegd aan een bakje binnen de kegel (Figuur 11).



Figuur 11: Een zijaanzicht voor de opzet van het praktijk experiment met in het midden van de bak een kegel, waarbinnen een bak is geplaatst met geurende stof.

Om te bepalen of individuen van de Soorten *Dermestes Lardarius* en *Dermestes frischii* doormiddel van de onderzochte monitoringstechniek met benzyl-butyraat werden gevangen, werden van beide soorten vijf spekkeverlarven en vijf imago's in de meelwormenkweek ingezet. Na twee dagen werd genoteerd hoeveel spekkeverlarven en imago's zich in de kegel bevonden. Dit experiment werd gedurende drie weken elke week vier keer ingezet. Hiernaast werd er voor beide soorten ook twee keer per week een controlegroep ingezet zonder geurstof. Hierbij was de verhouding spekkeverlarven en imago's ook 5/5. Het experiment is uitgevoerd in een klimaatkamer met een temperatuur van 28 ° C en een luchtvochtigheid van 66 %.

#### 2.1.3.3 Monitoring spekkevers

Ook is gekeken of het monitoringsprincipe kan worden uitgevoerd zonder lokmiddel. Dit is uitgevoerd met drie dichtheden, 3 larven en 3 imago's, 2 larven en 2 imago's en 1 larve en 1 imago. 2 dagen lang werd elke dag genoteerd hoeveel larven en imago's werden gevangen uit 5 bakken. Bij de combinatie van drie larven en drie imago's ontbreken de gegevens van de gevangen individuen na één dag. Hierbij zijn vergelijkbare omstandigheden aangehouden als de voorgaande proeven.

#### 2.1.4 Verwerking van data

In IBM SPSS Statistics 25 werd bepaald of er bij de keuze experimenten een significant verschil in aantrekking was van de spekkevers/larven tot de verschillende geurstoffen. Dit werd getoetst door middel van een Paired samples T-toets Bij toetsen werd gebruik gemaakt van een significantie van 0,05. Bij deze toets werd ook een LSD-toets uitgevoerd.

Voor de monitoring werd met de One-way Anova getoetst of er een significant verschil van aantrekking van de spekkevers/larven tot de geurbron/lichtbron in vergelijking met de controlegroep was. Ook werd met de One-Way Anova getoetst welk monitoringsexperiment significant de meeste spekkevers aantrok.

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Experimenten voor keuzes tussen de verschillende lokmiddelen

