



Afstudeeropdracht

Kruiden en zout beïnvloeden de opbrengst van zwarte soldaatvliegenlarven



Interreg 
EUROPESE UNIE
Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

entomo **SPEED**

HAS Hogeschool
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: (088) 890 36 37

Documenttitel: Eindrapportage
Projectcode: 19400158

Opdrachtgevers: Wageningen Food Safety Research,
HAS Hogeschool, Interreg. Entomospeed
Contactpersoon: Arjan Borghuis

Projectleiders: Jacomijn Stouten, Gilian van Duijvendijk

Projectteam: Tim Boonen
Indy Hoebergen
Bram van de Wassenberg

Plaats: 's-Hertogenbosch
Datum: 3 juli 2019

Voorwoord

Dit rapport gaat over voeding voor *Hermetia illucens* larven en is opgebouwd uit twee onderdelen. Eerst is met behulp van literatuur onderzocht welke reststromen geschikt zijn als voeding en vervolgens is een praktijkonderzoek uitgevoerd over de invloed van kruiden en zout op de groei en overleving. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van ons afstuderen aan de opleidingen Toegepaste Biologie en Dier- en Veehouderij aan de HAS Hogeschool en wordt in samenwerking met Wageningen Food Safety Research uitgevoerd.

Dit rapport start met de inleiding waarin de aanleiding tot de onderzoeken wordt beschreven. Hierna volgt de materiaal & methode, hier wordt het duidelijk hoe beide onderzoeken precies zijn uitgevoerd. Vervolgens worden de resultaten weergegeven, voor zowel de kruiden als de reststromen. Na de resultaten komt de discussie, hier worden de resultaten van beide onderzoeken geanalyseerd door middel van literatuur. Als laatste hoofdstuk wordt de conclusie weergegeven, hierbij worden ook aanbevelingen gedaan voor eventueel verder onderzoek.

We willen graag Ine van der Fels en Nathan Meijer bedanken voor de samenwerking en de begeleiding vanuit Wageningen Food Safety Research. Hiernaast willen we ook Jacomijn Stouten, Gilian van Duijvendijk en Arjan Borghuis bedanken voor de begeleiding vanuit de HAS Hogeschool. Als laatste willen we iedereen bedanken die betrokken waren bij de onderzoeken en ons hebben geholpen om dit resultaat te behalen.

s'-Hertogenbosch, juni 2019
Tim Boonen,
Indy Hoebergen &
Bram van de Wassenberg

Abstract

The demand for food is increasing, due to a growing world population and prosperity. Edible insects are one of the possible solutions to help meet this growing demand of the future. The larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) are among the most suitable insects to use. To reduce the environmental impact, insects can be fed with waste streams. During this research a literature study was conducted in which different low grade waste streams were compared. This took into account the availability, the price, and the efficiency of each waste stream. A mix of cattle manure and chicken manure proved to be the most suitable, followed by restaurant waste, municipal organic waste, pig manure and cattle manure. However, the composition of restaurant waste can vary widely and nothing is yet known about the effects of possible components such as herbs and salt. In this study, 17 herbs and salt were added in three concentrations (0,1%, 1% and 10%) to a high-quality substrate. The growth and survival of the larvae was determined after seven days. Basil, dill, ginger and cinnamon were found to have a significant positive effect on the growth of the larvae. However, addition of these herbs will not be profitable for insect farmers due to the high costs of the herbs. Clove, rosemary, celery and black pepper were found to have a significant negative effect on the larvae growth. Finally, salt was found to have a significant negative effect on both growth and survival of the larvae. If insect farmers want to use restaurant waste as food for *H. illucens* larvae, relatively high concentrations of these herbs and salt pose a risk to the yield. However, it is assumed that these herbs will never occur in these high concentrations in restaurant waste, so restaurant waste is amongst the most suitable low grade waste streams to use as feed for black soldier flies.

Inhoudsopgave

Abstract	4
1. Inleiding	6
2. Materiaal en methode.....	8
2.1 Bruikbaarheid van reststromen voor larvenkweek.....	8
2.2 Effect van kruiden en zout op groei en overleving	10
3. Resultaten.....	12
3.1 Bruikbaarheid van reststromen voor larvenkweek.....	12
3.2 Effect van kruiden en zout op groei en overleving	15
4. Discussie	22
5. Conclusies en aanbevelingen.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Literatuurlijst.....	26
Bijlage 1: Analytische bestanddelen van kuikenkorrel	32
Bijlage 2: Analytische bestanddelen per kruid.....	33
Bijlage 3: Scores per onderzoek van reststromen	34
Bijlage 4: Zoektermen prijs en beschikbaarheid reststromen	35

1. Inleiding

Door de groeiende wereldbevolking en welvaart, neemt de vraag naar voedsel toe (Conijn et al., 2018). De productie van dierlijke producten vervijfvoudigde tussen 1950 (45 miljard kg) en 2000 (233 miljard kg). Volgens de FAO (2009) zal de vraag stijgen naar 470 miljard kg in 2050, terwijl er verwacht wordt dat de productie kan stijgen tot 450 miljard kg. Deze toenemende productie zal wereldwijd leiden tot intensiever gebruik van de beschikbare landbouwgrond, toenemend watergebruik en toenemende uitstoot van broeikasgassen (FAO, 2009). Voor de productie van plantaardige producten is minder landbouwgrond en water nodig en komen minder broeikasgassen vrij ten opzichte van dierlijke producten (Pimentel & Pimentel, 2003). Daarnaast zijn er voor de productie van dierlijke producten ongeveer 2 tot 6 keer zoveel plantaardige eiwitten nodig ten opzichte van plantaardige producten (Blonk et al., 2008). Hierdoor is het noodzakelijk om efficiënter dierlijke eiwitten te produceren.

Eén manier om efficiënter dierlijke eiwitten te produceren is door diervoeding aan te passen. In plaats van het gebruik van plantaardige voedingsbronnen kan ook gebruik gemaakt worden van insecten zoals de zwarte soldaatvlieg (*Hermetia illucens*). Deze insecten bevatten een eiwitgehalte van 37-63%DS, vetgehalte van 7-39%DS en andere belangrijke micro- en macronutriënten, wat ze geschikt maakt om de traditionele voedingsstoffen voor varkens, kippen en vissen gedeeltelijk te vervangen (Barragán-Fonseca, 2018). Om de milieu-impact verder te verkleinen kunnen insecten gevoerd worden met reststromen (Salomone et al., 2017). Er is al veel onderzoek gedaan naar de efficiëntie van deze reststromen, maar er ontbreekt een duidelijk overzicht om te bepalen wat de beste opties zouden zijn.

Met name in grote stedelijke gebieden is het gebruik van reststromen nog altijd zeer beperkt (Dortmans et al., 2017). Wereldwijd wordt jaarlijks een geschatte 1,3 miljard ton voedsel verspild, vooral aan het einde van de voedselketen (Dou et al., 2018). Volgens de Europese Verordening ((EG) nr. 1069/2009) mogen dierlijke bijproducten vanwege een risico op overdraagbare encefalopathie (BSE), verboden stoffen zoals groeihormonen en residuen van milieuverontreinigende stoffen niet gebruikt worden als diervoeding (NVWA, 2019). Hierdoor is het gebruik van organisch afval als diervoeding beperkt. Door insectenlarven te voeren met organisch afval kan dit worden omgezet naar een bruikbare eiwitbron voor diervoeding (Dortmans et al., 2017). Echter is dit nu dus nog niet toegestaan.

Diverse onderzoeken tonen aan dat restaurantafval een geschikte voedingsbron kan zijn voor *H. illucens* (Tami, 2004; Nguyen et al., 2013; Nguyen et al., 2014; Lalander et al., 2019). De samenstelling van restaurantafval kan echter sterk variëren en de effecten hiervan op insecten zijn niet onderzocht. Van veel kruiden is aangetoond dat ze een negatieve invloed hebben op de larven van insecten. Zo bleken onder andere tijm, oregano, en munt giftig te zijn voor alle stadia van de fruitvlieg (*Drosophila auraria*) (Konstantopoulou et al., 1992). Oliën van munt, gember en kaneel kunnen een letaal effect hebben op huisvlieg larven (*Musca domestica* L.) (Morey & Khandagle, 2012). Rozemarijn is zeer giftig voor groene vleesvlieglarven (*Lucilia sericata*) (Khater et al., 2011). Naast kruiden en specerijen kan ook zout een letaal effect hebben op insectenlarven doordat dit de water- en zouthuishouding kan verstoren (Larsen et al., 2014). Het effect van kruiden, specerijen en zout op *H. illucens* larven is echter nooit onderzocht. Dit onderzoek is opgedeeld in twee onderzoeksvragen, de eerste vraag onderzoekt

welke reststromen er al getest zijn als voeding voor larven van *H. illucens*. De tweede vraag onderzoekt de invloed van kruiden en zout op de groei en overleving van deze larven.

Voor dit onderzoek werd een overzichtstabel gemaakt met reststromen die gebruikt kunnen worden als voeding voor *H. illucens* larven. Hierbij werden alleen reststromen onderzocht die geen ander hoogwaardig gebruik hebben. Tevens werden er in dit onderzoek de 17 meest gebruikte kruiden in Nederland (Voedingscentrum, 2014) en zout individueel aan het dieet van *H. illucens* larven toegevoegd. Elk kruid werd in drie verschillende dosissen toegevoegd aan het substraat en na één week werd de groei en overleving van de larven bepaald.

2. Materiaal en methode

2.1 Bruikbaarheid van reststromen voor larvenkweek

Tijdens deze literatuurstudie werden organische reststromen onderzocht die nog geen hoogwaardige functie hebben, zoals bijvoorbeeld het gebruik als diervoeding, maar wel bruikbaar zouden kunnen zijn als voedingsbron voor de larven van *H. illucens*. Er werd hierbij geen rekening gehouden met de wetgeving. Uiteindelijk werden de reststromen op drie factoren beoordeeld: efficiëntie, prijs en beschikbaarheid.

2.1.1 Efficiëntie

Door middel van Google Scholar, Science Direct en de WUR Library werd er gezocht naar onderzoeken die reststromen hebben getest die aan bovenstaande eisen voldoen. Tijdens deze studie werd begonnen met zoektermen als "*Hermetia illucens*", "*BSF*", "*Waste*" en "*Feed*". Ook werd in de bronnenlijsten van de gevonden artikelen gezocht naar relevante artikelen. Van de gevonden artikelen werden het overlevingspercentage, het gewicht van de prepopen, de tijd tot de eerste prepop, de tijd tot 50% prepop, de voederconversie, de biomassaconversie en de materiaalreductie genoteerd.

