

# RAAK-mkb Circulaire Kip

## Eindrapport



# Voorwoord

Afgelopen 2 jaar hebben we gewerkt aan het RAAK-mkb project Circulaire Kip. In maart 2020 was de kick-off meeting van het project. Dit was de eerste en helaas ook de laatste keer dat we met het hele consortium bijeengekomen zijn. Door corona hebben we daarna alle besprekingen online moeten houden. Vooral voor de bedrijven die deel hebben genomen aan het project was dit jammer, want dit gaf minder mogelijkheden om elkaar te leren kennen en samen initiatieven op te pakken naar aanleiding van het project. Voor de onderzoekers was het ook lastiger, enerzijds omdat gesprekken en interviews bij voorkeur face-to-face gehouden worden, en anderzijds omdat het een tijd niet mogelijk was om proeven uit te voeren. Ondanks corona hebben we binnen het project veel kennis opgedaan over reststromen, insecten en pluimvee. Een overzicht van alle opgedane kennis is gegeven in dit eindrapport. Bij dezen wil ik alle partners bedanken voor hun betrokkenheid, openheid en bijdrage aan het project, en Regieorgaan SIA voor financiering van het project.

Laura Star

Lector Duurzame pluimveehouderij in een circulaire bedrijfsvoering

November 2022

# Inhoud

1. Aanleiding en doel
2. Onderzoeksvragen
3. Werkpakketten
4. Resultaten per werkpakket
5. Samenvatting
6. Partners

# Aanleiding en doel

De afgelopen jaren zijn consument en overheid kritischer gaan kijken naar de productie van dierlijke eiwitten (vlees, zuivel, eieren). De Europese zelfvoorzieningsgraad van dierlijk eiwit voor humane consumptie is hoger dan 95%, terwijl bijna 70% van de plantaardige eiwitten in diervoeders wordt geïmporteerd, vooral in de vorm van soja(schroot). Nationaal en internationaal worden klimaatdoelen gesteld die verduurzaming van de landbouw zullen eisen. Elk agrarisch bedrijf zal dus moeten verduurzamen om zijn 'license to operate' en zijn concurrentiepositie te behouden. Duurzaam produceren betekent economisch, sociaal en ecologisch duurzaam. In de pluimveehouderij ligt de nadruk van duurzaam produceren op het hanteren van ethische dilemma's en rekening houden met maatschappelijke kritiekpunten. Kritiekpunten die regelmatig naar voren komen, zijn: industriële productiewijze, suboptimaal dierenwelzijn, sojateelt in Zuid-Amerika, verspilling van agrarische groene grondstoffen, mestoverschot, concurrerende afzet pluimveeproducten in ontwikkelende landen en humane gezondheidsrisico's zoals door uitstoot van fijnstof. Vanuit de kringloopgedachte, waarin regionaal gebruik van grondstoffen centraal staat (LNV, 2019), ontstaat groeiende urgentie om de bedrijfsvoering in de pluimveehouderij te laten leiden door de principes van een circulaire economie.

De opgave voor de hele keten voor de komende jaren concentreert zich op het ontwikkelen van bedrijfsconcepten waarin het gezonde dier in een zo gezond mogelijke omgeving kan opgroeien en waarin de pluimveehouder tegelijkertijd een vitaal bedrijf kan leiden. Dit vergt meer en meer samenwerkingen binnen en tussen diverse ketens, die het geheel erg complex kunnen maken. Niet alleen de pluimveehouder, maar ook andere ondernemers binnen de keten hebben handvatten en cross-overs nodig om in te spelen op (duurzaamheid gerelateerde) eisen vanuit zowel het werkveld als ook de maatschappij als geheel.

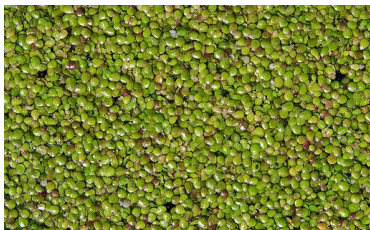
**Het onderzoek op het gebied van duurzaam produceren wordt gericht op het ontwikkelen van een manier van produceren die op de pluimveebedrijven kan worden gerealiseerd en die de pluimveehouders op lange termijn, i.e. de komende 20 jaar, meer bedrijfszekerheid moet geven.**

# Onderzoeksvragen

**Welke ecologische en economische resultaten worden behaald met pluimveevoeders die zijn samengesteld met eiwit dat verkregen is door middel van bio-raffinage van reststromen van Nederlandse groente- en gewasproducten en/of toepassing van insectenlarven in pluimveevoer?**

1. Wat zijn de circulaire, economische, ecologische en ethologische randvoorwaarden voor het in de praktijk toepassen van de ontwikkelde pluimveevoeders?
2. Welke reststromen uit de groente- en gewasteelt in Nederland voldoen aan de randvoorwaarden en zijn geschikt als eiwitbron voor insecten en/of pluimveevoer?
3. Hoe kan het eiwit uit de raffinage van reststromen, insecten en eendenkroos geschikt worden gemaakt voor pluimveevoer? a. Hoe moet het raffinageproces worden uitgevoerd? b. Hoe moet het pluimveevoer gemaakt worden?
4. Wat zijn de technische resultaten (groei, gezondheid, productie e.d.) van pluimvee gevoerd met voeders die zijn samengesteld met eiwit dat verkregen is door middel van reststromen, bio-raffinage of insecten?
5. Op welke wijze kunnen de resultaten worden gevaloriseerd?

# Doel en onderzoeksvragen



Reststroom



Indirect via larven  
Laag eiwit → hoog eiwit



Direct voeren als eiwitgehalte hoog is

# Werkpakketten

## Werkpakket 1: Bepalen van circulaire, economische, ecologische en ethologische randvoorwaarden

In WP 1 hadden alle consortiumpartners een rol via het leveren van input op het bepalen van de randvoorwaarden en het vaststellen van (potentiële) kwaliteitseisen. Hiertoe zijn een werksessie en interviewsessie georganiseerd. Dit werkpakket omvatte daarnaast een deskstudie waarbij informatie en ontwikkelingen zijn verzameld die als basis en onderbouwing dienen voor de overige werkpakketten. Op basis van de verzamelde informatie zijn voor de vier categorieën randvoorwaarden bepaald die als uitgangspunten gelden voor de andere werkpakketten.



Bron: <https://www.bmdzuid.nl/inzicht-houvast-en-goede-support/>

# Werkpakketten

## Werkpakket 2: Analyse groene reststromen

In navolging van WP 1 en ter voorbereiding op de praktische werkpakketten (resp. WP 3 t/m 5) zijn in WP 2 verschillende beschikbare reststromen onderzocht op beschikbaarheid en geschiktheid voor de doeleinden van dit project. Het betreft hier reststromen die (na bioraffinage) geen hoogwaardiger nut kunnen dienen dan veevoer, maar waarmee wel de kringloop meer gesloten kan worden en waarmee verspilling van nuttige grondstoffen kan worden voorkomen. In de groente- en fruitverwerking is het onoverkomelijk dat er restpartijen, afgekeurde producten, restanten na verwerking of ander restmateriaal overblijven. Hierbij kan men denken aan aardappelschillen, afgescheiden fracties na persing, restanten, overige schillen, buitenbladen en klokhuizen. Veel van deze producten bevatten nog een substantiële hoeveelheid aan eiwitten, waardoor deze nog uitermate geschikt zijn om, na verwerkt te zijn tot goed opneembare vorm voor insecten of pluimvee, als voedingrediënt te worden ingezet.





# Werkpakketten

## Werkpakket 3: Insectenteelt op reststromen

In WP 3 is insectenteelt op reststromen op experimentele schaal getest. Bij het gebruik van reststromen als substraat voor insecten staat voorop dat de gebruikte reststromen niet dermate hoogwaardig zijn dat deze ook direct aan pluimvee gevoerd zouden kunnen worden zonder tussenkomst van het insect. Het ontwikkelingsproces van de insecten is gevolgd, waarbij het groeiproces, het doorlopen van de verschillende ontwikkelingsstadia, en de uiteindelijke opbrengst aan larven bekeken is. Daarnaast is het effect van verschillende reststromen op de kwaliteit en nutritionele waarde van de larven bekeken.



Maden van de huisvlieg  
(bron: Amusca)



Larven van de zwarte soldaatvlieg

# Werkpakketten

## Werkpakket 4: Experimenteel pluimveevoedingsonderzoek

In WP 4 zijn insecten als pluimveevoeding op experimentele schaal getest. Onderzoeksvragen zijn gericht op de technische prestaties, economische resultaten en dierenwelzijn (gedefinieerd in WP1) van pluimvee gevoerd met insecten als alternatieve eiwitbron. Hierbij gaat het om optimalisatie van toedieningsvorm en toepasbaarheid, inzicht krijgen in toepasbare hoeveelheid in het rantsoen, analyse van nutritionele waarde, voer verwerken en toedienen volgens GMP+ -certificering, en vervolgens het analyseren van de effecten op dierprestaties (gedefinieerd in WP1).



# Werkpakketten

## Werkpakket 5: Valorisatie van bevindingen

In WP 5 is, op basis van de resultaten uit WP 3 en WP 4, een keuze worden gemaakt voor de meest geschikte reststroom/insect en zal een keuze worden gemaakt voor toepassing in vleeskuikens of leghennen. Het betreft praktijkonderzoek op een pluimveebedrijf (n = 1) en wordt als validatie gezien voor de eerder gevonden resultaten. Binnen het pluimveebedrijf zal zowel een experimenteel voer als een controlevoer verstrekt worden.



# Resultaten werkpakket 1

Werkpakket 1: Bepalen van circulaire, economische, ecologische en ethologische randvoorwaarden



Foto genomen bij de kick-off meeting op 10 maart 2020. Tijdens deze bijeenkomst zijn de randvoorwaarden voor het toepassen van reststromen als voer voor insecten of in pluimveevoer.

