THOMAS MORE

VLAANDEREN CIRCULAIR - SUPERINSECT

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

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 het project werkten we samen met drie supermarkten, die hun voedselreststromen vier keer inzamelden. Dit document betreft het verslag van de kweek van zwarte soldatenvlieg larven (BSF) bij BlackSoldierFly. Bij BlackSoldierFly werd 1 kweek opgezet met voeders op basis van de voedselrestromen uit inzamelronde 3 en 4.

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 mei 2024 en oktober 2024 werd voor de derde en vierde keer onverpakte 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 insecten. De droge stromen, die voornamelijk uit broodresten bestonden, werden gedroogd en gemalen. De natte stromen werden eveneens fijngemalen. Deze werden vervolgens vers gebruikt als voeder of eerst gefermenteerd 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 BlackSoldierFly gebracht, waar ze gebruikt werden in een voederproef. Daar werden 4 voederregimes met elk 6 bakken met zwarte soldatenvlieg larven (BSF) opgestart (zie Tabel 1).

Tabel 1 overzicht van de 4 gebruikte voeders

naam substraat	
S3V	staalname 3 nat (vers) + droog
S4V	staalname 4 nat (vers) + droog
S4F	staalname 4 nat (ferment) + droog
CSM (ref)	CSM + water

De natte stroom (vers of gefermenteerd) werd bij de start van de kweek gemengd met de droge stroom (vnl brood) totdat het voldoende consistentie had (berekend obv waterhoudende capaciteit).

Voor elk voederregime 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 BSF larven en het (rest)substraat bepaald. 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:

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
28/05/2024	nat voor fermentatie (st 3)	1.5 x 10^3	>1.5 x 10^4	niet aangetoond 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 15000 larven per bak, startgewicht 62 g) werden in totaal 2 weken 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 2070.67, 1806.5, 1778.33 en 1822.67 g voor de larven gekweekt op CSM (referentie), S3V, S4F, en S4V, respectievelijk. Er werd dus een iets lagere opbrengst verkregen met de larven gekweekt op de voeders met voedselresten ten opzichte van de larven gekweekt op referentievoeder.

Het gefermenteerde voeder gaf tijdens de proeven de hoogste bioconversie. 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 1.69 voor de larven gekweekt op het gefermenteerde substraat tov 1.46 wanneer gekweekt op CSM (referentie).

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

Tabel 3 bioconversie, voederconversie en afvalreductie voor de verschillende voeders

	bioconversion efficiency (in g DM: ((Lend – Lstart) / D) × 100%)		FC (droog/nat)		waste reduction (in g DM: ((D – R) / D) × 100%)	
naam	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**
CSM (ref)	22.21	2.29	1.46	0.15	71.98	1.48
S3V	18.04	1.8	2.18	0.2	63.44	8.07
S4F	23.01	0.55	1.69	0.04	73.49	0.96
S4V	20.47	2.47	1.92	0.24	66.15	1.96

Hoewel deze cijfers belangrijk zijn voor de algemene resultaten van de kweek is het belangrijk om te begrijpen waar deze vandaan komen. Op het eerste gezicht lijkt het immers raar dat het gefermenteerde substraat betere resultaten lijkt te geven dan de verse substraten, terwijl het eindgewicht van de larven gelijkaardig is. De oorzaak hiervoor vinden we bij het verschil in de voeders die ze kregen. Naast het verschil in de samenstelling (zie verder) was er in deze proef ook een groot verschil in de hoeveelheid voeder dat gegeven werd. Dit startte met een gelijke hoeveelheid, echter bij de verse substraten (S3V en s4v) werden tarwezemelen toegevoegd omdat na enkele dagen het voeder een te natte consistentie had, waardoor de larven uit de bakken ontsnapten. Deze larven kregen dus meer voeder toegediend. 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