2.1.2 Prijs

Om de prijs van de gevonden reststromen te bepalen werd eerst gezocht met behulp van Google. Als van een reststroom geen recente prijs werd gevonden, werd er contact opgenomen met bedrijven die gespecialiseerd zijn in deze reststroom. Deze bedrijven en personen werd gevraagd naar een gemiddelde prijs van de betreffende reststroom. De zoektermen die hierbij gebruikt werden, zijn weergegeven in bijlage 4.

2.1.3 Beschikbaarheid

Om de beschikbaarheid van de reststromen te achterhalen werd eerst onderzoek gedaan via Google. Er werd gezocht naar bedrijven die handelen in de bepaalde reststromen en websites die statistieken uit Nederland bijhouden. De zoektermen die hierbij gebruikt werden, zijn weergegeven in bijlage 4.

2.1.4 Classificatie reststromen

De verschillende reststromen uit de onderzoeken werden beoordeeld op basis van zes verschillende factoren: prijs, beschikbaarheid, overleving, gewicht prepop, tijd tot eerste prepop en materiaalreductie. De waardes van elke factor zijn ingedeeld in vijf categorieën met elk een eigen score voor de classificatie. De classificering is weergegeven in tabel 2.1.

Nadat de onderzoeken waren gescoord op de factoren die in tabel 2.1 weergegeven staan, werden deze scores (1 t/m 5) in onderstaande formules ingevoerd.

$$\text{Efficiëntie} = \frac{\text{overleving} + \text{gewicht prepop} + \text{tijd tot eerste prepop} + \text{materiaalreductie}}{\text{aantal bekende factoren}}$$

$$\text{Gemiddelde score} = \frac{\text{prijs} + \text{beschikbaarheid} + \text{efficiëntie}}{\text{aantal bekende factoren}}$$

De uiteindelijke score van de reststromen werd gebruikt om deze te classificeren, met de hoogst scorende reststroom bovenaan.

Tabel 2.1 *Scoring reststromen*

Prijs (€/ton)		Beschikbaarheid (ton/jaar)	
1	< -200	1	< 50.000
2	-0,01 – -200	2	50.001 – 100.000
3	Gratis	3	100.001 – 500.000
4	0,01 – 200	4	500.001 – 1.500.000
5	> 200	5	> 1.500.000
Overleving (%)		Gewicht prepop (mg)	
1	0 – 20	1	< 110
2	21 – 40	2	111 – 170
3	41 – 60	3	171 – 230
4	61 – 80	4	231 – 290
5	81 – 100	5	> 290
Tijd tot eerste prepop (dagen)		Materiaal reductie (%)	
1	> 140	1	0 – 20
2	111 – 140	2	21 – 40
3	81 – 110	3	41 – 60
4	51 – 80	4	61 – 80
5	< 50	5	81 – 100

2.2 Effect van kruiden en zout op groei en overleving

Met een pilotexperiment werd bepaald bij welk droge stofgehalte en bij welke hoeveelheid substraat de larven het beste gekweekt konden worden. Dit werd beoordeeld op basis van de groei en de hoeveelheid substraat dat over was. De uitkomsten van dit experiment lieten zien dat de kweekomstandigheden bij 115g substraat bestaande uit 40% kuikenkorrel en 60% water per 100 larven (163mg/larve/dag) de beste resultaten gaven.

2.2.1 Larven

Hermetia illucens larven van zeven dagen oud werden geleverd door Bestico B.V. (Zuid-Holland, Nederland). Bij Bestico B.V. werden de larven gedurende de eerste dagen gehouden op een substraat met een samenstelling die niet is vrijgegeven. Na de levering zijn de larven die niet direct werden ingezet voor maximaal vijf dagen bewaard bij 7°C, zonder voeding. Alle larven waren tijdens het inzetten tussen de zeven en twaalf dagen oud.

2.2.2 Experimentele opzet

Dit onderzoek werd uitgevoerd in een klimaatkast (Bronson PGC1400) in het Insectlab van HAS Hogeschool Den Bosch (27°C, 70%RH). Per herhaling werden 100 larven geteld, gewogen en gehuisvest in cilindrische plastic bakjes (ø118mm, inhoud 565ml; 0,91 larve/cm²) met gaas in het deksel. Aan elk bakje werd 115 gram substraat toegevoegd (163mg/larve/dag). Er werd tussendoor geen substraat of water toegevoegd.

De gebruikte kruiden werden in drie verschillende concentraties ingezet: 0,1%, 1% en 10% van de kuikenkorrel (zie bijlage 1). Deze concentraties werden allemaal in viervoud getest. De substraten werden vers bereid. Zeven dagen na het inzetten werden de experimenten uitgethaald en werden de groei en het overlevingspercentage bepaald. Het totaalgewicht van de bakjes, de larven en het substraat werd voor en na de experimenten bepaald (KERN PCB 350-3). Om eventuele verschillen in de resultaten te kunnen verklaren, werden er dataloggers (iButton DS1923-F5) geplaatst in de klimaatkast. Via deze dataloggers werd iedere 30 minuten de temperatuur en de luchtvochtigheid gemeten.

2.2.3 Substraat

Het controlesubstraat was samengesteld uit kuikenkorrel (40%; zie bijlage 1) en kraanwater (60%). Zeventien kruiden en zout (tabel 2.2) werden in drie concentraties (0,1%, 1% en 10% van de kuikenkorrel) getest. Alle kruiden werden geleverd in gemalen vorm, behalve munt en zout. De gedroogde munt werd in een vijzel gemalen en daarna gezeefd (maaswijdte 425µm). Het zout werd eerst opgelost in het water voordat dit aan de kuikenkorrel toegevoegd werd. De vier herhalingen van hetzelfde substraat werden telkens in één batch samengesteld. De kruiden, kuikenkorrel en het water werden in een blender (Philips ProBlend 6) gemixt gedurende 30 seconden op minimale stand, gevolgd door 60 seconden op gemiddelde stand.

Tabel 2.2: Overzicht van de gebruikte kruiden

Overzicht kruiden					
1	Basilicum	7	Knoflook	13	Paprikapoeder
2	Bieslook	8	Koriander	14	Rozemarijn
3	Chilipeper	9	Kruidnagel	15	Selderij
4	Dille	10	Munt	16	Tijm
5	Gember	11	Nootmuskaat	17	Zwarte peper
6	Kaneel	12	Oregano	18	Zout

2.2.4 Statistische toetsen

De data werden in IBM SPSS Statistics v24 geanalyseerd. Herhalingen met een vochtverlies van meer dan 55,2g (80% van het toegevoegde water) of een overlevingspercentage van meer dan 100% zijn uit de data-analyse gelaten. Het effect van kruiden op de gemiddelde overleving, gemiddelde totale groei per bakje en gemiddelde individuele groei werden getoetst met een One-Way ANOVA ($\alpha=0,05$). De kruiden die een effect hadden, werden vervolgens getoetst met een LSD test ($\alpha=0,05$) om te bepalen tussen welke concentraties deze verschillen lagen.

3. Resultaten

3.1 Bruikbaarheid van reststromen voor larvenkweek

In de overzichtstabel (zie overzichtstabel_reststromen.xlsx) zijn elf verschillende reststromen opgenomen die gebruikt kunnen worden als voeding voor *H. illucens* larven. Ook is er één onderzoek toegevoegd die een mix heeft getest van rundermest en kippenmest.

In bijlage 3 zijn de scores van de reststromen weergegeven. Hierin wordt vermeld hoeveel punten iedere reststroom scoort op de variabelen waarop beoordeeld is: prijs, beschikbaarheid, overleving, gewicht prepop, tijd tot eerste prepop en materiaalreductie. Ook is hier de totale score per reststroom te zien. De uiteindelijke score van de reststromen is weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Scores reststromen*

	Reststroom	Totale score van alle experimenten	Aantal experimenten	Gemiddelde score per reststroom
1	Mix kip/rundermest	18,68	4	4,67
2	Restaurantaafval	13,08	3	4,36
3	Gemeentelijk organisch afval	4,00	1	4,00
4	Varkensmest	19,75	5	3,95
5	Rundermest	22,92	6	3,82
6	Waterzuiveringsslib	11,21	3	3,74
7	Kippenmest	25,97	7	3,71
8	Groente afval	6,25	2	3,13
9	Slachtafval	8,84	3	2,95
10	Humane mest	18,88	7	2,70
11	Visafval	2,17	1	2,17
12	Tomatenstengels	4,00	2	2,00

3.1.1 Mix kippen- en rundermest

De mix van rundermest en kippenmest bleek het beste resultaat te geven met een score van 4,67. Deze mix was getest in vier verschillende verhoudingen tussen de twee mestsoorten. Er was één aspect niet bekend waarop gescoord werd, namelijk het gewicht van de prepoppen.

3.1.2 Restaurantaafval

Op nummer 2 in de lijst staat restaurantaafval met een score van 4,36. Deze score is voortgekomen uit drie losstaande experimenten die allemaal een andere samenstelling van restaurantaafval hebben onderzocht (Nguyen et al., 2013; Spranghers et al., 2016; Lalander et al., 2019).

3.1.3 Gemeentelijk organisch afval

Na restaurantaafval komt gemeentelijk organisch afval, deze reststroom had een score van 4,00. Bij deze reststroom werd er één onderzoek gevonden dat keek naar de materiaalreductie, en de andere factoren buiten beschouwing liet (Diender et al., 2011). Wel is hierbij de jaarlijkse beschikbaarheid gevonden (CBS, december 2018).

3.1.4 Varkensmest

Vervolgens staat varkensmest op nummer 4, met een score van 3,95. Over deze reststroom zijn vijf experimenten gevonden. Varkensmest scoort hoog op beschikbaarheid en prijs. Grote verschillen waren te zien in de tijd tot de eerste prepop, die varieerde van 29 tot 144 dagen, en het individuele gewicht van de prepopen, variërend van 60mg tot 218mg.

3.1.5 Rundermest

Na varkensmest komt rundermest met een score van 3,82. Over het gebruik van deze reststroom zijn zes experimenten gevonden. Een groot verschil is te zien in de tijd tot de eerste prepop zichtbaar was, dit varieert van 25 tot 215 dagen. Rundermest scoorde hoog op beschikbaarheid en prijs. Ook werd er hoog gescoord op het overlevingspercentage, echter waren er maar drie experimenten waarbij dit getest was.

