Oktober 2025

Simon Craeye, Evelien Aussems, Esther Geukens, Benedikte Van Heghe, Marlies Huysmans, Audrey Miserez, Tina Kyndt, Danny Geelen, Katleen Raes, Gino Bauw

Contact:
Inagro : gino.bauw@inagro.be
PSKW: evelien.aussems@proefstation.be
ester.geukens@proefstation.be
PCH: Marlies.Huysmans@proefcentrum.be,
benedikte.vanheghe@proefcentrum.be
UGent: Tina.Kyndt@UGent.be,
Danny.Geelen@UGent.be, Katleen.Raes@UGent.be

ZERO-WASTE

DELIVERABLE L3.2

VALIDATIERAPPORT BIONEMATICIDEN EN BIOSTIMULANTEN

Dit rapport werd geschreven binnen het LA-traject Zero-Waste, met steun van het Agentschap Innoveren & Ondernemen en het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse overheid.

INHOUD

INHOUD 2
INLEIDING 3
EXTRACTIEPROCEDURE BIOSTIMULANTEN EN BIONEMATICIDEN (UGent – Katleen Raes) 4
DEEL I BIOSTIMULANTEN 8
DOELSTELLING ONDERZOEK BIOSTIMULANTEN (UGent – Danny Geelen) 8
BIOSTIMULANTEN ONDERZOEK – LABORESULTATEN (UGent – Danny Geelen) 8
BIOSTIMULANTEN VERKENNENDE PROEF (AGROTOPIA - INAGRO – Simon Craeye) 14
BIOSTIMULANTEN OPVOLGINGSPROEF (PSKW – Evelien Aussems) 26
BIOSTIMULANTEN OPVOLGINGSPROEF (PCH – Benedikte Van Heghe) 31
VOORLOPIGE CONCLUSIE BIOSTIMULANTEN 41
DEEL II BIONEMATICIDEN 42
DOELSTELLING ONDERZOEK BIONEMATICIDEN (UGent – Tina Kyndt) 42
BIONEMATICIDEN LABORESULTATEN (UGent – Tina Kyndt) 42
BIONEMATICIDEN – VELDPROEVEN AARDAPPEL (INAGRO - Kürt Demeulemeester) 52
BIONEMATICIDEN – VELDPROEVEN BONEN (PSKW – Esther Geukens) 87
VOORLOPIGE CONCLUSIE BIONEMATICIDEN 92

INLEIDING

Binnen het VLAIO-project Zero-Waste onderzoeken Inagro, PSKW, PCH en UGent hoe reststromen uit de glastuinbouw – voornamelijk loof van tomaat, paprika en komkommer – kunnen worden gevaloriseerd tot producten met een meerwaarde voor de land- en tuinbouw. Twee pistes staan centraal: het onderzoeken van biostimulanten-activiteit, die de groei en stressweerbaarheid van planten bevorderen, en het nagaan van potentiële bionematicidale activiteit, die de schade door plantparasitaire nematoden beperken.

Dit rapport bundelt de resultaten van laboratoriumtesten en praktijkproeven waarin extracten uit serreloof werden geëvalueerd op hun biostimulerende en nematicidale werking. De extracten werden bereid via diverse methoden (bufferextractie, verhitting, hoge druk, ultrasoonbehandeling) en toegepast in gecontroleerde omstandigheden en veldsituaties. Het doel is om na te gaan of deze circulaire producten een duurzaam alternatief kunnen bieden voor gangbare middelen, en welke factoren bepalend zijn voor hun effectiviteit.

Het rapport is opgebouwd in twee hoofdonderdelen. Deel I behandelt de biostimulanten: eerst wordt de doelstelling van het onderzoek toegelicht, gevolgd door de extractieprocedures, laboratoriumtesten en praktijkproeven. Voor elk van deze stappen worden methodiek, resultaten en interpretaties weergegeven, afgesloten met een voorlopige conclusie. Deel II focust op bionematiciden en volgt een gelijkaardige opbouw: van doelstelling en laboresultaten tot veldproeven en proof-of-concept. Het document sluit af met een synthese van de belangrijkste bevindingen en aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Deze indeling laat de lezer toe om zowel de wetenschappelijke onderbouwing als de praktische relevantie van de resultaten te begrijpen.

EXTRACTIEPROCEDURE BIOSTIMULANTEN EN BIONEMATICIDEN (UGent – Katleen Raes)

Drie verschillende types biomassa werden onderzocht nl. stengels en bladeren van komkommer (batch 1 en batch 2), van tomaat (batch 1) en van paprika (batch 2). Na het ontvangen van de biomassa, werd op een gestandaardiseerde manier de biomassa gesorteerd en gehomogeniseerd met een sapcentrifuge. De bekomen gehomogeniseerde biomassa werd vervolgens bewaard bij -20°C.

Eerst werd een preliminair onderzoek uitgevoerd waarbij extracties op tomatenbiomassa uitgevoerd werd met verschillende organische solventen, welke verschillend waren in polariteit, namelijk ethanol, aceton en ethylacetaat. Na extractie werden de verkregen extracten ingedampt om het solvent te verwijderen, en het residu werd heropgelost in DMSO. Deze extracten werden dan doorgestuurd naar het labo van prof. Kyndt voor de screening van antinematicidale activiteit. In een volgende fase werden diverse anorganische extractiemiddelen onderzocht, al of niet in combinatie met fysische behandelingen, om het extractierendementen van bioactieve componenten te vergroten uit de verschillende biomassa's. Deze combinaties met de extractiecondities worden verder weergegeven in Tabel 1 en Tabel 2.

Tabel 1. Buffer of water extractive van biomassa afkomstig van tomaten, paprika of komkommer

Extractiesolvent*	**T (°C)**	**t (min)**	**pH**	**druk (bar)**
0.1M K_2HPO_4-KH_2PO_4 buffer (pH 6.5)	4	60	6.5	
	rt	60	6.5	
	120	5	6.5	1.5
Water	rt	60		
	50	60		
	80	60		
	rt	60	2	
	rt	60	4	
	120	5		1.5
	120	5	2	1.5
	120	5	4	1.5

*Alle extracten werden vervolgens gevriesdroogd; rt = kamertemperatuur

Tabel 2. Extractie van paprika en komkommer biomassa, al of niet in combinatie met ultrasoon (US) of hoge druk behandeling

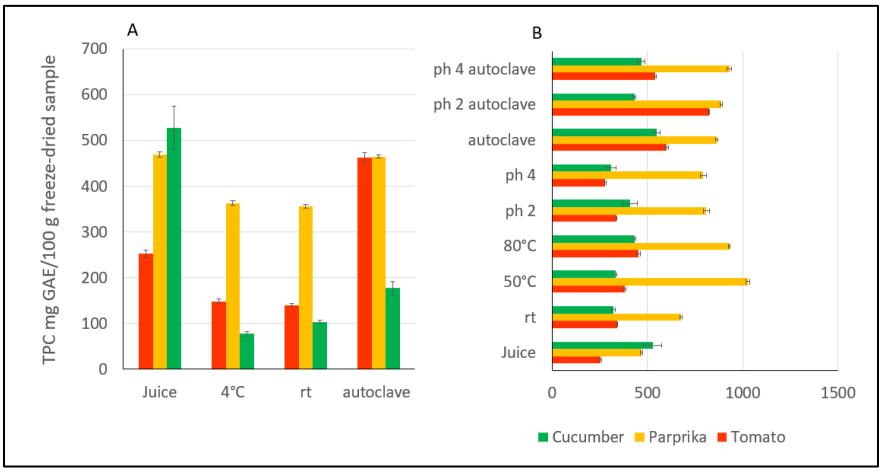
Extractie methode[+]	T (°C)	t (min)	druk (bar)
US 100C 50P[$]	45*	30	
US 100C 50P boiled[§]	45*	30	
US 50C 100P	35*	15	
US 50C 100P boiled	35*	15	
US 100C 100P	40*	15	
US 100C 100P boiled	40*	15	
Buffer extraction	120	10	100 bar
Buffer extraction	4	60	
Buffer extraction boiled	4	60	
Water extraction	4	60	
Water extraction boiled	4	60	

US behandeling werd uitgevoerd in buffer (0.1M K_2HPO_4-KH_2PO_4 buffer (pH 6.5)) als solvent, extractie met water als solvent werd gebruikt als controle; * temperatuur van het monster gedurende de US behandeling; [+]extracten waren alle in vloeibare vorm; [$] bij de US behandeling staat C voor % cycli en P voor power; [§] boiled = extracten werden gekookt gedurende 10 minuten

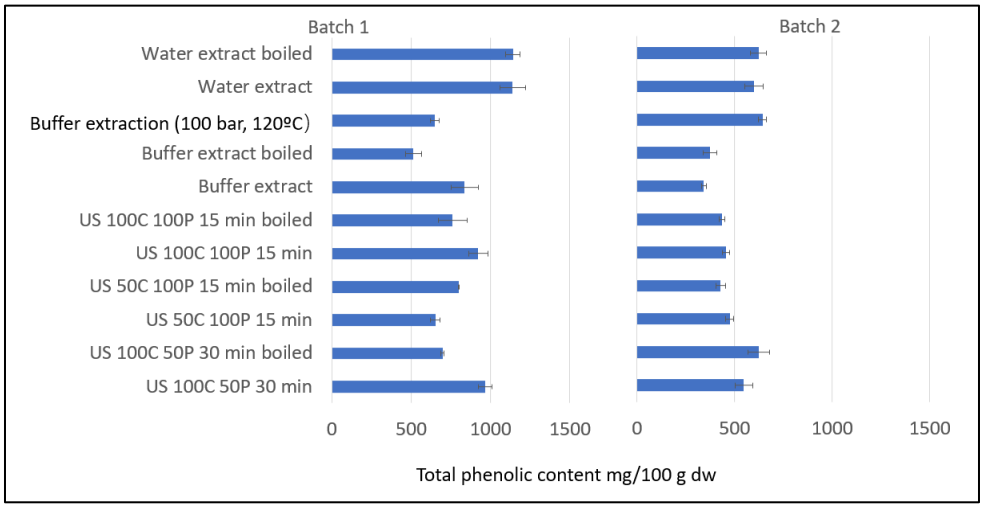
Van alle geëxtraheerde monsters werd het totale fenolgehalte bepaald en het drogestofgehalte van de vloeibare extracten werd nauwkeurig gemeten. De resultaten worden weergegeven in figuur 1 en 2. De volgende monsters werden verzonden:

- extracten in gevriesdroogde vorm (tomaat, paprika en komkommer) werden naar Tina en Danny gestuurd: 0,5 g per behandeling.
- Water- en bufferextractie in vloeibare vorm (komkommer) werden naar Danny gestuurd: 50 ml × 3 per behandeling.
- Water- en bufferextractie in vloeibare vorm (tomaat, paprika en komkommer) werden naar Tina gestuurd: 10 ml × 3 per behandeling/matrix.
- 2 liter komkommerextracten en 1,75 liter paprika-extracten werden naar Inagro gestuurd voor veldproeven.

Van alle geëxtraheerde monsters werd het gehalte totale fenolische componenten (TPC, als screeningsindicator voor extractie bioactieve componenten), en de droge stof bepaald. TPC werd opgevolgd volgens het Folin-Ciocalteu protocol (Singleton et al., 1969) en het droge stof gehalte via het protocol beschreven in ISO 1442-2003. De resultaten worden weergegeven in figuur 1 en 2. Deel van de bekomen extracten werden gestuurd naar het labo van prof. Kyndt en prof. Gheelen voor screening van nematicidale en biostimulant activiteit respectievelijk.



Figuur 1 Totale fenolische gehalte (TPC) van extracten bekomen van komkommer, paprika en tomaten biomassa via A) extractie met buffer; B) extractie met water. (n=3)



Figuur 2 Totale fenolische gehalte (TPC) van komkommer biomassa (batch 1 en batch 2) geëxtraheerd met diverse solventen, al of niet in combinatie met fysische behandelingen. (n=3)

Extractie gecombineerd met druk/temperatuur (autoclaaf behandeling) leidde tot een hogere opbrengst van het gehalte totale fenolische componenten (TPC). Het TPC vertoonde een stijgende trend bij stijgende temperaturen en bereikte zijn hoogste niveau tijdens hogedrukextractie (behalve voor paprika). Met name de extractie uit paprikastelen resulteerde in het hoogste fenolgehalte. Ultrasoonbehandeling en hogedrukbehandeling bleken de extractie van bioactieve stoffen te vergemakkelijken. Opmerkelijk is het hogere TPC-gehalte van komkommer in batch 1 in vergelijking met de waarden in batch 2. Dit verschil kan worden toegeschreven aan seizoensvariaties of verschillen in plantleeftijd.

Volgens de voorgaande resultaten kon afgeleid worden dat extracten, bereid met bufferextractie (en koken), veelbelovend waren. Daarom werden deze ook geselecteerd voor verdere veldproeven. Naast het droge stofgehalte werd het stikstofgehalte (N-gehalte) via Kjeldahl-methode (ISO 937-1978) opgemeten. Daarnaast werd het stikstofgehalte (N) gemeten. De resultaten van de samenstelling van het extract werd opgenomen in de verdere delen van het verslag bij de corresponderende veldproeven.

DEEL I BIOSTIMULANTEN

DOELSTELLING ONDERZOEK BIOSTIMULANTEN (UGent – Danny Geelen)

Biostimulanten vertegenwoordigen een klasse natuurlijke stoffen die de plantprestaties verbeteren door groei te bevorderen, de efficiëntie van nutriëntengebruik te verbeteren en de tolerantie voor zowel biotische stress, zoals ziekten, als abiotische stress, zoals droogte en hitte, te versterken. HortiCell is gespecialiseerd in het testen en ontwikkelen van innovatieve biostimulanten, afgeleid van secundaire metabolieten gewonnen uit afvalstromen uit de landbouw en voedselverwerking, en bevordert zo duurzame praktijken in gewasverbetering. Historisch gezien heeft onderzoek in in-vitroweefselkweek zich voornamelijk gericht op de identificatie van agentia en omstandigheden die de ontwikkeling van wortel en scheut bevorderen. In dit domein wordt het biostimulerende potentieel van bladextracten geëvalueerd met behulp van gespecialiseerde in-vitrobioassays, zoals die met Arabidopsis thaliana, waarbij belangrijke parameters – waaronder scheutoppervlak, lengte van de primaire wortel en de kwantificering van zij- en adventieve wortels – nauwgezet worden beoordeeld om de werkzaamheid te kwantificeren.

BIOSTIMULANTEN ONDERZOEK – LABORESULTATEN (UGent – Danny Geelen)

Materiaal en methoden

Extract voorbereiding

Tabel 1. ZeroWaste-extracten getest in de in vitro Arabidopsis-test.