# Resultaten werkpakket 1

## Resultaat focusgroepen

Reststromen / akkerbouw	Pluimvee	Insecten
<ul style="list-style-type: none"><li>• Korte keten (transport, beschikbaarheid, carbon footprint)</li><li>• Geschiktheid reststromen (kwaliteit, continuïteit, uniformiteit)</li><li>• Inhoudsstoffen, voedingswaarden, nutritionele waarden</li><li>• Praktische en bulk toepasbaarheid</li><li>• Verdienmodel en kostprijs</li><li>• Certificering</li><li>• Wet- en regelgeving</li><li>• Cascadering reststromen</li><li>• (Voedsel)veiligheid</li><li>• Combineren van reststromen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wet- en regelgeving</li><li>• Verdienmodel en kostprijs</li><li>• Gezondheid: groei, ziekte, levensduur en gedrag</li><li>• Certificering</li><li>• Emissie- en omgevingswetgeving</li><li>• Productkwaliteit en -veiligheid</li><li>• Toepasbaarheid in de stal</li><li>• % van rantsoen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verdienmodel en kostprijs</li><li>• Welzijn</li><li>• Kweek (groei, ontwikkeling, voortplanting, gezondheid)</li><li>• Wet- en regelgeving</li><li>• Schaalgrootte</li><li>• Beschikbaarheid reststromen</li><li>• Emissies</li></ul>

"Vanuit de akkerbouw heb ik producten die in principe goed zijn maar waar soms 5 tot 10 procent gewoon van wordt afgekeurd, maar ja nu worden alle friet aardappels afgekeurd, nu heb je een enorme stroom van frietaardappels die niet goed zijn, daar zou ik eigenlijk een oplossing voor willen vinden, om dat dan wel te verwaarden in dat kippenvoer."

"Natuurlijk wil je die meerwaarde, dat verdienmodel eruit krijgen. En als dat lukt dan kun je de reststromen vanuit de akkerbouw nog weer beter verkopen."

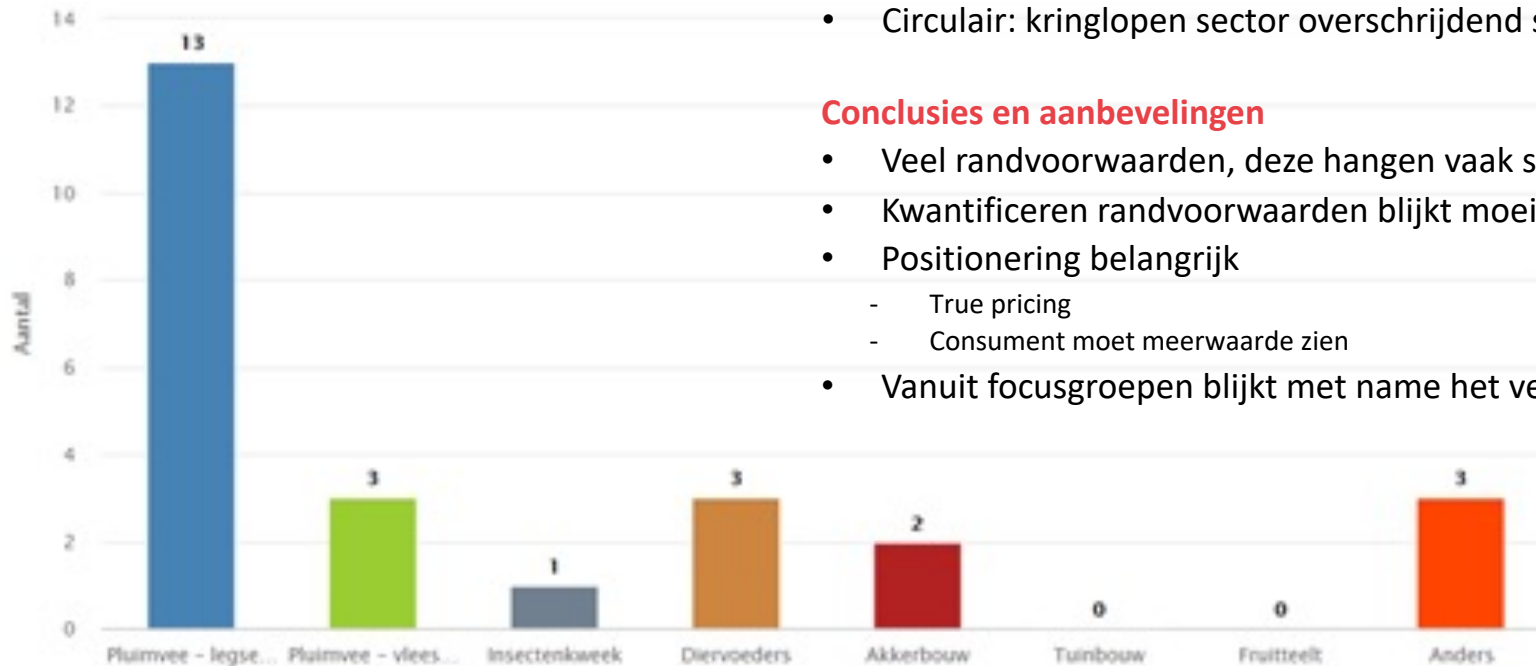
# Resultaten werkpakket 1



# Resultaten werkpakket 1

## Resultaten enquête

- 17 ingevulde enquêtes
- Kippenmest als meest genoemde reststroom
- Kostprijsverandering: -25% tot 10%
- Regionaal inkopen: 40 tot 10.000 km



## Belangrijkste randvoorwaarden

- Economisch: winstmarge, ROI
- Ecologisch: uitputting schaarse grondstoffen voorkomen, duurzaamheid benodigde grondstoffen voor productie en energiegebruik
- Ethologisch (pluimvee): gezondheid kip, kwaliteit voer
- Ethologisch (insect): gezondheid insect, fertiliteit ouderdieren
- Sociaal-maatschappelijk: voedselveiligheid, arbeidsomstandigheden
- Circulair: kringlopen sector overschrijdend sluiten

## Conclusies en aanbevelingen

- Veel randvoorwaarden, deze hangen vaak samen
- Kwantificeren randvoorwaarden blijkt moeilijk
- Positionering belangrijk
  - True pricing
  - Consument moet meerwaarde zien
- Vanuit focusgroepen blijkt met name het verdienmodel belangrijk

# Resultaten werkpakket 2

## Aspecten

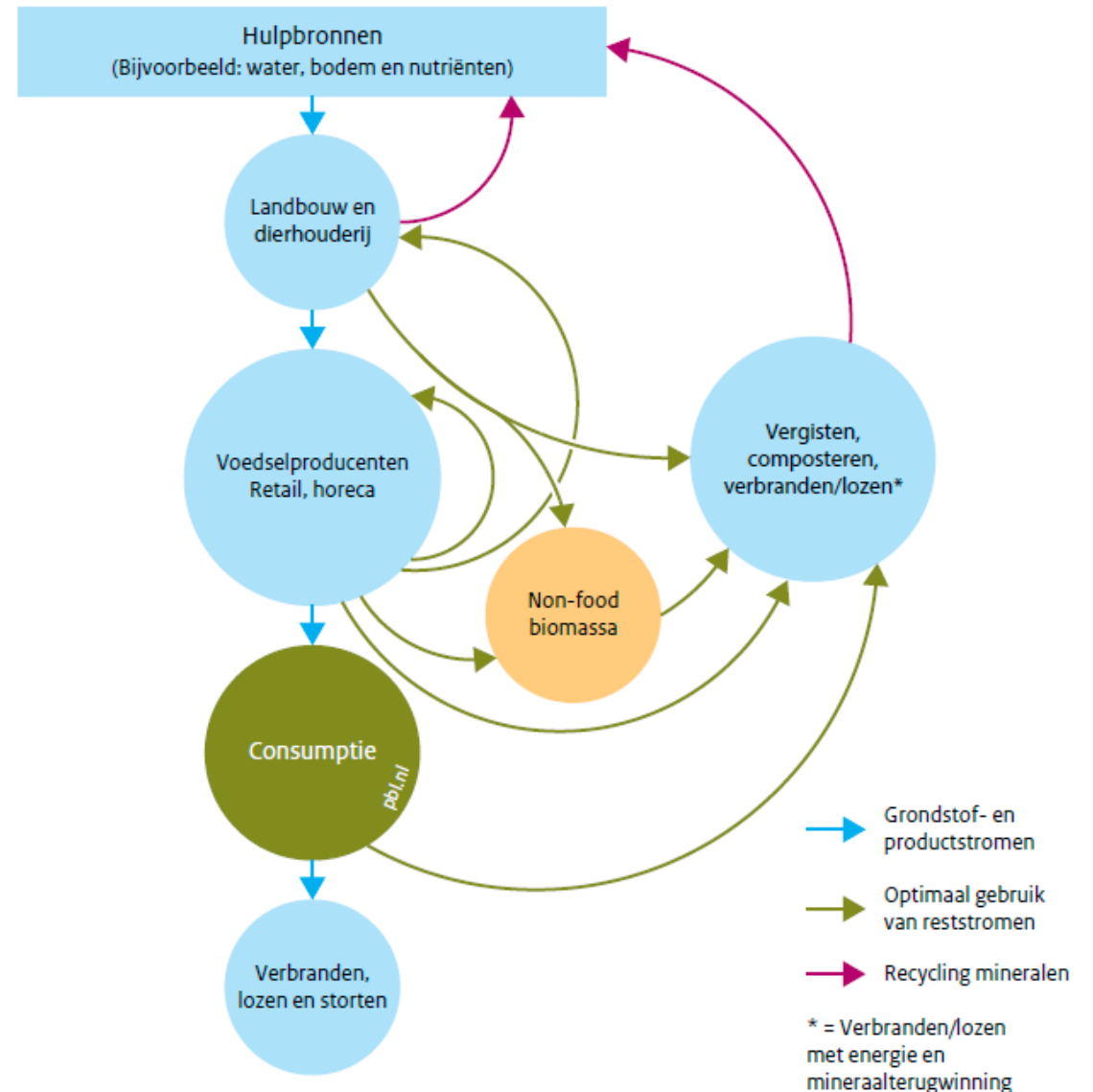
- Praktijksituatie en toekomst
- Duurzaamheid
- Economie
- Circulariteit

## Bevindingen uit interviews projectpartners

- Categorie-III reststromen zijn interessant voor insectenteelt vanwege continue beschikbaarheid en grote volumes (bijv. mest en slachtafval). Wetgeving vormt nu nog een belemmering in de praktijk, zie ook artikel *Van Raamsdonk et al. (2017)*.
- Concurrentie op conventionele food-grade / GMP+ reststromen voor insectenteelt, in het algemeen niet goed houdbaar op de lange termijn. Alternatief: direct voeren aan pluimvee in een lokale/korte keten.
- Hoogwaardige componenten in insecten benutten als uniek ingrediënt in pluimveevoeding om meerwaarde te creëren (naast standaard nutritionele waarde).