3.1.6 Waterzuiveringsslib

Als volgende in de lijst staat waterzuiveringsslib, dit is in één onderzoek met drie verschillende proefopzetten getest. Eén proefopzet werd uitgevoerd met reeds verteerd waterzuiveringsslib (Lalander et al., 2019). Gemiddeld scoorde waterzuiveringsslib een score van 3,74, het onverteerde slib behaalde een hogere score voor efficiëntie. De oorzaak van deze lagere score van het verteerde slib wordt bepaald door het lagere gewicht van de prepopen, overlevingspercentage en materiaalreductie.

3.1.7 Kippenmest

Op nummer 7 staat het gebruik van kippenmest met een score van 3,71. Deze reststroom is in vijf onderzoeken terug gevonden met zeven verschillende proefopzetten in totaal (Zhou et al., 2013; Oonincx et al., 2015; Rehman et al., 2017; Lalander et al., 2019; Yu et al., 2019). Van bijna elke proefopzet is het individuele gewicht van de prepopen bekend, variërend van 50mg tot 255mg. De tijd tot de eerste prepop loopt uiteen van 24 dagen tot 144 dagen.

3.1.8 Groente afval

Hierna komt groente afval, met een score van 3,13. Over deze reststroom zijn twee onderzoeken opgenomen in de tabel. De reststroom heeft een gemiddelde score (3) op beschikbaarheid, maar kan niet worden beoordeeld op de prijs. Het is niet duidelijk hoeveel het kost om groenteafval af te voeren. Verder was alleen het individuele gewicht van de prepopen en de tijd tot de eerste prepop bekend. Het gewicht varieert tussen de 90mg en de 140mg. De tijd tot de eerste prepop is bij beide onderzoeken ongeveer 22 dagen.

3.1.9 Slachtafval

Op nummer 9 staat slachtafval, met een score van 2,95. Hierover zijn drie experimenten bekend. In Nederland is er veel van deze reststroom beschikbaar, waardoor op dit punt hoog wordt gescoord. Omdat het vrij duur is om slachtafval in te kopen, wordt er op de prijs een lage score gehaald. De resultaten van de drie onderzoeken varieerden veel, met name door de lagere resultaten van het onderzoek van Gobbi et al. (2013).

3.1.10 Humane mest

Op nummer 10 komt humane mest met een score van 2,70. Deze reststroom wordt in twee onderzoeken teruggevonden, waarvan bij één onderzoek zes verschillende proefopzetten getest werden. Volgens CBS (2018) is er maar zeer weinig beschikbaar van deze reststroom. Bij de genoemde 78.000 ton per jaar zitten ook andere reststoffen. De larven vertonen een grote groei bij alle onderzoeken waardoor de lage score, en de lage rang, zal komen door de beschikbaarheid.

3.1.11 Visafval

Visafval staat in de classificering op nummer 11, met een score van 2,17. De beschikbaarheid van deze reststroom is laag en de prijs is niet bekend. Visafval scoort hoog op de tijd tot de eerste prepop en laag op het overlevingspercentage. Door de combinatie van een laag overlevingspercentage en een lage beschikbaarheid heeft deze reststroom laag gescoord in vergelijking met de andere reststromen.

3.1.12 Tomatenstengel

Tomatenstengel staat onderaan de classificering met een score van 2,00. Net als visafval is hierbij de beschikbaarheid laag en de prijs niet bekend. Verder is alleen het individueel gewicht van de prepopen bekend, dit varieert van 54mg tot 178mg. Door de variatie in de resultaten, weinig informatie en de lage beschikbaarheid heeft deze reststroom ook laag gescoord.

3.2 Effect van kruiden en zout op groei en overleving

3.2.1 Basilicum

Basilicum had geen effect op de overleving ($p=0,089$), maar wel op de totale groei ($p=0,004$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,004$) van de larven. De totale groei bij 1% en 10% was respectievelijk 18,6% ($p=0,044$) en 28,8% ($p=0,005$) hoger dan de controlegroep. Ook was de totale groei bij 1% en 10% respectievelijk 26,5% ($p=0,011$) en 37,3% ($p=0,001$) hoger dan bij 0,1% (Figuur 3.1). Er was geen verschil tussen de controlegroep en 0,1%. De gemiddelde individuele groei was bij 1% respectievelijk 15,8% en 22,2% hoger dan de controlegroep en 0,1% ($p=0,035$; $p=0,015$). Bij 10% was respectievelijk 26,3% en 33,3% meer groei dan bij de controlegroep en 0,1% ($p=0,003$; $p=0,001$). Voor individuele groei is geen verschil gevonden tussen de controlegroep en 0,1%, en tussen 1% en 10% (Figuur 3.2).

3.2.2 Bieslook

Bieslook had een effect op overlevingspercentage ($p=0,029$), maar niet op de totale groei ($p=0,073$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,085$) van de larven. Het overlevingspercentage bij 0,1% lag 1,5% lager dan bij de controlegroep ($p=0,006$). Eveneens verschilde 0,1% van 1% en 10%. Het overlevingspercentage van 0,1% lag respectievelijk 1,0% ($p=0,044$) en 1,3% ($p=0,023$) lager dan het overlevingspercentage bij 1% en 10%. Er is geen verschil gevonden tussen 1%, 10% en de controlegroep (Figuur 3.3).

3.2.3 Chilipeper

Chili had geen effect op de overleving ($p=0,132$), de totale groei ($p=0,072$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,063$) van de larven.

3.2.4 Dille

Dille had geen effect op de overleving ($p=0,128$), maar wel op de totale groei ($p<0,001$) en de gemiddelde individuele groei ($p<0,001$) van de larven. De totale groei bij 1% dille was lager dan bij de andere concentraties, met respectievelijk 11,6%; 22,5%; en 25,0% minder groei dan de controlegroep, 0,1% en 10% ($p=0,036$; $p=0,001$; $p<0,001$). De 0,1% en 10% leverden respectievelijk 14,0% en 17,9% meer op dan de controlegroep ($p=0,025$; $p=0,004$). De 0,1% en 10% hadden geen onderling significant verschil (Figuur 3.1). De gemiddelde individuele groei lag bij 1% lager dan bij de controlegroep, 0,1% en 10%, met een respectievelijk verschil van 13,6% ($p=0,023$); 20,8% ($p<0,001$); en 24,0% ($p<0,001$). De 0,1% had 9,1% meer individuele groei dan de controlegroep ($p=0,043$) en 10% had 13,6% meer groei dan de controlegroep ($p=0,005$). 0,1% en 10% verschilden niet van elkaar (Figuur 3.2).

3.2.5 Gember

Gember had geen effect op de overleving ($p=0,159$), maar wel op de totale groei ($p=0,023$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,027$) van de larven. Voor de totale groei verschilde de controlegroep van geen van de toegevoegde concentraties. De 0,1% had minder groei dan 1% en 10%: respectievelijk 20,8% ($p=0,018$) en 25,1% ($p=0,004$). De 1% en 10% hadden geen onderling verschil ($p=0,463$) (Figuur 3.1). Voor de individuele groei verschilde de controlegroep van geen van de toegevoegde concentraties. De 0,1% had 20,8% en 24,0% minder groei dan 1% en 10% ($p=0,016$; $p=0,006$) (Figuur 3.2).

3.2.6 Kaneel

Kaneel had geen effect op de overleving ($p=0,064$), maar wel op de totale groei ($p=0,042$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,032$) van de larven. De larven van de controlegroep hadden 13,4% minder groei dan de larven bij 1% ($p=0,031$). Ook de larven bij 10% hadden minder groei dan die van 1%, namelijk 17,6% ($p=0,008$). De controlegroep, 0,1% en 10% verschilden geen van allen onderling (Figuur 3.1). De 1% had respectievelijk 13,6% en 19,0% meer individuele groei dan de controlegroep en 10% ($p=0,041$; $p=0,005$). Tussen de andere concentraties is geen verschil gevonden voor de individuele groei (Figuur 3.2).

3.2.7 Knoflook

Knoflook had geen effect op de overleving ($p=0,279$), de totale groei ($p=0,222$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,174$) van de larven.

3.2.8 Koriander

Koriander had geen effect op de overleving ($p=0,324$), de totale groei ($p=0,490$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,531$) van de larven.

3.2.9 Kruidnagel

Kruidnagel had geen effect op de overleving ($p=0,166$), maar wel op de totale groei ($p<0,001$) en gemiddelde individuele groei ($p<0,001$) van de larven. De larven bij 10% hadden significant minder groei dan de controlegroep, 0,1% en 1%, met een verschil van respectievelijk 42,4% ($p<0,001$); 43,0% ($p<0,001$); en 29,2% ($p=0,001$). De 1% leverde ook minder groei op dan de controlegroep en 0,1%, 18,7% ($p=0,003$) en 19,5% ($p=0,004$). Er bleek geen significant verschil tussen de controlegroep en 0,1% te zijn (Figuur 3.1). De 1% had 15,0% en 19,0% minder individuele groei dan de controle en 0,1% ($p=0,002$; $p=0,002$). De 10% had respectievelijk 40,0% en 42,9% minder individuele groei dan de controlegroep en 0,1% ($p<0,001$; $p<0,001$), en 29,4% minder individuele groei dan 1% ($p=0,001$) (Figuur 3.2).

3.2.10 Munt

Munt had geen effect op de overleving ($p=0,390$), de totale groei ($p=0,082$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,080$) van de larven.

3.2.11 Nootmuskaat

Nootmuskaat had geen effect op de overleving ($p=0,177$), de totale groei ($p=0,143$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,157$) van de larven.

3.2.12 Oregano

Oregano had geen effect op de overleving ($p=0,120$), de totale groei ($p=0,395$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,414$) van de larven.

3.2.13 Paprikapoeder

Paprika had geen effect op de overleving ($p=0,310$), de totale groei ($p=0,186$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,257$) van de larven.

3.2.14 Rozemarijn

Rozemarijn had geen effect op de overleving ($p=0,982$), maar wel op de totale groei ($p=0,027$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,012$) van de larven. Alleen de larven van 10% bleken een significant lagere groei te hebben dan de larven van de controlegroep en 0,1%, met respectievelijk 23,9% ($p=0,021$) en 30,4% ($p=0,005$) minder groei. De larven bij 10% bleken geen significant verschillende groei te hebben dan die bij 1%. Verder zijn er geen significante verschillen aangetoond tussen de controlegroep, 0,1% en 1% (Figuur 3.1). Zowel 0,1% als 1% hadden geen effect op de individuele groei ten opzichte van de controlegroep. De 10% had echter respectievelijk 23,8%; 30,4%; en 20,0% minder groei dan de controlegroep, 0,1% en 1% ($p=0,010$; $p=0,002$; $p=0,049$) (Figuur 3.2).

