



# Groei, voederconversie en afvalreductie van BSF-larven gekweekt op mycelium van *Aspergillus niger*

Proef Citrique november 2018

**Radius Thomas More**

Verslag: Lotte Froominckx, Meggie Van Peer

Uitvoering: Lotte Froominckx, Ann Wuyts, Meggie Van Peer

Contactpersoon: [lotte.froominckx@thomasmore.be](mailto:lotte.froominckx@thomasmore.be)



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

**entomo** **SPEED**

# 1 Beschrijving

Vanuit Citrique Belge (Tienen) kwam de vraag of insecten nevenstromen afkomstig uit hun productieproces, namelijk mycelium en zuur mycelium, kunnen verwerken. Dit mycelium is afkomstig van de productie van citroenzuur met de schimmel *Aspergillus niger*. Het verschil tussen mycelium en zuur mycelium is dat aan zuur mycelium zuren werden toegevoegd om een langere bewaring te kunnen garanderen. In deze proeven wordt de voederconversie, groei en afvalreductie onderzocht voor het kweken van larven van de zwarte soldatenvlieg (*Hermetia illucens*) op mycelium en zuur mycelium. Het standaardsubstraat uit de kweek, namelijk kuikenmeel, wordt gebruikt als referentie.

## 2 Proefopzet

Er wordt gewerkt met zwarte soldatenvlieg larven van 12 dagen oud, bekomen uit de kweek van Thomas More Hogeschool:

Dag 1: 0,2g ei + 15g appel en 15g gemixte kuikenkrumel, 27°C

Dag 3: (1<sup>ste</sup> larven) + 15g appel en 15g gemixte kuikenkrumel, 27°C

Dag 6: + 100g kuikenkrumel en 100 ml H<sub>2</sub>O, 27°C

Dag 8: + 100ml H<sub>2</sub>O, 27°C

Dag 12: oogst larven, start proef

Larven van 12 dagen oud worden gescheiden van hun substraat. Voor elke behandeling (drie herhalingen per behandeling) worden 400 larven gebruikt per herhaling. Larven worden zo gekweekt aan een 'densiteit' van 2,96 larven/cm<sup>2</sup> in bakjes van 15\*9\*6,5 cm (oppervlakte 135 cm<sup>2</sup>, AVA).

3 proefobjecten (3 herhalingen → 9 stalen in totaal):

- Kuikenmeel (chicken start mash 160500, AVEVE)
- Mycelium
- Mycelium zuur

De larven worden gevoederd met een voederregime van 100 mg (nat)/larve/dag. Omgerekend dus 40 g (nat) substraat per bakje per dag. Er wordt dagelijks bijgevoederd tot de eerste prepop zichtbaar is. Het referentiesubstraat wordt bereid door fijngemalen kuikenmeel te mengen met water (volume verhoudingen dag 1-2: 50%KM/50%H<sub>2</sub>O, dag 3-10: 40%KM/60% H<sub>2</sub>O).

### Opgevolgde parameters:

Temperatuur en luchtvochtigheid worden continu gemonitord (Testo logger, 174h).

Bij de start van de proef wordt:

- het gewicht van de 400 larven voor elk object bepaald
- het drooggewicht van de larven en het toegediend substraat bepaald

Dagelijks wordt het gewicht van 10 larven per object afgewogen, tot de eerste prepoppen verschijnen in het object.

Als de eerste prepoppen in het object verschijnen, wordt de proef stopgezet en worden alle larven uit deze proef gescheiden van het resterende frass. Vervolgens wordt:

- het totale eindgewicht (nat) van de larven en het frass bepaald
- het drooggewicht van de larven en het frass bepaald

### Berekeningen:

Voor de berekeningen van de voederconversie wordt gebruik gemaakt van formules zoals beschreven in (Scriber & Slansky, 1981):

<b><math>B = (I-F)-M</math></b>
B =voeder gebruikt voor groei (massa dat larven aankomen)
I = ingested food (voeder gegeven tijdens experiment)
F = residu (frass en ongeconsumeerd voeder)
M = gemetaboliseerd voeder (wordt berekend)
$M = (I+F)+B$