Van Raamsdonk, LWD, HJ van der Fels-Klerx, J de Jong (2017). New feed ingredients: the insect opportunity. *Food additives & contaminants: part A*, 34(8), 1384-1397.

## Circulaire economie in het voedselsysteem

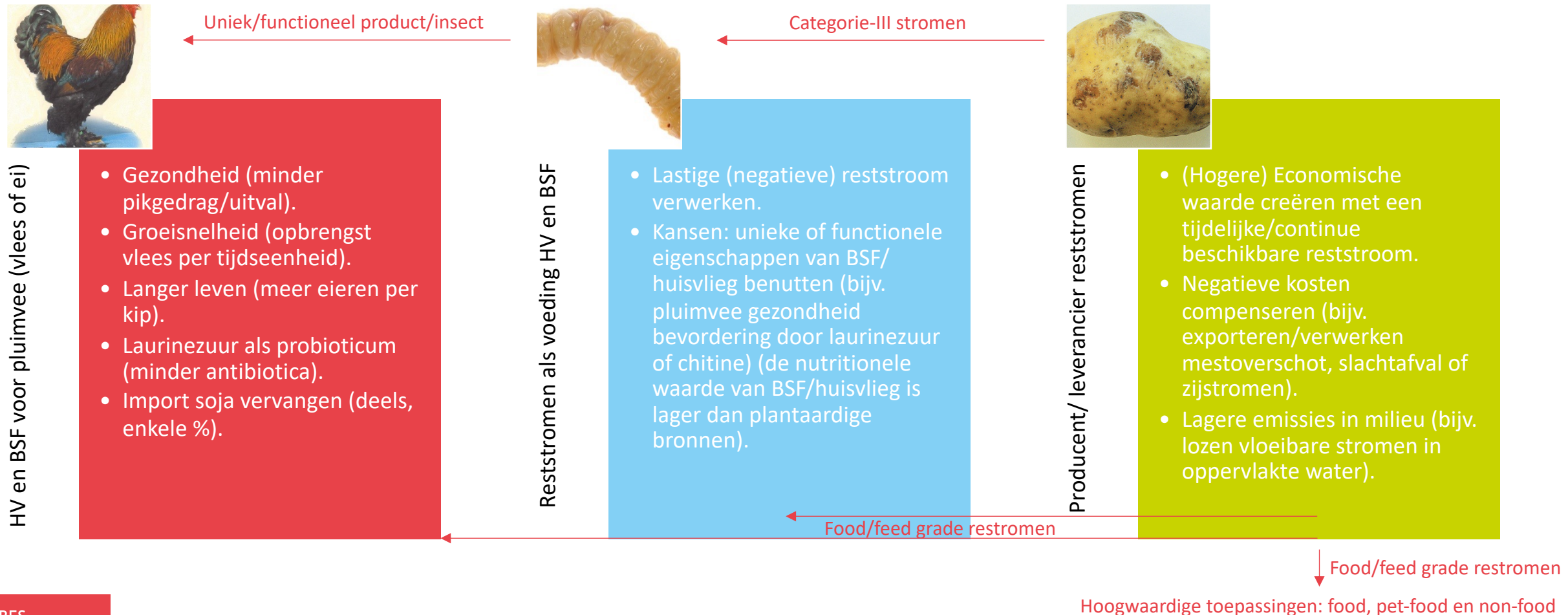


Bron: PBL



# Resultaten werkpakket 2

## De keten: reststroom-insect-pluimvee, relevantie per schakel



# Resultaten werkpakket 2

## Teelt BSF en huisvlieg: algemene zaken

- Bevindingen uit de literatuur vooral op basis van proeven op lab-schaal.
  - Zover bekend geen informatie over optimale systemen voor industriële schaal.
  - Geen/weinig data beschikbaar voor concrete adviezen (onderzoek nodig!).
- Duurzaamheid en efficiëntie teelt: nutriënten bioconversie, verliezen en emissies (zie *Parodi e.a., 2020*).
  - Insectenteelt is meer dan alleen de productie (efficiëntie) droge stof, koolstof en stikstof.
  - Ook emissies belangrijk: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en NH<sub>3</sub>. Factoren: samenstelling, % vocht, pH en microbiële toestand (bijv. synergetische effecten). Wat doe je met het frass?
  - Veiligheid: zware metalen, pesticiden en medicijnen.

Parodi, A, et al. (2020). Bioconversion efficiencies, greenhouse gas and ammonia emissions during black soldier fly rearing—A mass balance approach. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122488.

## Andere teeltaspecten

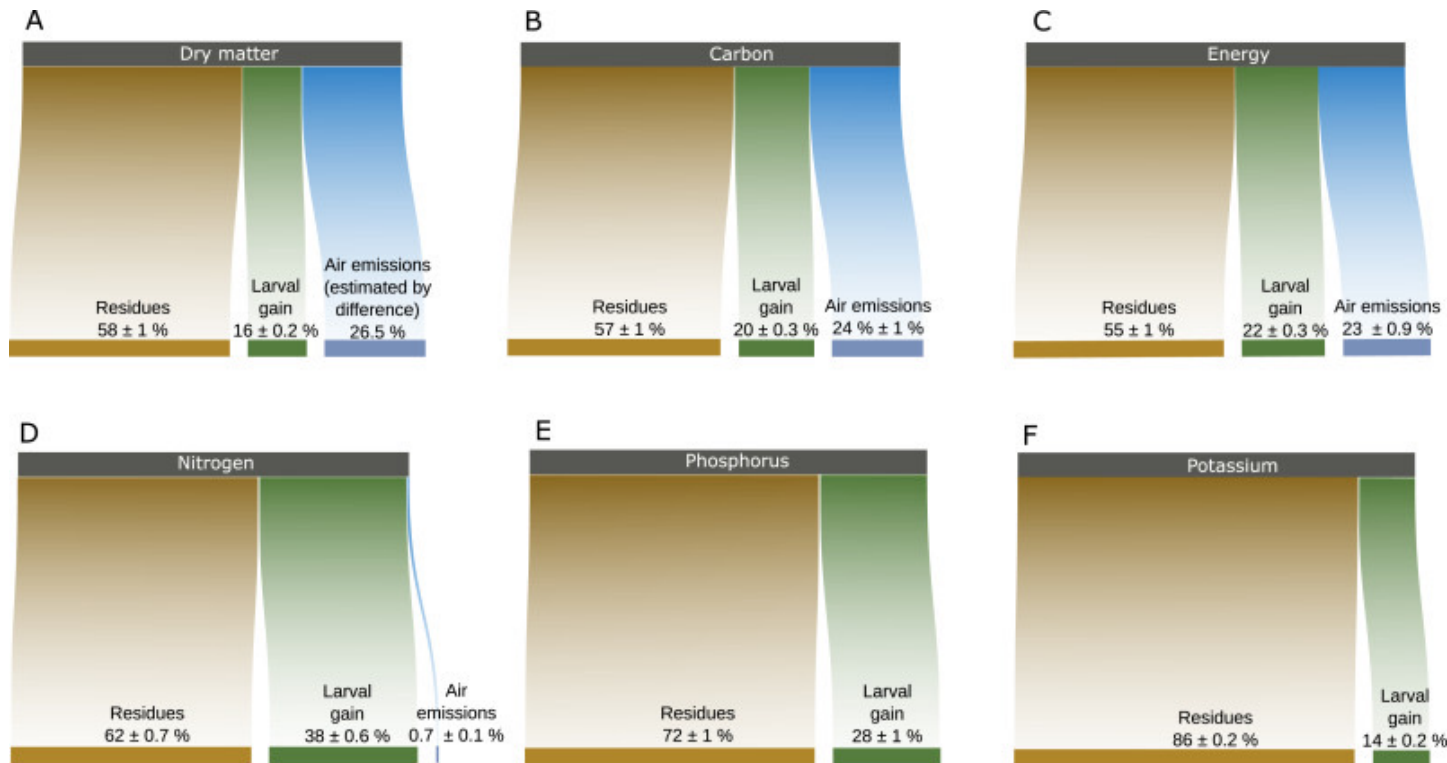
- Voeding: compositie en structuur
- Teeltcondities: temperatuur, luchtvochtigheid, etc.
- Tijdsduur teeltcyclus
- Efficiëntie omzetting grondstoffen en nieuwe reststromen (frass)
- Afzet (toepassing, productkwaliteit)

## Compositie BSF en huisvlieg (macro-componenten)

- BSF larven: eiwitten, vetten en mineralen (macro: N, Ca, K, P, Mg)
- Huisvlieglarven: eiwitten, vetten, ruwe vezel en mineralen (macro: N, Ca, Fe, K, P, Mg)
- Effect voersamenstelling: opbrengst en gehalte aan eiwit en vet. O.a. temperatuur speelt een rol in eiwitgehalte BSF (hoge T = lager eiwit en meer vet; zie *Palma e.a., 2019*).