3.2.15 Selderij

Selderij had geen effect op de overleving ($p=1,000$), maar wel op de totale groei ($p=0,002$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,002$) van de larven. De totale groei bij de controlegroep, 0,1% en 1% bleek niet significant verschillend van elkaar. De groei bij 10% verschilde wel van alle andere concentraties. De groei bij 10% lag 29,3%, 25,3%, en 28,9% lager dan bij de controlegroep, 0,1% en 1% ($p=0,001$; $p=0,003$; $p=0,001$) respectievelijk (Figuur 3.1). De 0,1% en 1% hadden geen effect op de individuele groei ten opzichte van de controlegroep. De 10% had echter respectievelijk 28,6%; 25,0%; en 28,6% minder groei dan de controlegroep, 0,1% en 1% ($p=0,001$; $p=0,003$; $p=0,001$) (Figuur 3.2).

3.2.16 Tijm

Tijm had geen effect op de overleving ($p=0,166$), de totale groei ($p=0,345$) of de gemiddelde individuele groei ($p=0,329$) van de larven.

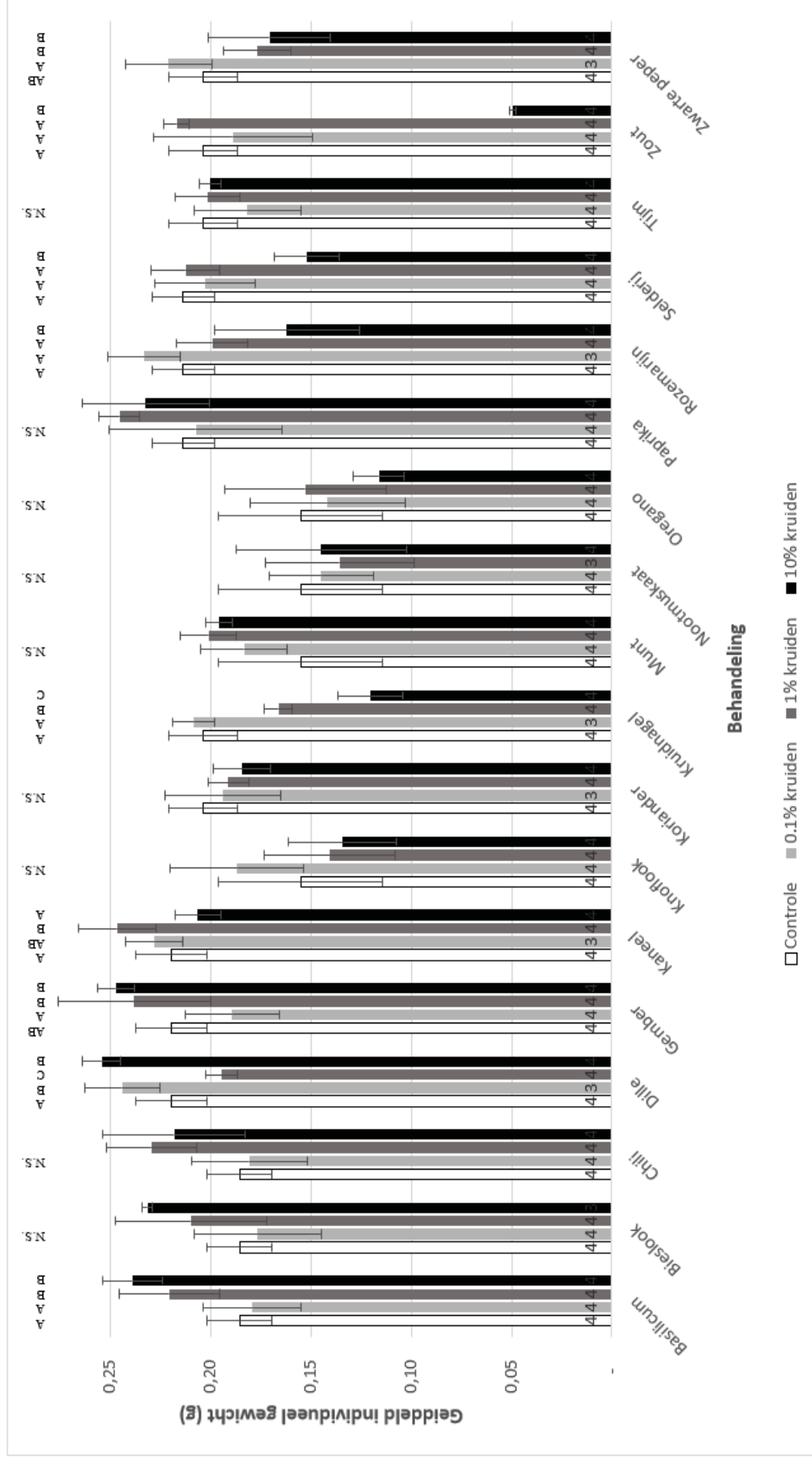
3.2.17 Zout

Zout bleek een negatief effect te hebben op de overleving ($p<0,001$), de totale groei ($p<0,001$) en de gemiddelde individuele groei ($p<0,001$) van de larven. De 10% had significant minder overleving dan de andere concentraties. Het overlevingspercentage lag 12,5%, 11,8%, en 11,5% lager dan bij respectievelijk de controlegroep, 0,1% en 1% ($p<0,001$; $p<0,001$; $p<0,001$). De twee lagere concentraties bleken geen significant effect te hebben op de overleving ten opzichte van de controlegroep (Figuur 3.3). Van de totale groei bleken 0,1% en 1% niet te verschillen van de controlegroep. De 10% had een negatief effect ten opzichte van alle andere concentraties. De groei lag respectievelijk 80,8% ($p<0,001$); 79,1% ($p<0,001$) en 81,8% ($p<0,001$) lager dan bij de controlegroep, 0,1% en 1% (Figuur 3.1). De 0,1% en 1% hadden geen effect op de individuele groei ten opzichte van de controlegroep. De 10% had echter respectievelijk 75,0%; 73,7%; en 77,3% minder groei dan de controlegroep, 0,1% en 1% ($p<0,001$; $p<0,001$; $p<0,001$, respectievelijk; Figuur 3.2).

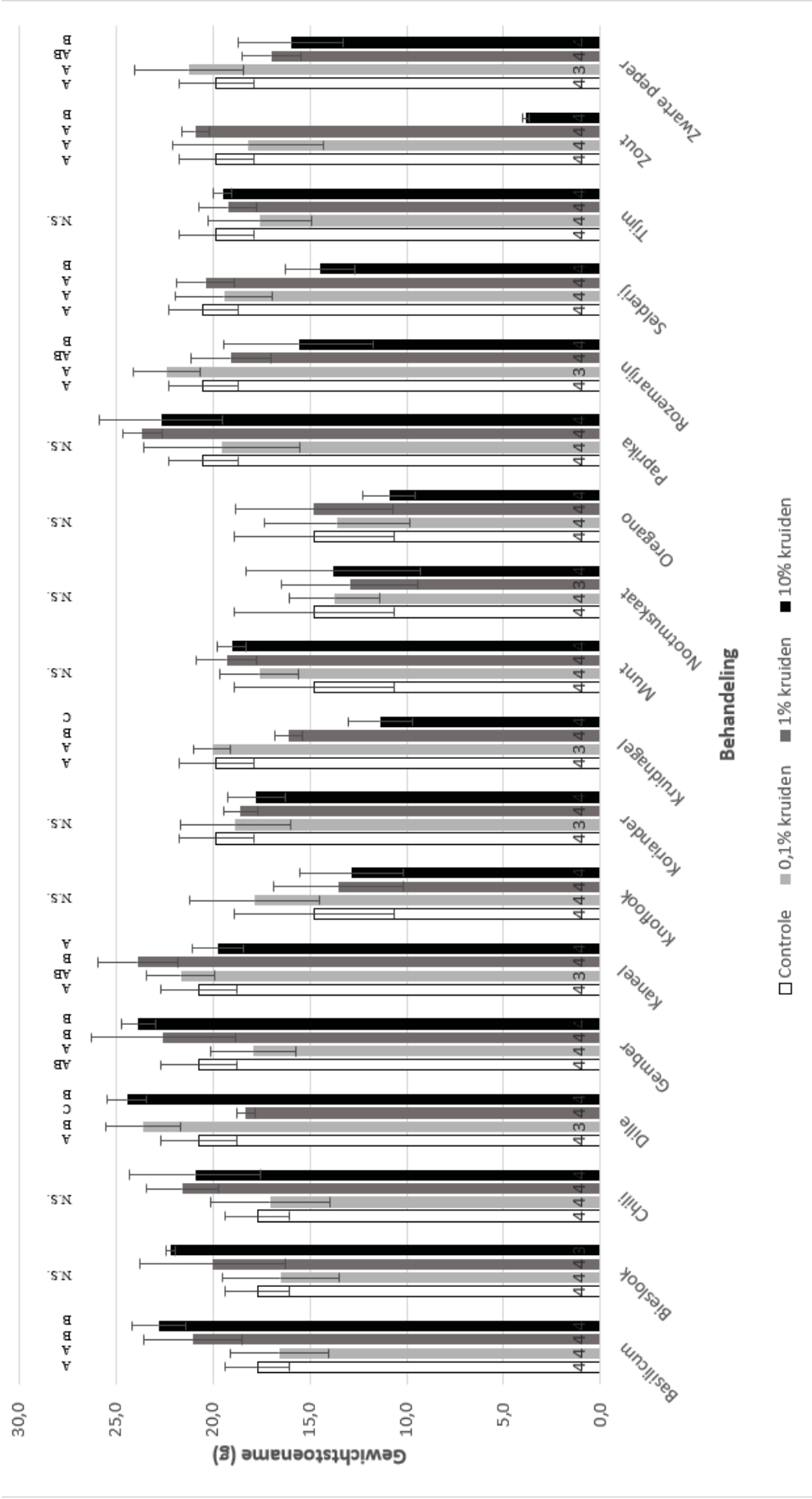
3.2.18 Zwarte peper

Zwarte peper had geen effect op de overleving ($p=0,522$), maar wel op de totale groei ($p=0,033$) en gemiddelde individuele groei ($p=0,042$) van de larven. De groei bij 10% lag respectievelijk 19,2% en 24,5% lager dan bij de controlegroep en 0,1% ($p=0,034$; $p=0,011$). De groei bij 10% verschilde niet met de groei bij 1%. De groei bij 1% verschilde alleen met de groei bij 0,1%: bij 1% ligt 19,8% lager ($p=0,030$). De groei bij de controle was gelijk met die bij 0,1% (Figuur 3.1). De controlegroep had geen verschil in individuele groei ten opzichte