Voederconversie droog:
$I \text{ (drogestof)} / B \text{ (drogestof)}$
Voederconversie nat:
$I \text{ (nat)} / B \text{ (nat)}$
Voederconversie droog/nat:
$I \text{ (droog)} / B \text{ (nat)}$
Efficiency of conversion of digested food (ECD):
$ECD \text{ (drogestof)} = B / (I-F)$

Voor het berekenen van de afvalreductie wordt gebruik gemaakt van volgende formule (Diener, Zurbrugg, Tockner, Zurbrugg, & Tockner, 2009; Rehman et al., 2017):

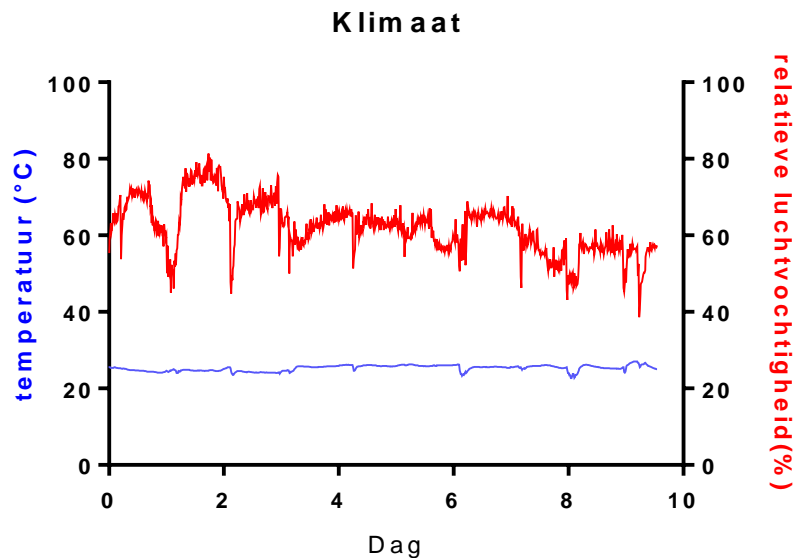
Waste Reduction Index (WRI):
$WRI = D/t * 100$
$D = (W-R) / W = (I-F) / I$
W=I (=voeder gegeven tijdens experiment)

$R=F$  (=frass en ongeconsumeerd voeder)

### 3 Resultaten

#### 3.1 Klimaat

De proef werd uitgevoerd in het kweeklokaal waar temperatuur en luchtvochtigheid geregeld worden door elektrische verwarmingselementen en bevochtigers. Tijdens de proef bleef de temperatuur vrij stabiel rond de 26°C. De luchtvochtigheid schommelde samen met het dag-nacht ritme tussen de 40 en 80% RV.



Afbeelding 1: relatieve luchtvochtigheid (%) en temperatuur (°C) tijdens de proef.

#### 3.2 Drogestofbepaling voeder- en restsubstraat

Tabel 1: drogestof (%) substraten aan het begin van de proef

substraat	replica	drogestof (%)
kuikenmeel	1	35,32%
	2	35,34%
mycelium	1	22,97%
	2	22,44%
mycelium zuur	1	23,23%
	2	23,09%