#### 2.2.1.1 *Preferentie van spekkeverlarven en imago's voor verschillende soorten geur*

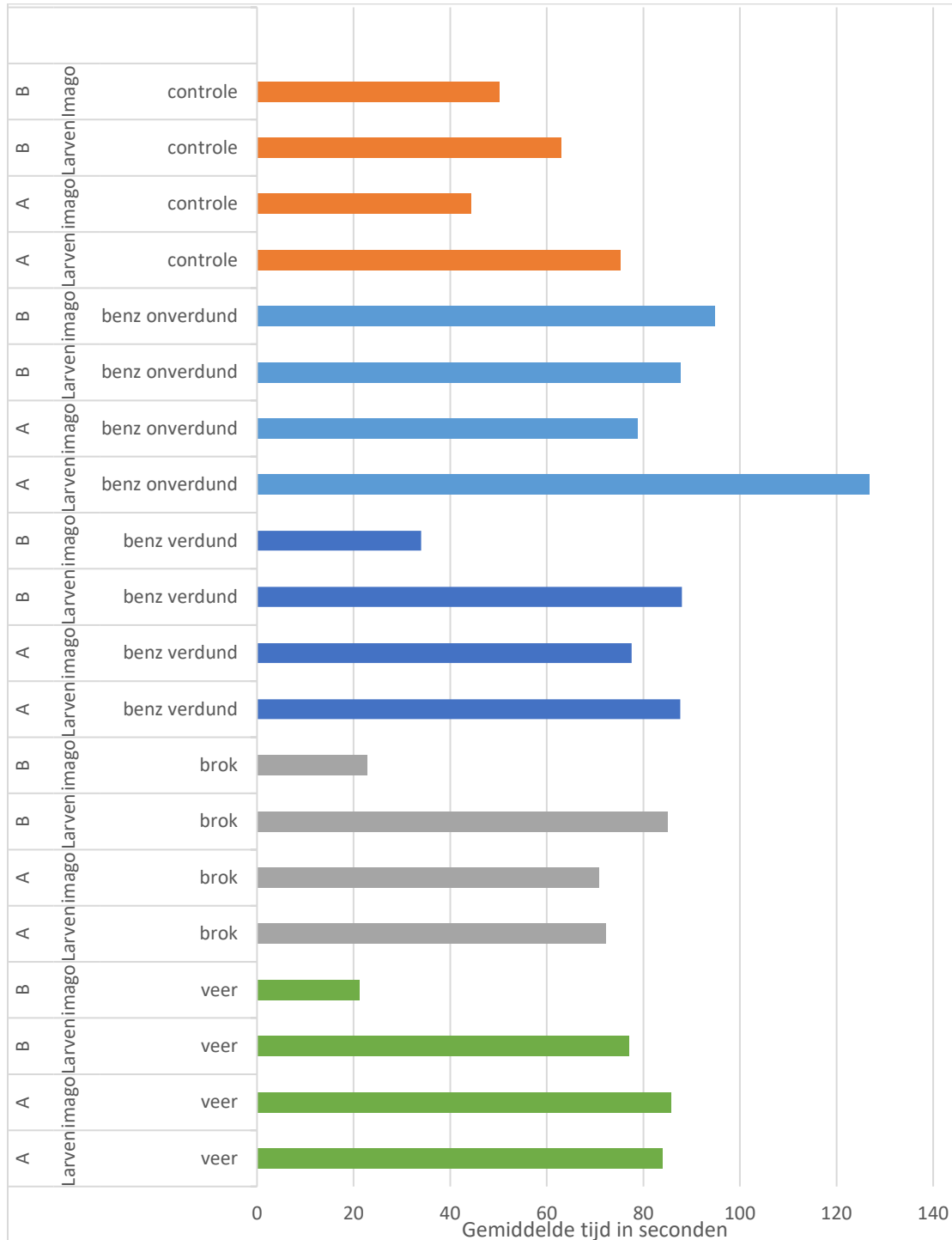
Bij de tweekeuze experimenten, waarbij de spekkevers een keuze hebben gehad uit verschillende combinaties van geuren, zijn geen significante verschillen gevonden in de tijd dat de spekkevers zich bij een geurstof of controle hebben bevonden (tabel 2).

*Tabel 1: De verschillende combinaties van geurstoffen zijn hier weergegeven voor beide stadia, met de bijbehorende p-waarden, het aantal herhalingen en de gemiddelden, waarbij 'A' het eerstgenoemde -en 'B' het tweedgenoemde geurmiddel betreft. Dit is getoetst met*