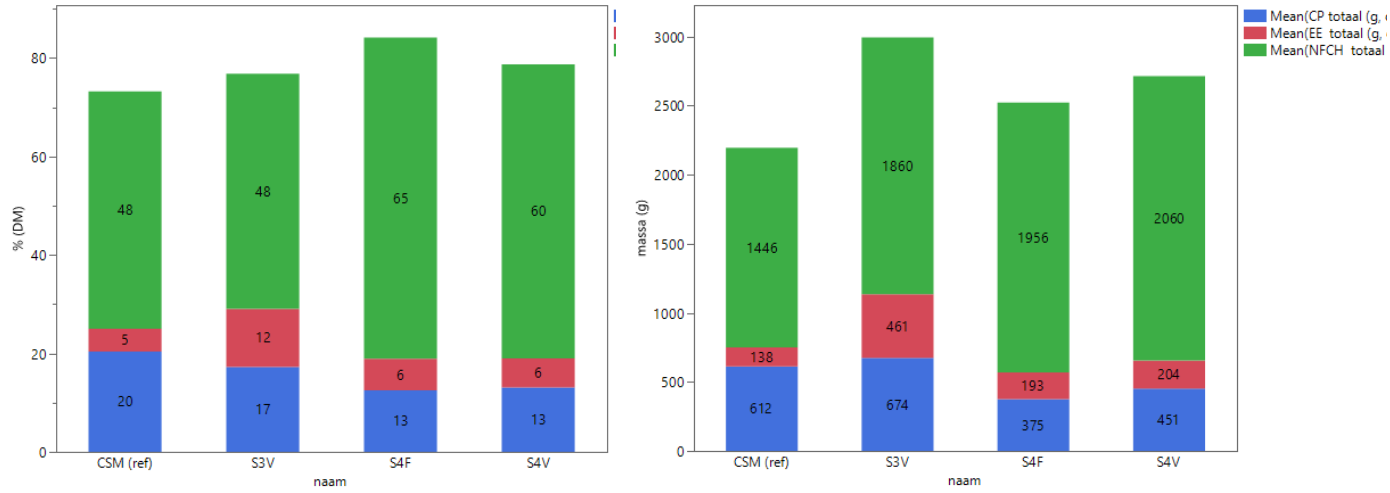
naam	**hoeveelheid nat voeder (g)**	**hoeveelheid droog voeder (g)**	**extra water** (ml)	**extra tarwezemelen** (g)	**totaal voeder toegevoegd (g, nat)**	**drogestofgehalte voeder (%)**	**totaal voeder toegevoegd (g, droog)**
CSM (ref)	.	3370	6700	.	10070	29.78	2999,3
S3V	5336,67	2220	1250	1000	9806,67	39,82	3899,94
S4F	5690	2666	1500	.	9856	30,43	2999,51
S4V	7169,67	2351	1500	500	11520,67	29.94	3449,76

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)**	
	Mean	**Std Dev**	**Mean**	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Std Dev**	**Mean**	**Mean**	**Std Dev**
CSM (ref)	2070,67	207,79	33,02	683,76	68,62	1366,67	72,39	61,49	840,36	44,51
S3V	1806,50	175,80	39,91	720,97	70,16	2262,00	499,83	63,04	1425,96	315,09
S4F	1778,33	41,47	39,80	707,78	16,50	1160,50	41,87	68,51	795,06	28,69
S4V	1822,67	214,61	39,70	723,60	85,20	2171,17	125,55	53,79	1167,87	67,53

Samenstelling voeders en larven

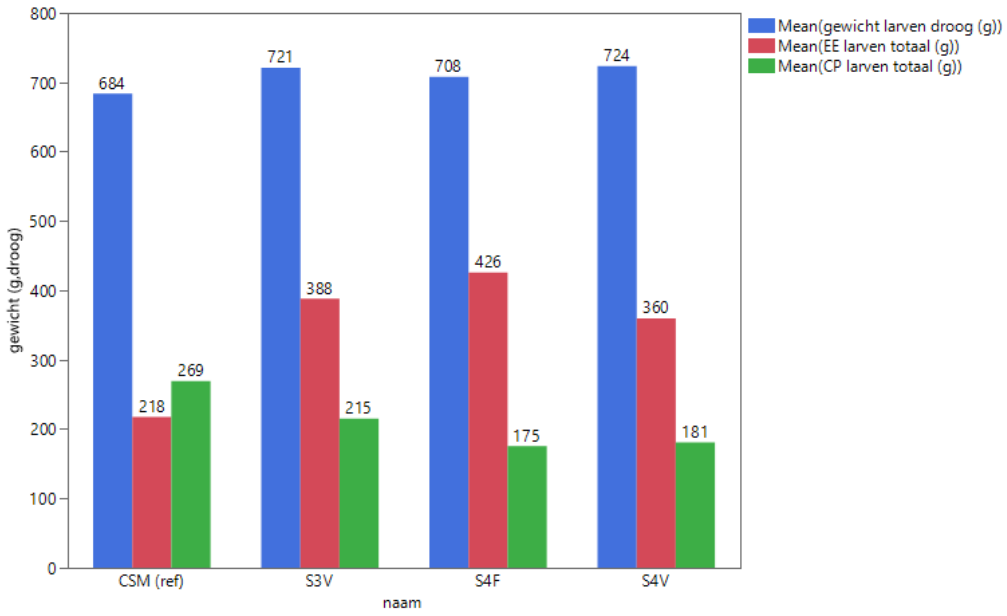
De figuur 2 geeft de nutritionele samenstelling van de voeders weer, gespecificeerd naar eiwitgehalte (blauw), vetgehalte (rood) en koolhydraatgehalte (groen). Afbeelding a toont de verhoudingen van deze nutriënten als percentages (per 100 g droge stof). In afbeelding b wordt de totale hoeveelheid van deze nutriënten weergegeven die per bak werd toegediend. Hieruit blijkt duidelijk dat larven die werden gekweekt met het controlevoeder in totaal minder nutriënten ontvingen dan larven die werden gevoed met voedselreststromen. Desondanks leverden de larven die werden gevoed met CSM de hoogste opbrengst op. Deze resultaten tonen aan dat het mogelijk is dat de kwaliteit van de voeders uit voedselrestromen in vergelijking met het controlevoeder (CSM) iets lager was, wat een negatief effect kan hebben gehad op de groei van de larven. Tegelijkertijd zou een overmatige hoeveelheid nutriënten geen extra meerwaarde bieden, aangezien larven slechts een bepaalde hoeveelheid kunnen verteren en efficiënt gebruiken of de overmaat zou zelfs nefast kunnen zijn. Dit benadrukt het belang van een gebalanceerde samenstelling van nutriënten, waarbij zowel de kwaliteit als de kwantiteit van de voeders in evenwicht moeten zijn voor optimale prestaties van de larven.