Palma, L, et al. (2019). Managing high fiber food waste for the cultivation of black soldier fly larvae. *NPJ science of food* 3.1, 1-7.

# Resultaten werkpakket 2



## Conversie in teelt BSF larven

- Veel koolhydraten in voeding

## Conclusies

- Variatie in opname componenten: 14-38%
- Verliezen N naar lucht erg laag (0,7%) in deze studie. Veel N in residu (frass): nieuwe reststroom

Surendra, KC, et al. (2020). Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.))(Diptera: Stratiomyidae)(BSF). *Waste Management* 117, 58-80. **Zie details voor BSF bioconversie op diverse grondstoffen.**

Parodi, A, et al. (2020). Bioconversion efficiencies, greenhouse gas and ammonia emissions during black soldier fly rearing—A mass balance approach. *Journal of Cleaner Production* 271, 122488. **Zie massabalans BSF.**

# Resultaten werkpakket 2

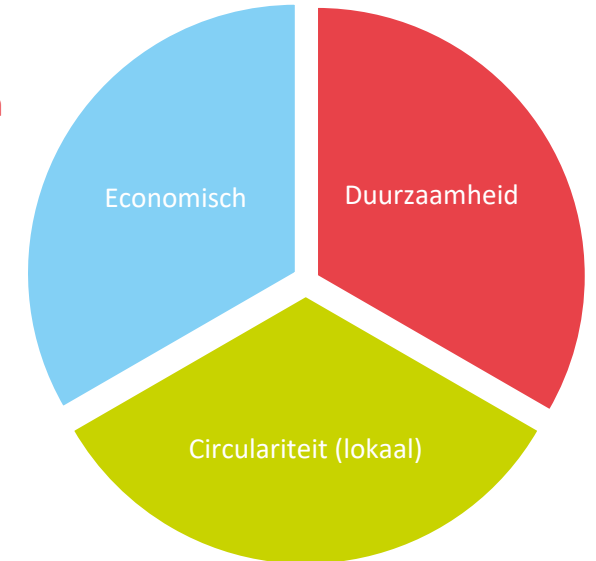
## Reststromen als insectenvoer

- Weinig informatie bekend over:
  - Optimale nutritionele voeding (geen beschikbare voedingstabellen)
  - Heterogeniteit van reststromen(samenstellingen), bijv. cateringafval
  - Chemische of biologische verontreinigingen (pesticiden, schimmels, bacteriën etc.)
  - Optimale teeltcondities (geen gestandaardiseerd systeem)
  - Effecten op opbrengst en kwaliteit van het insect.
- Hierdoor is het lastig om bevindingen uit studies met elkaar te vergelijken, vaak ontbreekt specifieke informatie.

## Suggesties voor met reststromen voor BSF en huisvlieg

- BSF: eiwit, simpele koolhydraten en wat vezels
- Huisvlieg: eiwit, simpele koolhydraten en eventueel vetten
- Eventueel aanvullen met mineralen + vitaminen premix
- Voedingsregime kan emissies beïnvloeden (microbiologie-insect balans)
- Vezels beïnvloeden structuur substraat; doorluchting / zuurstof diepere lagen
- Vochtgehalte niet maatgevend voor huisvlieg, waarschijnlijk wel voor BSF
- Homogene reststromen gebruiken en teeltcondities testen om effecten te toetsen

## Criteria voor reststromen



# Resultaten werkpakket 2

## Economisch criteria

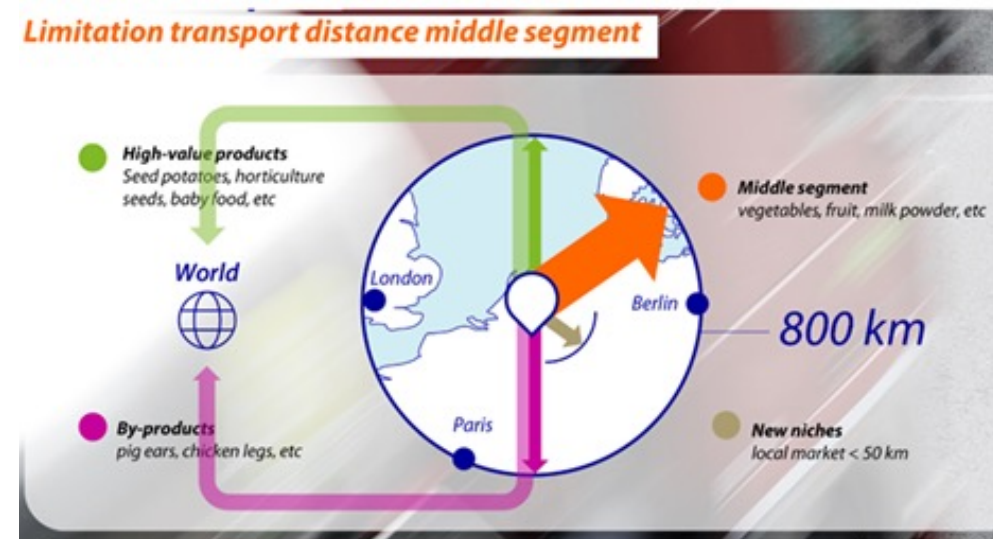
- Insecten als pluimveevoeding (nutritioneel)
- Economische waarde insecten voor pluimvee: €500 per ton (benchmark sojaschroot; petfood toepassingen zijn momenteel factor X hoger)
  - Bij voederconversie van 1:3 (aanname) zijn 3 ton grondstoffen nodig voor 1 ton insecten
  - Max. kosten voor grondstoffen:  $\text{€}500 / 3 = \text{€}167$  per ton grondstoffen
  - Daarnaast aanvullende kosten voor investeringen, arbeid, etc.
    - Voorbeeld: alle aanvullende kosten zijn €120 per ton. Kosten voor grondstoffen =  $\text{€}167 - \text{€}120 = \text{€}47$  per ton
    - Aanvullende kosten zijn systeem-afhankelijk
    - Mest en categorie-III reststromen → negatieve prijzen (bijv. -€15 tot -€20 voor mest)

## Duurzaamheidscriteria

- Sectorplan insecten → duurzaamheidspijlers
  - Energieverbruik
  - Emissies (ammoniak, lachgas, methaan o.a.)
  - Carbon footprint (LCA, life cycle analysis)

## Circulaire criteria

- Sourcing van reststromen
  - Hoe groot is de regio? (discussiepunt)
  - Regionale sourcing: driehoek Londen-Parijs-Berlijn (ca. 800 km)
  - Welke reststromen zijn aanwezig?



# Resultaten werkpakket 2

## Keten-inpasbare recepturen

- Toepasbaar in de praktijk, food/feed grade
- Reststromen mogelijk beschikbaar via consortium:
  - Paddenstoelenvoetjes, paddenstoelensubstraat
  - Uienvezels, koolvezels, aardappel(resten)
  - Pluimveeproducten (mest en eventuele andere reststromen)
  - Eendenkroos
- Toepassen in basis-veevoer
- Reststroom moet jaarrond beschikbaar zijn in groot volume
- Via premix kunnen vitaminen, mineralen en additieven worden toegevoegd
- In de toekomst wellicht mogelijkheid om slachtafval en mest toe te passen als reststroom

## Voorbeeld

Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Type F
Bierborstel	Paddenstoel-substraat	Aardappel-schillen	Bieten- of aardappelpulp	Eendenkroos-pulp	...
X ...%	X ...%	X ...%	X ...%	X ...%	X ...%
Y ...%	Y ...%	Y ...%	Y ...%	Y ...%	Y ...%
Z ...%	Z ...%	Z ...%	Z ...%	Z ...%	Z ...%

# Resultaten werkpakket 2

## Algemene voeding huisvlieg en BSF

Housefly

Pupae

Moisture, protein, fat, ash, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), minerals, amino acids, fatty acids, vitamins, and selected carotenoid determination

Black soldier fly

Larvae

Moisture, protein, fat, ash, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), minerals, amino acids, fatty acids, vitamins, and selected carotenoid determination

Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81.

# Resultaten werkpakket 2

## Nutriëntenbehoefte eetbare insecten

Macronutrients			Micronutrients		Minerals
Carbohydrates	Lipids	Proteins	Sterols ***	Vitamins	Elements *****
		Globulins Nucleoproteins Lipoproteins Insoluble proteins Amino acids: Leucine *** Isoleucine *** Valine *** Threonine *** Lysine *** Arginine *** Methionine *** Histidine *** Phenylalanine *** Tryptophan *** Tyrosine **** (major component of sclerotin) Proline **** (important during flight initiation) Serine **** Cysteine **** Glycine **** Aspartic acid **** Glutamic acid ****	Cholesterol Phytosterols (β-sitosterol, campesterol, stigmasterol) Ergosterol	A: Retinol + α-and β-carotene (Ls) B1: Thiamin (Ws) B2: Riboflavin (Ws) B3: Nicotinamide (Ws) B4: Choline (Ws) B5: Pantothenic acid (Ws) B6: Pyridoxine (Ws) B12: Cobalamine (Ws) C: Ascorbic acid (Ls) D: Cholecalciferol and Ergocalciferol (Ls) E: α-tocopherol (Ls) K: Phyloquinone (Ls)	Hydrogen Oxygen Carbon Nitrogen Calcium + Phosphorus +++ Chlorine Potassium +++ Sulphur Sodium +++ Magnesium +++ Iron ++ Copper +++ Zinc +++ Silicone Iodine Cobalt Manganese +++ Molybdenum Fluorine Tin Chromium Selenium Vanadium
Glucose * Fructose * Galactose * Arabinose ** Ribose ** Xylose ** Galactose ** Maltose * Sucrose *	Linoleic (Pfa) *** Linolenic (Pfa) *** Phospholipids ****				

\*: Insects able to absorb and metabolize; \*\*: Insects able to absorb but not metabolize; Pfa: Polyunsaturated fatty acids; \*\*\*: Insects unable to synthesize; \*\*\*\*: Insects able to synthesize; Ws: Water-soluble; Ls: Lipid-soluble; \*\*\*\*\*: Listed in order of importance as essential for living matter (from top down). Minerals consist of combinations of cations and anions of elements; +++: Important for insect growth; ++: Important in enzyme pathways including DNA synthesis; +: Important to a lesser extent, important role in muscular excitation.

Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81.



# Resultaten werkpakket 2

## Gevaren geassocieerd met food-to-food productie van eetbare insecten

General Hazard	Specific Hazard	Substance	Insect	Problem
Chemical	Pesticides/fungicides	Organophosphorus pesticides (malathion, sumithion)	Locust	Toxic, carcinogenic
	Persistent organic pollutants	Polybrominated diphenyl ether (PBDE)	House cricket	Bioaccumulative and toxic
		Cd	Mealworm larvae ( <i>Tenebrio molitor</i> )	Toxic, carcinogenic
	Heavy metals	As	<i>Agrotis infusa</i> moth (Lepidoptera)	Toxic, carcinogenic
		Ld	Cricket	Toxic, carcinogenic
		Pb, Zn, Cu, Cd	Insect larvae(not specified)	Toxic, carcinogenic
	Antibiotics	Chloramphenicol	Silkworm ( <i>Bombyx mori</i> )	Prohibited use in animal production
	Insect toxic substances (for defense or repellent purposes, manufactured by the insect itself or accumulated by the insect via its environment or food)	Quinones	Bombardier beetle	-
		Cyanogenic toxic compounds (linamarin or lotaustralin)	Butterfly	-
		Melanization process because of the appearance of toxic products	Larvae of <i>Galleria mellonella</i> infected by a fungus Tenebrionidae: <i>Ulomoides dermesetoides</i> , flour beetles (adults) <i>Tribolium confusum</i> and <i>Tribolium castaneum</i>	-
		Phenolic compounds: benzoquinone	beetles (adults) <i>Tribolium confusum</i> and <i>Tribolium castaneum</i>	Cytotoxic against the human lung carcinoma epithelial cell line A-549, DNA damage, possible carcinogen
	Antinutritional substances	Venom (with bristles)	Coleoptera Larvae of <i>Trogoderma</i> spp.	Envenomation by dietary route, intestinal trauma due to the bristles found on the insect, ulcerative colitis
		Hydrocyanic acid	Yam beetle ( <i>Heteroligus meles</i> ) Yam beetle ( <i>Heteroligus meles</i> ), ant, termite, cricket, <i>Zonocerus variegatus</i> (grasshopper)	Anoxia, highly toxic
Tannins			Protein precipitation, toxic	

Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81.

# Resultaten werkpakket 2

## Gevaren geassocieerd met food-to-food productie van eetbare insecten

General Hazard	Specific Hazard	Substance	Insect	Problem
Physical	Foreign bodies	Materials from the processes as with any other processed food	-	Choking, injury, toxic, pain, allergy
	Insect parts	Sting, sharp rostrums, pines, coarse hairs, cuticles, wings	-	Choking, asphyxia, pain, allergy
Allergen	Insect colorants	Carmine dye	Cochineal insects ( <i>Dactylopius coccus</i> <i>Costa, Coccus cacti</i> L.)	Anaphylaxis, urticarial, erythematous eruption
	Insect proteins	Lentil pest proteins Cross-reactive proteins: tropomyosin and arginine kinase	Lentil pests ( <i>Bruchus lentis</i> ) Mealworm ( <i>Tenebrio molitor</i> L.)	Infestation Allergic shock
	Insect enzymes	-	Caterpillars ( <i>Lophocampa caryae</i> )	Drooling, difficulty swallowing, pain, and shortness of breath
	Insect allergens	Venom Chitin	Bee, wasp, hornet Various edible insect species	Anaphylactic shock, pain Allergic reaction
	Parasitics	Human protozoan parasites	Black soldier fly larvae ( <i>Hermetia illucens</i> )	Intestinal myiasis
Microbial	Bacteria	Human protozoan parasites	Cockroaches and some Diptera	Gastrointestinal diseases, toxoplasmoses
		<i>Salmonella</i>	Yellow meal beetle ( <i>Tenebrio molitor</i> )	Salmonellosis
	Bacteria	<i>Shigella</i>	Desert locust ( <i>Schistocerca gregaria</i> )	Shigellosis
		<i>Vibrio</i> spp.	Silkmoth ( <i>Bombyx mori</i> )	Vibriosis
		<i>E. coli</i>	Cricket ( <i>Acheta domesticus</i> )	Diarrhea
		<i>Yesrinia enterocolitica</i>	Cricket	Yesriniosis
		<i>Campylobacter</i>	Whole locust ( <i>Locusta migratoria</i> )	Campylobacteriosis
		<i>Listeria monocytogenes</i>		Listeriosis
		<i>Clostridium perfringens</i>		Clostridial myonecrosis
		<i>Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Cladosporium, Phycomycetes</i>		
Fungi		-	Mycotoxins	
Non-conventional transmissible agents (NCTA)	Prions	<i>Sarcophaga carnaria</i> pupae	Scrapie in hamsters	
	Prion proteins	Fly larvae, mites	Scrapie (sheep), mad cow disease (cattle)	

Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, 5(3), 81.

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 1 - Opzet

- 7 behandelingen x 3 herhalingen
- Verschillende combinaties van reststromen
- BSF larven
- Proefduur 14 juni t/m 28 juni 2021

## Proef 1 - Behandelingen

- Beh.1: 25% moutkiemen + 25% moutvezel + 50% bierbostel
- Beh.2: 50% moutkiemen + 50% moutvezel
- Beh.3: 50% paddenstoelensubstraat + 50% moutvezel
- Beh.4: 50% paddenstoelensubstraat + 50% uienschillen
- Beh.5: 50% bierbostel + 50% moutkiemen
- Beh.6: 50% bierbostel + 50% uienschillen
- Beh.7: controle = insectenvoer + zemelen



Moutkiemen		
Energie (kcal)	276	kcal/100 g
Voedingsvezel	51,8	g/100 g
Totaal koolhydraten	14,1	g/100 g
waarvan suikers	1,57	g/100 g
Totaal eiwit	21,9	g/100 g
Totaal vet	3,5	g/100 g
-verzadigd vet	34,3	%
-onverzadigd vet	14,0	%
-meervoudig onverzadigd	51,7	%
Zout (als NaCl)	0,89	g/100 g
Vocht	4,4	g/100 g



Uienschillen		
Energie (kcal)	247	g/100 g
Voedingsvezel	45	g/100 g
Totaal koolhydraten	30,2	g/100 g
waarvan suikers	16,6	g/100 g
Totaal eiwit	8,4	g/100 g
Totaal vet	0,3	g/100 g
Vocht	4,3	g/100 g
Fosfor	0,17	g/100 g
Magnesium	0,07	g/100 g
Natrium	1	g/100 g
Asparaginezuur	0,46	g/100 g
Glutaminezuur	1,15	g/100 g

Specs van gedroogd product, nat product  
bevat circa 85% vocht

# Resultaten werkpakket 3

Proef 1 - Opstelling in een klimaatcel van Aeres Hogeschool Dronten



Proef 1 - Testen van verschillende combinaties van substraten op kleine schaal



# Resultaten werkpakket 3

## Proef 1 - Behandelingen



# Resultaten werkpakket 3

## Proef 1 - Uitvoering en calamiteiten

- Start proef 14 juni
- 17 juni (D4): schimmelvorming in controle behandeling
- 21 juni (D8): larven uitbraak
  - Voor uitbraak waren de kratten gestapeld, na uitbraak kratten in stellingkast gezet
  - Groei van de larven was wel goed
- 28 juni (D15): proef beëindigd
  - 150 larven per herhaling geteld en gewogen
  - Larven van beh 1 t/m 6 moesten gewassen worden vanwege plakkerig substraat
  - Weging direct na wassen, en nadat de larven aan de lucht waren gedroogd



Proef 1 – Larven tellen en wegen

## Proef 1 - Resultaat

Beh	Gewicht 150 larven (gram; luchtdroog)
1 25% moutkiemen + 25% moutvezel + 50% bierbostel	9,33
2 50% moutkiemen + 50% uischillen	10,09
3 50% paddenstoelen-substraat + 50% moutvezel	9,88
4 50% paddenstoelen-substraat + 50% uischillen	8,93
5 50% bierbostel + 50% moutkiemen	8,82
6 50% bierbostel + 50% uischillen	9,60
7 Controle (insectenvoer + zemelen)	9,47

P-waarde = 0,89

LSD = 2,424

1 uitbijter voor beh 6; heel laag gewicht (5,03 gram)

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 1 - Discussie

- Geen significante verschillen op basis van gewicht 150 larven per herhaling, numeriek gaf 50% moutkiemen + 50% uienschillen het beste resultaat
- Alleen gewicht van larven kunnen bepalen vanwege uitbraak
  - Geen indicatie van totaal aantal larven dat is gegroeid
  - Geen indicatie van hoeveel substraat larven hebben opgenomen
- Proef is herhaald in CirKL Business Lab bij Aeres Hogeschool Dronten
  - Vergelijkbare behandelingen met zelfde reststromen, samenstellingen aangepast

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Opzet

- 7 behandelingen x 3 herhalingen
- Verschillende combinaties van reststromen
- BSF larven
- Proefduur 16 september t/m 8 oktober 2021

## Proef 2 - Behandelingen

- Beh.1: 25% moutkiemen + 25% bierbostel + 25% uienchillen + 25% paddenstoelensubstraat
- Beh.2: 50% moutkiemen + 50% uienchillen
- Beh.3: 50% paddenstoelensubstraat + 50% moutkiemen
- Beh.4: 50% paddenstoelensubstraat + 50% uienchillen
- Beh.5: 50% bierbostel + 50% moutkiemen
- Beh.6: 50% bierbostel + 50% uienchillen
- Beh.7: controle = insectenvoer + zemelen