<b>Combinatie</b>	<b>Stadium</b>	<b>p-waarde</b>	<b>Aantal herhalingen</b>	<b>Gemiddelde A</b>	<b>gemiddelde B</b>
<i>Verdunde benzyl-butyraat x veer</i>	Imago	0,420	10	38,2 ± 27,0	12,7 ± 8,5
	Larve	0,944	10	81,4 ± 30,0	77,6 ± 30,0
<i>Veer x controle</i>	Imago	0,175	10	64,8 ± 29,6	13,1 ± 13,1
	Larve	0,996	10	84,3 ± 15,8	84,1 ± 27,0
<i>Brok x veer</i>	Imago	0,592	10	39,9 ± 28,2	19,5 ± 19,5
	Larve	0,480	10	85,3 ± 23,4	61,7 ± 13,0
<i>Verdunde benzyl-butyraat x controle</i>	Imago	0,340	9	23,00 ± 16,0	7,9 ± 6,6
	Larve	0,611	9	102,7 ± 32,7	75,3 ± 22,4
<i>Brok x controle</i>	Imago	0,252	10	7,2 ± 6,7	19,0 ± 10,0
	Larve	0,199	9	92,22 ± 30,2	42,22 ± 15,0
<i>Benzyl-butyraat x controle</i>	Imago	0,340	9	23,0 ± 16,0	7,9 ± 6,6
	Larve	0,611	9	102,7 ± 32,7	75,3 ± 22,4
<i>Brok x verdunde-benzyl butyraat</i>	Imago	0,884	10	38,3 ± 27,9	44,4 ± 22,1
	Larve	0,409	9	43,44 ± 18,8	70,33 ± 22,3
<i>Brok x onverdunde benzyl-butyraat</i>	Imago	0,465	10	34,5 ± 18,8	62,1 ± 24,0
	Larve	0,226	10	27,6 ± 12,5	50,9 ± 23,0
<i>Onverdunde benzyl-butyraat x controle</i>	Imago	0,893	10	62,7 ± 21,1	57,5 ± 24,9
	Larve	0,532	10	61,1 ± 26,5	38,9 ± 22,2
<i>Onverdunde benzyl-butyraat x veer</i>	Imago	0,475	10	97,8 ± 23,7	61,4 ± 31,8
	Larve	0,820	10	72,4 ± 36,6	60,1 ± 30,8



Om te bepalen welke geurstof het beste in de praktijk getest kan worden is bekeken bij welke geurstof over het gemiddeld de meeste tijd wordt besteed. De imago's en larven van zowel *Dermestes frisschii* als *Dermestes Lardarius* bevonden zich het langst bij onverdunde benzyl butyraat (figuur 12). Deze geurstof is als lokmiddel gebruikt voor de praktijk experimenten.



Figuur 12: Het gemiddeld aantal seconde dat door de verschillende stadia en soorten per geurstof is doorgebracht. Met als waarden voor A: *Frisschii* en B: *Lardarius*.

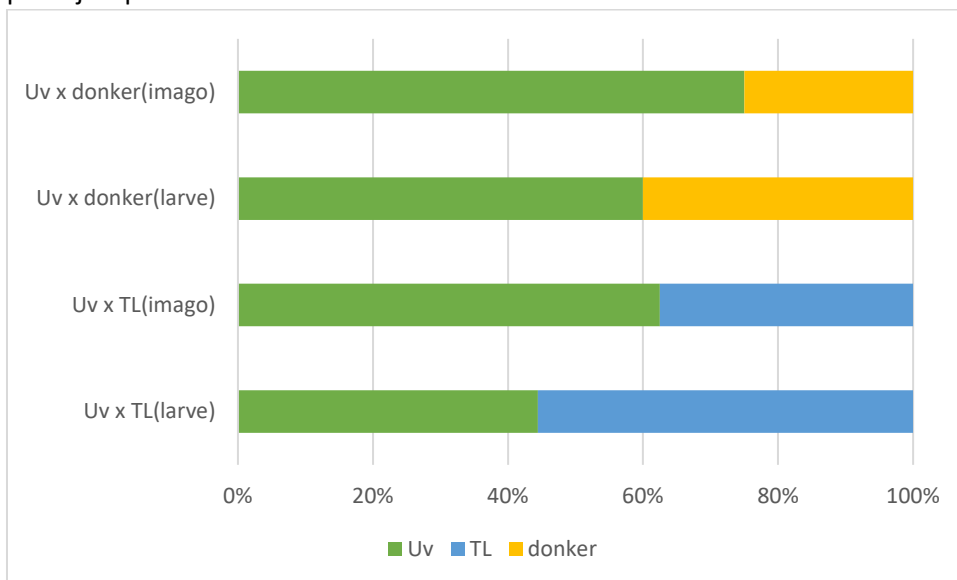
### 2.2.1.2 Preferentie van spekkeverlarven en imago's voor verschillende soorten licht

Voor het uitwijzen van de meest aantrekkelijke lichtconditie zijn binnen een proefopstelling de individuen van de *Dermestes Frischii* blootgesteld aan twee verschillende lichtsoorten en een groep zonder licht. Geen van de vergeleken combinaties bleek significant verschillend te zijn (tabel 3). De gemiddelden zijn bij de toetsen buiten beschouwing gelaten.