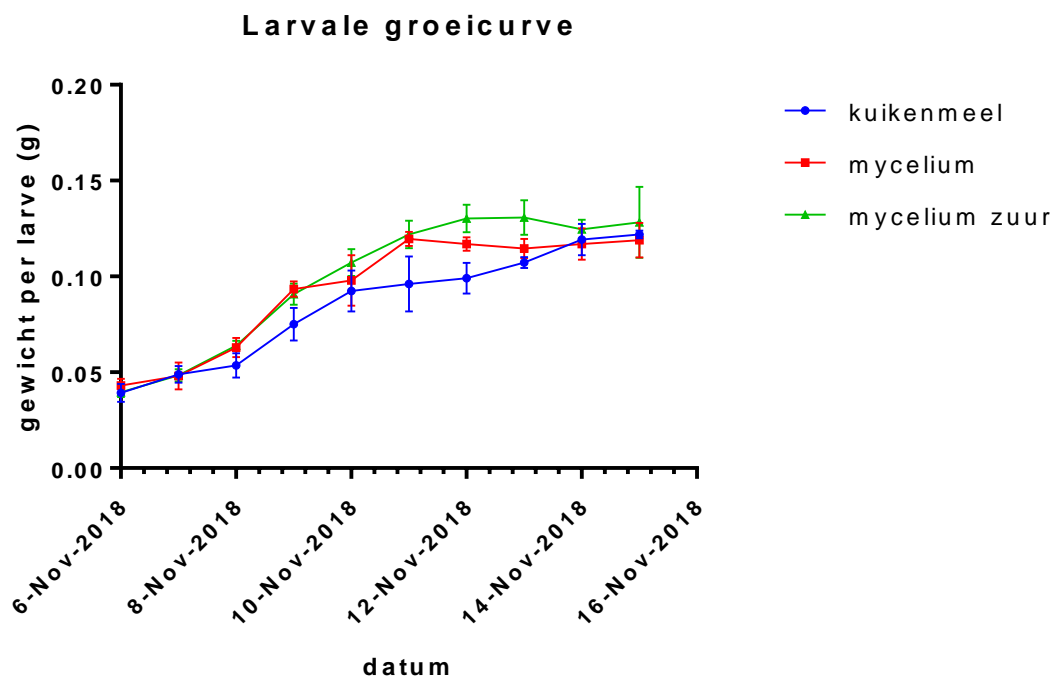
Tabel 2: drogestof (%) frass op het einde van de proef

substraat	replica	drogestof (%)
kuikenmeel	1	82,49%
	2	80,82%

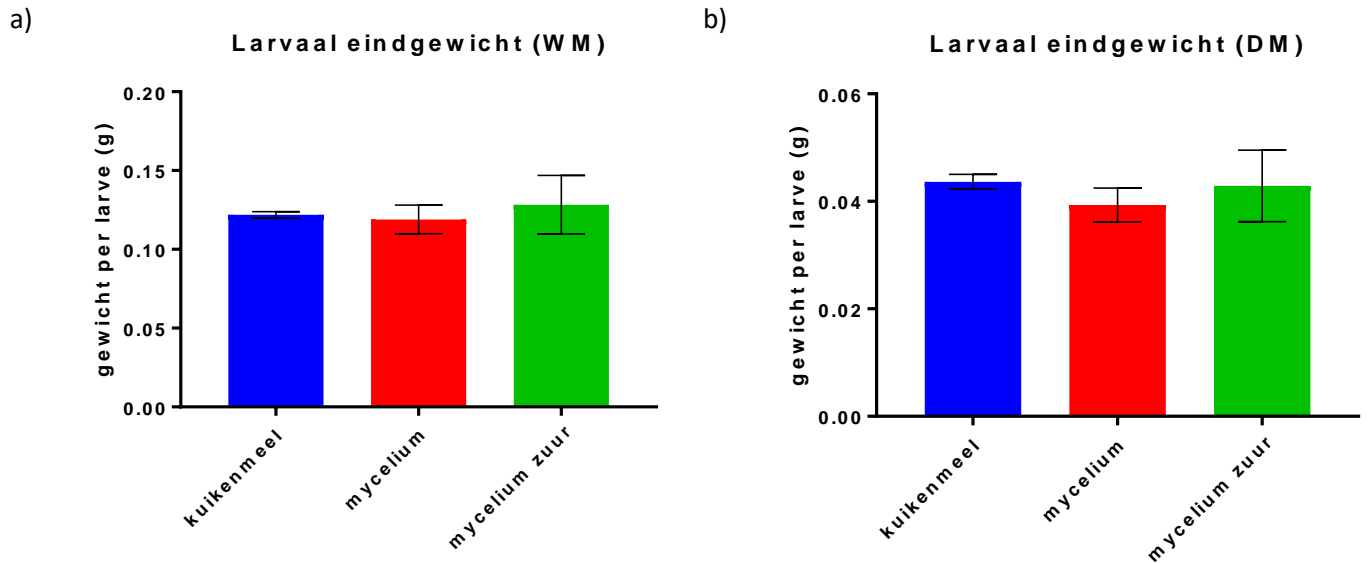
	3	84,47%
mycelium	1	49,63%
	2	47,28%
	3	53,20%
mycelium zuur	1	47,21%
	2	37,68%
	3	38,54%

### 3.3 Groeicurve larven

Tijdens de proef werd het gewicht van de larven dagelijks bepaald. Afbeelding 2 toont de groeicurve van de larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium. Het gemiddeld eindgewicht voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium was respectievelijk 0,122 g, 0,119 g en 0,128 g (afbeelding 3). Het maximale gewicht bereikt tijdens de proef voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium was respectievelijk 0,122 g (dag 10), 0,120 g (dag 6) en 0,131g (dag 8).