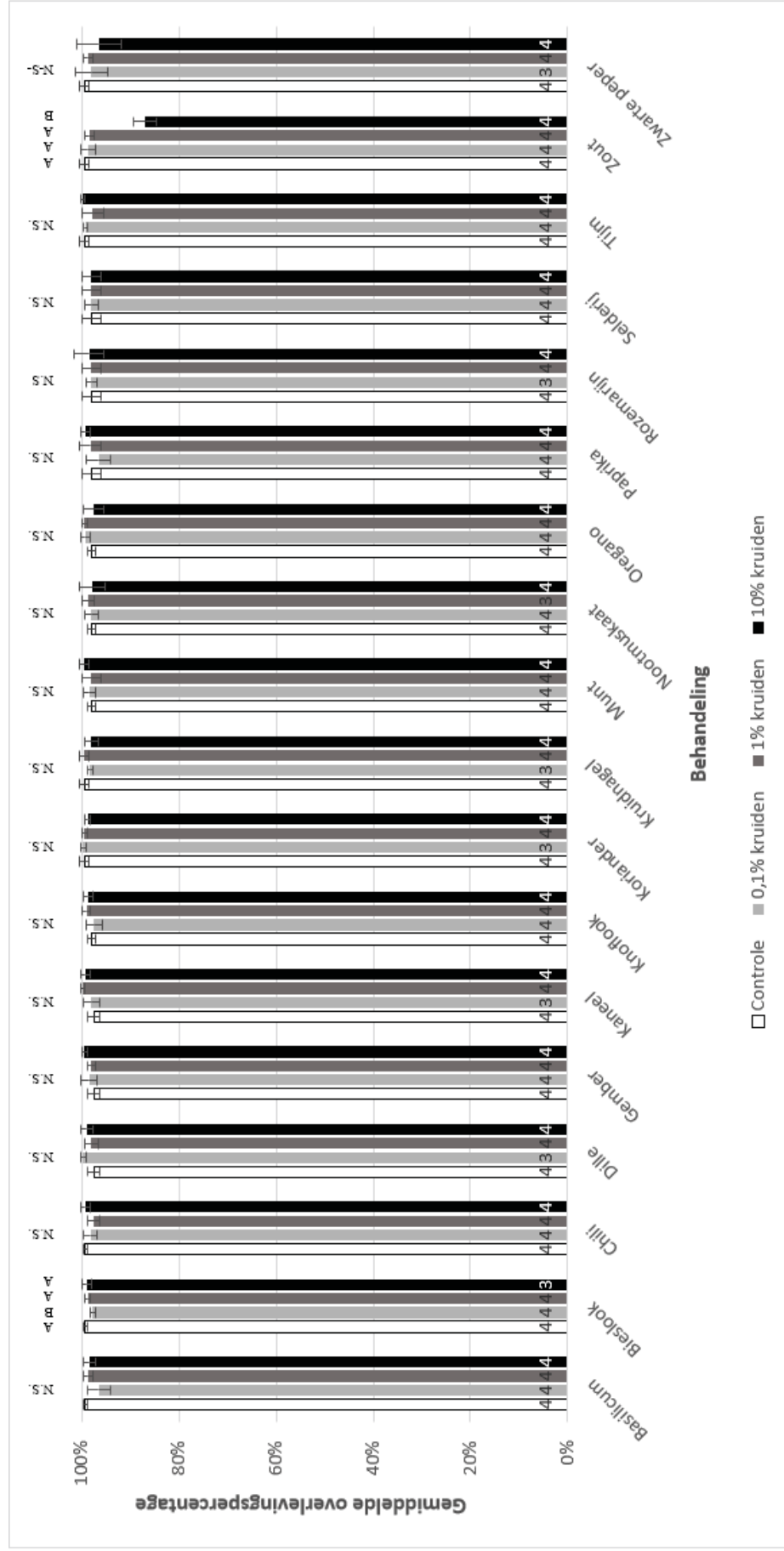
van de verschillende concentraties. De 0,1% had respectievelijk 22,2% en 29,4% meer groei dan 1% en 10% ($p=0,025$; $p=0,014$). De 1% en 10% verschilden niet van elkaar (Figuur 3.2).



Figuur 3.1. Totale groei van 100 ingezette larven (g) per kruid na een week. De staven zijn gemiddelden (voor n: zie onder in elke staaf). De letters (A, B en C) geven significante verschillen tussen de behandelingen per kruid weer, N.S. geeft aan dat er geen significant verschil is gevonden. De foutbalk geeft de standaard deviatie weer.



Figuur 3.2. Gemiddelde individuele gewicht van 100 ingezette larven (g) per kruid na een week. De staven zijn gemiddelden (voor n: zie onder in elke staaf). De letters (A, B en C) geven significante verschillen tussen de behandelingen per kruid weer, N.S. geeft aan dat er geen significant verschil is gevonden. De foutbalk geeft de standaard deviatie weer.



Figuur 3.3. Overlevingspercentage van 100 ingezette larven per kruid na een week. De staven zijn gemiddelden (voor n: zie waarde onder in elke staaf). De letters (A en B) geven significante verschillen tussen de behandelingen per kruid weer, N.S. geeft aan dat er geen significant verschil is gevonden. De foutbalk geeft de standaard deviatie weer.

4. Discussie

Op basis van literatuur werd een overzichtstabel samengesteld uit verschillende organische reststromen die geschikt lijken te zijn als voeding voor *H. illucens* larven. De reststromen zijn vervolgens gescoord op zes eigenschappen: prijs, beschikbaarheid, overleving, gewicht prepop, tijd tot eerste prepop en materiaalreductie. Vervolgens werd een classificatie gemaakt met betrekking tot de bruikbaarheid van de reststromen als voeding voor *H. illucens* larven. Een mix van rundermest en kippenmest scoorde het beste, gevolgd door restaurantafval en gemeentelijk organisch afval. Het aantal onderzoeken dat werd gevonden voor iedere organische reststroom varieerde: alleen voor restaurantafval, slachtafval en alle mestsoorten werd meer dan één onderzoek gevonden. Daarnaast waren niet alle gegevens voor iedere bekend, waardoor de score dus is gebaseerd op een variërend aantal eigenschappen. De scores in de classificatie zijn hierdoor niet voor alle reststromen gelijkwaardig onderbouwd.

Restaurantafval lijkt na een mix van rundermest en kippenmest het meest geschikt als voeding, maar de samenstelling hiervan kan sterk variëren. Smaakversterkers zullen altijd aanwezig zijn in restaurantafval, maar het effect hiervan op *H. illucens* larven was nog onbekend. Omdat veel kruiden ook wel gebruikt worden als insecticiden, is besloten om het effect hiervan op *H. illucens* larven te onderzoeken. Van 17 verschillende kruiden en zout werd het effect op de groei en overleving van *H. illucens* larven onderzocht. Om te kunnen bepalen of een verschil in totale groei afhankelijk was van het overlevingspercentage of door verminderde groei, is ook gekeken naar de gemiddelde individuele groei. Met behulp van dataloggers zijn de temperatuur en luchtvochtigheid gecontroleerd constant gehouden. Het verschil tussen controlegroepen is mogelijk te verklaren doordat de verschillende leveringen van larven van variërende kwaliteit waren. Het aantal dode larven was bij sommige leveringen bijvoorbeeld aanzienlijk hoger dan bij andere leveringen. Bij basilicum, dille, gember en kaneel is een significant positief effect op de groei aangetoond. Bij kruidnagel, rozemarijn, selderij, zout en zwarte peper is een significant negatief effect op de groei aangetoond. Bij bieslook en zout is een significant negatief effect op de overleving aangetoond. Het effect van kruiden op de groei en overleving kan twee mogelijke oorzaken hebben: een verandering in nutritionele samenstelling of de werking van bioactieve stoffen. Zout bestaat uit mineralen die een belangrijke rol spelen bij osmoregulatie, maar bevat geen bioactieve stoffen.

H. illucens larven kunnen zich voeden met een grote verscheidenheid aan organische stoffen, van groenteresten tot rottende kadavers (St-Hilaire et al., 2007; Spranghers et al., 2017). De exacte nutritionele behoefte van *H. illucens* larven is onbekend, maar ze blijken een veel hogere activiteit van een aantal spijsverteringsenzymen (o.a. α -amylase, lipase, protease en trypsine) te hebben dan de huisvlieg (*M. domestica*) (Kim et al., 2011). Deze spijsverteringsenzymen spelen een belangrijke rol bij de afbraak van zetmeel, vetten en eiwitten. Een verhoogd percentage zetmeel, vetten of eiwitten, of een gunstigere samenstelling hiervan, zou daarom een positief effect op de groei kunnen verklaren (Spranghers et al., 2018). Zoals uit bijlage 2 is af te lezen, heeft dille een hoger eiwit- en vetgehalte dan kuikenkorrel. Dat zou het positieve effect van dille op de groei van de larven kunnen verklaren. Daarnaast heeft gember een iets hoger zetmeelgehalte, wat het positieve effect van gember op de groei zou kunnen verklaren. Anderzijds hebben selderij, zout en zwarte peper een lager eiwit-, vet- en zetmeelgehalte dan kuikenkorrel, wat het negatieve effect op de groei van de

larven zou kunnen verklaren. Voor de meeste kruiden is echter geen logisch verband tussen de nutritionele samenstelling en het effect op de groei gevonden. Zo zorgden basilicum en kaneel voor een positief effect op de groei, maar bevatten beide lagere eiwit-, vet- en zetmeelgehaltes. Kruidnagel en rozemarijn zorgden voor een negatief effect op de groei, maar bevatten beide een hoger vetgehalte. Bieslook, chili, koriander, munt, nootmuskaat, oregano, paprika en tijm hadden geen effect op de groei, maar bevatten wel hogere eiwit- en/of vetgehaltes. Knoflook heeft lagere eiwit-, vet- en zetmeelgehaltes, maar had geen effect op de groei van de larven. Het lijkt er daarom op dat de veranderingen in nutritionele samenstelling weinig invloed heeft op de groei. Een gunstigere zetmeel-, vetzuur- of aminozuursamenstelling zou wel invloed kunnen hebben, maar om dit te kunnen vergelijken is meer onderzoek nodig naar de specifieke behoeften van *H. illucens*.