Tabel 2: De combinaties met de bijbehorende p-waarden, N-waarden en gemiddelden. De keuze voor het midden is niet meegenomen in de tabel. Gemiddelden zijn hierbij niet van toepassing.

Combinatie	Stadium	p-waarde	Aantal herhalingen
UV x TL	Imago	0,516	8
	Larve	0,516	8
UV x donker	Imago	0,082	12
	Larve	0,55	10

Om te bepalen welke lichtconditie binnen de praktijk het beste getest kon worden, zijn de keuzes in percentages van het totaal met elkaar vergeleken, waarbij UV-licht bij drie van de vier combinaties het vaakst gekozen werd (figuur 13). Gebaseerd op deze informatie is uv-licht gebruikt voor de praktijkexperimenten.



Figuur 13: Percentages van het totaal individuen uitgezet tegen de verschillende stadia voor de soort *Dermestes Frischii*, met als metingen het aantal individuen dat koos voor UV-licht, donker of TL-licht.

## 2.2.2 Monitoring van spekkeverlarven en imago's binnen een meelwormenkweek

### 2.2.2.1 UV-licht als monitoringstechniek voor spekkeverlarven en imago's

Tussen het gebruik van UV-licht en de ingezette controlegroep is geen significant verschil bevonden voor één van de twee soorten of stadia m.b.v. de onafhankelijk t-toets (tabel 4). Totaal werden evenveel larven en spekkevers gevangen bij de behandeling met UV-licht als bij de controlehandeling (Bijlage 2).

Tabel 4: De verschillende soorten en stadia met bijbehorende p-waarde tussen de behandeling (UV-licht) en de controlegroep, de herhalingen en gemiddelde plus de standaard error.

Soort	Stadium	Opstelling	p-waarde	Aantal herhalingen	Gemiddelde
<i>Frisschii</i>	Larve	UV-licht	0,840	8	3,9 ± 0,4
		Controlegroep		4	4,0 ± 0,4
	Imago	UV-licht	0,776	8	3,8 ± 0,6
		Controlegroep		4	4,0 ± 0,4
<i>Lardarius</i>	Larve	UV-licht	0,541	4	3,5 ± 0,5
		Controlegroep		2	3,0 ± 0,0
	Imago	UV-licht	0,116	4	2,0 ± 0,9
		Controlegroep		2	4,0 ± 0,0

### 2.2.2.2 Onverdunde benzyl-butyraat als monitoringstechniek voor spekkeverlarven en imago's

De data voortkomend uit de praktijkopzet met onverdunde benzyl-butyraat als lokmiddel is tevens geanalyseerd met een onafhankelijke t-toets, waaruit bleek dat de larven van de *Frisschii* significant aangetrokken worden tot de controlegroep. Verder was geen sprake van significant verschil (tabel 5).

Tabel 5: De verschillende soorten en stadia met bijbehorende p-waarde tussen de behandeling (onverdunde benzyl butyraat) en de controlegroep, de herhalingen en gemiddelde plus de standaard error.