Afbeelding 2: groeicurve van 1 larve gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium. Foutbalken staan voor standaardfout ( $n=3$ )

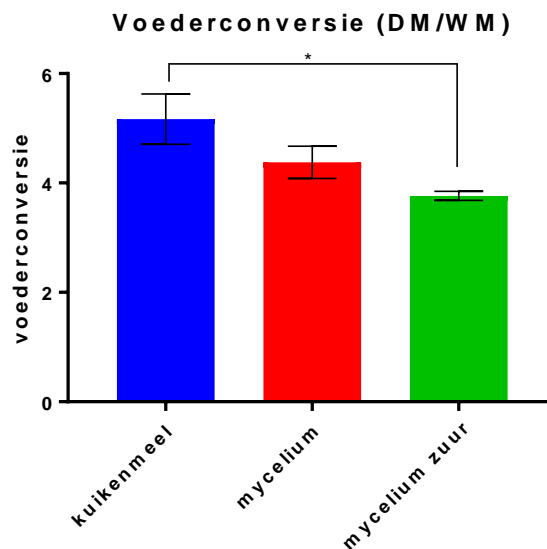


Afbeelding 3: eindgewicht per larve op basis van natte stof (a) en droge stof (b). Foutbalken staan voor standaardfout (n=3)

### 3.4 Voederconversie

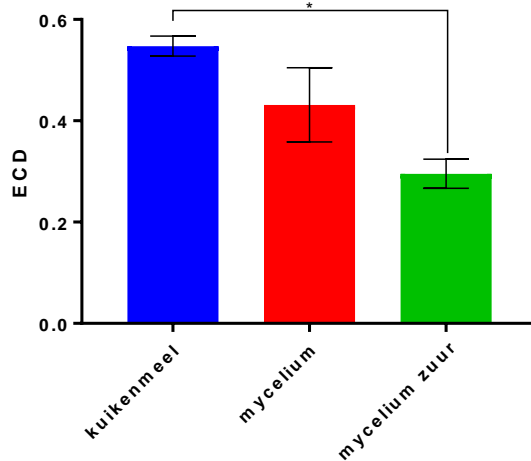
De voederconversie (droge massa / natte massa) voor zwarte soldatenvlieg larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium is voor deze proef gemiddeld respectievelijk 5,18; 4,38 en 3,76 (afbeelding 4).

De efficiëntie van conversie van verteerd voeder op basis van droge massa voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium is voor deze proef gemiddeld respectievelijk 0,54; 0,43 en 0,30 (afbeelding 5).



Afbeelding 4: voederconversie droog/nat voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium. Foutbalken staan voor standaard fout (n=3). \*= $p < 0.05$ , Kruskal-Wallis en Dunn's post hoc test