## Proef 2 - Analyse reststromen

Samenstelling reststromen voor BSF insectenproef 2 - sep. 2021 - analyse door Fertilab (Dronten)

	Moutkiemen	Bierborstel	Uienchil rood	Uienchil geel	Paddenstoel substraat	Zemelen	Insectenvoer
Drogestof (%)	25,5	28,6	12,5	14,2	44,4	90,3	89,7
As totaal (% DS)	6,1	3,6	10,2	10,3	2,9	6,6	8,6
Organische stof (% DS)	93,9	96,4	89,9	89,7	97,1	93,4	91,4
Ruw eiwit (% DS, factor 6,5 x N)	21,45	17,23	6,44	5,33	3,97	18,33	27,3
P (P2O5 g/kg DS)	10,3	10	2,8	2,7	3,6	31,4	18,9
K (K2O g/kg DS)	11,4	1,6	13,2	8,7	1,6	18,9	12,1
Mg (MgO g/kg DS)	1,9	2,4	1,6	1,2	2,1	9,1	6,1
Ca (CaO g/kg DS)	2	1,9	13,1	17,6	7,1	1,2	23
Na (Na2O g/kg DS)	7,2	0,2	16,5	21,6	0,4	<0,1	2,2
S (SO3g/kg DS)	7,6	4,6	4,8	2,7	7,5	4,6	8,2
Si (SiO2 mg/kg DS)	5865	3206	285	247	318	271	930
B (B mg/kg DS)	<1	<1	15	18	4	2	10
Cu (Cu mg/kg DS)	8	7	3	4	4	12	15
Fe (Fe mg/kg DS)	122	106	103	105	83	145	270
Mn (Mn mg/kg DS)	62	34	12	15	97	127	87
Mo (Mo mg/kg DS)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zn (Zn mg/kg DS)	67	106	8	14	24	88	115
Cl (Cl g/kg DS)	1,9	0,3	1,2	0,9	0,2	0,7	2,8
C/N	13,4	18,2	51,9	63,8	75,9	16,1	10,8



# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Behandelingen



**Beh 1**  
25% moutkiemen +  
25% bierbostel +  
25% uischillen +  
25% paddenstoelensubstraat



**Beh 2**  
50% moutkiemen +  
50% uischillen



**Beh 3**  
50% paddenstoelensubstraat +  
50% moutkiemen



**Beh 4**  
50% paddenstoelensubstraat +  
50% uischillen



**Beh 5**  
50% bierbostel +  
50% moutkiemen

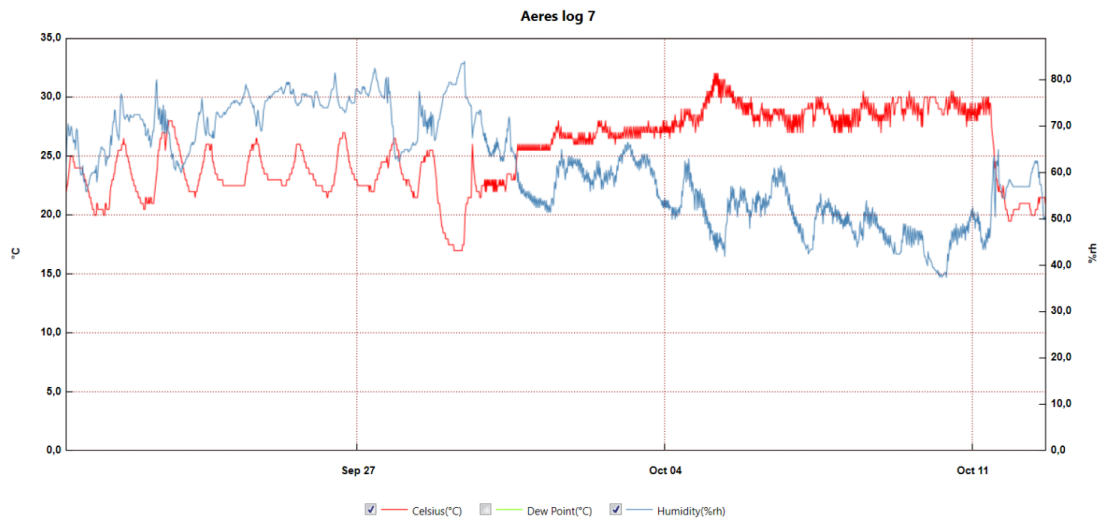


**Beh 6**  
50% bierbostel +  
50% uischillen

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Klimaat en verlichting

- Luchtvochtigheid 40-60%
- Temperatuur 24-30 graden Celsius
- Donker, behalve tijdens werkzaamheden



## Proef 2 - Extra handelingen

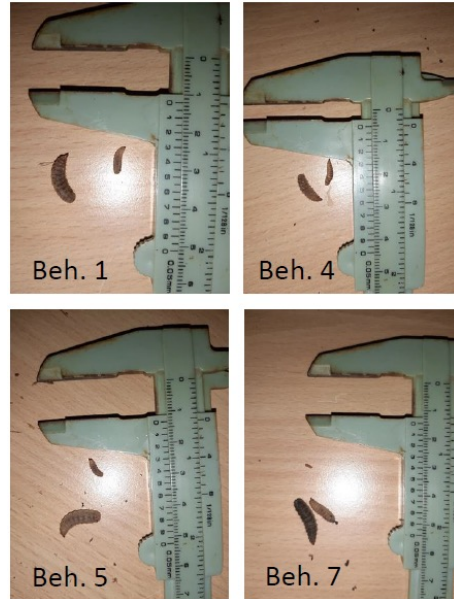
- Water toevoegen aan substraat
- Toevoegen van zemelen en vermiculiet
  - Kleinschalige larven uitbraak op 27 september (D12)



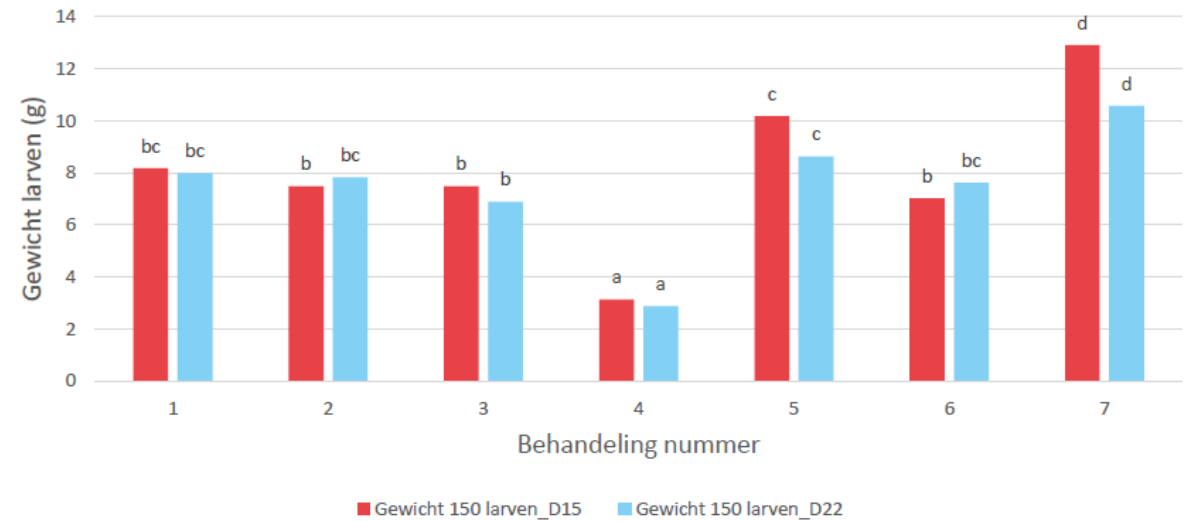
# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Resultaten: groei larven

Beh.	Inhoud
1	Moutkiem, bierbostel, uischillen, paddenstoelen substraat
2	Uischillen, moutkiem
3	Paddenstoelen substraat, moutkiem
4	Paddenstoelen substraat, uischillen
5	Bierbostel + moutkiem
6	Bierbostel + uischillen
7	Insectenvoer + zemelen



Gemiddeld gewicht van 150 larven en (pre)poppen weergegeven per behandeling



P-waarde = <0,001

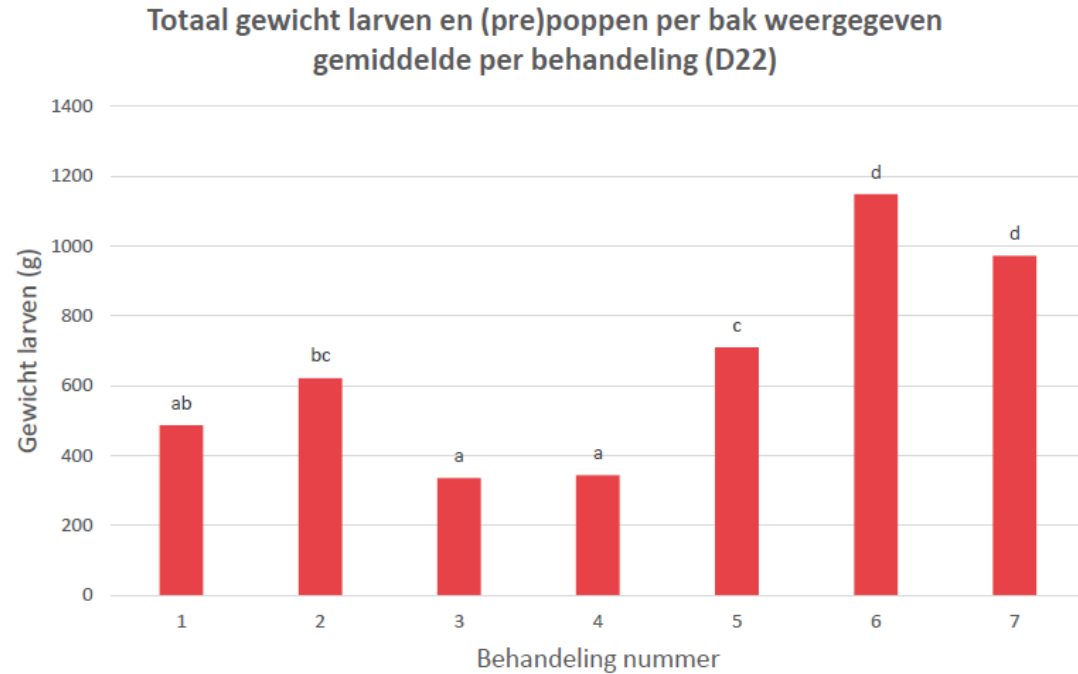
LSD (D15) = 2,49

LSD (D22) = 1,56

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Resultaten: groei larven

Beh.	Inhoud
1	Moutkiem, bierbostel, uienschillen, paddenstoelen substraat
2	Uienschillen, moutkiem
3	Paddenstoelen substraat, moutkiem
4	Paddenstoelen substraat, uienschillen
5	Bierbostel + moutkiem
6	Bierbostel + uienschillen
7	Insectenvoer + zemelen