Bron	Code	Extractie methode	Dosering uitgetest
Stengel tomaat	ZWT000	Blank (0.1 M pH 6.5 buffer)	1. 0.4% (w/v) 2. 0.1% ((w/v) 3. 0.02% (w/v))
	ZWT001B1	Juice	
	ZWT002B1	Buffer extract (4C)	
	ZWT003B1	Buffer extract (RM)	
	ZWT004B1	Water extract (RM)	
	ZWT005B1	Water extract (50c)	
	ZWT006B1	Water extract (80C)	
	ZWT007B1	Acidified extract (pH 2)	
	ZWT008B1	Acidified extract (pH 4)	
	ZWT009B1	Autoclave water	
	ZWT010B1	Autoclave acidified (pH 2)	
	ZWT011B1	Autoclave acidified (pH 4)	
	ZWT012B1	Autoclave buffer	
	ZWP001B1	Juice	1. 0.4% (w/v)

Stengel paprika	ZWP002B1	Buffer extract (4C)	2. 0.1% ((w/v) 3. 0.02% (w/v))
	ZWP003B1	Buffer extract (RM)	
	ZWP004B1	Water extract (RM)	
	ZWP005B1	Water extract (50c)	
	ZWP006B1	Water extract (80C)	
	ZWP007B1	Acidified extract (pH 2)	
	ZWP008B1	Acidified extract (pH 4)	
	ZWP009B1	Autoclave water	
	ZWP010B1	Autoclave acidified (pH 2)	
	ZWP011B1	Autoclave acidified (pH 4)	
	ZWP012B1	Autoclave buffer	
Blad komkommer	ZWC000	Blank (0.1 M pH 6.5 buffer)	1. 0.4% (w/v) 2. 0.1% ((w/v) 3. 0.02% (w/v))
	ZWC001B1	Juice	
	ZWC002B1	Buffer extract (4C)	
	ZWC003B1	Buffer extract (RM)	
	ZWC004B1	Water extract (RM)	
	ZWC005B1	Water extract (50c)	
	ZWC006B1	Water extract (80C)	
	ZWC007B1	Acidified extract (pH 2)	
	ZWC008B1	Acidified extract (pH 4)	
	ZWC009B1	Autoclave water	
	ZWC010B1	Autoclave acidified (pH 2)	
	ZWC011B1	Autoclave acidified (pH 4)	
	ZWC012B1	Autoclave buffer	
Blad komkommer	ZWC013B2	Buffer extract	1. 2% (v/v) 2. 0.5% (v/v) 3. 0.1% (v/v))
	ZWC014B2	Buffer extract boiled	
	ZWC021B2	US 100C 50P 30 min	
	ZWC022B2	US 100C 50P 30 min boiled	
	ZWC025B2	US 50C 100P 15 min	
	ZWC026B2	US 50C 100P 15 min boiled	
	ZWC027B2	US 100C 100P 15 min	
	ZWC028B2	US 100C 100P 15 min boiled	
	ZWC029B2	Water extract	
	ZWC030B2	Water extract boiled	
	ZWC034B2	buffer extract (100 bar, 120°C)	

Zaailingen, extracten, hulpbronnen en experimenteel ontwerp

ZeroWaste-extracten werden gebruikt om de effecten op Arabidopsis-zaailingen te testen. Drie doses van elk extract (w/v), waaronder 0,4%, 0,1% en 0,02%, werden toegevoegd aan GK1-medium met een MS-basaalzoutmix, D-sucrose, 2-(N-morfolino) ethaansulfonzuurmonohydraat (MES) en agar (MC029, LAB M). De controle (GK1 met vrij extract) werd ook in de test opgenomen. Twee herhalingen (10 planten/herhaling) van elke dosis werden voor het experiment klaargezet. De extracten werden opgelost in MS-medium, de pH werd aangepast naar 5,7 voordat agar werd toegevoegd en vervolgens gedurende 15 minuten gesteriliseerd in een autoclaaf bij 120 °C.

Zaden laten ontkiemen en geëtioleerde zaailingen verkrijgen

Om de kieming te starten, worden de platen 8 uur in het licht gezet in de kweekruimte (kamertemperatuur 21 °C, luchtvochtigheid 40-60%, lichtintensiteit 70 µm.m-2.S-1, lichtperiode: 14 uur licht/10 uur donker). Om de zaailingen te etioleren, worden de platen vervolgens in aluminiumfolie gewikkeld (drie lagen om volledige bedekking en duisternis te garanderen) of drie dagen in een donkere doos gelegd (de zaailingen zullen na deze periode van etiolering ongeveer 1,5-2 cm lang worden). Zorg ervoor dat er geen licht op de zaailingen valt, aangezien dit de wortelinductie beïnvloedt.

Verticale zaailingen gepositioneerd op platen en scoring van gegevens

Drie dagen oude geëtioleerde zaailingen van het wildtype Arabidopsis (Col0) werden overgebracht naar een nieuwe vierkante petrischaal (12x12 cm) met het extract, en vervolgens na 10 dagen verticaal in het licht geplaatst voor observatie van de wortelgroei. Wortelgerelateerde parameters werden na 10 dagen onder de microscoop gescoord door het aantal adventiefwortels (AR) en zijwortels (LR) te tellen. Het scheutoppervlak (SSA) en de lengte van de primaire wortel (PR) werden gemeten vanaf de bovenkant van de planten op de plaat en met ImageJ werd het oppervlak van de SSA of de lengte van de PR gemeten.

Grafieken en statistiek

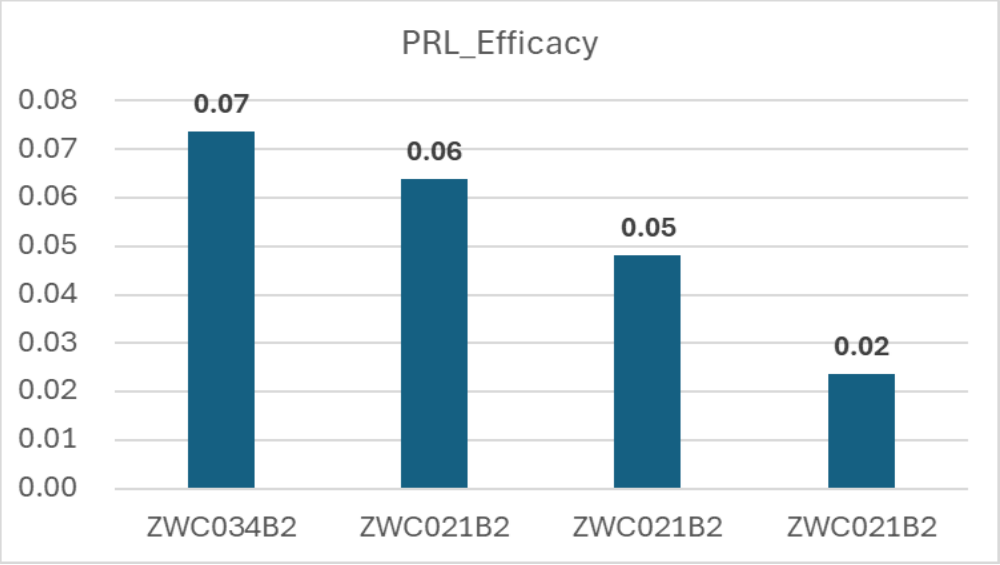
Grafieken werden getekend op basis van de gemiddelde waarde van elke behandeling. Fisher's minst significante verschil (LSD) tussen groepen volgens de waarschijnlijkheid van gemiddelde verschillen op alfaniveau (0,05) met Bonferroni-correctiemethode, uitgevoerd op R-Statistic versie 4.2.1 met behulp van het "Agricolae"-pakket.

De werkzaamheid van de biostimulant (focus op groeibevorderende activiteit) of het ecologische effect van elke bioassay werd aangepast voor individuele metingen met behulp van vergelijking 1 (Li et *al*., 2022).

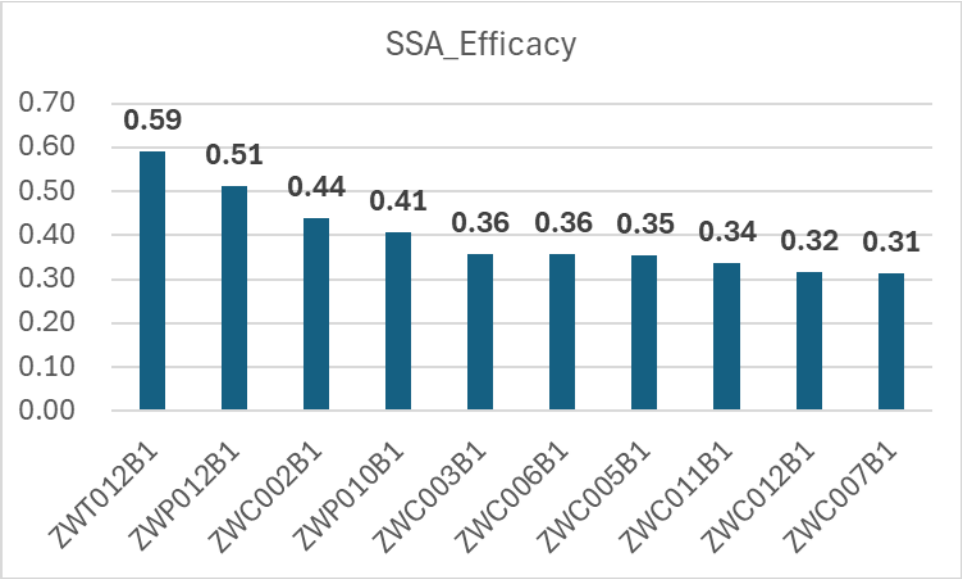
Werkzaamheid van de biostimulant (%)*(X)* = ($X_{Behandeling}$ - $X_{Controle}$) / $X_{Controle}$ × 100% (1)

Waar x het gemiddelde aangeeft van de ruwe bioactiviteitsdatapunten (d.w.z. de fysiologische kenmerken van Arabidopsis-wortel, de groeisnelheid van tomaten, enz.), vertegenwoordigen de behandelingen de bioactiviteit van ZeroWaste-extracttoepassingen. Controles werden uitgevoerd in dezelfde batch, waarbij de oplosmiddelcontrole de negatieve controle is. De doeltreffendheid van de bestrijding zal altijd nul zijn, en positieve resultaten duiden op gunstige biologische effecten en vice versa.

Resultaten



Figuur 1. Positieve plantengroeibevorderende activiteit van ZeroWaste-extracten uit komkommerbladeren (ZWC) op de primaire wortelgroei.



Figuur 2. Positieve groeibevorderende activiteit van de top 10 ZeroWaste-extracten uit tomatenstengels (ZWT), paprikastengels (ZWP) en komkommerbladeren (ZWC) op de ontwikkeling van het scheutoppervlak.

Figuur 3. Positieve plantengroeibevorderende activiteit van ZeroWaste-extracten uit komkommerbladeren (ZWC) op zowel de primaire wortelgroei als de ontwikkeling van het scheutoppervlak.

Conclusies

De komkommerbladextracten hebben een positief effect op zowel de wortel- als scheutontwikkeling van Arabidopsis-zaailingen. Deze in-vitro-bioassay suggereert de potentiële biostimulerende werking van deze extracten bij het bevorderen van de vestiging van zaailingen en de vroege vegetatieve groei.

BIOSTIMULANTEN VERKENNENDE PROEF (AGROTOPIA - INAGRO – Simon Craeye)

Doelstelling

Een verkennende proef uitvoeren met extracten uit de loofreststromen van tomaat, komkommer en paprika, tijdens de opkweekfase van tomaat, komkommer en paprika.

Materiaal en methoden - De experimentele condities van de proef

Proefgewas en cultivar

Komkommer; Getty, De Ruiter Seeds
Paprika; Yecla, F1, bekomen via BPK

Tomaat; Speedax, Axia Seeds

Teeltverzorging

De teeltverzorging wordt uitgevoerd overeenkomstig de Goede Landbouw Praktijk. De gewasbescherming is uniform en overeenkomstig de lokale teeltpraktijk voor het volledige proefterrein. De IPM richtlijnen worden gevolgd wat wil zeggen dat chemische correcties pas kunnen uitgevoerd worden als de preventieve, fysische of biologische maatregelen ontoereikend zouden blijken.

Komkommer wordt rechtstreeks gezaaid in de steenwolblokken (10x10 cm); Tomaat en Paprika worden respectievelijk door Inagro en BPK gezaaid in steenwolpluggen en na kieming verspeend naar steenwolblokken (10x15 cm)

De zaailingen worden in Agrotopia's Vertical Farm (afdeling KS16) opgekweekt onder 190 µmol licht met een spectrum (RBG = 78-12-10), bij een daglengte van 14 uur (6u30-20u30) en een klimaat van 21,5-16,5°C (etmaal 19,42°C) en 75-80% RV en 500-380 ppm CO2. Indien nodig kon bijgestuurd worden met het klimaat.

Proefplan

Parameter	Waarde
Experimentele eenheid	Netto: 6 Planten, Bruto: 6 Planten
Netto plot	Lengte: 0,7 m , Breedte: 0,22 m
Bruto plot	Lengte: 0,7 m , Breedte: 0,22 m
Aantal parallellen	4
Onbehandelde controle	Ingesloten controle
Statistisch ontwerp	Gerandomiseerde blokkenproef

Het plan was om alle drie de gewassen tegelijktijdig in de cel te hebben en per tafel zes veldjes te organiseren: drie vooraan en drie achteraan, gescheiden door een verhoging die de interferentie tussen de behandeling verhindert. Door een moeizame zaai van de paprika's konden deze pas ingezet worden na afloop van de komkommer- en tomatenproef. De voorbestemde locatie in de cel bleef gerespecteerd.

Overzicht van de objecten

In totaal bevat deze proef 30 objecten, bestaande uit alle mogelijke combinaties van de 3 varianten binnen factor 1: Gewas en 10 varianten binnen factor 2: Extract

F1	Gewas
v1	Komkommer;
v2	Paprika;
v3	Tomaat;

F2	Extract
v1	Water (Negatieve controle)
v2	Chelal alga L (Positieve controle)
v3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)
v4	Tomaat extract, 0,2%
v5	Tomaat extract, 1%
v6	Komkommer extract, 0,2%
v7	Komkommer extract, 1%
v8	Paprika extract, 0,2%
v9	Paprika extract, 1%
v10	Paprika extract, 5%

De komkommers werden rechtstreeks gezaaid in het steenwolblok waar de plant wordt aangegoten met 25ml oplossing. De tomaten en paprika's werden gezaaid in een steenwolplugje en bij het transplanteren naar de steenwolblok gedompeld in de oplossing tot verzadiging. Uit een pretest bleek een plugje maximaal 10 ml vocht vast te kunnen houden, maar dat de opname tijdens het dompelen zal eerder beperkt zijn tot 5 ml.

Elke plant ontvangt slechts 1 maal biostimulant.

De hoeveelheid water die in een tafel wordt aangebracht is instelbaar. In deze proef werd het maximum van 46 L toegevoegd, zodat er bij elke watergift ongeveer 15 minuten water in de tafel bleef staan.

Elke tafel werd afzonderlijk bevloeid. 1 cyclus waarbij alle tafels worden bevloeid duurt om en bij de 1u30 (indien op maximum capaciteit wordt gevuld) Irrigatiefrequentie (beginnen 2x per week en evalueren na een week) Voedingssamenstelling (standaard komkommer opstartrecept EC+-1,5 mS/cm)

Waarnemingen

Klimatologische waarnemingen

Het klimaat in cel KS16 wordt geregeld via de computer. Volgende variabelen worden geregisteerd in de logbox:

- Temperatuur (°C)

- Relatieve vochtigheid (%)

- CO2 (ppm)

- Lichtintensiteit (µmol/m²/s)

- Belichtingsduur (u)

Het aantal bevloeiingen, de hoeveelheid water toegevoegd aan de tafel en de voedingssamenstelling worden geregistreerd

Samenstelling van het extract

N-gehalte van het extract (uitgevoerd door UGent)

Effectiviteit

Plantlengte: van steenwolblok tot apex, 1 meting per plant,

bij aanvang (0 Days After Inoculation: DAI)

tussentijds (KKM-TOM-PAP: 11, 20, 28 – 20, 31 – 27, 42 DAI)

op het eind (KKM-TOM-PAP: 40 – 40 - 55 DAI)

Wortelontwikkeling: 1 foto van onderzijde van elk steenwolblok (met houten frame), verwerking foto's via ImageJ

1x tussentijds (KKM-TOM-PAP: 20 – 28 - 35 DAI)

1x op het eind van de proef (KKM-TOM-PAP: 40 – 40 - 55 DAI)

Vruchtontwikkeling: waarneming van het aantal bloeiende en gezette vruchten, 1 meting per plant, enkel paprika

Op het einde van de proef (55 DAI)

Opbrengst

Biomassa vers:

bij aanvang, 10 individuele kiemplantjes

op het eind van de proef, weging van alle groene plantendelen, 1 meting per plant

Biomassa droog:

op het eind van de proef, bepaling DS-gehalte op mengstaal, 1 meting per plot

Fytotoxiciteit

Chlorose, necrose en groeiafwijkingen scoren indien dit zich voordoet. + nemen van fotos

Dataverwerking

De resultaten werden verwerkt via het statistisch pakket AGROVA-R ontwikkeld door Inagro in R-taal en gevalideerd met SPSS.
Legende bij de resultaten tabellen:

Waarden gevolgd door dezelfde letter zijn niet significant verschillend (p=0,05)

KWV = Kleinste wezenlijk verschil; VC = variatiecoëfficiënt (%)

p-waarde: * = Significant (p<0,15); ** = Zeer significant (p<0,05); *** = Uiterst significant (p<0,01); N.S. = Niet significant (p>=0,15)

Resultaten

Afwijkingen van proefprotocol

Initieel was het plan om alle drie de gewassen samen in de cel te plaatsen. Door een moeilijke kieming van de eerste batch paprikazaad, waren we genoodzaakt zaailingen aan te kopen bij BPK. Hierdoor liep dat deel van de proef vertraging op en werden de paprika's pas ingezet na afloop van de tomaat en komkommerproef. Hierdoor konden alle planten van alle gewassen iets ruimer op de tafel geplaatst worden en bedroeg het proefveld 1 m x 0,35 m ipv de geplande 0,7 m x 0,22 m.
De geplande klimatisatie instellingen werden bijgesteld. Zo werd het lichtspectrum bijgestuurd om te voorkomen dat de planten te gedrongen zouden groeien.