Efficiency of conversion of digested food (ECD) DM

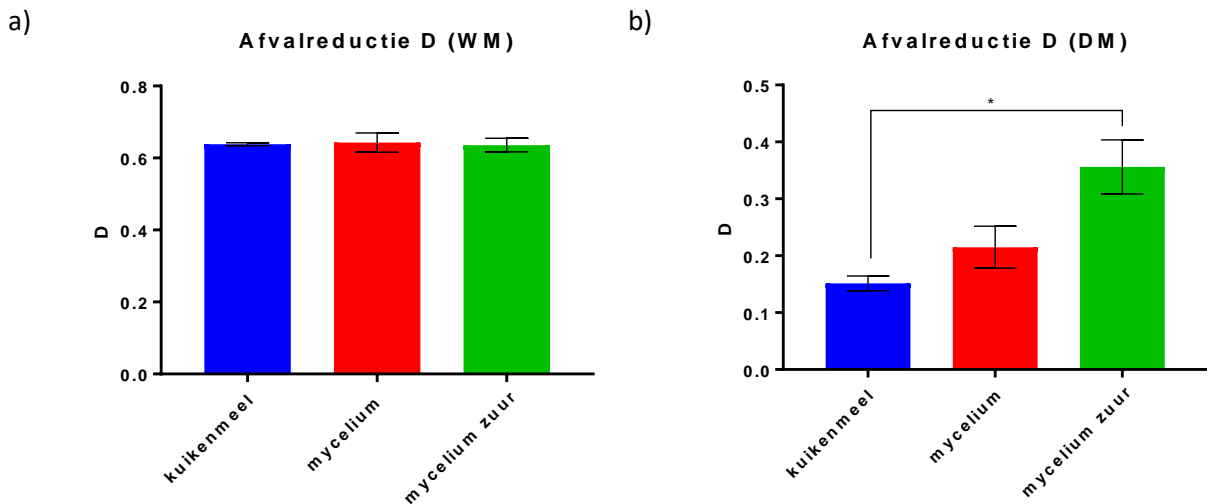


Afbeelding 5: Efficiëntie van conversie van verteerd voeder op basis van droge massa voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium. Foutbalken staan voor standaard fout ( $n=3$ ).  $*=p<0.05$ , Kruskal-Wallis en Dunn's post hoc test

### 3.5 Afvalreductie

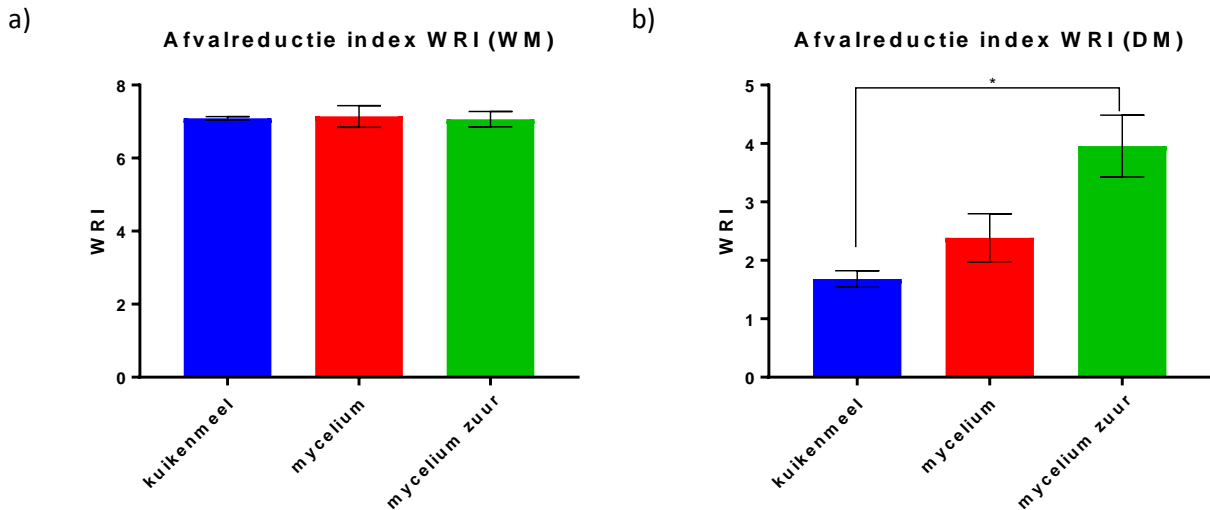
De afvalreductie (afbeelding 6) werd zowel berekend op basis van natte (a) en droge (b) massa.

Voor zwarte soldatenvlieg larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium op is de gemiddelde afvalreductie op basis van droge massa respectievelijk 0,15; 0,21 en 0,36. Op natte basis is dit telkens 0,64.