P-waarde = <0,001

LSD (D22) = 197,6

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Resultaten: samenstelling larven

Beh.	Inhoud
1	Moutkiem, bierbostel, uienschillen, paddenstoelen substraat
2	Uienschillen, moutkiem
3	Paddenstoelen substraat, moutkiem
4	Paddenstoelen substraat, uienschillen
5	Bierbostel + moutkiem
6	Bierbostel + uienschillen
7	Insectenvoer + zemelen

Samenstelling monster larven en (pre)poppen – okt. 2021- analyse door Fertilab (Dronten)

	Beh. 1	Beh. 2	Beh. 3	Beh. 4	Beh. 5	Beh. 6	Beh. 7
Drogestof (%)	18,49%	17,39%	16,90%	17,35%	18,75%	20,41%	28,98%
As totaal (% DS)							
Organische stof (% DS)	87,4%	85,7%	85,0%	75,9%	90,1%	87,2%	87,6%
Ruw eiwit (% DS, factor 6,5 x N)	59,0	64,9	61,1	54,7	65,3	59,4	59,1
N (g/kg)	90,8	99,8	94,0	84,1	100,5	91,4	90,9
P (P2O5 g/kg DS)	31,3	35,4	37,1	37,6	33,6	31,2	28,3
K (K2O g/kg DS)	25,2	29,4	27,0	23,4	24,5	23,1	20,5
Mg (MgO g/kg DS)	8,2	8,2	9,9	11,6	8,2	8,1	7,7
Ca (CaO g/kg DS)	38,0	34,8	40,9	92,9	15,0	38,1	39,6
Na (Na2O g/kg DS)	3,9	5,7	3,9	4,6	2,9	5,2	1,5
S (SO3g/kg DS)	15,0	16,5	15,9	14,2	14,8	13,9	13,5
Si (SiO2 mg/kg DS)	3003,3	4347,5	2934,0	2086,1	2373,3	1735,3	818,8
B (B mg/kg DS)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,2
Cu (Cu mg/kg DS)	20,2	20,0	17,9	16,8	21,5	22,0	19,4
Fe (Fe mg/kg DS)	255,9	263,5	261,4	421,5	261,9	267,3	390,7
Mn (Mn mg/kg DS)	427,5	340,1	595,5	763,0	340,0	251,8	276,5
Mo (Mo mg/kg DS)	1,8	2,0	1,7	1,2	1,8	1,9	1,3
Zn (Zn mg/kg DS)	255,4	260,7	276,0	291,2	250,8	251,5	230,2
Cl (Cl g/kg DS)	0,4	0,8	0,6	0,5	0,7	0,2	0,3

# Resultaten werkpakket 3

## Proef 2 - Discussie

- Popvorming bij eindmeting: effect op gewicht?
- Water toevoeging: invloed opname voedingsstoffen?
- Verschil in aspecten van substraat per behandeling: dikte substraat, vochtigheid en deeltjesgrootte
- Geen protocol gebruikt bij metingen
- Weinig inzicht/rapportage over ontwikkelingsstadia en grootte van de larven
- Effect van zemelen/vermiculiet en ontsnappen van larven
- Analysemethode larven: te klein sample bemonstering, geen expertise bij Fertilab

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Opzet

- Testen van BSF larven verschillend in vetgehalte in vleeskuikens
- 3 behandelingen x 6 herhalingen
- Ross 308 haankuikens
- 20 kuikens per hok, 360 kuikens in totaal
- Proefduur D0-35 (28 december 2021 t/m 1 februari 2022)

## Proef - Behandelingen

- Beh.1: Controle met standaard commercieel vleeskuikenvoer
- Beh.2: Als Controle, waarbij van D10-28 verse BSF larven met laag vetgehalte zijn verstrekt
- Beh.3: Als Controle, waarbij van D10-28 verse BSF larven met hoog vetgehalte zijn verstrekt
  
- De hoeveelheid verse larven verstrekt van D10-28 aan Beh.2 en Beh.3 kwam overeen met 5% van de dagelijkse voeropname



# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Waarnemingen

- Lichaamsgewicht per hok
- Groei per hok
- Voeropname per hok
- Voederconversie (= voeropname / groei) per hok
- Uitval per hok
- Periodes: startfase D0-10, groeifase-1 D10-20, groeifase-2 D20-28, afmestfase D28-35, totale groeiperiode D0-35

## Proef - Statistische analyse

- ANOVA (Genstat)
- Analyse van voeropname en voederconversie is uitgevoerd exclusief en inclusief gevoerde larven



# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten startfase D0-10

- Van D0-10 kregen alle behandelingen hetzelfde voer en werden nog geen larven verstrekt. In deze periode zijn groei, voeropname en voederconversie niet significant verschillend tussen de behandelingen.

Behandelingen	Groei (g)	Voeropname (g)	Voederconversie (g/g)	Uitval (%)
1 Controle	277	319	1,153	1,7
2 Controle + BSF laag vet	271	316	1,167	0,8
3 Controle + BSF hoog vet	271	315	1,165	0,8
P-waarde	0,61	0,83	0,86	0,40
KSV	14,3	13,8	0,0588	1,52

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten groeifase-1 D10-20

- Van D10-20 kregen de kuikens van Beh.2 en Beh.3 naast het standaard groeivoer ook verse BSF larven verstrekt (overeenkomend met ca. 5% van de dagelijkse voeropname). In onderstaande tabel met resultaten zijn de voeropname en voederconversie exclusief en inclusief larven gegeven. Groei en uitval zijn hetzelfde exclusief en inclusief larven.
- De groei van de kuikens is in deze periode niet verschillend tussen de behandelingen. Als de opname van larven niet wordt meegerekend in de totale voeropname, dan laten de resultaten een significant verschil zien tussen de controle en Beh.3 met de hoog vet BSF larven, waarbij de voeropname lager is voor Beh.3. Daarnaast is de voederconversie voor de controle behandeling significant hoger dan voor Beh.2 en Beh.3 (beide gevoerd met BSF larven).
- Als de opname van larven wordt meegerekend in de voeropname en voederconversie, dan zijn geen verschillen tussen de behandelingen vastgesteld.

Behandelingen	Groei (g)	Voeropname (g)		Voederconversie (g/g)		Uitval (%)
		<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	
1 Controle	690	926 <sup>b</sup>	926	1,342 <sup>b</sup>	1,342	0,0
2 Controle + BSF laag vet	695	902 <sup>ab</sup>	940	1,299 <sup>a</sup>	1,353	0,0
3 Controle + BSF hoog vet	681	893 <sup>a</sup>	930	1,311 <sup>a</sup>	1,366	0,0
P-waarde	0,11	0,046	0,53	0,011	0,17	---
KSV	13,4	26,4	26,4	0,0257	0,0257	---

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten groeifase-2 D20-28

- Ook van D20-28 kregen de kuikens van Beh.2 en Beh.3 naast het standaard groeivoer ook verse BSF larven verstrekt (overeenkomend met ca. 5% van de dagelijkse voeropname). In onderstaande tabel zijn voeropname en voederconversie gegeven exclusief en inclusief de opname van BSF larven.
- De groei en voeropname van de kuikens is in deze periode niet verschillend tussen de behandelingen. Als de opname van larven niet wordt meegerekend in de voederconversie, dan laten de resultaten een significant verschil zien tussen de controle behandeling en Beh.2 en Beh.3, waarbij de voederconversie lager is voor Beh.2 en Beh.3 in vergelijking met de controle behandeling.
- Als de opname van larven wordt meegerekend in voederconversie, dan verschuiven de verschillen en wordt de laagste voederconversie gevonden voor de controle behandeling, gevolgd door Beh.3, en de hoogste voederconversie is gevonden voor Beh.2.

Behandelingen	Groei (g)	Voeropname (g)		Voederconversie (g/g)		Uitval (%)
		<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	
1 Controle	843	1226	1226	1,454 <sup>b</sup>	1,454 <sup>a</sup>	1,7
2 Controle + BSF laag vet	840	1195	1248	1,424 <sup>a</sup>	1,495 <sup>c</sup>	0,0
3 Controle + BSF hoog vet	848	1199	1251	1,413 <sup>a</sup>	1,475 <sup>b</sup>	0,8
P-waarde	0,71	0,14	0,28	0,004	<0,001	0,24
KSV	22,5	34,2	36,6	0,0208	0,0138	2,03

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten afmestfase D28-35

- Van D28-35 kregen alle behandelingen hetzelfde afmestvoer en zijn geen larven verstrekt aan Beh.2 en Beh.3. In deze periode zijn groei, voeropname en voederconversie niet significant verschillend tussen de behandelingen.