Soort	Stadium	Opstelling	p-waarde	Aantal herhalingen	Gemiddelde
<i>Frisschii</i>	Larve	Onverdunde benzyl butyraat	0,006*	8	0,88 ± 0,2
		Controlegroep		4	2,75 ± 0,6
	Imago	Onverdunde benzyl butyraat	0,777	8	0,88 ± 0,4
		Controlegroep		4	0,75 ± 0,3
<i>Lardarius</i>	Larve	Onverdunde benzyl butyraat	0,514	4	2,00 ± 0,9
		Controlegroep		2	1,00 ± 1,0
	Imago	Onverdunde benzyl butyraat	0,178	4	1,00 ± 0,4
		Controlegroep		2	0,00 ± 0,0

### 2.2.2.3 Behandeling zonder lokmiddel als monitoringstechniek voor spekkeverlarven en imago's

Bij de praktijkexperimenten wordt bij alle dichtheden gemiddeld meer dan 40% van de kevers gevangen met de kegelval. Voor de verhouding larve : imago van 2:2 en 1:1 werd voor het stadia imago gemiddeld meer dan 70% gevangen en voor het stadia larve werd na twee dagen niet meer gevangen dan na één dag (Tabel 6 en 7). Bij de kleinere dichtheden werd gemiddeld meer gevangen dan bij de grotere dichtheden (Tabel 6 tot 8). Bij verhouding 1:1 was na 2 dagen in 1 op de 5 bakken niets gevangen. Bij verhouding 2:2 was dit in geen van de bakken het geval en bij de verhouding 3:3 is ook in geen van bakken het geval.

Tabel 6: Het aantal gevangen larven en imago's één dag na inzet en twee dagen na inzet in een verhouding 1:1.

<i>Dagen na inzet</i>	<i>Stadia</i>	<b>Gemiddeld Percentage gevonden van totaal ingezet aantal individuen</b>
1	Larve	40%
1	Imago	60%
2	Larve	40%
2	Imago	80%

Tabel 7: Het aantal gevangen larven en imago's één dag na inzet en twee dagen na inzet in een verhouding 2:2.

<i>Dagen na inzet</i>	<i>Stadia</i>	<b>Gemiddeld Percentage gevonden van totaal ingezet aantal individuen</b>
1	Larve	60%
1	Imago	60%
2	Larve	60%
2	Imago	70%

Tabel 8: Het aantal gevangen larven en imago's één dag na inzet en twee dagen na inzet in een verhouding 3:3.

<i>Dagen na inzet</i>	<i>Stadia</i>	<b>Gemiddeld Percentage gevonden van totaal ingezet aantal individuen</b>
2	Larve	46,7%
2	Imago	46,7%

## 2.3 Discussie

Uit het onderzoek blijkt dat het mogelijk is om lage dichtheden van spekkevers in een meelwormenkweekbak efficiënt te monitoren met een kegelval zonder lokmiddel. Uit de praktijkproeven blijkt dat geen significant verschil is aangetoond tussen de controle en de geurstoffen, maar zowel met als zonder lokmiddel wordt gemiddeld meer dan de helft van de kevers gevangen binnen de eerste twee dagen. Hoewel vangresultaten waarschijnlijk niet overeenkomen met populatie dichtheden (Greenslade, 1964), zou de aanwezigheid met deze methode wel aangetoond kunnen worden. Bovendien is het mogelijk om de aanwezigheid van één enkele imago of larve aan te tonen. Dit blijkt uit het ontbreken van enig verschil tussen vangsten van de verschillende dichtheden bij het praktijkexperiment zonder geurstof. De oorzaak hiervoor is dat vleesetende kevers een hoge mobiliteit hebben en dus sneller de kegel opklimmen (Woodcock, 2010).