Afbeelding 6: Afvalreductie voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium op basis van natte (a) en droge (b) massa. Foutbalken staan voor standaard fout ( $n=3$ ).  $*=p<0.05$ , Kruskal-Wallis en Dunn's post hoc test





Afbeelding 7: Afvalreductie Index voor larven gekweekt op kuikenmeel, mycelium en zuur mycelium op basis van natte (a) en droge (b) massa. Foutbalken staan voor standaard fout ( $n=3$ ).  $*=p<0.05$ , Kruskal-Wallis en Dunn's post hoc test

## 4 Discussie en besluit

### 4.1 Groeicurve

Uit deze proef blijkt dat larven van de zwarte soldatenvlieg kunnen groeien op mycelium en zuur mycelium afkomstig van *Aspergillus niger*. Het eindgewicht van larven gekweekt op zowel mycelium als zuur mycelium geeft geen significante verschillen in vergelijking met het referentiesubstraat kuikenmeel. De larven gekweekt op mycelium en zuur mycelium behaalde echter sneller een maximumgewicht en een hoger maximumgewicht dan larven gekweekt op het referentiesubstraat kuikenmeel. Het maximum gewicht is het hoogst voor larven gekweekt op zuur mycelium. Larven gekweekt op mycelium behaalde als eerste hun maximumgewicht op 6 dagen.

Er moet worden opgemerkt dat het maximumgewicht dat behaald werd voor het referentiesubstraat kuikenmeel, relatief laag ligt in vergelijking met andere proeven waarvoor bij hetzelfde substraat een gemiddeld larvaal eindgewicht van 0,17 g behaald wordt.

### 4.2 Voederconversie

De voederconversie (droog/nat) geeft voor zuur mycelium het laagste van alle onderzochte substraten, namelijk 3,76. De voederconversie van kuikenmeel is het hoogst en verschilt significant met met deze van zuur mycelium.

Over het algemeen kan worden gesteld dat de voederconversies hoog liggen. Dit komt vermoedelijk doordat de larven 'overvoed' werden en er dus op het einde van de proef nog veel onverwerkt voeder aanwezig was in het restsubstraat.

Wanneer in de toekomst nieuwe voederproeven opgezet worden, zou er gekeken kunnen worden naar lagere voederregimes waarbij een betere voederconversie behaald kan worden. Bovendien zou er ook kunnen worden gewerkt met een gefaseerd voederregime (gebaseerd op de behoefte van de larven op een bepaalde leeftijd). (voorstel: Dag 1-4: 20 g/400 larven/dag, Dag 5-6: 40 g/400 larven/dag)

Er kan echter wel worden besloten dat (zuur) mycelium zeker interessant is om verder te analyseren. Uit deze voederconversies kan namelijk worden afgeleid dat dit substraat vermoedelijk hoogwaardige componenten bevat voor de groei van de larven.

### 4.3 Afvalreductie

Bij de afvalreductie op basis van natte stof is er weinig verschil te zien tussen de substraten. Echter, de afvalreductie op basis van droge massa is veel hoger bij zuur mycelium dan de afvalreductie van de referentie. Er is dan ook een significant verschil tussen kuikenmeel en zuur mycelium aanwezig. Dit heeft mogelijk te maken met de waterbindingscapaciteit en het drogestofpercentage van de substraten. (Zuur) mycelium heeft enerzijds een lager drogestofpercentage dan kuikenmeel en lijkt een hogere waterbindingscapaciteit te hebben (drogestofgehalte restsubstraat was lager voor (zuur) mycelium).

## 5 Algemene opmerkingen

Mycelium en zuur mycelium zijn erg plakkerige substraten. Hierdoor leken larven gekweekt op deze substraten minder beweeglijk. Bovendien waren larven moeilijk te scheiden van het restsubstraat, dat afzeefbaar moet zijn om de larven te oogsten. Mogelijks wordt dit probleem verholpen wanneer er lagere voederregimes gebruikt worden.

Mycelium en zuur mycelium hebben een relatief hoog vochtgehalte. Ondanks de stevige structuur en hoge waterbindingscapaciteit ontsnapten er de eerste 2 dagen toch enkele larven uit deze substraten. Dit zou verholpen kunnen worden door dit substraat de eerste dagen te mengen met een droog poeder zoals bloem.

## 6 Referenties

- Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K., Zurbrugg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 27(6), 603–610. <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Rehman, K. ur, Rehman, A., Cai, M., Zheng, L., Xiao, X., Somroo, A. A., ... Zhang, J. (2017). Conversion of mixtures of dairy manure and soybean curd residue by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.). *Journal of Cleaner Production*, 154, 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.019>
- Scriber, J. M., & Slansky, F. (1981). The Nutritional Ecology of Immature Insects. *Annual Review of Entomology*, 26, 183–211.



## 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)