Klimaat

Samenstelling extract

	N (g/100 ml versgewicht)	DS (g/100 g versgewicht)
Tomaat	0.093 ± 0.008	2.38 ± 0.04
Komkommer	0.061 ± 0.004	2.83 ± 0.05
Paprika	0.044 ± 0.009	6.48 ± 0.03

Het drogestofgehalte van het paprika-extract was ruim hoger dan dat van tomaat en komkommer. Tegelijk was het stikstofgehalte beduidend lager. Uitgedrukt ten opzicht van de droge stof bedraagt het aandeel stikstof slechts 0,6% bij het paprika-extract tegenover 2,2% in komkommer en 3,9% in tomaat.

Effectiviteit

Resultaten Plantlengte

Komkommer

Nr	Object	Plantlengte (cm) 01/02		Plantlengte (cm) 12/02		Plantlengte (cm) 21/02		Plantlengte (cm) 01/03		Plantlengte (cm) 13/03	
Omschrijving				(1)							
1	Water (Negatieve controle)	5,93	a	5,81	a	8,81	ab	12,89	a	48,67	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	5,10	a	4,98	a	7,98	b	12,07	a	48,79	a
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	5,56	a	5,35	a	8,66	ab	12,62	a	47,41	a
4	Tomaat extract, 0,2%	6,10	a	5,96	a	9,00	ab	13,17	a	49,32	a
5	Tomaat extract, 1%	6,87	a	6,48	a	9,78	a	13,97	a	49,89	a
6	Komkommer extract, 0,2%	6,10	a	6,15	a	9,27	ab	12,90	a	46,70	a
7	Komkommer extract, 1%	6,14	a	6,23	a	9,45	ab	13,51	a	48,01	a
8	Paprika extract, 0,2%	5,73	a	5,99	a	9,23	ab	13,56	a	51,35	a
9	Paprika extract, 1%	6,14	a	6,25	a	9,54	a	13,49	a	49,93	a
10	Paprika extract, 5%	5,62	a	5,84	a	9,08	ab	13,72	a	52,18	a
	Gemiddeld	**5,93**		**5,90**		**9,08**		**13,19**		**49,22**	
	KWV	1,97				1,79		2,53		15,6	
	VC (%)	13,60		13,40		8,13		7,90		13,00	
	p-waarde Factor 1	0,260	N.S.	0,331	N.S.	0,090	N.S.	0,327	N.S.	0,975	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Bij de komkommers was enkel op 21/02 een significant verschil waarneembaar tussen de verschillende biostimulanten. Objecten 5 (tomaat extract 1%) en 9 (paprika extract 1%) leverden op dat moment langere planten dan deze in object 2 (Chelal alga L.). Gezien de negatieve controle water nooit significant verschillend was van de testobjecten mogen we concluderen dat er geen effect was van de extracten. Ook kan niet van een dosiseffect gesproken worden.

Paprika

Nr	Object	Plantlengte (cm) 17/04		Plantlengte (cm) 02/05		Plantlengte (cm) 15/05	
1	Water (Negatieve controle)	16,85	a	35,60	a	56,77	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	16,55	a	34,64	a	55,27	a
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	16,63	a	35,18	a	56,09	a
4	Tomaat extract, 0,2%	16,89	a	35,43	a	56,33	a
5	Tomaat extract, 1%	17,02	a	35,63	a	55,77	a
6	Komkommer extract, 0,2%	16,82	a	35,36	a	56,43	a
7	Komkommer extract, 1%	16,59	a	34,97	a	56,30	a
8	Paprika extract, 0,2%	17,18	a	35,73	a	56,11	a
9	Paprika extract, 1%	16,93	a	35,27	a	55,75	a
10	Paprika extract, 5%	17,19	a	35,78	a	56,88	a
	Gemiddeld	**16,87**		**35,36**		**56,17**	
	KWV	1,53		2,96		4,59	
	VC (%)	3,74		3,44		3,36	
	p-waarde Factor 1	0,850	N.S.	0,949	N.S.	0,979	N.S.

Bij de paprika's was er nooit een significant verschil in lengte tussen de verschillende objecten.

Tomaat

Nr	Object	Plantlengte (cm) 01/02		Plantlengte (cm) 21/02		Plantlengte (cm) 13/03	
1	Water (Negatieve controle)	3,32	a	12,95	a	59,91	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	3,35	a	11,84	ab	49,34	ab
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	3,38	a	12,71	a	56,71	ab
4	Tomaat extract, 0,2%	2,73	d	10,42	ab	47,84	ab
5	Tomaat extract, 1%	2,74	d	10,39	ab	48,14	ab

6	Komkommer extract, 0,2%	2,87	cd	11,56	ab	58,26	a
7	Komkommer extract, 1%	3,03	bc	11,91	ab	54,03	ab
8	Paprika extract, 0,2%	2,80	cd	9,56	b	41,82	b
9	Paprika extract, 1%	3,27	ab	10,81	ab	45,59	ab
10	Paprika extract, 5%	3,32	a	12,91	a	57,49	a
	Gemiddeld	**3,08**		**11,51**		**51,91**	
	KWV	0,297		3,1		18,5	
	VC (%)	3,96		11,10		14,60	
	p-waarde Factor 1	0,000	***	0,006	**	0,025	*

Bij de tomaten was het verschil in plantlengte op elk tijdstip van waarnemen significant. **Steeds scoorden objecten 1 (water) en 10 (paprika extract 5%) het best en steeds was object 8 (paprika extract 0,2%) bij de slechtste leerlingen**. Op 01/02 variëren de gemiddelde plantlengtes tussen de 2,73 en 3,38 cm. Bij die eerste waarneming doen ook objecten 4 en 5 (tomatenextract 0,2 en 1%) en 7 (komkommer extract 0,2%) het niet bijster goed terwijl objecten 2 en 3 (beide positieve controles) het ook wel goed deden. Op 21/02 variëren de planten tussen 9,56 en 12,95 cm. Bij die tweede waarneming scoort ook object 3 (PurVer Greenbooster) significant beter dan object 8 (paprika extract 0,2%). Bij het afronden van de proef op 13/03 presteerde object 6 (komkommer extract 0,2%) ook beter dan object 8 (paprika extract 0,2%).

Omdat ook hier de negatieve referentie als beste object uit de bus komt, kan moeilijk gezegd worden dat de testobjecten zorgden voor een groeistimulans. Mogelijks is het zo dat de plantgroei iets geremd wordt bij het toedienen van een extract. Een mogelijke verklaring voor de significante verschillen kan ook liggen bij een verschil in plantlengte van het aanvangsmateriaal. Uit de wegingen van de kiemlingen bleek dat de variatiecoëfficient groter was bij tomaat (0,22 dan bij komkommer (0,14) en paprika (0,09). Ondanks het feit dat de gewichten laag waren en in absolute waarde niet veel afweken (range tussen 0,047 en 0,097) is het niet uitgesloten dat per toeval gemiddeld iets kleinere planten in object 8 werden geplaatst en iets grotere in objecten 1 en 10.

Resultaten Wortelontwikkeling

Verwerkt als 2-factorenproef

Nr	Object	Wortelbedekking tussentijds (aandeel)		Wortelbedekking eind (aandeel)	
Omschrijving		(1)			
Gewas					
	Komkommer;	0,31	a	0,51	a
	Paprika;	0,10	b	0,37	b
	Tomaat;	0,05	c	0,35	c
Extract					
	Water (Negatieve controle)	0,16	a	0,41	ab
	Chelal alga L (Positieve controle)	0,14	a	0,41	ab
	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	0,14	a	0,42	a

	Tomaat extract, 0,2%	0,16	a	0,41	ab
	Tomaat extract, 1%	0,14	a	0,41	ab
	Komkommer extract, 0,2%	0,15	a	0,42	a
	Komkommer extract, 1%	0,14	a	0,39	b
	Paprika extract, 0,2%	0,16	a	0,41	ab
	Paprika extract, 1%	0,15	a	0,41	ab
	Paprika extract, 5%	0,16	a	0,41	ab
	Gemiddeld	**0,15**		**0,41**	
	VC (%)	22.40		4.34	
	p-waarde Factor 1	0,000	***	0,000	***
	p-waarde Factor 2	0,412	N.S.	0,090	*
	p-waarde Factor 1:Factor 2	0,321	N.S.	**0,011**	**

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Tussentijds treden geen verschillen op tussen de biostimulanten. Bij de finale waarneming zijn wel verschillen (en interactie) aangetoond.

Gezien er interactie is moet per variant geëvalueerd worden.

<u>Verwerkt per gewas als 1-factor proef</u>

Nr	Object	KKM Wortel% 21/02		KKM Wortel% 14/03		PAP Wortel% 25/04		PAP Wortel% 15/05		TOM Wortel% 01/03		TOM Wortel% 14/03	
1	Water (Negatieve controle)	0,34	a	0,53	a	0,12	ab	0,36	a	0,06	a	0,34	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	0,28	a	0,51	abc	0,10	abcd	0,38	a	0,04	a	0,34	a
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	0,28	a	0,51	ab	0,07	cd	0,38	a	0,06	a	0,36	a
4	Tomaat extract, 0,2%	0,32	a	0,52	ab	0,12	ab	0,37	a	0,04	a	0,34	a
5	Tomaat extract, 1%	0,31	a	0,53	a	0,09	bcd	0,35	a	0,03	a	0,35	a
6	Komkommer extract, 0,2%	0,32	a	0,53	a	0,07	d	0,37	a	0,06	a	0,35	a
7	Komkommer extract, 1%	0,28	a	0,48	c	0,09	bcd	0,36	a	0,05	a	0,34	a
8	Paprika extract, 0,2%	0,30	a	0,49	bc	0,14	a	0,38	a	0,04	a	0,35	a
9	Paprika extract, 1%	0,31	a	0,51	abc	0,11	abc	0,38	a	0,03	a	0,34	a
10	Paprika extract, 5%	0,31	a	0,51	abc	0,12	ab	0,37	a	0,05	a	0,36	a
	Gemiddeld	**0,31**		**0,51**		**0,10**		**0,37**		**0,05**		**0,35**	
	KWV	0,094		0,035		0,045		0,047		0,041		0,043	
	VC (%)	12,60		2,78		18,40		5,23		36,10		5,10	
	p-waarde Factor 1	0,531	N.S.	0,001	***	0,000	***	0,137	*	0,075	*	0,440	N.S.

Bij paprika en tomaat werden er bij de tussentijdse waarneming significante verschillen waargenomen op vlak van beworteling.

In paprika gaf object 7 (paprika extract 0,2%) de grootste bedekking, significant hoger dan objecten 3 (GreenBooster), 5 (tomaat extract 1%), 6 en 7 (komkommer extract 0,2 en 1%). Object 6 (komkommer extract 0,2%) scoorde hierbij significant lager dan objecten 1 (Water), 4 (tomaat extract 0,2%), 8, 9 en 10 (paprika extract 0,2, 1 en 5%).

In tomaat waren de verschillen niet groot genoeg om verschillende lettertjes op te leveren.

Bij komkommer en paprika werden op het eind van de teelt significante verschillen gedetecteerd op vlak van beworteling. In komkommer scoorden de objecten 1 (water), 5 (tomaat extract 1%) en 6 (komkommer extract 0,2%) significant hoger dan objecten 7 (komkommer extract 1%) en 8 (paprika extract 0,2%).

In paprika waren de verschillen niet groot genoeg om verschillende lettertjes op te leveren.

Algemeen zit er dus niet echt een trend in en kan er niet gezegd worden dat de wortelontwikkeling duidelijk beïnvloed werd door één of meerdere biostimulant of dat er een dosiseffect was.

Resultaten Vruchtontwikkeling

Nr	Object	PAP bloei (#)	
Omschrijving		(1)	
1	Water (Negatieve controle)	8,63	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	8,04	a
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	8,67	a
4	Tomaat extract, 0,2%	8,46	a
5	Tomaat extract, 1%	8,92	a
6	Komkommer extract, 0,2%	8,75	a
7	Komkommer extract, 1%	9,13	a
8	Paprika extract, 0,2%	9,21	a
9	Paprika extract, 1%	9,79	a
10	Paprika extract, 5%	10,13	a
	Gemiddeld	**8,97**	
	VC (%)	13,40	
	p-waarde Factor 1	0,375	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Op vlak van bloei en vruchtinitiatie kon geen significant verschil gedetecteerd worden tussen de verschillende biostimulanten.

Resultaten Opbrengst

Verwerkt als 2-factoren proef.

Nr	Object	Versgewicht (g)		Drogestof (%)	
Omschrijving		(1)			
Gewas					
	Komkommer;	67,20	b	10,66	a
	Paprika;	111,33	a	10,94	a
	Tomaat;	45,02	c	9,03	b
Extract					
	Water (Negatieve controle)	79,10	a	10,10	a
	Chelal alga L (Positieve controle)	68,70	a	10,19	a
	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	79,27	a	10,31	a
	Tomaat extract, 0,2%	73,18	a	10,37	a
	Tomaat extract, 1%	70,95	a	10,28	a
	Komkommer extract, 0,2%	76,07	a	10,10	a
	Komkommer extract, 1%	73,93	a	10,32	a
	Paprika extract, 0,2%	71,42	a	10,44	a
	Paprika extract, 1%	73,46	a	9,90	a
	Paprika extract, 5%	80,53	a	10,12	a
	Gemiddeld	**74,52**		**10,21**	
	VC (%)	15,95		6,66	
	p-waarde Factor 1	0,000	***	0,000	***
	p-waarde Factor 2	0,287	N.S.	0,727	N.S.
	p-waarde Factor 1:Factor 2	0.358	N.S.	0,972	N.S.
	Transformatie			ArcSin(vkw(x))	

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Met p-waardes van 0,000 is het overduidelijk dat er een significant verschil is tussen de gewassen. Tussen de biostimulanten konden geen significante verschillen worden vastgesteld. Er trad geen interactie op.

