THOMAS MORE

VLAANDEREN CIRCULAIR - SUPERINSECT

Voedselreststromen uit Supermarkten als Voeder voor zwarte soldatenvlieg larven: Casestudie bij Nusect

December 2024

Deze studie maakt deel uit van het project SuperInsect (2022-GCCV-35), gefinancierd door Vlaanderen Circulair.



Inleiding

In Vlaanderen produceren supermarkten elk jaar ongeveer 48.000 ton eetbare voedselreststromen, waarvan 95% als afval wordt afgevoerd. Dit terwijl deze stromen geschikt zijn als voer voor insecten zoals meelwormen en de larven van de zwarte soldatenvlieg.

In het project 'SuperInsect' wilden Buurtsuper.be, Renewi, Thomas More hogeschool, Nusect en Black Soldier Fly aantonen dat voedselreststromen van supermarkten gebruikt kunnen worden als voeder voor insecten. Het doel was om te laten zien dat insecten kunnen bijdragen aan de circulaire economie door laagwaardige voedselreststromen om te zetten in hoogwaardige biomassa.

Voor dit project werkten we samen met drie supermarkten, die hun voedselreststromen vier keer hebben ingezameld. Dit document beschrijft het verslag van de meelwormkweek bij Nusect. Bij Nusect werd een kweek uitgevoerd met voeders die gebaseerd waren op de voedselreststromen uit de derde en vierde inzamelronde. In dit verslag worden de resultaten van inzamelronde 4 besproken.

Methode: Hoe gingen we te werk?

Voor het project werkten we samen met drie supermarkten, die hun voedselreststromen vier keer inzamelden in twee bioboxen (droge en natte reststromen). Er werden natte en droge stromen ingezameld. Met volgende voorwaarden:



In oktober 2024 werd voor de vierde keer voedselreststromen ingezameld bij de supermarkten. De voedselrestromen werden gedurende 1 week ingezameld bij de supermarkten, waarna ze naar de Insect Pilot Plant van Thomas More gebracht werden en verwerkt tot voeder voor meelwormen. De droge stromen, die voornamelijk uit broodresten bestonden, werden gedroogd en gemalen, terwijl de natte stromen eveneens fijngemalen werden en gefermenteerd werden door toevoeging van *Lactobacillus plantarum*. Het fermentatieproces duurde één week bij een temperatuur van 27°C.



Figuur 1 schematische weergave van de verwerking van de voedselrestromen bij Thomas More

Voor en na fermentatie werd een microbiële analyse en pH bepaling gedaan om het effect van de fermentatie na te gaan. Van het boord en het ferment werd eveneens drogestof en water houdende capaciteit (WHC) bepaald.

Na de verwerking werden de stromen naar Nusect gebracht, waar ze gebruikt werden in een voederproef. Daar werden 4 rekken met elk 12 bakken met meelwormen opgestart. Deze kregen verschillende natte en droge voeders.

Tabel 1 overzicht van de 4 gebruikte voeders

Naam rek	Droog voeder	Nat voeder
K-W	Kortmeel	Wortelen
K-F/K	Kortmeel	Ferment + Kortmeel
K-F/B	Kortmeel	Ferment+Brood
B/K-F/B	50% Brood + 50% Kortmeel	Ferment+Brood

Het droog voeder werd bij de start van het experiment gegeven. Het nat voer werd telkens vers voorbereid. Wortels werden hiervoor op de dag van toevoeging gemalen. Het ferment werd 1 maal per week ingemengd met het brood, totdat het voldoende consistentie had, waarna het bewaard werd op 10°C. Het natte voeder werd elke maandag, woensdag en vrijdag toegediend.

Voor elke voedingsronde werd genoteerd hoeveel voeder er per bak werd toegediend. Bij de start en op het einde van de kweek werd eveneens het totaal gewicht en droge stofgehalte van de meelwormen en het (rest)substraat bepaald worden. Tijdens de kweek werd de temperatuur en luchtvochtigheid bepaald.