Zoals eerder aangegeven kunnen de *Dermestes lardarius* en de *Dermestes maculatus* gelokt worden door UV-licht (Brokerhof et al., 2003). In tegenstelling tot deze verwachting is geen duidelijk verschil aangetoond tussen de verschillende lichtbronnen binnen het lichtkeuze-experiment. Een verklaring hiervoor is een verschil tussen de opzet van beide experimenten. Bij de in dit onderzoek uitgevoerde experimenten met UV-Licht is er van uitgegaan dat spekkevers aangetrokken worden door het punt waar de UV-lichtstraal zich concentreert. Uit de literatuur van Brokerhof et al. blijkt de UV-lamp zelf als aantrekkingsmiddel omschreven en dus niet de lichtstraal. Een bevinding uit de tweekeuzeproeven met geur is dat veel individuen meerdere keren van keuze wisselde. Dit zou mogelijk kunnen komen doordat gemakkelijk diffusie van de geurstoffen optreedt naar de andere zijde binnen de T-buisopstelling door het missen van luchtstroming tegen de diffusie gradiënt in. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat de factor luchtstroming essentieel is bij het navigeren richting de geurbron, zoals in eerder onderzoek is aangetoond voor 'Plume-tracking insects' (Cardé en Willis, 2008). De luchtstroming kan de keuze van de spekkevers mogelijk beïnvloeden.

Een opvallende bevinding uit de praktijkexperimenten is dat naarmate de meelwormen groter werden en een betere mobiliteit kregen, ook zij in staat waren gevangen te worden met de kegelval. Dit was tijdens het opstellen van de monitoringstechniek niet opgemerkt als mogelijkheid, maar biedt wel het perspectief dat ook andere plaagvormende insectsoorten zoals de Khapra kever (*Trogoderma granarium*), die onder de *dermestidae* valt en bekend is vanuit de graanindustrie (Lindgren et al., 1956) of de Rootpoot koprakever (*Necrobia rufipes*), een predator die met gecontamineerd voedsel meekomt (Naturalis 2005-2019), in staat zijn de kegel te beklimmen. Dit houdt in dat de ontwikkelde kegelval multifunctioneel zou kunnen zijn, wat de functionaliteit van de kegelvallen veel groter maken. Voor een vervolgonderzoek wordt aangeraden te kijken naar de mogelijkheid om vergelijkbare plaaginsecten zoals de Khapra kever en de Rootpoot koprakever te vangen met deze monitoringstechniek. Als alternatief onderzoek zou het ontwerp van de kegelval kunnen worden aangepast zodat meelwormen niet meer via de kegelval gevangen worden. Uit eerder onderzoek is geconcludeerd dat benzyl-butyraat een significante rol speelt in de aantrekking van *Dermestes* kevers tot lijken (Hoermann et al. 2011). De resultaten uit de praktijk-experimenten komen hier niet mee overeen. Dit doet concluderen dat mogelijk in een andere opzet benzylbutyraat een wel lokkend effect kan hebben op spekkevers.

Om de werking van de monitoringstechniek te garanderen wordt geadviseerd te kijken naar de mogelijkheid om kegelvallen te integreren in Integrated Pest Management (IPM), een wereldwijd succesvolle vorm van plaagbeheer. Hierbij worden onder andere plaaginsecten verzameld en geïdentificeerd (Bonney et al. 2008). Vooral bij het verzamelen van mobiele, algemeen grondgebonden plaaginsecten, zouden kegelvallen goed kunnen werken. Hiermee wordt de monitoringstechniek in een preventief bestrijdingsplan geplaatst. In dit bestrijdingsplan controleert

een surveillant met een regelmaat van 2 á 3 dagen een kegelval die in elke meelwormenbak wordt geplaatst op plaaginsecten, om zo al in een zeer vroeg stadium aan te kunnen tonen waar zich een plaag ontwikkelt. Deze kegelval is voor een kwekerij relatief goedkoop in aanschaf, aangezien deze alleen uit plastic met een ruwe oppervlaktebedekking bestaat. Omdat de spekkever zijn eitjes in de meelwormenkweek legt is het weghalen van alle larven en imago's niet voldoende een plaag volledig te verwijderen. Ook het spuiten van een insecticide is niet effectief, aangezien dit ook meelwormen dood en bij veelvoudig gebruik van pesticiden resistentie kan optreden (Miller et al. 2010). Daarom wordt geadviseerd de geïnfecteerde meelwormbakken, met behulp van de kegelvallen, zo vroeg mogelijk te verwijderen voor de optimale bescherming van de kweek.