Verwerkt per gewas als 1-factor proef

Nr	Object	KKM vers (g)	KKM droog (%)	PAP vers (g)	PAP droog (%)	TOM vers(g)	TOM droog (%)

1	Water (Negatieve controle)	66,35	a	10,69	a	109,98	a	10,90	a	56,65	a	8,70	a
2	Chelal alga L (Positieve controle)	64,88	a	10,45	a	102,46	a	10,98	a	38,78	a	9,15	a
3	PurVer Greenbooster (Positieve controle)	66,69	a	10,62	a	115,38	a	10,94	a	55,73	a	9,36	a
4	Tomaat extract, 0,2%	66,44	a	10,76	a	112,96	a	11,19	a	40,13	a	9,17	a
5	Tomaat extract, 1%	65,86	a	10,83	a	105,63	a	11,15	a	41,37	a	8,86	a
6	Komkommer extract, 0,2%	63,28	a	10,54	a	113,33	a	10,96	a	51,61	a	8,80	a
7	Komkommer extract, 1%	63,88	a	11,18	a	107,47	a	10,51	a	50,43	a	9,26	a
8	Paprika extract, 0,2%	70,18	a	10,81	a	115,33	a	11,24	a	28,76	a	9,27	a
9	Paprika extract, 1%	71,99	a	10,27	a	112,71	a	10,78	a	35,68	a	8,64	a
10	Paprika extract, 5%	72,45	a	10,43	a	118,08	a	10,79	a	51,07	a	9,14	a
	Gemiddeld	**67,20**		**10,66**		**111,33**		**10,94**		**45,02**		**9,03**	
	KWV	25,3				26,1				34,4			
	VC (%)	15,50		4,50		9,65		2,10		31,40		3,20	
	p-waarde Factor 1	0,931	N.S.	0,969	N.S.	0,599	N.S.	0,466	N.S.	0,126	*	0,575	N.S.
	Transformatie			ArcSin(vkw(x))				ArcSin(vkw(x))				ArcSin(vkw(x))	

De dataset werd ook nog eens per variant van de eerste factor (gewas) geanalyseerd. Hoewel de ANOVA op het 0,15 niveau significante verschillen detecteert voor de variabele ‘versgewicht tomaat’, werden geen verschillende letters toegekend aan de objecten. Paprika extract 0,2% scoort er het laagst en referentie water het hoogst.

Algemeen kan gesteld worden dat er geen effect is van de biostimulant op het versgewicht of het drogestof gehalte in de plant.

Resultaten Fytotoxiciteit

Er werden geen vaststellingen geregistreerd van afwijkende plantengroei of chlorose die toegewezen konden worden aan het toedienen van de biostimulanten. Dat is positief en toont aan dat ook de experimentele extracten op een veilige manier toegediend kunnen worden in de concentraties die in deze proef werden gehanteerd.

Besluit

Deze proef kan weinig tot geen biostimulerende effecten van de geteste middelen aantonen. De tomatenplanten die behandeld werden met ‘paprika extract 5%’ lijken steeds iets langer te zijn dan de planten behandeld met ‘paprika extract 0,2%’. Echter kon hetzelfde positief effect worden gezien bij het controleobject ‘water’ en is dat verschil bijgevolg mogelijks te wijten aan een lengtevoorsprong die er ongewild al was bij aanvang van de proef.

Nergens is het effect te veralgemenen voor de drie gewassen. Soms is er eens een significant verschil tussen twee extracten, maar er zit geen regelmaat in en ook geen dosiseffect.

Mogelijke verklaringen waarom deze proef geen beloftevolle resultaten oplevert en niet kan bevestigen dat commerciële biostimulanten een werking hebben tegenover de negatieve controle.

- **Toepassingsmethode**: het aangieten of dompelen is mogelijks niet de geschikte wijze om het product te laten inwerken op de plant. Alternatieven zijn bladbespuiting of bijmenging in het fertigatiewater.
- **Toepassingstijdstip**: Het toepassen bij aanvang van de groeifase is mogelijks niet het beste tijdstip. Alternatieven zijn een toepassing in een vroegere (net gekiemd) of latere fase (meer echte bladeren).
- **Toepassingsfrequentie:** het eenmalig doseren van de middelen leidt mogelijks niet tot de gewenste effecten. Alternatieven zijn een frequentere dosering of continu via het fertigatiewater.
- **Concentratie:** Mogelijks werden de experimentele extracten in een te lage dosis getest. Dan had bij het testen van de paprika extracten (0,2, 1 en 5%) eigenlijk al iets moeten blijken, maar het is niet uitgesloten dat de concentratie van bioactieve stoffen in het extract gewoon te laag is om effect te hebben.
- **Substraattype**: Steenwol als inert mineraal groeimedium laat biostimulerende acties mogelijks minder toe. Alternatieven zijn organische substraten zoals kokos, houtvezel, veen of gewoon in de grond.
- **Omgeving**: Een gerealiseerd klimaat op maat van de plant (licht, vocht, temperatuur) zet de plant in een zetel waardoor de winsten die te halen zijn met biostimulanten mogelijks beperkt worden. Het stresseren van de plant (opvolging transplant, toepassen droogte of nutriententekort,…)
- **Foute waarnemingen**: de werkingswijze van de extracten is onvoldoende gekend, dus mogelijks zijn het andere factoren dan lengtegroei, wortelontwikkeling of biomassaproductie die door deze middelen bevorderd worden bvb het vormen van fijne haarworteltjes (die hier niet gemeten konden worden) of het beter kunnen benutten van nutriënten (drain niet geanalyseerd) of het beter bestand zijn voor abiotische stress (die hier niet optrad)

BIOSTIMULANTEN OPVOLGINGSPROEF (PSKW – Evelien Aussems)

Doelstelling

Heeft het aangieten van het paprika-extract een meerwaarde in de tomatenteelt. Binnen deze proef wordt er nagegaan of dit zorgt voor sterkere planten en/of meer opbrengst. Vermits de algemene condities in een serre ideaal zijn voor het groeien van een tomatenplant wordt er hitte-stress geïnduceerd en wordt het effect hiervan in kaart gebracht. Ook de toepassingsmanier en frequentie wordt hierbij onder de loep genomen. Het paprika extract wordt vergeleken met 3 biostimulanten van cofinancierende partijen.

Materiaal en methoden

De proef vindt plaats in een high-tech klimaatgestuurde serre van 144m². De tomatenplanten worden gezaaid op het Proefstation zelf. Binnen de proef liggen er 8 behandelingen

8) Onbehandeld
8) Paprika extract wordt éénmalig aangegoten wanneer de pluggen in steenwolblokken worden overgezet
8) Paprika extract wordt éénmalig aangegoten wanneer de steenwolblokken op de steenwolmatten worden gezet
8) Paprika extract wordt wekelijks aangegoten vanaf het moment dat de steenwolblokken op de steenwolmatten worden gezet
8) Het paprika extract wordt wekelijks aangegoten vanaf het moment dat er hitte-stress geïnduceerd wordt in de teelt
8) Een referentie object met een biostimulant van Anorel
8) Een referentie object met een biostimulant van Lima Europe
8) Een referentie object met een biostimulant van Agaris

De planten worden elke 2 weken gemeten, waarbij ook de hoogste tros in zetting wordt genoteerd. De tomaten worden per object geoogst waarbij de oogst bijgehouden wordt. Hierbij wordt zowel het aantal kg/object als het vruchtgewicht genoteerd. Daarnaast gebeurt er een extra beoordeling op neusrot naar het einde van de proef toe.

Figuur 1 Pluggen worden ondergedompeld in het paprika-extract voor behandeling 2. Hierna worden ze overgezet in kleine steenwolpotten

Resultaten

Plantlengte

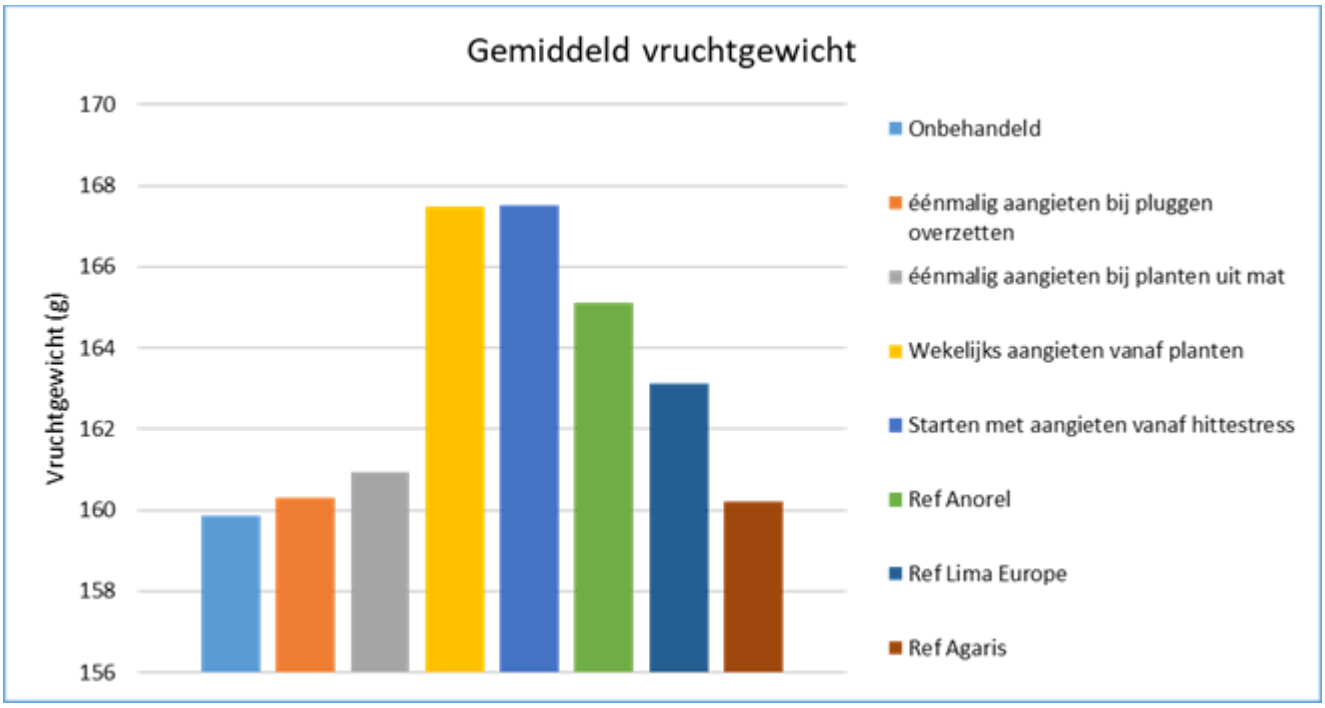
Doorheen de proef is er een minimaal verschil in plantlengte waar te nemen. Op het einde van de proef is er maar 10cm verschil tussen het object met de grootste en het object met de kleinste planten. Dit verschil is niet statistisch significant.

Hoogste tros in bloei

Er is geen verschil waar te nemen in de hoogste tros in bloei tussen de verschillende objecten.

Vruchtgewicht

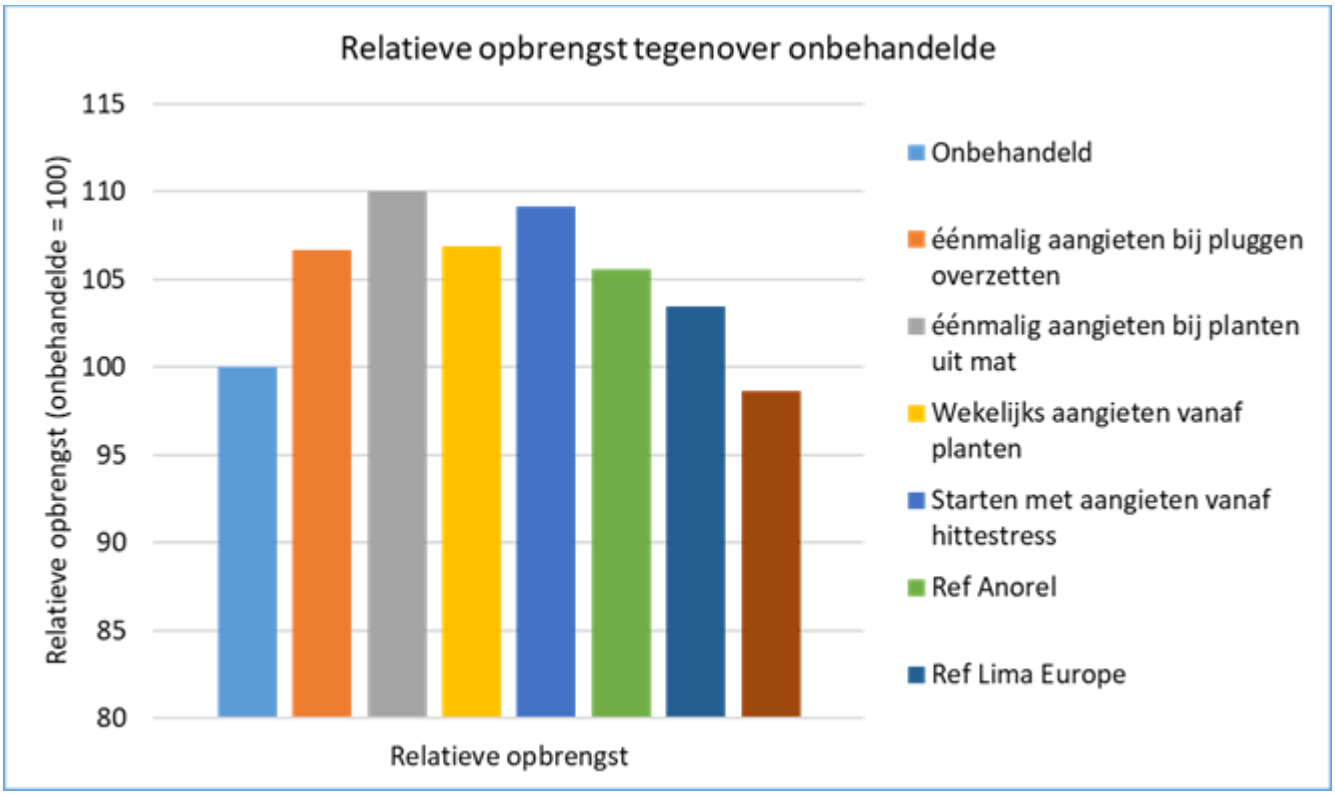
Er is een klein verschil waar te nemen in gemiddeld vruchtgewicht, waarbij het object met wekelijks aangieten van het paprika-extract en starten met aangieten bij hittestress het hoogste vruchtgewicht hebben, gevolgd door de referentie van Anorel, de referentie van Lima Europe en de referentie van Agaris. Deze verschillen zijn niet statistisch significant, niet wanneer het gemiddeld gewicht over de gehele proef bekeken wordt en ook niet wanneer het vruchtgewicht per oogstdatum bekeken wordt. Al bij al is het verschil in vruchtgewicht niet heel groot.



Figuur 2 Gemiddelde vruchtgewicht per behandeling

Productie

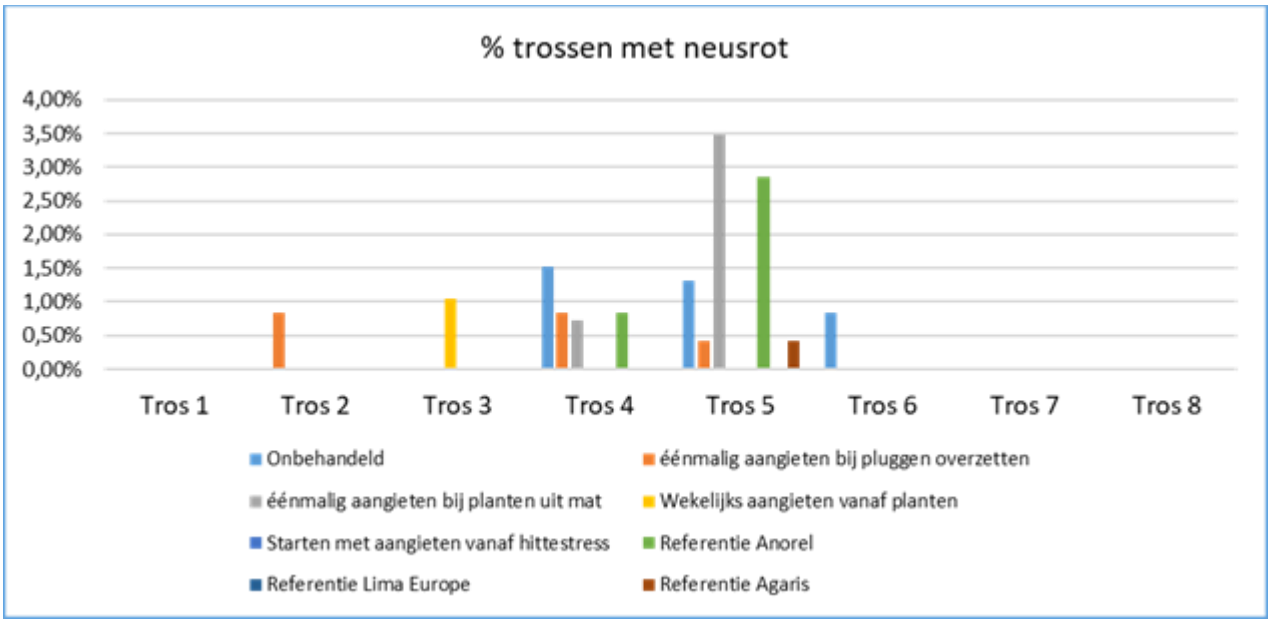
De totale opbrengst is het laagste bij de onbehandelde en de referentie van Agaris. De andere objecten zitten in een gelijkaardige grootteorde waarbij er tussen de 5 en 10% meeropbrengst gegenereerd wordt door het toepassen van het paprika extract en de biostimulanten. . Geen van deze resultaten waren significant. Doorheen alle oogstperiodes was er geen enkel moment waarop een bepaalde behandeling een significant hogere productie opleverde, waardoor ook bij het eindtotaal geen statistisch verschil te zien was.