Om na te gaan wat de invloed van de samenstelling van de voedselrestromen was op de kweek (oa stikstofconversie) en de samenstelling van de larven werden volgende parameters eveneens bepaald:

- vet
- DM
- as
- eiwit
- ruwe vezel

- NDF (enkel voor voeder)
- pH (enkel voor voeder)
- WHC (enkel voor voeder)

Resultaten:

Microbiologie:

Microbiologie:

Er werd een staal genomen van de natte stroom nadat deze gemixt werd en een week later, nadat deze stroom gedurende 1 week gefermenteerd werd door toevoeging van *Lactobacillus plantarum* en incubatie op 27°C (zie Tabel 2). In beide stalen werd Salmonella niet aangetoond. Voor de 4de staalname was voor de fermentatie de concentratie *E. coli* 4.5 x 10^2 CFU/g, na fermentatie was de concentratie lager dan 10 CFU/g. Voor Enterobacteriaceae was de concentratie voor fermentatie van het natte substraat van de 4de staalname groter dan 1.4 x 10^5 CFU/g en na fermentatie ook lager dan 10 CFU/g. Enterobacteriaceae zijn een bredere familie van bacteriën, waaronder potentieel pathogene organismen zoals *Salmonella* en bepaalde soorten *E. coli*. De afname toont dat fermentatie een effectieve strategie is om deze familie van bacteriën drastisch te verminderen.

Tabel 2 resultaten microbiële analyses voeders op basis van voedselreststromen

datum	staal	*E. coli* (CFU/g)	Enterobacteriaceae (CFU/g)	Salmonella in 25g
23/10/2024	Nat voor fermentatie (st 4)	4.5 x 10^2	1.4 x 10^5	niet aangetoond in 25g
29/10/2024	Nat na fermentatie (st 4)	<10	<10	niet aangetoond in 25g

Opbrengst en Voederconversie

De larven (ongeveer 20000 larven per bak, startgewicht 600g) werden in totaal 4 weken (van 4/11/2024 tot 4/12/2024) gekweekt op de voeders die gemaakt werden van de ingezamelde voederresten van de supermarkten. Bij de oogst was het totaal gewicht van de larven per bak gemiddeld 1553.33, 1534,83, 1636,67 en 1553.3 g voor de larven gekweekt op K-W (referentie), K-F/K, K-F/B en B/K-F/B, respectievelijk. Er werd dus een **gelijkaardige opbrengst** verkregen met de larven gekweekt op de voeders met voedselresten ten opzichte van de larven gekweekt op referentievoeder.

De **bioconversie tussen de voeders** wordt hoger naarmate meer restromen aan het voeder toegevoegd werden (8.77, 9.49, 10.47, 10.69 voor de larven gekweekt op K-W (referentie), K-F/K, K-F/B en B/K-F/B, respectievelijk). De bioconversie werd berekend door de gewichtstoename van de larven te delen door de hoeveelheid voeder dat ze kregen, op basis van drogestof. Meestal wordt ook voederconversie bepaald. Hier wordt het totaalgewicht van het voeder dat gegeven werd (drogestof) gedeeld door het natte gewicht van de larven. Dit is voor de larven gekweekt op K-W (referentie), K-F/K, K-F/B en B/K-F/B, respectievelijk 2.53, 2.67, 2.57 en 2.71.

In tabel 3 worden bioconversie, voederconversie en afvalreductie voor de verschillende voeders overzichtelijk weergegeven:

Tabel 3 bioconversie, voederconversie en afvalreductie voor de verschillende voeders

naam	bioconversion efficiency (in g DM: ((Lend – Lstart) / D) × 100%)	waste reduction (in g DM: ((D – R) / D) × 100%)	Voederconversie (D (droog)/ Lend – Lstart (nat))
K-W	8,77	40,75	2,53
K-F/K	9,49	50,05	2,67
K-F/B	10,48	53,22	2,57
B/K-F/B	10,69	61,00	2,71

Hoewel deze cijfer belangrijk zijn voor de algemene resultaten van de kweek is het belangrijk om te begrijpen waar deze vandaan komen. Daarom wordt in tabel 4 en 5 het totaalgewicht van de voeders, de larven en de frass, samen met de overeenkomstige drogestofgehaltes weergegeven:

Tabel 4

naam	DROOG voeder massa toegediend (g, nat)	DROOG voeder drogestofgehalte (%)	NAT voeder massa toegediend (g, nat)	NAT voeder drogestofgehalte (%)	totaal voeder toegevoegd (g, nat)	drogestofgehalte voeder (%)	totaal voeder toegevoegd (g, droog)
K-W	4000	90	3078,4	10,7	7078,4	100,7	3929,39
K-F/K	3500	90	3473,6	27,12	6973,6	117,12	4091,99
K-F/B	3500	90	3489,2	30,37	6989,2	120,37	4209,58
B/K-F/B	3500	90,21	3489,2	30,37	6989,2	120,58	4216,93