Spekkevers kunnen worden gemonitord binnen een meelwormenkweek, zonder dat die negatief beïnvloed wordt doormiddel van de onderzochte monitoringstechniek, zolang deze binnen een bestrijdingsplan wordt verwerkt. Hiermee is de kegelval een volgende stap in de richting van het succesvol monitoren van plaaginsecten.

## 2.4 Literatuurlijst

Bonnefoy, X., Kampen, H., Sweeny, K., (2008). Public Health Significance of Urban Pests, World Health Organisation Europe, Denmark, pp 543-546.

Broeckx, H., Peeters, K. en Van der Borgh, M. (2012) Insectensnacks lekker... of toch niet? Lecturis, tijdschrift voor voeding en diëtiëk, 6 p.

Brokerhof, A.W., Van Zanen, B., Van de Watering, K. en Porck, H. (2003). Geïntegreerde bestrijding van insecten in collecties. Instituut Collectie Nederland, Nederland, 43 p.

Cazaux, G., van Gijsegem, D. en Bas, L., (2010). Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie. Een verkenning, Departement Landbouw en Visserij afdeling Monitoring en Studie, Brussel, 39 p.

Cardé R.T. en Willis, M.A. (2008). Navigational strategies used by insects to find Distant, Wind-borne Sources of Odor, Journal of Chemical Ecology, SpringerLink, Vol. 24, Issue 7, pp. 854-866

FAO, (2009) ,How to feed the world in 2050, Food and agriculture organization, UN, 35 p.

Finke, M.D., (2015). Complete Nutrient Content of Four Species of Commercially Available Feeder Insects Fed enhanced Diets During Growth, Zoo Biology, AmericanZoo and Awuarium Association, Vol. 34 No. 6 pp 554-564.

Greenslade, P.J.M., (1964). Pitfall trapping as a method for studying populations of carabidae (Coleoptera), Journal of animal ecology, British Ecological Society, Vol. 33 No. 2 pp 301-310.

Hilkens, W. en de Klerk, B. (2016) Insectenkweek: kleine sector, grote kansen, Brabantse Ontwikkelings Maatschappij, ABN-AMRO, 38 p.

von Hoermann, C., Rother, J., Reibe, S., Madea, B. en Ayasse, M. (2011). The importance of carcass volatiles as attractants for the hide beetle *Dermestes maculatus*, , Forensic Science International, vol/nr 6 p.

van Huis, A. (2017), Edible insects and research needs, Journal of Insects as Food and Feed, Wageningen, 5 p.

Lindgren D, Vincent L, Krohne H. 1955. The khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts. Hilgardia 24(1):1-36

McMahon, M., Raffa, K., Nordheim, E., & Aukema, B. (2010). Too close for comfort: effect of trap spacing distance and pattern on statistical inference of behavioral choice tests in the field. Entomologia Experimentalis Et Applicata, 136(1), 66-71. doi: 10.1111/j.1570-7458.2010.01001.x

Miller, A., Tindall, K., & Leonard, B. (2010). Bioassays for Monitoring Insecticide Resistance. Journal Of Visualized Experiments, (46) paginanummers. doi: 10.3791/2129

Nederlandsesoortenregister (2005-2019). *Roodpootkopprakever* *Necrobia rufipes*. [https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus\\_ng/app/views/species/nsr\\_taxon.php?id=153488&cat=162](https://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=153488&cat=162) Retrieved: 27-6-2019

Oonicks, D.G.A.B., Van Itterbeeck, J., Heetkamp, M.J.W., Van den Brand, H., Van Loon, J.J.A., Van Huis, A. (2010). An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. Plosone,Plos, 77p.