Figuur 3 Relatieve opbrengst per object tegenover de onbehandelde. De onbehandelde is op 100% gezet.

Neusrot

De analyse van de neusrot leert dat er bij het starten met aangieten vanaf hittestress en de referentie van Lima Europe er geen neusrot gezien is doorheen de proef. Voornamelijk de vierde en vijfde beoordelingstros vertonen neusot, waarbij dit het sterkst waargenomen wordt bij de onbehandelde, het éénmalig aangieten van het paprika extract bij het overzetten van de pluggen en het éénmalig aangieten van het paprika-extract bij planten. Deze trend is niet statistisch significant verschillend van de andere behandelingen.



Figuur 4 Percentage van de geanalyseerde trossen waar neusrot op te zien is per behandeling en per beoordeelde tros.

Conclusie

Uit deze verkennende proeven lijkt het éénmalig aangieten van het paprika-extract weinig meerwaarde te bieden, zowel bij het overzetten van de pluggen als bij het planten op de mat. Het wekelijks aangieten, en aangieten vanaf hittestress lijkt een iets hoger vruchtgewicht, iets minder neusrot en een iets hogere productie te geven. De verschillen binnen deze proef waren echter relatief klein en de variatie relatief groot waardoor verder onderzoek nodig is.

BIOSTIMULANTEN OPVOLGINGSPROEF (PCH – Benedikte Van Heghe)

Proefopzet

Het rode ras Mathieu werd geplant op 5/12/2024 met een stengeldichtheid van 7,1 stengels/m² en plantafstand van 32 cm. De proef lag in een afdeling met meerdere kraanvakken, waardoor de verschillende substraten een aangepaste watergift kunnen krijgen. Er werden twee types biostimulanten getest. Een extract op basis van chicorei (Biostimulant 2) en een extract op basis van komkommerloof (Biostimulant 1). Het chicorei extract werd niet ontwikkeld binnen het Zero Waste project maar kwam veelbelovend uit enkele laboproeven (hoger vruchtgewicht, snellere doorkleuring bij paprika) en past binnen een circulaire land- en tuinbouw. Omdat er bij de prescreeningsproef met biostimulanten die binnen Zero Waste ontwikkeld werden nauwelijks effecten waren, wordt het chicorei extract meegenomen als een vorm van 'positieve controle'. Water is het referentie object in deze proef. De biostimulanten en de referentie werden toegediend op 19/12 (net voor bloei) door 50 ml verdund extract aan te gieten aan de planten. De planten kregen toen 1 beurtje per dag en de behandeling gebeurde net nadat het beurtje gegeven werd, zodat de planten veel tijd hadden om de extracten op te nemen. De toegediende V/V concentratie voor het chicorei- en komkommerextract was respectievelijk 4 en 10%. Dit komt overeen met een droge stofgehalte van 0,30% (V/V) voor komkommer en 0,20% (m/V) voor chicorei. De drie objecten werden getest op zowel steenwol (Cultilène) als een organisch substraat (Growbag Advanced van Klasmann Deilmann). Het vochtgehalte in de substraten werd opgevolgd d.m.v. sensoren om een voor het substraat geoptimaliseerde watergift te realiseren. Er wordt verwacht dat biostimulanten voornamelijk effectief zijn onder stressomstandigheden. Daarom was er voorzien om, indien de natuurlijke omstandigheden van de zomerse periode onvoldoende stress zouden opleveren, aanvullende stress te induceren door de watergift gecontroleerd te reduceren.

De lengte en wortelgroei van de planten werd 1 keer per maand opgevolgd. Er gebeurde drie keer tijdens het groeiseizoen een gewasbeoordeling en vruchtbeoordeling. Bij deze vruchtbeoordeling werden onder andere binnenrot, doorkleuring na bewaring en krimpscheurtjes bekeken. Er werd ook gekeken naar de doorkleuring aan de plant en droge stofgehalte van bladeren en vruchten. Verder werden productie, vruchtgewicht en aantal vruchten opgevolgd. Het vochtgehalte in de matten werd gemonitord d.m.v. CARA MET substraatsensoren.

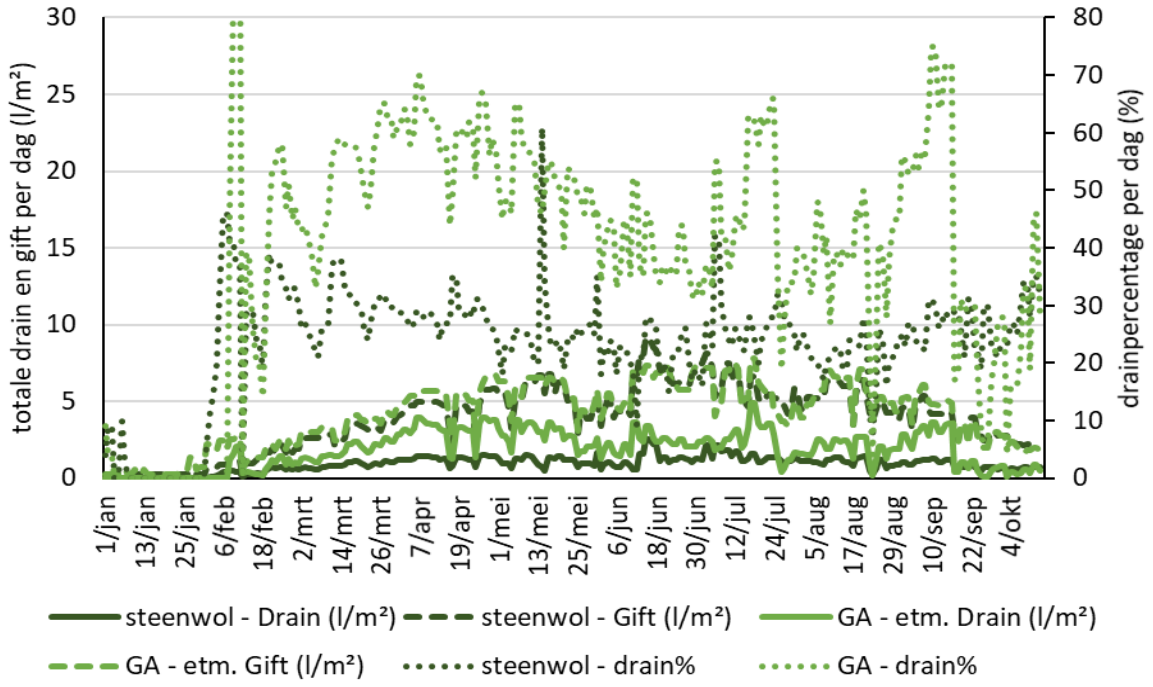
Resultaten en discussie

Watergift

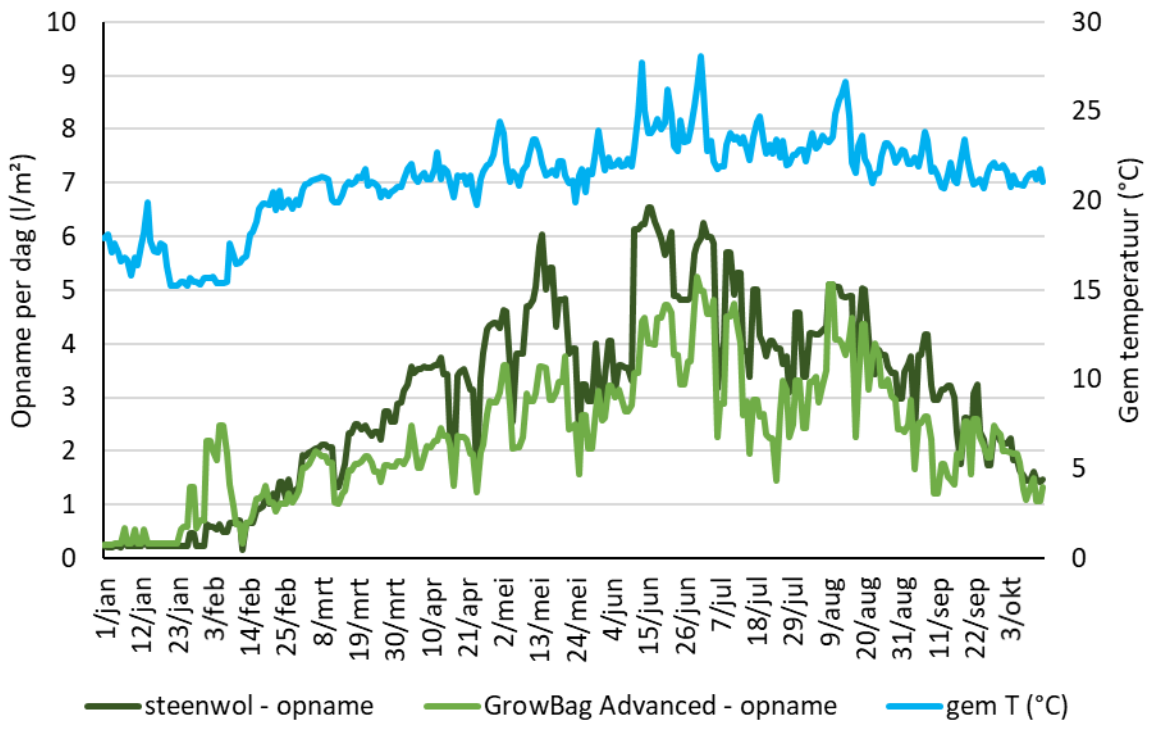
De twee substraten (steenwol van Cultilène en GrowBag Advanced van Klasmann-Deilmann) werden in aparte kraanvakken gelegd die afzonderlijk gestuurd kunnen worden. Ook watergift, drain en drain EC werden apart opgevolgd in deze kraanvakken. Om de watergift zo goed mogelijk aan te passen aan de noden van het substraat, werden beide substraattypes voorzien van elk drie CARA Met substraatsensoren

die het vochtgehalte of 'Volumetric Water Content' (VWC) in de mat en EC opvolgden. De watergift instellingen werden bepaald in overleg met een vertegenwoordiger van Klasmann-Deilmann door regelmatig contact via mail of een fysiek overleg met serrebezoek.

Tijdens de eerste maanden van de proef kregen steenwol en de GrowBag Advanced (GA) dezelfde watergift. In maart en april nam de drain van de GA steeds meer toe, waardoor het drainpercentage te hoog werd. Daarom werd er vanaf begin mei een uur vroeger gestopt met water geven bij de GA. Dit deed het drainpercentage dalen. Bij een overleg begin juli werd vastgesteld dat de opname te laag lag bij de GA en dat deze lagere wateropname mogelijks aan de basis lag voor een 5 g lager vruchtgewicht in die periode bij deze objecten. Op onderstaande grafiek is te zien dat de opname bij de GA vooral op warme dagen te laag is in vergelijking met steenwol. De beurtjes waren waarschijnlijk te groot waardoor de plant geen tijd had om het water uit substraat te onttrekken. Daarom werden er vanaf juli kleinere beurtjes gegeven maar frequenter zodat er nog steeds een aan steenwol vergelijkbare hoeveelheid water gegeven werd. Deze aanpassingen hadden echter niet het gewenste effect en eind juli werd meer ingezet op de oorspronkelijke strategie bij de GA (vroeger stoppen met watergift). Tijdens de zomer was er stress aanwezig in de serre onder de vorm van hitte en bladluis. Desondanks waren er nog steeds nauwelijks effecten van de biostimulanten zichtbaar. Om de verschillen tussen de objecten 'uit te lokken' werd er vanaf 20/08 extra stress toegevoegd in de vorm van droogtestress door te laat te beginnen en vroeger te stoppen met water geven.



Figuur 0-1: Totale dagelijkse drain en gift (in l/m²) en drainpercentage bij steenwol en GrowBag Advanced (GA).



Figuur 0-2: Totale wateropname (l/m²) per dag en gemiddelde temperatuur (°C) in de serre.

Productie

De GrowBag Advanced kwam één week vroeger in productie, de oogstpiek van het eerste zetsel was één week vroeger dan bij de steenwol-objecten. Na enkele weken werd deze voorsprong teniet gedaan doordat het vruchtgewicht bij de GrowBag Advanced iets lager was. Toch zijn er op het einde van de proef geen significante verschillen in totale productie, de objecten met een iets lager vruchtgewicht compenseren dit door meer vruchten aan te maken. Het lagere vruchtgewicht van de GrowBag Advanced werd waarschijnlijk veroorzaakt door een lagere wateropname van de planten op dit substraat, waardoor de vruchten minder water bevatten. Deze hypothese kan echter niet bevestigd worden door de metingen van het droge stofgehalte bij de vruchten, hierbij werden geen significante verschillen opgemerkt.

Tabel 1: Productie (kg/m²), vruchtgewicht (g) en aantal vruchten per m² bij de objecten. Waarden met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar.

Nr	Objectnaam	Productie (kg/m²)	Vruchtgewicht (g)	Aantal vr/m²
1	**Water - Steenwol**	26,1 a	228 ab	115 a
2	**Biostimulant 1 - Steenwol**	24,8 a	229 a	108 a
3	**Biostimulant 2 - Steenwol**	26,5 a	227 ab	117 a
4	**Water - GrowBag Advanced**	26,5 a	224 bc	118 a

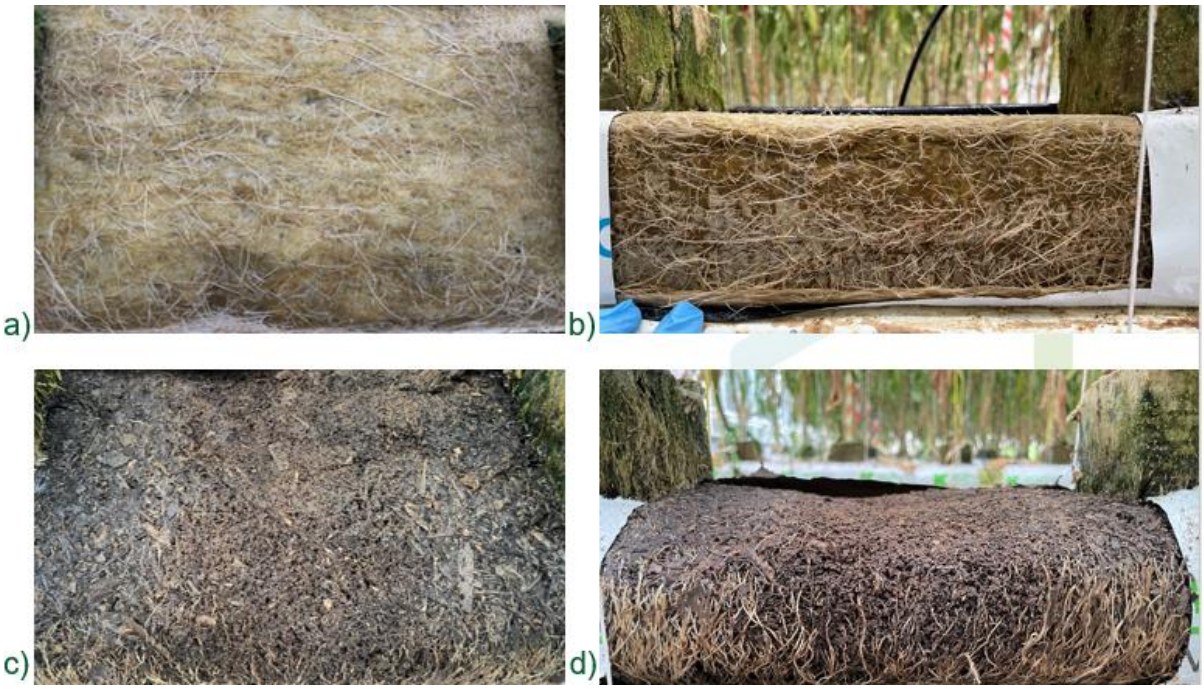
5	**Biostimulant 1 - GrowBag Advanced**	24,4 a	216 d	113 a
6	**Biostimulant 2 - GrowBag Advanced**	25,0 a	219 cd	114 a

Wortelgroei

Bij de beoordeling van de wortelgroei werd maandelijks een score gegeven van 0 (= geen beworteling) tot en met 5 (= volledige wortelbedekking) bij 16 substraatmatten per object aan een opening aan de bovenzijde van de substraten. Bij de organische substraten was er weinig beworteling zichtbaar in bovenaanzicht in vergelijking met steenwol, deze maandelijkse score was significant lager. Tussen de biostimulanten werden geen verschillen in wortelgroei waargenomen.