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). Opvallend is het verhoogde vetgehalte van larven die werden gekweekt op voedselreststromen, in vergelijking met larven die werden gevoed met het controlevoer CSM. Een mogelijke verklaring hiervoor is waarschijnlijk het hogere koolhydraatgehalte in de voedselreststromen (zie hierboven).



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

Tabel 6 gemiddelde eiwit en stikstofconversiepercentages van de voeders

	stikstofconversie (%)		eiwitconversie (%)	
naam	**gemiddelde**	**Std Dev**	**gemiddelde**	**Std Dev**
CSM (ref)	51,64	5,18	44,04	4,42
S3V	37,45	3,65	31,94	3,11
S4F	54,81	1,28	46,74	1,09
S4V	47,00	5,53	40,08	4,72

De resultaten tonen aan dat de efficiëntie van stikstofomzetting beter is wanneer de larven minder eiwitten ontvangen. S4F, met het laagste eiwitgehalte, behaalde de hoogste stikstofconversie van 54,81% terwijl S3V, dat het meeste eiwitten bevatte, de laagste conversie had van 37,45%. Daarnaast had S3V een opvallend hoger vetgehalte in vergelijking met de andere voeders, wat mogelijk ook de lagere efficiëntie heeft beïnvloed. Deze bevindingen suggereren dat een balans in voedingsstoffen cruciaal is voor optimale benutting door de larven.

Conclusie:

De resultaten tonen aan dat de kweek van BSF-larven met voedselreststromen van supermarkten haalbaar is. Het controleren van het vochtgehalte tijdens de kweek en bij de oogst bleek echter een uitdaging. Dit probleem deed zich niet voor bij de gefermenteerde reststromen. Vermoedelijk trad bij de verse stromen fermentatie op, waardoor vezels verder werden afgebroken en de stroom vloeibaarder werd. Bij de reeds gefermenteerde stroom bleef dit effect uit. Bovendien bleek dat de gefermenteerde stroom een vergelijkbare voederconversie oplevert als het referentievoer.

Wanneer er naar de samenstelling gekeken wordt valt het op dat de larven gekweekt op voedselrestromen een hoger vetgehalte hebben dan de larven gekweekt op het referentievoeder. Dit werd mogelijks veroorzaakt door het hoger gehalte aan koolhydraten aanwezig in het voeder afkomstig van het brood dat hierin verwerkt werd. Daarnaast bleek dat de eiwitconversie efficiënter was bij voeders met een lager eiwitgehalte, zoals bij de gefermenteerde stroom. Dit wijst erop dat een balans in de nutriëntensamenstelling essentieel is voor een optimale benutting van de beschikbare voedingsstoffen.

Deze bevindingen bevestigen dat het gebruik van voedselreststromen van supermarkten voor insectenkweek niet alleen praktisch haalbaar is, maar ook een waardevolle stap vormt richting een circulaire economie.

CONTACT

Expertisecentrum Duurzame Biomassa en Chemie
Lotte Frooninckx | Onderzoeker
Lotte.frooninckx@thomasmore.be
Tel. +32 14 74 06 66

VOLG ONS

www.thomasmore.be
fb.com/ThomasMoreBE
#WeAreMore

THOMAS MORE