Pereira, P.M.; Vicente, A.F. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet, Elsevier, Meat science, pp. 586-592

Stehfest, E., Bouwman A.F, Van Vuuren, D.C., Den Elzen, M.G.J., Eickhout, B., Jeuken, M., van Oorschot, M., Kabat, P. (2008). Vleesconsumptie en klimaatbeleid, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, 35 p.

Veldkamp, T., van Duinkerken, G., van Huis, A., Iakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosch G. en van Boekel, M.A.J.S. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets-a feasibility study, Wageningen UR Livestock, Research, Lelystad, 62 p.

Woodcock, B.A., Redhead, A.J, Hulmes, L., Hulmes, S., Peyton, J., Nowakowski, M., Pywell, R.F., Heard, M.S. (2010). Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles, Elsevier, ScienceDirect, pp 181-186.



### 3 Bijlage I: Protocol verzorging spekkevers

- **De kweekbak:**
  - Kweekbak is gemaakt van hard materiaal.
  - De bak is volledig afgesloten om te garanderen dat de spekkevers niet ontsnappen en een plaag vormen in het laboratorium.
  - De bak heeft de volledige mogelijkheid om door te luchten. Hiervoor is aan beide kanten een groot luchtgat geplaatst dat is afgedekt met RVS gaas met een maaswijdte van 20 of groter.
  - De bak is van bovenaf te openen en te sluiten.
- **Het voer:**
  - Het voer bestaat uit dierlijk materiaal, hiertoe zijn hondenbrokken gebruikt, ter voorkomen van schimmelvorming.
  - Naast het gedroogde voer is een lichte hoeveelheid vochtig voer aanwezig, hiertoe zijn wortels gebruikt.
- **De bodem:**
  - De bodem bestaat uit droog strooisel, in dit geval zaagsel.
  - De bodem heeft een dikte van >5 centimeter.
- **De verzorging:**

*Elke maandag en vrijdag is gecontroleerd op de volgende punten:*

  - Aanwezigheid van voeding
  - Kwantiteit van vervuiling
  - Aanwezigheid van schimmel
  - Bodemvochtigheid
  - Populatiegrootte
  - Aanwezigheid van ammoniakgeur

*De kweekbak is verschoont wanneer sprake was van het volgende:*

  - Als een sterke ammoniakgeur aanwezig was.
  - Als een grote hoeveelheid vervuiling aanwezig was, zoals bijvoorbeeld resten van poppen of dode exemplaren.

*Het verschonen van de bak is nauwkeurig uitgevoerd:*

  - De bodem is met een zeef met een maaswijdte van 5 millimeter gezeefd door steeds één schep te nemen met de handzeef en deze minstens 10 seconden te zeven.
  - De kleine larven zijn met een insectenpincet uit de onderste bak overgezet. De grotere larven en imago's die bovenin achterbleven zijn ook overgezet.
  - Wanneer alle exemplaren zijn overgezet werden de hondenbrokken overgezet in een aparte kraamkamer zodat eventuele eitjes de mogelijkheid nog kregen om uit te komen.
  - De overgebleven bodem is in een vuilniszak gedaan en in een witte bak voor 2 dagen in de vriezer geplaatst voordat het is weggegooid.
  - De kweekbak zelf is schoongemaakt en heel goed drooggemaakt.
  - De kweekbak is gevuld met een nieuwe bodem en nieuw voer.
  - De spekkevers zijn overgezet in de nieuwe bak.
  - Wanneer twee of meer weken waren verstreken zijn de spekkeverlarven die nog uit hun eitjes zijn gekomen weer uit de kraamkamer gezeefd en in de nieuwe bak geplaatst.

## Entomospeed

Het project wil de grootschalige insectenkweek bij zwarte soldatenvliegen en meelwormen versnellen. Meer info op [www.insectinfo.be](http://www.insectinfo.be) en [www.insectinfo.nl](http://www.insectinfo.nl)

## Partnerschap

Grensoverschrijdende samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland



## Met financiële steun van



Gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: [www.grensregio.eu](http://www.grensregio.eu)