Tabel 2: Gemiddelde score beworteling bij de zes objecten (gemiddelde van de maandelijkse beoordelingen). Objecten met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar.

Nr	Objectnaam	Score beworteling
1	**Water - Steenwol**	1,8 b
2	**Biostimulant 1 - Steenwol**	2,0 b
3	**Biostimulant 2 - Steenwol**	2,0 b
4	**Water - GrowBag Advanced**	0,4 a
5	**Biostimulant 1 - GrowBag Advanced**	0,5 a
6	**Biostimulant 2 - GrowBag Advanced**	0,3 a



Figuur 0-3: Wortelgroei bij de substraten in bovenaanzicht: (a) steenwol en (c) GrowBag Advanced en zijaanzicht: (b) steenwol en (d) GrowBag Advanced.

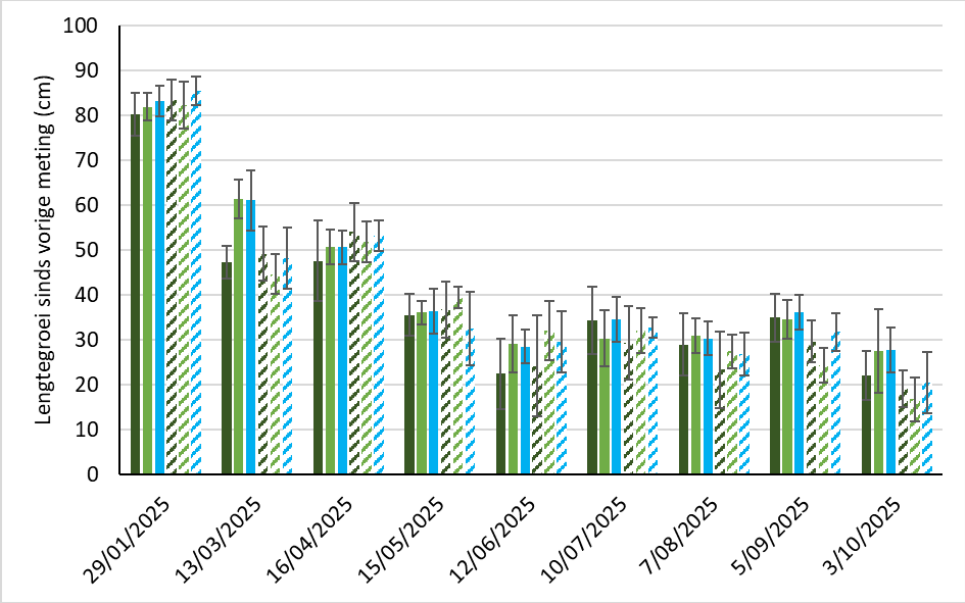
Plantkenmerken

Er werd drie keer een gewasbeoordeling uitgevoerd, hierbij waren geen verschillen zichtbaar tussen de objecten. Bij de maandelijkse gewasregistratie werden lengtegroei, zetting en stamdikte opgevolgd. Bij de **plantlengte** is vast te stellen dat de planten die behandeld werden met biostimulanten significant langer zijn op steenwol in vergelijking met de andere objecten. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan meer groei in februari en maart, in de andere maanden vertonen de zes objecten een vergelijkbare lengtegroei. In de zomermaanden lijken de objecten van de GrowBag Advanced minder te groeien dan de planten op steenwol. Bij de **zetting** worden geen significante verschillen opgemerkt tussen de verschillende objecten. De **stamdikte** van de objecten op eenzelfde substraattype is niet significant verschillend. Vanaf juli lijken de stengels van de planten op de GrowBag Advanced wat dunner. Dit heeft mogelijks te maken met een generatief effect van de lagere wateropname op de planten.

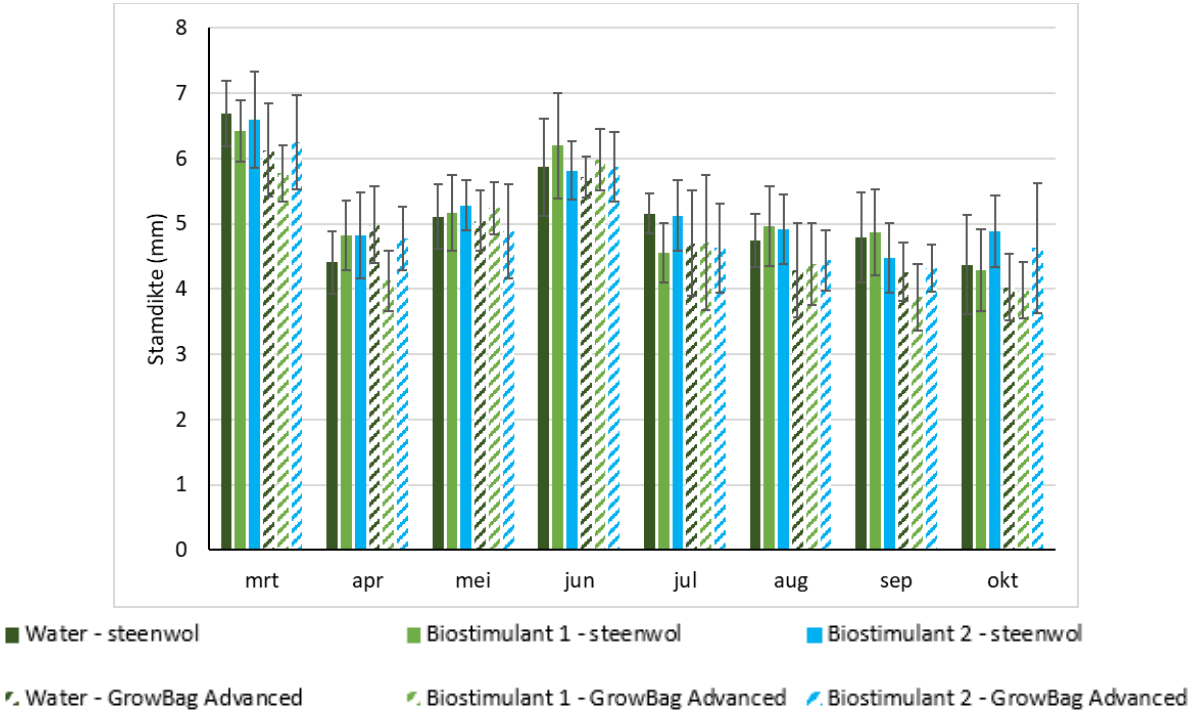
Tabel 3: Totale lengte (cm) en zetting per stengel op het einde van de proef in oktober en de op basis van het lmer model geschatte gemiddelde stamdikte (mm).. Objecten met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend van elkaar.

Nr	Objectnaam	Totale lengte (cm) - okt	Totale zetting per st - okt	Geschatte gem stamdikte (mm)
1	**Water - Steenwol**	352,1 b	18,0 a	5,2 b
2	**Biostimulant 1 - Steenwol**	381,9 a	17,2 a	5,2 ab

3	**Biostimulant 2 - Steenwol**	389,9	a	17,4	a	5,3	b
4	**Water - GrowBag Advanced**	346,5	b	16,7	a	4,9	ab
5	**Biostimulant 1 - GrowBag Advanced**	352,1	b	19,7	a	4,7	a
6	**Biostimulant 2 - GrowBag Advanced**	354,3	b	17,5	a	5,0	ab



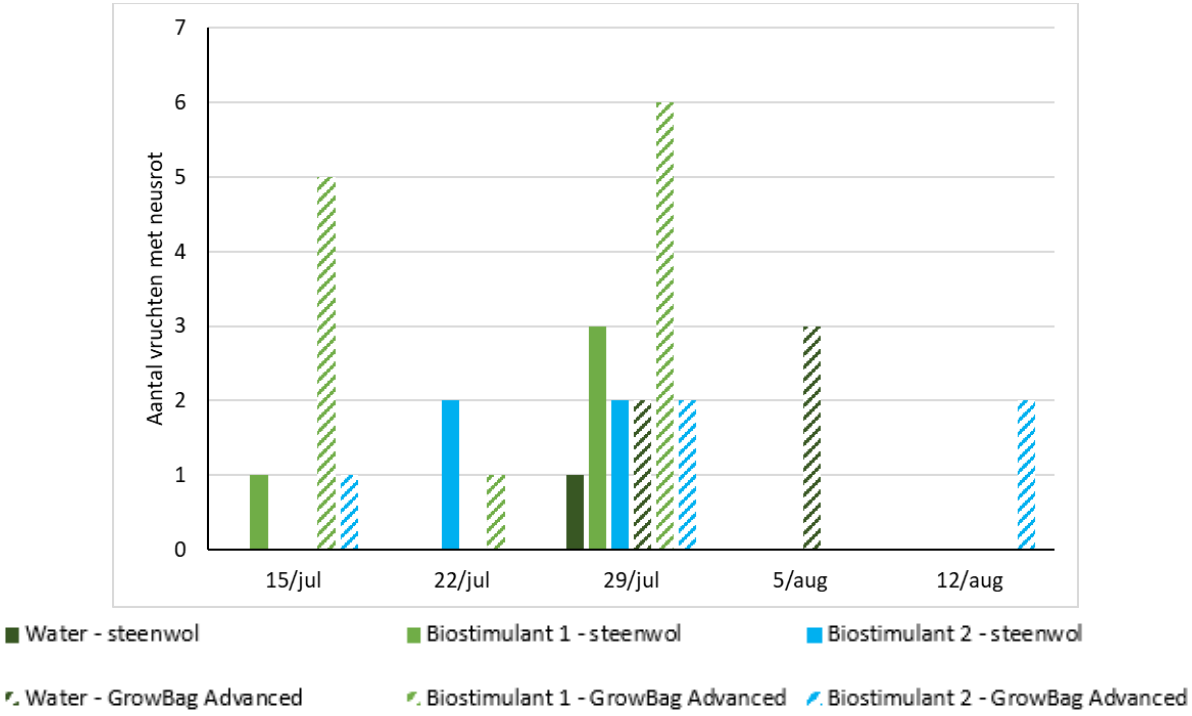
Figuur 0-4: Maandelijkse lengtegroei van de objecten (cm).



Figuur 0-5: Gemiddelde stamdikte van de objecten (mm).

Vruchtkwaliteit

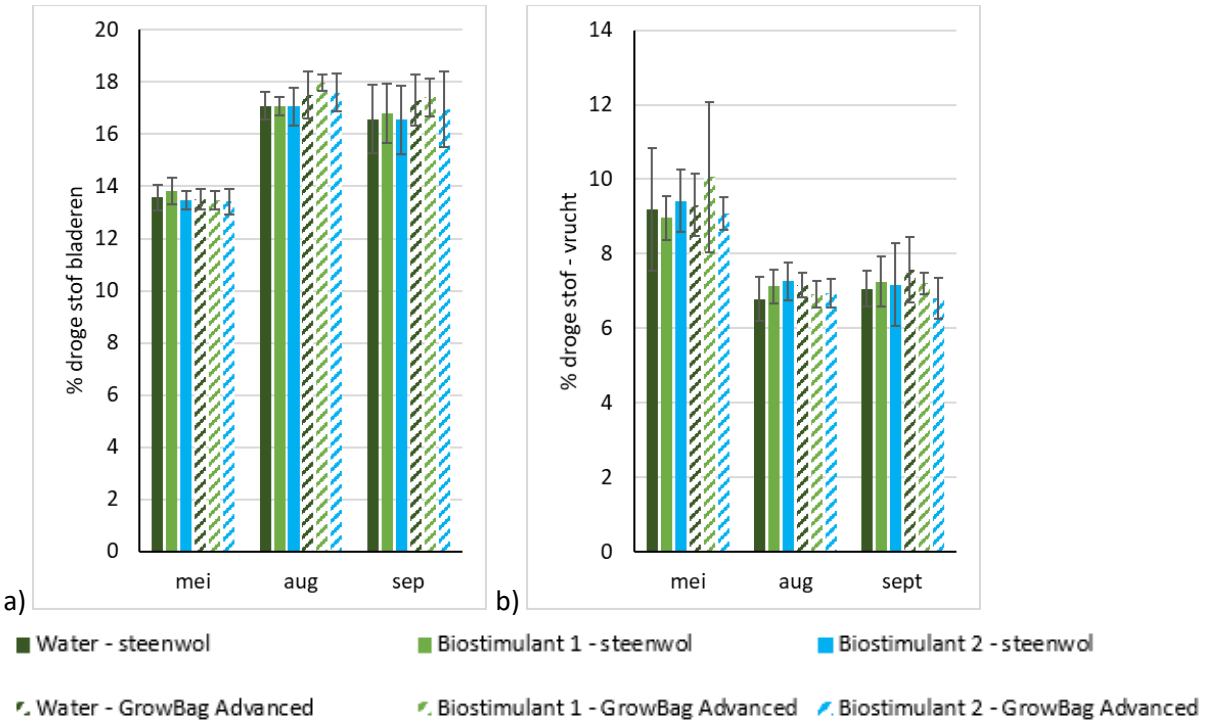
Bij de drie vruchtbeoordelingen werden geen verschillen opgemerkt tussen kleur, glans, houdbaarheid, hardheid, binnenrot en binnengroei van de objecten. Tijdens de zomer werd 5 keer een telling uitgevoerd bij vruchten die net geoogst waren. Hierbij werd het aantal vruchten met brandvlekken, neusrot, rotte stelen en het aantal rotte vruchten geteld bij de objecten. Behalve neusrot werd geen van deze voorgaande zaken waargenomen. In juli was dit bij alle objecten in meerdere of mindere mate aanwezig. Hoewel neusrot zich meer voordeed bij de objecten van de GrowBag Advanced, zijn er geen significante verschillen.



Figuur 0-6: Aantal geoogste vruchten met neusrot per object bij tellingen in juli en augustus. Er werden geen significante verschillen gevonden.

Droge stofgehalte

In mei, augustus en september werd het droge stofgehalte van bladeren en vruchten bepaald. In augustus en september lijken de bladeren van de planten op de GrowBag Advanced een hoger percentage droge stof te bevatten. Dit ligt in lijn met de verwachtingen, de wateropname was lager bij dit substraattype. Er werden echter geen significante verschillen gevonden.



Figuur 0-7: % droge stof van de bladeren (a) en vruchten (b) bij de zes objecten. Er werden geen significante verschillen teruggevonden.

Doorkleuring

In mei en augustus werd de doorkleuringssnelheid van de vruchten aan de plant opgevolgd. Dit gebeurde door 20 vruchten per object op te volgen. Om de twee of drie dagen werd een inschatting gemaakt van hoe veel iedere vrucht was doorgekleurd (0 – 100%) totdat alle vruchten volledig doorgekleurd waren. Er werden geen significante verschillen teruggevonden.