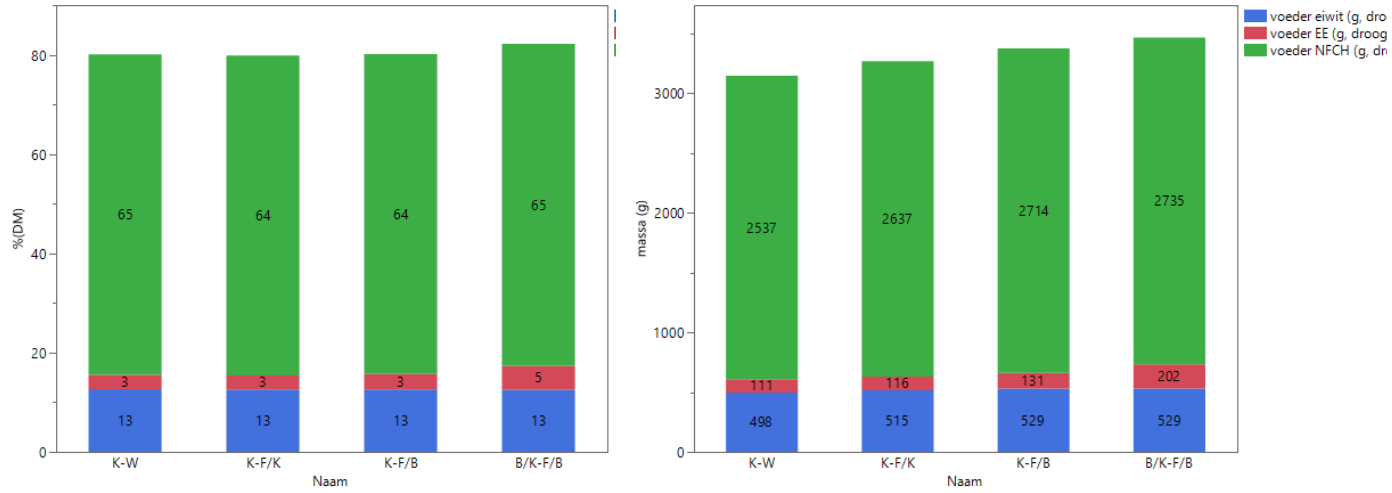
Tabel 5

naam	gewicht larven einde (g, NAT)	drogestof larven einde (%)	gewicht larven einde (g, DROOG)	gewicht frass (g, NAT)	drogestof frass (%)	gewicht frass (g, DROOG)
K-W	1553,33	36,10	560,79	2668,33	87,25	2328,13
K-F/K	1534,83	39,36	604,14	2270,50	90,02	2043,86
K-F/B	1636,67	40,15	657,08	2180,83	90,30	1969,28
B/K-F/B	1553,33	42,93	666,82	1820,67	90,33	1644,53

Samenstelling voeders en larven

De figuur 2 geeft de nutritionele samenstelling van de voeders weer, gespecificeerd naar eiwitgehalte (blauw), vetgehalte (rood) en koolhydraatgehalte (groen). Afbeelding a toont de verhoudingen van deze nutriënten als percentages (per 100 g droge stof). In afbeelding b wordt de totale hoeveelheid van deze nutriënten weergegeven die per bak werd toegediend. Hieruit blijkt dat de voeders vrij gelijkaardig samengesteld werden