Behandelingen	Groei (g)	Voeropname (g)	Voederconversie (g/g)	Uitval (%)
1 Controle	807	1495	1,852	0,0
2 Controle + BSF laag vet	791	1449	1,834	0,0
3 Controle + BSF hoog vet	814	1481	1,820	0,8
P-waarde	0,40	0,43	0,64	0,40
KSV	38,2	76,3	0,0738	1,52

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten totale groeiperiode D0-35

- De resultaten over de totale groeiperiode van de kuikens is gegeven in onderstaande tabel. Binnen deze periode hebben de kuikens van Beh.2 en Beh.3 van D10-28 larven verstrekt gekregen naast het standaard voer. Daarom zijn ook voor de periode D0-35 twee kolommen met voeropname en voederconversie gegeven, exclusief en inclusief larven opname.
- Groei en voeropname zijn niet significant verschillend tussen de behandelingen. De voederconversie exclusief larven opname laat een trend zien, waarbij met name de voederconversie van Beh.3 numeriek lager is in vergelijking met de controle behandeling. Als de voederconversie wordt berekend inclusief de opname van larven, dan zijn geen verschillen tussen de behandelingen gevonden.

Behandelingen	Groei (g)	Voeropname (g)		Voederconversie (g/g)		Uitval (%)
		<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	<i>Exclusief larven</i>	<i>Inclusief larven</i>	
1 Controle	2617	3966	3966	1,515	1,515	3,3
2 Controle + BSF laag vet	2592	3906	3965	1,507	1,527	0,8
3 Controle + BSF hoog vet	2616	3904	3994	1,493	1,527	2,5
P-waarde	0,63	0,30	0,79	0,09	0,65	0,18
KSV	63,7	94,9	104,7	0,0204	0,0320	2,80

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - Resultaten vetgehalte BSF larven

- De laag en hoog vet BSF larven zijn geanalyseerd op as, ruw eiwit, en ruw vetgehalte (g/kg droge stof). Analyse resultaten staan in onderstaande tabel en laten zien dat de hoog vet BSF larven een lager gehalte hebben aan as, eiwit en vet.

Nutriënt	Laag vet BSF larven	Hoog vet BSF larven
Droge stof (g/kg)	301	331
Ruw as (g/kg DS)	66,4	61,7
Ruw eiwit (g/kg DS)	534	465
Ruw vet (g/kg DS)	60,3	55,0

## Proef - Conclusie

- Vleeskuikens eten graag verse BSF larven. Ze verlagen ook de opname van standaard vleeskuikenvoer aan als ze larven krijgen. Ze lijken dit niet volledig te kunnen aanpassen, aangezien de voederconversie in de periode dat de larven verstrekt werden hoger (=slechter) is dan van de controle behandeling.
- Het testen van BSF larven met een laag en met een hoog vetgehalte is niet geheel gelukt. De BSF larven verschilde op droge stof basis 5 g vet/kg, waarbij de hoog vet larven een lager vetgehalte hadden dan de laag vet larven. Daarnaast verschilde de laag en hoog vet larven in eiwitgehalte. Er kunnen op basis van deze resultaten geen uitspraken worden gedaan of de nutritionele samenstelling van de larven effect heeft gehad op de voeropname en groei van de vleeskuikens.

# Resultaten werkpakket 4

## Proef - HAS Hogeschool - 'on farm'testen van darmgezondheid in vleeskuikens: verkorte samenvatting

In 2021, a protocol was established by four 4th year students from HAS University of Applied Sciences to test the effect of alternative feed and water sources on the gut health of broilers. This protocol was designed using literature and has not yet been tested in practice. This research is a follow-up study intended to determine functionality of the previously developed protocol on the gut health of broiler chicks (Ross 308).

The experimental feed composition was based on a combination of two protein sources: soybean meal and rapeseed. The combination of soybean meal and rapeseed was chosen to stress to gut health of the broilers but not to affect the animal's welfare. The broilers were given three different types of feed based on the life phase of the broiler chicks (starter phase, growth phase and slaughter phase). Additionally, 16 broiler boxes were given water supplemented with organic acid to further stress the gut health of the broilers. Within the research there was a trial group and a control group. Both groups were given the experimental feed composition.

Additionally, the trial group was also water supplemented with organic acid. Clinical, technical and fecal parameters were taken from the current protocol that seemed to be applicable. The clinical parameters selected from the already existing protocol, to test use of noninvasive methods, were footpad lesions, hock burns, and plumage cleanliness. The fecal parameters selected to test use of non-invasive methods were fecal consistency, feed passage, presence of mucus, the presence of intestinal epithelium and the presence of blood. Lastly, the technical parameters selected to test the use of non-invasive methods were feed intake, water intake and mortality rate.

In conclusion, with the currently established protocol the intestinal health of broilers can be tested. When testing protein digestibility, it is advisable to use ileal manure in order to avoid an incorrect result due to endogenous protein and the presence of uric acid. To test this protein digestibility, a marker could be used in the feed to indicate the proportion digested. For following research it is helpful to pick the same broilers every measurement to analyse and to open those broilers up after the research. In that way the analysis made based on the non-invasive protocol can be compared to the actual gut health found by the dissection. By combining the two methods, a more reliable result can be found.

# Resultaten werkpakket 5

## Toelichting niet uitvoeren werkpakket 5

Helaas is het niet gelukt om de bevindingen van WP 1 t/m 4 in de praktijk te testen. Dit komt enerzijds doordat de beschikbaarheid aan reststromen minder was dan voorzien, en anderzijds omdat de focus voor het verwerken van reststromen meer heeft gelegen op het voeren van de reststromen aan insecten en niet zo zeer op het verstrekken van reststromen aan pluimvee of om het verhogen van de nutritionele waarde via bioraffinage. Bij het toepassen van larven in de praktijk werd ook aangelopen tegen het feit dat de beschikbare hoeveelheid larven te klein was om in een praktijksituatie te testen. Naast deze praktische problemen, brak in oktober 2021 ook vogelgriep uit, waardoor het niet verantwoord was om onderzoek te doen bij de betrokken pluimveehouders op het bedrijf.



# Samenvatting

## Samenvatting

In het project “Circulaire Kip” is gekeken naar de mogelijkheden om reststromen van Nederlandse groente- en gewasproducten direct of indirect via insectenlarven beschikbaar te maken voor toepassing in pluimveevoer. Hiertoe zijn eerst circulaire, economische, ecologische en ethologische randvoorwaarden vastgesteld. Voor alle betrokken partijen kwam naar voren dat de randvoorwaarden vaak samenhangen, dat positionering belangrijk is, en dat het voor alle betrokken moet resulteren in een kloppend verdienmodel. Vervolgens is gekeken welke groene reststromen vanuit o.a. de partners beschikbaar en geschikt zouden zijn. Hieruit kwam naar voren dat categorie-III reststromen (bijv. mest en slachtafval) interessant zijn voor insectenteelt, maar wettelijk niet toegestaan zijn. Maar concurrentie op reststromen die humaan of direct in pluimveevoer ingezet kunnen worden moet worden voorkomen. Het is echter wel interessant om hoogwaardige producten van insecten te gebruiken in pluimveevoer. Insecten zouden dan gevoerd kunnen worden met laagwaardigere reststromen die niet interessant zijn voor humane of dierlijke voeding. Reststromen als moutkiemen, bierbostel, paddenstoelensubstraat en uischillen zijn vervolgens in verschillende combinaties aan BSF larven verstrekt. De combinatie van bierbostel en uischillen resulteerde in de beste groei van de larven en was vergelijkbaar met een standaard insectenvoer. Als laatste is nog gekeken hoe vleeskuikens omgaan met BSF larven van verschillende kwaliteit (hoger of lager in met name vetgehalte). De kuikens vonden de levende larven smakelijk, ze paste ook de voeropname van het reguliere kuikenvoer aan op de inname van de larven, maar tussen de larven met hoog en laag vetgehalte is geen verschil in voeropname of groei van de kuikens vastgesteld.

Het onderzoek heeft inzicht gegeven in randvoorwaarden nodig voor toepasbaarheid van reststromen in larvenkweek en het toepassen van larven in vleeskuikens. We hebben een aantal reststromen kunnen testen, maar er is in de praktijk meer beschikbaar. Voor de praktijk heeft dit project echter een aantal mogelijkheden gegeven waar ze zelf en onderling verder mee kunnen gaan.



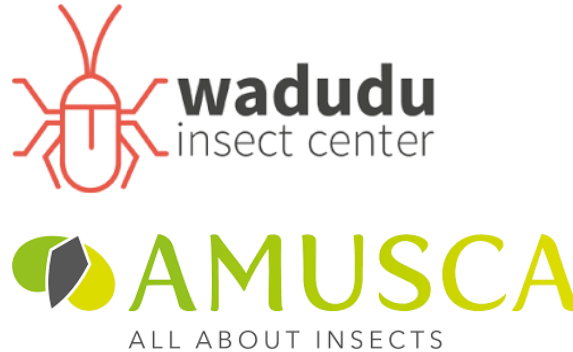
# Met dank aan de projectpartners

Pluimveehouders



Gielen-Dielissen, Leenders, Agro-Giethoorn

Insectenkwekers



Kennisinstituten



“Reststroom producenten”

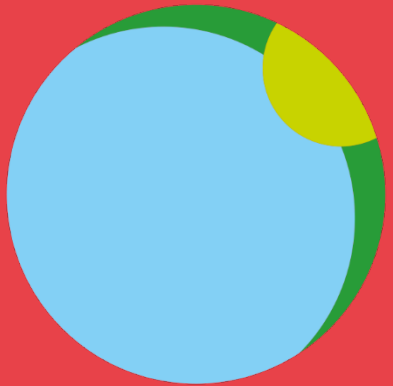


Voerfabriek



Nutriëntanalyse





**AERES**  
HOGESCHOOL  
DRONTEN