Nr	Objectnaam	Gem % doorkleuring per dag - mei	Gem % doorkleuring per dag - augustus
1	**Water - Steenwol**	8,9% a	7,8% a
2	**Biostimulant 1 - Steenwol**	6,4% a	8,4% a
3	**Biostimulant 2 - Steenwol**	7,6% a	8,2% a
4	**Water - GrowBag Advanced**	8,5% a	7,8% a
5	**Biostimulant 1 - GrowBag Advanced**	7,7% a	7,8% a
6	**Biostimulant 2 - GrowBag Advanced**	8,9% a	8,0% a

Conclusie

In deze serreproef werd de invloed van twee biostimulanten onderzocht op de plant- en wortelgroei, productie, doorkleuring en vruchtkwaliteit van het paprikaras Mathieu, geteeld op zowel een inert (steenwol) als organisch substraat (GrowBag Advanced). Ondanks de natuurlijke en geïnduceerde stressomstandigheden (hitte, bladluis, en gecontroleerde droogtestress), bleven de effecten van de biostimulanten minimaal. Planten die behandeld werden met biostimulanten zijn significant langer op steenwol in vergelijking met niet-behandelde planten op steenwol en planten die groeien op de GrowBag Advanced, voornamelijk door meer groei in februari en maart. Het komkommer extract lijkt een lager vruchtgewicht te veroorzaken bij de GrowBag Advanced, maar zonder significante invloed op de productie. Verder werden geen significante effecten van de biostimulanten vastgesteld. Aangezien het positieve effect van het chicorei-extract tijdens de laboproeven niet bevestigd kan worden in deze serreproef, is er meer onderzoek nodig om te bepalen of er betere resultaten behaald worden met een andere toedieningswijze, een hogere dosering en door herhaaldelijk toedienen van de biostimulanten.

Tussen de substraten waren verschillen merkbaar in wateropname; deze was lager bij de GrowBag Advanced. Tijdens de proef werden verschillende strategieën uitgevoerd om de wateropname van dit substraattype te verhogen, hierbij was vroeger stoppen met water geven het meest effectief. Meer onderzoek is nodig om deze watergift strategie voor de GrowBag Advanced verder te optimaliseren. Hoewel de lagere wateropname zorgde voor een lager vruchtgewicht, was er geen significant productieverschil. Daarnaast hadden de planten van de GrowBag Advanced iets dunnere stengels, waarschijnlijk door een generatief effect van de lagere wateropname. Wat betreft de wortelgroei vertoonde steenwol meer wortels in bovenaanzicht.

VOORLOPIGE CONCLUSIE BIOSTIMULANTEN

Inagro, PSKW, PCH en UGent verkenden binnen het VLAIO-project Zero-Waste hoe we reststromen serreloof van tomaat, paprika en komkommer hoogwaardig kunnen valoriseren. Eén piste is het extraheren van bio-actieve componenten uit het serreloof en deze te screenen op activiteit als biostimulant of bionematicide.

De biostimulantwerking van extracten werd op laboschaal onderzocht via *in vitro* Arabidopsis-rootassays en kleinschalige praktijkproeven. Extracten van komkommer, paprika en tomaat werden getest in verschillende doses (0,4%, 0,1%, 0,02%) en extractiemethoden (ultrasonication, hoge druk, autoclavering in buffer of zuur milieu). De resultaten tonen dat geautoclaveerde extracten, vooral in buffer, een significante stimulatie van adventieve wortelvorming en vergroting van het bladoppervlak veroorzaken. Extracten van komkommer vertoonden de meest consistente positieve effecten op wortelarchitectuur (adventieve en laterale wortels) en shoot area, met name bij extractie via ultrasonication gecombineerd met hoge druk (US 100°C, 50 bar, 30 min). Paprika- en tomaatextracten gaven slechts beperkte stimulatie, voornamelijk op bovengrondse biomassa.

Er werd geen significante correlatie gevonden tussen TPC en biostimulantactiviteit, wat suggereert dat fenolen niet de primaire bioactieve componenten zijn. De extractiemethode blijkt cruciaal: verhitting en hoge druk verhogen de extractie-efficiëntie van biostimulantcomponenten, terwijl koken in water de activiteit reduceert. Op basis van deze resultaten werden extracten geselecteerd voor verdere validatie in gecontroleerde teeltomstandigheden (Agrotopia), waarbij dosering en stikstofcorrectie nog geoptimaliseerd moeten worden.

In Agrotopia (Inagro) en opvolgingsproeven in serres (PSKW en PCH) konden deze positieve labresultaten niet bevestigd worden. Zowel bij tomaat, paprika als komkommer werden geen consistente, significante verbeteringen vastgesteld in planthoogte, beworteling, vruchtzetting of opbrengst ten opzichte van de watercontrole. Ook commerciële referenties gaven geen duidelijke meerwaarde onder de lage-stressomstandigheden van de proeven.

De afwezigheid van duidelijke effecten kan te maken hebben met:

- Toepassingswijze: enkel aangieten of dompelen is mogelijk onvoldoende; bladbespuiting of fertigatie kan beter werken.
- Timing en frequentie: éénmalige toepassing bij opstart is waarschijnlijk niet optimaal; herhaalde dosering of toepassing in stressmomenten kan nodig zijn.
- Concentratie: de gebruikte dosissen waren mogelijk te laag om een effect te genereren.
- Teeltomstandigheden: een optimaal klimaat reduceert de nood aan biostimulanten; effecten komen vaak pas tot uiting onder stress.

DEEL II BIONEMATICIDEN

DOELSTELLING ONDERZOEK BIONEMATICIDEN (UGent – Tina Kyndt)

Dit onderzoek evalueert of afvalstromen uit de glastuinbouw kunnen worden ingezet als nieuwe middelen tegen plant-parasitaire nematoden. Daarom werden afvalstromen van komkommer, tomaat en paprika geëxtraheerd met verschillende extractiemiddelen en procedures. In-vitro testen van deze extracten vormden een eerste screening van hun potentiële nematicide werking. De meest succesvolle extracten werden getest in plantenproeven op rijst en tomaat om hun potentieel als stimuli van 'geïnduceerde resistentie' te evalueren.

BIONEMATICIDEN LABORESULTATEN (UGent – Tina Kyndt)

Materiaal en methoden

Extracten werden bereid uit afvalstromen van de glastuinbouw, namelijk tomatenstengels en -bladeren (*Solanum lycopersicum*), komkommerbladeren (*Cucumis sativus*) en paprikastengels en -bladeren (*Capsicum annuum*). De bereiding van de extracten werd uitgevoerd zoals beschreven in ... .

Extractie van infectieve juveniel stadium 2 (J2) wortelknobbelaaltjes
Meloidogyne graminicola werd geëxtraheerd uit geïnfecteerde wortels van *Echinochloa crus-galli.* *Meloidogyne incognita* werden geëxtraheerd uit geïnfecteerde wortels van *Solanum lycopersicum*.

Nematicide testen in vitro
Het nematicide effect van de extracten werd beoordeeld met behulp van *Meloidogyne graminicola* of *Meloidogyne incognita*, afhankelijk van de beschikbaarheid van aaltjes. De sterfte van J2 aaltjes werd beoordeeld vóór blootstelling en na 48 uur blootstelling aan het extract. Daarnaast werden sommige extracten verdund in verhoudingen van 1/10, 1/100 en/of 1/1000 vóór de test, omwille van de troebelheid van de extracten en om een dosis-respons effect te onderzoeken.

Resistentie-inductie in plantenproeven
Oryza sativa cv. Nipponbare (rijst)
Infectie-experimenten in rijst werden uitgevoerd zoals beschreven in Chavan, S. N. *et al.* (Dehydroascorbate induces plant resistance in rice against root-knot nematode Meloidogyne graminicola. *Mol Plant Pathol* **23**, 1303–1319 (2022)). Aan alle oplossingen werd 0,001 v% Tween20 toegevoegd. De behandeling werd uitgevoerd tot afdruipen en per behandeling werden acht planten geëvalueerd. Eén dag na de behandeling werden de wortels van de planten geïnoculeerd met 250 J2's

per plant. Twee weken na inoculatie met aaltjes werden gallen geteld in geïnfecteerde rijstwortels met behulp van de acid fuchsine-kleuringstechniek.

*Solanym locypersicum c*v. Moneymaker (tomaat)

Na kieming en overplaatsing naar zand: grond-substraat werden de planten gedurende twee weken opgekweekt voordat ze behandeld werden met extract, K-buffer of water als negatieve controle. Aan alle oplossingen werd 0,001 v% Tween20 toegevoegd. De behandeling werd uitgevoerd tot afdruipen en per behandeling werden acht planten geëvalueerd. Drie dagen na de behandeling werden de wortels van de planten geïnoculeerd met 250 J2's per plant. Achtentwintig dagen na inoculatie werden de planten geoogst door de bovengrondse delen af te snijden, te drogen en te wegen, en de wortels te reinigen en op te slaan. De wortels werden bewaard in een 1:1 (v:v) ethanol:glycerol mengsel vóór telling met behulp van een binoculaire microscoop.

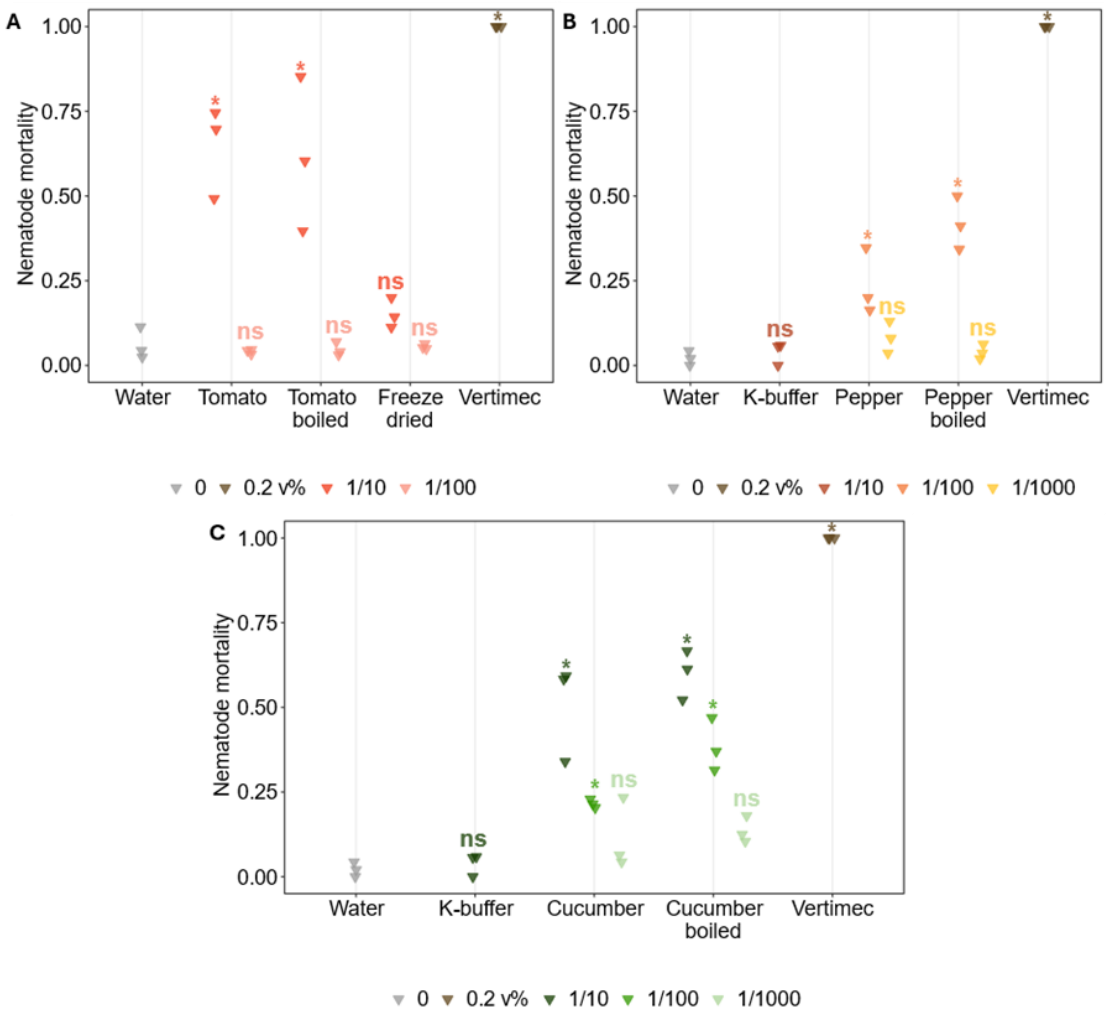
Resultaten

Extracten van tomaat-, komkommer- en paprika-afval uit de glastuinbouw vertonen nematicidale effecten op wortelknobbelaaltjes.

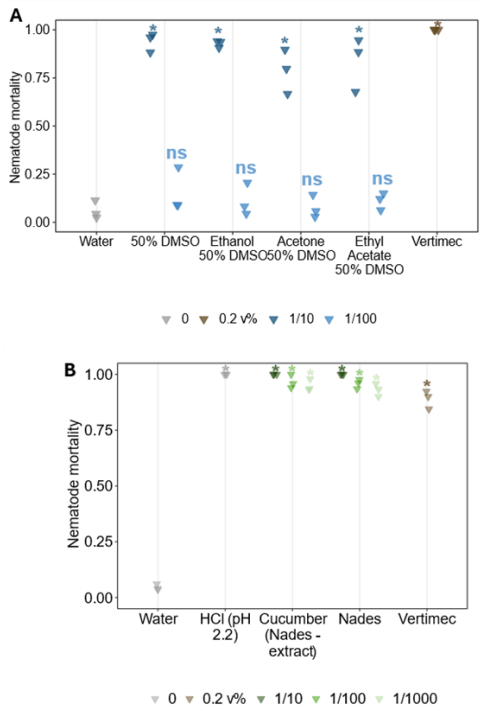
Glastuinbouwafval van tomaat, komkommer en paprika werd geëxtraheerd. Verschillende varianten met betrekking tot extractietemperatuur, -druk, -tijd en pH werden doorgevoerd (Tabel 1). Extractie met de K-buffer methode, aangevuld met een extra kookstap, leverde extracten op met de sterkste nematicide effecten voor alle drie de afvalstromen: tomatenstengels en -bladeren, paprikastengels en -bladeren, en komkommerbladeren (respectievelijk ZWT014B1, ZWP014B1 en ZWC014B1) (Figuur 1A, 1B en 1C). Vervolgens werd het tomatenextract gevriesdroogd. Vergelijking tussen het niet-gevriesdroogde (ZWT013B1) en het gevriesdroogde (ZWT002B1) extract toonde een significante afname in werkzaamheid aan (Figuur 1A en Tabel 1). De komkommer en paprika extracten leveren een duidelijke dosis-respons curve, terwijl dit voor de tomatenextracten niet het geval is.

Aangezien komkommerbladeren de meest overvloedige bron van glastuinbouwafval vormden, werd aanvullend onderzoek gedaan met behulp van verschillende extractiemiddelen (Figuur 2). Komkommerbladeren werden geëxtraheerd met ethanol, aceton of ethylacetaat. Na verdamping van het organisch oplosmiddel werden de extracten opnieuw opgelost in 10 ml van een mengsel van DMSO:water (1:1 v:v) en getest op hun nematicide werking (Figuur 2A). De aanwezigheid van DMSO veroorzaakte echter al sterfte bij aaltjes, waardoor het niet mogelijk was om conclusies te trekken over de extracten gemaakt met ethanol, aceton of ethylacetaat.

Daarnaast werden komkommerextracten bereid met een natuurlijk diep eutectisch oplosmiddel (NADES) en geëvalueerd op hun effect op aaltjes (Figuur 2B). Het is duidelijk dat het NADES-extract van komkommer een nematicide effect vertoont, vergelijkbaar met dat van het oplosmiddel zelf. Als negatieve controle werd een waterige HCl-oplossing toegevoegd, aangepast aan de pH van het NADES-oplosmiddel, die een uitgesproken nematicide effect vertoonde. Deze observatie verklaart mogelijk de effecten die werden waargenomen bij zowel het komkommer-NADES-extract als het oplosmiddel zelf.