Alle kruiden bevatten bioactieve stoffen; dit zijn stoffen die een biologische of fysiologische activiteit of functie hebben, maar niet essentieel zijn voor het lichaam (Bioactieve stoffen, 2019). Over het effect van deze bioactieve stoffen op *H. illucens* is nog niets bekend, maar voor andere diersoorten (vooral zoogdieren maar ook insecten) is wel onderzoek gedaan naar het effect van bioactieve stoffen. In de meeste onderzoeken zijn etherische oliën van kruiden gebruikt. Etherische oliën komen van nature voor in de plant en bevatten secundaire metabolieten. Dit zijn vaak bioactieve stoffen zoals toxinen of insecticiden (Bakkali et al., 2008). De bioactieve stoffen in etherische oliën komen ook voor in gedroogde kruiden, maar dan in veel lagere concentraties. Daarnaast bevatten alle kruiden flavonoïden, deze bioactieve stoffen hebben een anti-oxidatieve werking. Flavonoïden lijken meerdere positieve gezondheidseffecten te hebben op mensen, maar daar is nog onvoldoende bewijs voor (Voedingscentrum, 2019).

Gember, kaneel, basilicum en dille bleken een positief effect te hebben op de groei van *H. illucens* larven. Bioactieve stoffen in gember hebben een gunstig effect op het verteringsstelsel van zoogdieren, het bevordert namelijk de vloeibaarheid en doorlaatbaarheid van de microvilli in de darmen waardoor het absorberende oppervlak van de darmen wordt vergroot (Srinivasan, 2017). De exacte fysiologie van de darmen van *H. illucens* larven is nog niet bekend, maar insecten hebben minder complexe darmen dan zoogdieren (Bruno et al., 2019). Het is dus onbekend of gember het absorberende oppervlak ook bij *H. illucens* larven vergroot, maar dit zou wel het positieve effect op de groei kunnen verklaren. Kaneel bevat cinnamaldehyde, waarvan bekend is dat het een antifungale werking heeft en daarnaast wordt het ook toegepast in mengsels om insecten aan te trekken (U.S. National Library of Medicine, 2019). Dit zou te maken kunnen hebben met het aangetoonde positieve effect van kaneel op de groei van de larven. Maar daarnaast wordt kaneelolie ook toegepast als insecticide: de etherisch olie kan insecten zoals muggen en vliegen al in het larvenstadium doden (van Wijk et al., 2005). Het positieve effect van basilicum en dille op de groei van de larven is niet te verklaren met behulp van literatuur. Van basilicum is wel bekend dat de etherische olie een insecticide werking heeft op onder andere huisvliegen (*M. domestica*) en verschillende soorten fruitvliegen (*Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis* en *Bactrocera cucurbitae*) (Chang et al., 2009; Lupton et al., 2012). Daarnaast heeft de etherische olie van dille een insecticide werking op bijvoorbeeld steekmuggen (*Anopheles stephensi*) (Osanloo et al., 2018).

Bij de toevoeging van kruidnagel, rozemarijn, selderij en zwarte peper is een negatief effect op de groei van *H. illucens* larven aangetoond. Van de etherische oliën van deze kruiden zijn

voor verschillende insecten een insecticide of larvacide werking aangetoond. Aangenomen dat deze effecten vergelijkbaar zijn tussen insectensoorten zouden dit oorzaken kunnen zijn van het negatieve effect op de groei van de larven. Etherische olie van kruidnagel wordt gebruikt als larvacide tegen verschillende insectensoorten, zoals gelekoortsmuggen (*Aedes aegypti*), steekmuggen (*Anopheles dirus*) en wespen (*Vespula pensylvanica*) (Cortés-Rojas et al., 2014). Eén van de bioactieve stoffen in kruidnagel is limoneen, een stof die toxisch is voor onder andere muggen (Hebeish et al., 2008). Een andere bioactieve stof in kruidnagel is farnesol, die bij woestijnsprinkhanen (*Schistocerca gregaria*) verteringsenzymen (protease, invertase, amylase, trehalase en chitinase) aantast (Awad et al., 2013). De etherische olie van rozemarijn is toxisch voor verschillende soorten insecten, waaronder spintmijten (*Tetranychus urticae*) (Miresmailli & Isman, 2006). Etherische olie van selderij is dodelijk voor groene vleesvliegen (*L. sericata*) (Khater & Khater, 2009). Eén van de bioactieve stoffen in selderij is furocoumarine, deze stof is dodelijk voor de nachtvinders: florida-uilen (*Spodoptera exigua*) (Brewer et al., 1995). Zwarte peper bevat net als kruidnagel limoneen en daarnaast ook piperine, wat bij zoogdieren zorgt voor de pittige smaak. Piperine heeft een insecticide werking, en is toxisch voor verschillende soorten kevers en muggen (Su, 1977; Samuel et al., 2016). Er is niets bekend over een insecticide werking van bieslook of de bioactieve stoffen hierin. Het negatieve effect van bieslook op de overleving is daarom niet te verklaren.

Zout speelt een belangrijke rol bij osmoregulatie. Bij insecten zorgen de buizen van Malpighi voor de excretie van afvalstoffen uit het lichaam, waardoor ze een belangrijke rol in de osmoregulatie hebben. Bij hoge concentraties zout wordt de water- en zouthuishouding in het lichaam verstoord en droogt het lichaam uit (Reece et al., 2014). Het natrium uit het zout wordt in het bloed opgenomen, een te hoge concentratie natrium in het bloed (hypernatriëmie) zorgt voor waterverlies uit hersencellen, met vele ernstige symptomen en uiteindelijk de dood tot gevolg (Nierenberg, 2019). Dit zou de lagere overleving en groei van de larven kunnen verklaren bij de toevoeging van 10% zout.

5. Conclusies en aanbevelingen

Een mix van kippenmest en rundermest blijkt het meest geschikt als voedingsbodem voor *H. illucens* larven. Doordat het enige mengsel van verschillende laagwaardige reststromen het beste blijkt te werken zou gekeken kunnen worden naar de effectiviteit van andere laagwaardige reststromen als deze gemengd gevoerd worden. Voor het samenstellen van een ideale voedingsbodem is het belangrijk de nutritionele behoeften van *H. illucens* larven concreet te bepalen. Reststromen kunnen mogelijk gifstoffen of ziekten bevatten, onduidelijk is of *H. illucens* larven deze opnemen en opslaan. In dit geval zou er een gevaar kunnen zijn voor de voedselveiligheid, dit zou nader onderzocht moeten worden voordat de reststromen voor voedselproductie gebruikt gaan worden. Naast de mix van kippenmest en rundermest blijkt restaurant afval een goede voedselbodem mits er niet 10% of meer kruidnagel, rozemarijn, selderij, zout of zwarte peper in zit omdat deze kruiden in deze concentraties een negatieve invloed hebben op de groei van de larven. Er wordt echter aangenomen dat in de realiteit nooit 10% of meer van deze kruiden in restaurantafval aanwezig zal zijn. Basilicum, dille, gember en kaneel hebben in lage concentraties al een positief effect op de groei van de *H. illucens* larven. Toevoegen van deze kruiden aan de voedingsbodem zou dus de groei bevorderen. Dit zal met de gedroogde gemalen vorm van de kruiden waarschijnlijk financieel niet rendabel zijn gezien de hoge kosten van de kruiden (De Kruidenbaron, 2019). Maar als bepaald kan worden welke bioactieve stoffen het positieve effect van deze kruiden veroorzaken, zou een goedkoper alternatief met dezelfde effecten gezocht kunnen worden. Omdat de kruiden apart van elkaar getest zijn is er niks te zeggen over de effecten als deze gemengd worden met elkaar, zoals ze in de realiteit voorkomen. Er zal verder onderzoek nodig zijn om de effecten van kruidenmengsels te bepalen. Als uit toekomstig onderzoek blijkt dat er geen gevaar voor de voedselveiligheid ontstaat zouden laagwaardige reststromen zoals mest of restaurantafval een ideale voedingsbron zijn voor de kweek van *H. illucens* larven.

Literatuurlijst

- Awad, H. H., Ghazawy, N. A., & Abdel Rahman, K. M. (2013). Impact of Farnesol on the Food Consumption and Utilization, Digestive Enzymes and Fat Body Proteins of the Desert Locust *Schistocerca gregaria* Forska (Orthoptera: Acrididae). *African Entomology*, 21(1), 126-131.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 2008(46), 446-475.
- Banks, I. J., Gibson, W. T., & Cameron, M. M. (2014). *Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation*. Londen en Tarpoley UK: US National Library of Medicine.
- Barragán-Fonseca, K. (2018). *Flies are what they eat; Tailoring nutrition of Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.) for larval biomass production and fitness*. Wageningen: PhD thesis, Wageningen Universiteit.
- Bioactieve stoffen*. (2019). Opgeroepen op juni 21, 2019, van www.voedingscentrum.nl:
<https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/bioactieve-stoffen1.aspx>
- Blonk, H., Kool, A., & Luske, B. (2008). *Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten*. Gouda: Blonk Milieu Advies BV.
- Brewer, M. J., Maede, T., & Trumble, J. T. (1995). Development of Insecticide - Resistant and - Susceptible *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) Exposed to Furanocoumarins Found in Celery. *Environmental Entomology*, 24(2), 392-401.
- Bruno, D., Bonelli, M., Cadamuro, A. G., Reguzzoni, M., Grimaldi, A., Casartelli, M., & Tettamanti, G. (2019). The digestive system of the adult *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): morphological features and functional properties. *Cell and Tissue Research*, 1-18.
- CBS. (2018, december 12). *Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden*. Opgeroepen op juni 17, 2019, van www.statline.cbs.nl:
<https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83558NED&D1=1-36,111,121-156&D2=0&D3=I&HDR=G1,G2&STB=T&VW=T>
- CBS. (2018, oktober 5). *Verkopen; industriële producten naar productgroep (ProdCom)*. Opgeroepen op juni 14, 2019, van www.opendata.cbs.nl:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83115NED/table?ts=1560613550090>
- CBS. (2019, februari 15). *Dierlijke mest; productie en mineralenuitscheiding, diercategorie, regio*. Opgeroepen op juni 14, 2019, van www.opendata.cbs.nl:
<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83982NED/table?ts=1560616240465>
- CBS. (2019, maart 29). *Groenteteelt; oogst en teeltoppervlakte per groentesoort*. Opgeroepen op juni 13, 2019, van www.statline.cbs.nl:
[https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37738&D1=0-1&D2=0,2-3,47&D3=0,3-12,\(I-1\)-I&VW=T](https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37738&D1=0-1&D2=0,2-3,47&D3=0,3-12,(I-1)-I&VW=T)