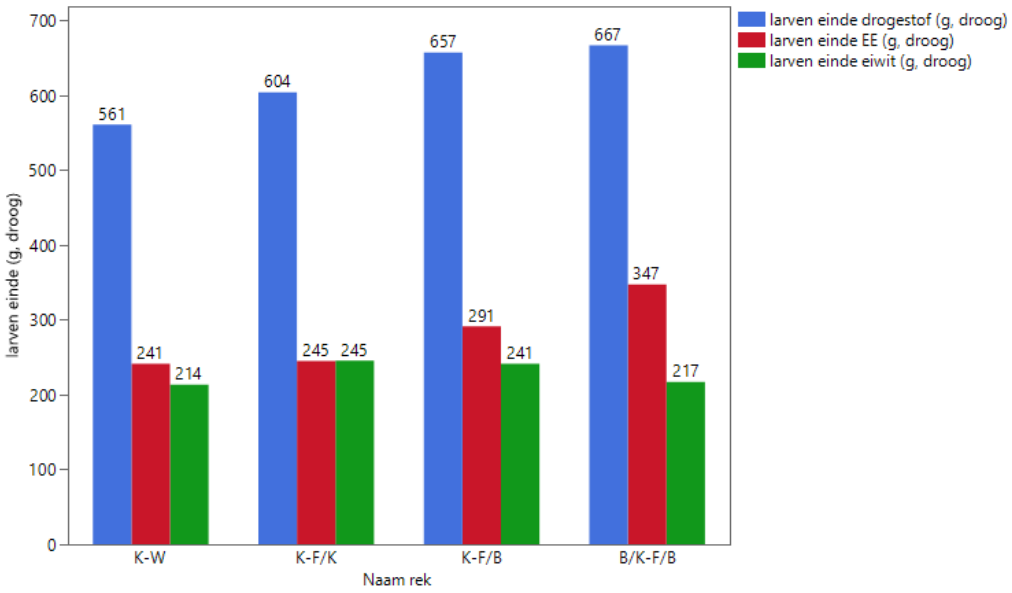
met betrekking tot eiwitten en koolhydraten. Zowel procentueel als in de totale hoeveelheid die toegediend werd. Het opvallendste verschil is het hogere vetgehalte in het voeder waar bij het droog voeder een deel van het kortmeel vervangen werd door brood. Het brood heeft immers een hoger vetgehalte dan kortmeel.



a b

Figuur 2 macronutriënt samenstelling van de voeders

Figuur 3 toont de droge massa (blauw) van de totale larvale opbrengst, evenals de totale vet- en eiwitmassa's van de opbrengst (vet: rood, eiwit: groen). Wanneer het eiwit en vetgehalte van de larven bekeken wordt, dan valt het ook op dat het vetgehalte van de larven gekweekt op het voeder met een hoger vetgehalte ook hoger is.



Figuur 3 opbrengst en samenstelling larven

Stikstof en eiwitconversie

De eiwitconversie geeft inzicht in de efficiëntie waarmee eiwit uit het substraat wordt omgezet in larvaal eiwit. Dit wordt berekend door de totale hoeveelheid eiwit in de larven te delen door de totale hoeveelheid eiwitten in het substraat, en het resultaat uit te drukken als een percentage. Een hogere eiwitconversie betekent dat de larven efficiënter eiwitten uit hun voeding benutten voor groei en ontwikkeling. Tabel 6 toont de gemiddelde eiwit- en stikstofconversiepercentages voor de vier verschillende voeders. De voeders K-F/K en K-F/B hebben de beste stikstof- en eiwitconversies.

Tabel 6 gemiddelde eiwit en stikstofconversiepercentages van de voeders

	stikstofconversie (%)	eiwitconversie (%)
K-W	30,98	26,42
K-F/K	37,14	31,67
K-F/B	35,25	30,06
B/K-F/B	29,87	25,47

Conclusie:

De kweek van meelwormen met voedselreststromen van supermarkten verliep succesvol en toonde aan dat zowel droge als gefermenteerde natte reststromen effectief gebruikt kunnen worden als voeder. De opbrengsten en voederconversie waren vergelijkbaar met de referentievoeders, wat het potentieel van deze reststromen als insectenvoer bevestigt.

Er zijn echter aandachtspunten geïdentificeerd. Zo brengt het gebruik van vochtige reststromen extra werk met zich mee, zoals fermentatie om schimmelvorming en rotting te voorkomen. Dit proces lijkt effectief in het verbeteren van de houdbaarheid en microbiologische veiligheid, maar vereist extra voorbereiding. Het fermentatieproces vermindert ook bacteriële belading, zoals aangetoond door de daling van Enterobacteriaceae en *E. coli* na fermentatie.

Deze resultaten tonen dat het inzetten van voedselreststromen van supermarkten voor insectenkweek praktische een haalbare en waardevolle stap is richting een circulaire economie.