- CBS, PBL, RIVM, WUR. (2016, april 13). *Afzet van zuiveringslib naar bestemming*. Opgeroepen op juni 17, 2019, van www.clo.nl
- Chang, C. L., Cho, I. K., & Li, Q. X. (2009). Insecticidal Activity of Basil Oil, trans-Anethole, Estragole, and Linalool to Adult Fruit Flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. *Journal of Economic Entomology*, *102*(1), 203-209.
- Conijn, J., Bindraban, P., Schröder, J., & Jongschaap, R. (2018). Can our global food system meet food demand within planetary boundaries? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *251*(1), 244-256.
- Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R., & Oliveira, W. P. (2014). Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *4*(2), 90-96.
- Diener, S., Solano, N., Gutierrez, F., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *2*(4), 357-363.
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrugg, C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing*. Dübendorf, Switzerland: Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Dou, Z., Toth, J., & Westendorf, M. (2018). Food waste for livestock feeding: Feasibility, safety, and sustainability implications. *Global Food Security*, *17*(1), 154-161.
- FAO. (2009, 9 23). *2050: A third more mouths to feed*. Opgehaald van FAO: <http://www.fao.org/news/story/en/item/35571/>
- Gobbi, P., Martinez-Sanchez, A., & Rojo, S. (2013). The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *European Journal of Entomology*, *110*(3), 461-468.
- Hebeish, A., Fouda, M. M., Hamdy, I. A., EL-Sawy, S. M., & Abdel-Mohdy, F. A. (2008, Oktober 16). Preparation of durable insect repellent cotton fabric: Limonene as insecticide. *Carbohydrate Polymers*, *74*(2), 268-273.
- Khater, H., & Khater, D. (2009). The insecticidal activity of four medicinal plants against the blowfly. *International Journal of Dermatology*, *48*(5), 492-497.
- Khater, H., Hanafy, A., Abdel-Mageed, A., Ramadan, M., & El-Madawy, R. (2011). Control of the myiasis-producing fly, *Lucilia sericata*, with Egyptian essential oils. *International Journal of Dermatology*, *50*(2), 187-194.
- Kim, W., Bae, S., Park, K., Lee, S., Choi, Y., Han, S., & Koh, Y. (2011). Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *14*(1), 11-14.
- Konstantopoulou, I., Vassilopoulou, L., Mavragani-Tsipidou, P., & Scouras, Z. (1992). Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria*. *Experientia*, *48*(6), 616-619.

- Kromkommer. (2015, oktober 13). *Persbericht: 10.000 kg groente en fruit redden van de verspilling in 1 dag*. Opgehaald van Kromkommer: <https://www.kromkommer.com/persberichtbwgf2/>
- Kruidenbaron. (2019). *De kruidenbaron*. Opgeroepen op juni 20, 2019, van <https://www.dekruidenbaron.nl/>
- Lalander, C., Nordberg, A., & Vinneras, B. (2018). A comparison in product-value potential in four treatment strategies for food waste and faeces - assessing composting, fly larvae composting and anaerobic digestion. *GCB Bioenergy*, 10(2), 84-91.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C., & Vinneràs, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208(2019), 211-219.
- Larsen, E., Deaton, L., Onken, H., O'Donnell, M., Grosell, M., Dantzler, W., & Weihrauch, D. (2014). Osmoregulation and Excretion. *Comprehensive Physiology*, 4(2), 405-573.
- Lier, P. v. (2019, juni 10). Bedrijfsadviseur Bergs Advies BV. (T. Boonen, Interviewer)
- Lupton, D., Mumtaz Khan, M., Al-Yahyai, R., & Asif Hanif, M. (2012). Basil: A natural source of antioxidants and nutraceuticals. In D. Lupton, & M. Mumtaz Khan, *Natural Products and Their Active Compounds on Disease Prevention* (pp. 463-471). Faisalabad, Pakistan.
- McCance, R., & Widdowson, E. (2019, maart 25). *Composition of foods integrated dataset*. Opgeroepen op juni 13, 2019, van gov.uk: <https://www.gov.uk/government/publications/composition-of-foods-integrated-dataset-cofid>
- Miresmailli, S., & Isman, M. B. (2006). Efficacy and Persistence of Rosemary Oil as an Acaricide Against Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) on Greenhouse Tomato. *Journal of Economic Entomology*, 99(6), 2015-2023.
- Morey, R., & Khandagle, A. (2012). Bioefficacy of essential oils of medicinal plants against housefly, *Musca domestica* L. *Parasitology Research*, 111(4), 1799-1805.
- Myers, H., Tomberlin, J., Lambert, B., & Kattes, D. (2008). Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environmental Entomology*, 37(1), 11-15.
- Nguyen, T. T., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2013). Influence of Resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Larval Development. *Journal of Medical Entomology*, 50(4), 898-906.
- Nguyen, T. T., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2014). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environmental Entomology*, 44(2), 406-410.
- Nierenberg, C. (2019, april 12). *hypernatremia and hyponatremia*. Opgeroepen op juni 16, 2019, van livescience: <https://www.livescience.com/65222-hypernatremia-and-hyponatremia.html>
- NutritionValue. (2019). *Celery flakes, dried*. Opgeroepen op juni 12, 2019, van NutritionValue: https://www.nutritionvalue.org/Celery_flakes%2C_dried_nutritional_value.html

- NVWA. (2019, maart 29). *Dierlijke bijproducten*. Opgeroepen op 2019, van nvwa.nl:
<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/dierlijke-bijproducten/de-3-categorieen-dierlijke-bijproducten>
- Oonincx, D., van Huis, A., & van Loon, J. (2015, maart 30). Nutrient utilisation by black soldier flies fed with chicken, pig or cow manure. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(2), 131-139.
- Osanloo, M., Sereshti, H., Mehdi Sedaghat, M., & Amani, A. (2018). Nanoemulsion of Dill essential oil as a green and potent larvicide against *Anopheles stephensi*. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(7), 6466-6473.
- Pimentel, P., & Pimentel, M. (2003, september). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 660-663.
- Poelman, M., Kals, J., van Marlen, B., van Amerongen, A., & van den Bosch, H. (2015). *VIP Valorisatie Reststromen Vis (VRV)*. IJmuiden: IMARES Wageningen UR.
- Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2014). Osmoregulation and Excretion. In J. B. Reece, L. A. Urry, M. L. Cain, S. A. Wasserman, P. V. Minorsky, & R. B. Jackson, *Campbell Biology - Tenth Edition* (pp. 971-992). Boston: Pearson.
- Rehman, K. U., Cai, M., Xiao, X., Zheng, L., Wang, H., Soomro, A., . . . Zhang, J. (2017, juli 1). Cellulose decomposition and larval biomass production from the co-digestion of dairy manure and chicken manure by mini-livestock (*Hermetia illucens* L.). *Journal of Environmental Management*, 196(1), 458-465.
- Salomone, R., Saija, G., Giannetto, A., Fasulo, S., & Savastano, D. (2017, januari 1). Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*, 140(2), 890-905.
- Samuel, M., Oliver, S. V., Coetzee, M., & Brooke, B. D. (2016, december). The larvicidal effects of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine against insecticide resistant and susceptible strains of *Anopheles malaria* vector mosquitoes. *Parasites & Vectors*, 9(1), 238-247.
- Schillewaert, S. (2019). *Reststromen - BSF*. VIVES Hogeschool, Centrum Agro- en Biotechnologie. Roeselare: EntemoSpeed.
- Soethoudt, H., & Vollebregt, M. (2017). *Monitor Voedselverspilling*. Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research.
- Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Obyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., . . . De Smet, S. (2017, juni). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Sci Food Agric*, 97(5), 2594-2600.
- Spranghers, T., Schillewaert, S., & Wouters, F. (2018). *Nutritional requirements of BSF larvae*. VIVES Hogeschool. Roeselare: EntemoSpeed.
- Srinivasan, K. (2017, maart). Ginger rhizomes (*Zingiber officinale*): A spice with multiple health beneficial potentials. *PharmaNutrition*, 5(1), 18-28.

- St-Hilaire, S., Cranfill, K., McGuire, M. A., Mosley, E. E., Tomberlin, J. K., Newton, L., . . . Irving, S. (2007, mei 25). Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 Fatty Acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(2), 309-313.
- Su, H. C. (1977, februari). Insecticidal Properties of Black Pepper to Rice Weevils and Cowpea Weevils. *Journal of Economic Entomology*, 70(1), 18-21.
- Tami, B. (2004). *Evaluation of the Economic, Social, and Biological Feasibility of Bioconverting Food Wastes with the Black Soldier Fly*. Texas: PhD thesis: University of North Texas.
- The Greenery. (2019). *Een kartonnen doos van tomatenstengels*. Opgeroepen op juni 20, 2019, van [www.thegreenery.com](https://www.thegreenery.com/cases/een-kartonnen-doos-van-tomatenstengels): <https://www.thegreenery.com/cases/een-kartonnen-doos-van-tomatenstengels>
- U.S. National Library of Medicine. (2019, juni 8). *Cinnamaldehyde (Compound)*. Opgeroepen op juni 15, 2019, van pubchem.ncbi.nlm.nih.gov: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cinnamaldehyde>
- van Gorp Diervoeders. (2017). *pluimvee*. Opgeroepen op juni 19, 2019, van www.van-gorp.com: <http://www.van-gorp.com/diervoeders/pluimvee/>
- van Wijk, K., Uijthoven, W., & Vlaswinkel, M. (2005). *Inventarisatie Afwerende Stoffen*. Wageningen Universiteit. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Voedingscentrum. (2014). *Kruiden en specerijen*. Opgeroepen op april 2, 2019, van www.voedingscentrum.nl: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/kruiden-en-specerijen.aspx>
- Voedingscentrum. (2019, mei 14). *Flavonoiden*. Opgeroepen op juni 19, 2019, van www.voedingscentrum.nl: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/flavonoiden.aspx>
- Waterschap Noorderzijlvest. (2019). *Tarievenkaart verwerken afvalstoffen 2019*. Groningen: Waterschap Noorderzijlvest.
- Welkoop. (2019). *Welkoop - Kuikenopgroeikorrel - Kuikenvoeding - 5 kg*. Opgeroepen op mei 12, 2019, van www.welkoop.nl: https://www.welkoop.nl/winkel/dier/erfdieren/kip-pluimvee/voeding/welkoop-kuikenopgroeikorrel-kuikenvoeding-5kg_1176367?sku=1
- Yu, G., Cheng, P., Chen, Y., Li, Y., Yang, Z., Chen, Y., & Tomberlin, J. (2011, februari). Inoculating poultry manure with companion bacteria influences growth and development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Environmental Entomology*, 40(1), 30-35.
- Zhou, F., Tomberlin, J., Zheng, L., Yu, Z., & Zhang, J. (2013, december). Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures. *Entomological Society of America*, 50(6), 1224-1230.

Entomospeed

Het project wil de grootschalige insectenkweek bij zwarte soldatenvliegen en meelwormen versnellen. Meer info op www.insectinfo.be en www.insectinfo.nl

Partnerschap

Grensoverschrijdende samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland



Met financiële steun van



Interreg



EUROPESE UNIE

Vlaanderen-Nederland

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

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

Bijlage 1: Analytische bestanddelen van kuikenkorrel

Onderstaand zijn de ingrediënten, analytische bestanddelen en nutritionele toevoegingsmiddelen weergegeven van de kuikenkorrel die gebruikt is tijdens dit onderzoek (Welkoop, 2019).

Ingrediënten:

Mais; Sojavoer¹; maisgries; tarwe; Maïsglutenvoer; Zonnebloemzaadvoer; tarwegries; luzerne; calciumcarbonaat; sojaolie¹; Monocalciumfosfaat; natriumchloride ¹geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja.

Analytische bestanddelen:

Ruw eiwit 19 %, Ruw vet 4 %, Ruwe celstof 4.2 %, Ruw as 6 %, Calcium 0.90 %, Totaal fosfor 0.55 %, Natrium 0.15 %, lysine 0.99 %, methionine 0.45 %.

Nutritionele toevoegingsmiddelen:

Nutritionele toevoegingsmiddelen (/kg) E6 Zink (Zinksulfaat, monohydraat) 120 mg - E672 Vitamine A 12500 IE - E671 Vitamine D3 2500 IE - 3a700 Vitamine E (all-rac-alfa- tocopheryl acetaat) 50 mg - E4 Koper (Koper(II)sulfaat pentahydraat) 15 mg - E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat, monohydraat) 67,5 mg - E5 mangaan (mangaan(II)oxyde) 110 mg - E2 jodium (calciumjodaat, anhydraat) 2 mg - E8 selenium (natriumseleniet) 0,4 mg Technologische toevoegingsmiddelen (/kg) E321 BHT(Butylhydroxytolueen) 100 mg.

Bijlage 2: Analytische bestanddelen per kruid

Onderstaand zijn de analytische bestanddelen per kruid weergegeven. Eiwit, vet en zetmeel zijn de belangrijkste bestanddelen voor *H. illucens* larven. De cellen, waarvan de kruiden een hoger gehalte eiwit, vet of zetmeel hebben dan kuikenkorrel zijn donker gemarkeerd. Waardes die niet bepaald zijn, zijn aangegeven met *N* en heel kleine waardes zijn aangegeven met *Sp* (sporen) (van Gorp Diervoeders, 2017; McCance & Widdowson, 2019; Welkoop, 2019; NutritionValue, 2019).

Kruid	Water (%)	Eiwit (%)	Vet (%)	Koolhydraten (%)	Zetmeel (%)
<i>Kuikenkorrel</i>	8,0	19,0	4,0	63,0 *	40,0**
Basilicum	6,4	14,4	4,0	43,2	Sp
Bieslook	2,0	21,2	3,5	64,3	Sp
Chili	10,8	13,5	14,3	N	N
Dille	7,3	19,9	4,4	42,2	4,6
Gember	9,4	7,4	3,3	60,0	40,2
Kaneel	10,6	4,0	1,2	N	N
Knoflook	6,5	18,7	1,2	42,7	38,5
Koriander	7,3	21,8	4,8	41,7	N
Kruidnagel	6,9	6,0	20,1	N	Sp
Munt	11,3	24,8	4,6	34,6	N
Nootmuskaat	6,2	5,8	36,3	N	N
Oregano	9,9	9,0	4,3	N	N
Paprika	11,2	14,1	12,9	N	N
Rozemarijn	9,3	4,9	15,2	46,4	N
Selderij	9,0	11,3	2,1	63,7	N
Tijm	7,8	9,1	7,4	45,3	N
Zout	Tr	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwarte peper	12,5	10,4	3,3	N	Sp

*zelf berekend **op basis van vergelijkbare producten

Bijlage 3: Scores per onderzoek van reststromen

In onderstaande tabel zijn de scores van de reststromen, per onderzoek, uitgewerkt. De scores zijn weergegeven in grijs en behoren tot het aspect wat ervoor weergegeven staat. Zie voor nadere informatie over deze tabel de leeswijzer in het bijgevoegde Excel bestand (overzichtstabel_reststromen.xls).

Reststroomb	Samenstelling	Beschikbaarheid		Prijs		Efficiëntie							Gemiddelde score		
		Totale hoeveelheid in NL (ton per jaar)	Beschikbaarheid score	Prijs per ton (€)	Prijs score	Overlevingspercentage (%)	Overlevings score	Gewicht prepop (mg)	Gewicht score	Tijd tot 1e prepop (dagen)	Tijd tot 1e prepop score	Materiaal reductie (%DS)		Materiaal-reductie score	Efficiëntie score
Gemeenschappelijk organisch afval	Organisch afval van inwoners EARTH Universiteitstetits campus is verzameld en gemikt	1469000	4									68	4	4,00	4,00
	Wortelen, erwten, schorseneren & seiderij	482400	3											3,50	3,25
Groente afval	Anaerobisch gefermenteerde wortelen, erwten, schorseneren & seiderij		3											3,00	3,00
	Humane mest		2			91,87	5	245	4	22		47,7	3	4,25	3,13
Humane mest	Humane mest van verschillende proefpersonen		2											2,50	2,25
	Humane mest van verschillende proefpersonen		2											3,00	2,50
	Humane mest van verschillende proefpersonen	78000	2											3,00	2,50
	Humane mest van verschillende proefpersonen		2											3,50	2,75
	Humane mest van verschillende proefpersonen		2											4,00	3,00
	Humane mest van verschillende proefpersonen		2											4,00	3,00
Kippenmest	Humane mest van verschillende proefpersonen		4											3,50	2,75
	100% kippenmest		4			92,7	5	164	2	24		54,6	3	3,50	3,88
	Gedroogde kippenmest		4			98,35	5	164	2	24		54,6	3	3,75	3,88
	Gedroogde kippenmest		4			82,2	5	50	1	144		55,04	3	4,33	4,17
	Kippenmest		4											2,33	3,17
	Kippenmest		4											3,00	4,00
	Kippenmest		4											3,00	3,50
	Kippenmest		4											3,50	3,50
	Kippenmest		4											3,75	3,50
	Kippenmest		4				98	5	77,5	1	27		44,32	3	3,00
Mix kip/rundermest	80% rundermest, 20% kippenmest	50000800	5	13	4	91,86	5	154,1	2	26		55,3	3	4,00	4,50
	60% rundermest, 40% kippenmest	37840600	5	11	4	93,98	5	173,22	3	24,17		43,17	3	3,66	4,33
	40% rundermest, 60% kippenmest	25680400	5	9	4	95,51	5					52,06	3	4,33	4,67
	20% rundermest, 80% kippenmest	13520200	5	7	4	96,41	5					53,38	3	4,33	4,67
	lokaal restaurant van Swedish University of Agricultural Sciences	1781000-2466000	5	5			87,2	5	212	3	24		55,3	3	4,00
Restaurantsafval	Aardappelen, rijst, pasta en groentes		5											3,50	4,25
	Zowel plantaardig als dierlijk materiaal van verschillende restaurants		5			46,67	3	173,22	3	24,17				3,66	4,33
Rundermest	100% rundermest		5			89,45	5	70	1	28		43,17	3	4,33	4,67
	Gedroogde rundermest		5			87,8	5	214,5	2	25-31		3,33	3	2,33	3,67
	Melkveemest		5			77,94	4	113,25	2					3,66	4,33
	Rundermest		5											2,00	3,50
	Rundermest		5											1,50	3,25
	Rundermest		5											2,00	3,50
Slachtafval	48% maaginhoud, 16% bloed, 12% mest, 16% vlees en 8% organen		4			101,5	4	248	4	22		46,3	3	4,00	3,00
	50% slachtafval, 50% fruit & groenten	660000	4			96,3	5	252	4	22		61,1	4	4,50	3,17
	Vermalven vlees		4			40	2			33		31	2	3,00	2,67
Tomatenstengel	100% tomatenstengel		2											1,00	1,50
	20% kippenmest, 30% water, 50% tomatenstengel	85000	2											3,00	2,50
Varkensmest	Gedroogde varkensmest		5			97	5	60	1	144				2,33	3,67
	Varkensmest		5			74,33	4	113,28	2	29				3,66	4,33
	Varkensmest	10048000	5											3,00	4,00
	Varkensmest		5											2,50	3,75
Visafval	Varkensmest		5			197	3	179	3					3,00	4,00
	Visijproduct van een visserij in Kingsville, ON, Canada	900	1			47,22	3	142,91	2	23,83				3,33	2,17
Waterzuiveringslib	Gekooid, uit waterzuivering in Stockholm		4			81	5	137	2	26-31		63,3	4	4,00	4,33
	Onvertoerd waterzuiveringslib	514.600	4			76,2	4	145	2	40		49,2	3	3,50	3,75
	Vertoerd waterzuiveringslib		4			39	2	70	1	49-52		13,2	1	2,25	3,13

Bijlage 4: Zoektermen prijs en beschikbaarheid reststromen

Onderstaand zijn de zoektermen weergegeven die gebruikt zijn om de prijs en beschikbaarheid van de reststromen te achterhalen.

Reststroom	Zoektermen
Restaurantafval	Restaurantafval Nederland Swill Nederland Keukenafval Nederland CBS
Gemeentelijk organisch afval	CBS Gemeentelijk organisch afval Nederland GFT Nederland
Kippenmest	Bergs Advies BV Eraspo BV CBS Mest Nederland kosten/prijs/hoeveelheid
Waterzuiveringsslib	CBS Waterzuiveringen Afvoerkosten slib
Varkensmest	Bergs Advies BV CBS Mest Nederland kosten/prijs/hoeveelheid
Rundermest	Bergs Advies BV CBS Mest Nederland kosten/prijs/hoeveelheid
Slachtafval	CBS Slachtafval Nederland hoeveelheid
Groente afval	CBS Groente afval Nederland
Humane mest	CBS Humane mest Nederland Humane ontlasting Nederland Humane uitwerpselen Nederland
Visafval	Visafval Nederland CBS
Tomatenstengels	Tomatenstengel Nederland