Figuur 1 – Nematicide activiteit van de meest effectieve extracten uit tomaat-, komkommer- of paprika-afvalstromen uit de glastuinbouw. Waterbehandeling werd gebruikt als negatieve controle, terwijl Vertimec (werkzame stof = abamectine; 0,2 v%) werd gebruikt als positieve controle. Alle behandelingen werden binnen hetzelfde experiment vergeleken met de waterbehandeling. P-waarden < 0,05 werden als statistisch significant beschouwd. **(A)** Nematicide effect van tomatenextracten tegen *M. incognita*. Tomatenstengels en -bladeren werden geëxtraheerd met K-buffer (Tomaat – ZWT013B1) en er werd een extra kookstap toegevoegd (Tomaat gekookt – ZWT014B1). Na extractie met K-buffer werd het extract gevriesdroogd (Gevriesdroogd – ZWT002B1). Extracten werden verdund 1/10 en 1/100 met leidingwater. (n = 3). **(B)** Nematicide effect van paprika-extracten tegen *M. graminicola*. Paprikabladeren en -stengels werden geëxtraheerd met K-buffer (Paprika – ZWP013B1) en er werd een extra kookstap toegevoegd (Paprika gekookt – ZWP014B1). K-buffer werd toegevoegd als extra negatieve controle. Extracten werden verdund 1/10, 1/100 en 1/1000 met leidingwater. De minst verdunde extracten (1/10) waren echter te troebel om te beoordelen. **(C)** Nematicide effect van komkommerextracten tegen *M. graminicola*. Komkommerbladeren werden geëxtraheerd met K-buffer (Komkommer – ZWC013B1) en er werd een extra kookstap toegevoegd (Komkommer gekookt – ZWC014B1). K-buffer werd toegevoegd als extra negatieve controle. Extracten werden verdund 1/10, 1/100 en 1/1000 met leidingwater. (n = 3)
ns = niet significant



Figuur 2 – Alternatieve extractie van komkommerbladeren leidt tot een sterk nematicide effect op *M. incognita*. Waterbehandeling werd gebruikt als negatieve controle, terwijl Vertimec (werkzame stof = abamectine; 0,2 v%) werd gebruikt als positieve controle. Alle behandelingen werden binnen hetzelfde experiment vergeleken met de waterbehandeling. P-waarden < 0,05 werden als statistisch significant beschouwd. (A) Komkommerbladeren werden geëxtraheerd met ethanol, aceton en ethylacetaat. Na verdamping van deze organische oplosmiddelen werden de extracten opnieuw opgelost in 10 ml van een DMSO:leidingwater (1:1 v/v) oplossing. De extracten werden vóór de test verdund in verhoudingen van 1/10 en 1/100 met leidingwater. Als extra controle werd een oplossing van DMSO:leidingwater (1:1 v/v) toegevoegd.(B) Komkommerbladeren werden geëxtraheerd met een natuurlijk diep eutectisch oplosmiddel (Komkommer (NADES-extract)). Zowel het komkommerextract met NADES als het NADES-oplosmiddel zelf werden getest op hun nematicide activiteit. Een HCl-oplossing met dezelfde pH (pH = 2,2) werd ook getest. Extracten werden vóór de test verdund in verhoudingen van 1/10, 1/100 en 1/1000 met leidingwater.
ns = niet significant

Tabel 1 – Overzicht van codes en resultaten van extracten uit komkommer-, tomaat- of paprika-afval uit de glastuinbouw. Extracten werden getest bij concentraties van 1, 0,1 of 0,01 g/L voor gevriesdroogde poeders en bij verdunningen met leidingwater van 1/10, 1/100 of 1/1000 voor vloeibare extracten. **NA**: niet getest. **NC**: niet telbaar. Waarden in cursief met een asterisk (*) geven moeilijkheden bij het tellen aan als gevolg van de troebelheid van de oplossing, wat de nematicide activiteit kunstmatig verhoogt. **Buffer** = 100 mM K-buffer; **P** = poeder; **L** = vloeibaar; **NC** = niet duidelijk; **RM** = kamertemperatuur; **US** =ultrasonicatie

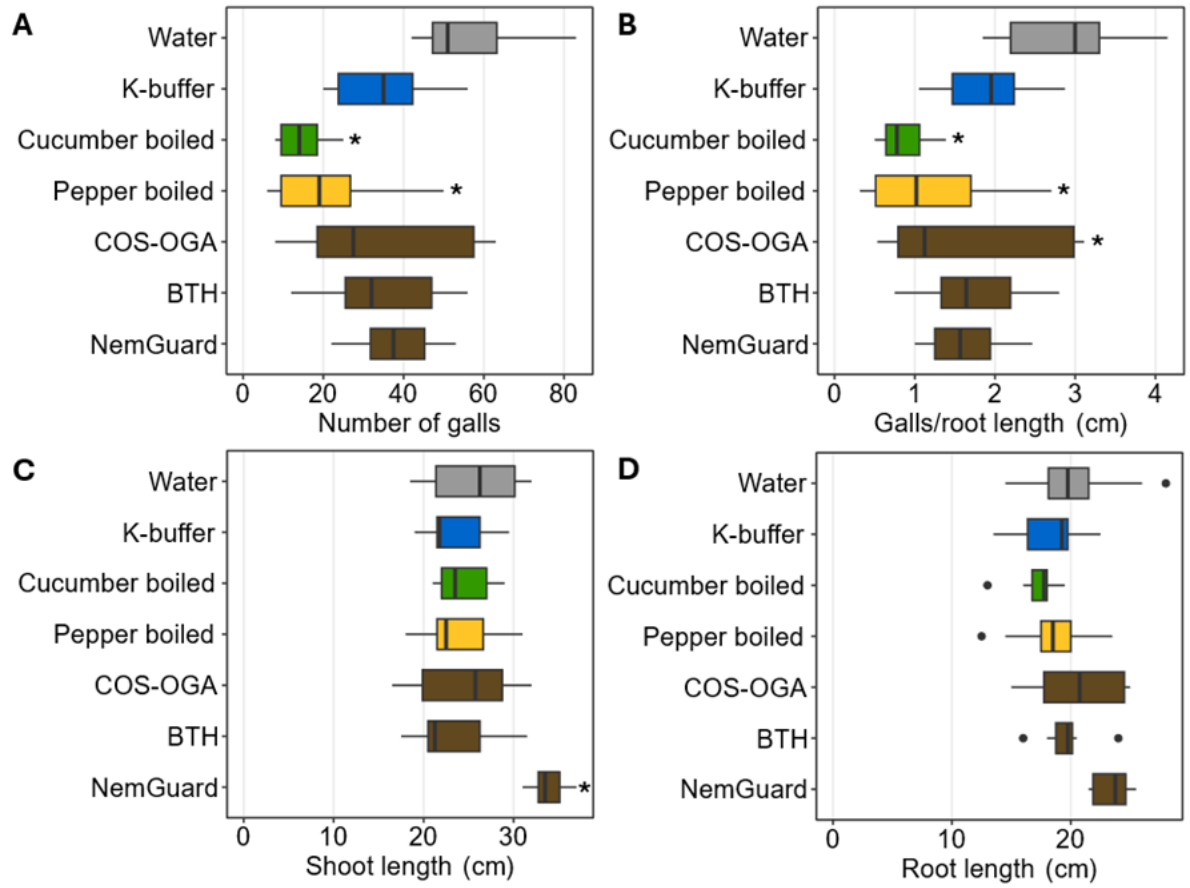
Code	Material	Extraction method	P/L	1 g/L	0.1 g/L	0.01 g/L
ZWP001B1	Pepper	Juice	P	NA	NA	NA
ZWP002B1	Pepper	Buffer extract (4°C)	P	NA	10.80	NA
ZWP003B1	Pepper	Buffer extract (RM)	P	NA	11.70	NA
ZWP004B1	Pepper	Water extract (RM)	P	NA	25.30	NA
ZWP005B1	Pepper	Water extract (50°C)	P	NA	28.30	NA
ZWP006B1	Pepper	Water extract (80°C)	P	NA	16.80	NA
ZWP007B1	Pepper	Acidified extract (pH 2)	P	NA	*78.90**	NA
ZWP008B1	Pepper	Acidified extract (pH 4)	P	NA	20.20	NA
ZWP009B1	Pepper	Autoclave water	P	NA	0.00	10.26
ZWP010B1	Pepper	Autoclave acidified (pH 2)	P	NA	7.42	23.04
ZWP011B1	Pepper	Autoclave acidified (pH 4)	P	NA	16.95	0.00
ZWP012B1	Pepper	Autoclave buffer	P	NA	10.87	5.63
				1/10	**1/100**	**1/1000**
ZWP013B1	Pepper	Buffer extract (4°C)	L	NC	23.65	7.95
ZWP014B1	Pepper	Buffer extract (4°C) boiled	L	NC	42.65	3.90
ZWP015B1	Pepper	US 50C 50P 30 min	L	NC	26.93	NA
ZWP016B1	Pepper	US 50C 50P 30 min boiled	L	NC	11.40	NA
ZWP017B1	Pepper	US 50C 100P 30 min	L	NC	8.35	NA
ZWP018B1	Pepper	US 50C 100P 30 min boiled	L	NC	14.66	NA
ZWP019B1	Pepper	US 100C 100P 30 min	L	NC	12.88	NA
ZWP020B1	Pepper	US 100C 100P 30 min boiled	L	NC	21.96	NA
ZWP021B1	Pepper	US 100C 50P 30 min	L	NC	23.35	NA
ZWP022B1	Pepper	US 100C 50P 30 min boiled	L	NC	36.24	NA
ZWP000	Pepper	Blank (0.1 M pH 6.5 buffer)	L	3.85	NA	NA
ZWT000	Tomato	Blank (0.1 M pH 6.5 buffer)		9.25	NA	NA
ZWT001B1	Tomato	Juice	P	9.77	*72.00**	NA
ZWT002B1	Tomato	Buffer extract (4°C)	P	3.26	9.50	NA
ZWT003B1	Tomato	Buffer extract (RM)	P	9.14	22.10	NA
ZWT004B1	Tomato	Water extract (RM)	P	4.07	39.50	NA
ZWT005B1	Tomato	Water extract (50°C)	P	3.20	33.90	NA
ZWT006B1	Tomato	Water extract (80°C)	P	10.71	17.50	NA
ZWT007B1	Tomato	Acidified extract (pH 2)	P	14.08	28.10	NA
ZWT008B1	Tomato	Acidified extract (pH 4)	P	8.33	21.80	NA
ZWT009B1	Tomato	Autoclave water	P	NA	NA	NA

ZWT010B1	Tomato	Autoclave acidified (pH 2)	P	NA	NA	NA
ZWT011B1	Tomato	Autoclave acidified (pH 4)	P	NA	NA	NA
ZWT012B1	Tomato	Autoclave buffer	P	NA	NA	NA
				1/10	1/100	1/1000
ZWT013B1	Tomato	Buffer extract (4C)	L	64.5	4.14	NA
ZWT014B1	Tomato	Buffer extract (4C) boiled	L	67.16	4.89	NA
ZWC000	Cucumber	Blank (0.1 M pH 6.5 buffer)		NA	NA	NA
ZWC001B1	Cucumber	Juice	P	NA	NA	NA
ZWC002B1	Cucumber	Buffer extract (4°C)	P	NA	NA	NA
ZWC003B1	Cucumber	Buffer extract (RM)	P	NA	NA	NA
ZWC004B1	Cucumber	Water extract (RM)	P	NA	NA	NA
ZWC005B1	Cucumber	Water extract (50°C)	P	NA	NA	NA
ZWC006B1	Cucumber	Water extract (80°C)	P	NA	NA	NA
ZWC007B1	Cucumber	Acidified extract (pH 2)	P	NA	NA	NA
ZWC008B1	Cucumber	Acidified extract (pH 4)	P	NA	NA	NA
ZWC009B1	Cucumber	Autoclave water	P	NA	NA	NA
ZWC010B1	Cucumber	Autoclave acidified (pH 2)	P	NA	NA	NA
ZWC011B1	Cucumber	Autoclave acidified (pH 4)	P	NA	NA	NA
ZWC012B1	Cucumber	Autoclave buffer	P	NA	NA	NA
				1/10	1/100	1/1000
ZWC013B1	Cucumber	Buffer extract	L	*50.70*	21.50	11.40
ZWC014B1	Cucumber	Buffer extract boiled	L	*60.30*	38.22	13.60
ZWC015B1	Cucumber	US 50°C 50P 30 min	L	2.80	4.18	0.00
ZWC016B1	Cucumber	US 50°C 50P 30 min boiled	L	0.00	0.62	1.40
ZWC017B1	Cucumber	US 50°C 100P 30 min	L	23.70	19.06	2.12
ZWC018B1	Cucumber	US 50°C 100P 30 min boiled	L	*24.80**	0.00	0.00
ZWC019B1	Cucumber	US 100°C 100P 30 min	L	19.42	3.00	6.25
ZWC020B1	Cucumber	US 100°C 100P 30 min boiled	L	0.95	4.32	1.17
ZWC021B1	Cucumber	US 100°C 50P 30 min	L	32.60	2.73	3.09
ZWC022B1	Cucumber	US 100°C 50P 30 min boiled	L	*49.40**	13.83	3.22
ZWC023B1	Cucumber	US 100°C 50P 15 min	L	NA	NA	NA
ZWC024B1	Cucumber	US 100°C 50P 15 min boiled	L	NA	NA	NA
ZWC025B1	Cucumber	US 50°C 100P 15 min	L	58.17	0.00	0.00
ZWC026B1	Cucumber	US 50°C 100P 15 min boiled	L	54.85	0.00	0.00
ZWC027B1	Cucumber	US 100°C 100P 15 min	L	67.43	4.41	0.81
ZWC028B1	Cucumber	US 100°C 100P 15 min boiled	L	3.08	0.00	0.61
ZWC029B1	Cucumber	Water extract	L	NA	NA	NA
ZWC030B1	Cucumber	Water extract boiled	L	NA	NA	NA
ZWC032B1	Cucumber	US 50°C 100P 30 min water	L	NA	NA	NA

ZWC033B1	Cucumber	US 50°C 100P 30 min boiled water	L	NA	NA	NA
ZWC034B1	Cucumber	buffer extract (100 bar, 120°C)	L	NA	NA	NA
ZWC013B2	Cucumber	Buffer extract	L	26.49	19.05	NA
ZWC014B2	Cucumber	Buffer extract boiled	L	21.09	39.19	NA
ZWC021B2	Cucumber	US 100°C 50P 30 min	L	10.22	7.91	NA
ZWC022B2	Cucumber	US 100°C 50P 30 min boiled	L	27.81	10.61	NA
ZWC025B2	Cucumber	US 50°C 100P 15 min	L	23.53	28.95	NA
ZWC026B2	Cucumber	US 50°C 100P 15 min boiled	L	20.27	29.32	NA
ZWC027B2	Cucumber	US 100°C 100P 15 min	L	27.34	16.79	NA
ZWC028B2	Cucumber	US 100°C 100P 15 min boiled	L	37.42	27.27	NA
ZWC029B2	Cucumber	Water extract	L	34.59	28.37	NA
ZWC030B2	Cucumber	Water extract boiled	L	24.26	15.08	NA
ZWC031B2	Cucumber	Water extract (50 bar, 80°C)	L	NA	NA	NA
ZWC017B2	Cucumber	US 50°C 100P 30 min buffer	L	NA	NA	NA
ZWC018B2	Cucumber	US 50°C 100P 30 min boiled buffer	L	NA	NA	NA
ZWC032B2	Cucumber	US 50°C 100P 30 min water	L	NA	NA	NA
ZWC033B2	Cucumber	US 50°C 100P 30 min boiled water	L	NA	NA	NA
ZWC034B2	Cucumber	Buffer extract (100 bar, 120℃)	L	NA	13.61	NA

Extracten van komkommer- en paprika-afval uit de glastuinbouw kunnen resistentie opwekken tegen wortelknobbelaaltjes in zowel rijst als tomaat.

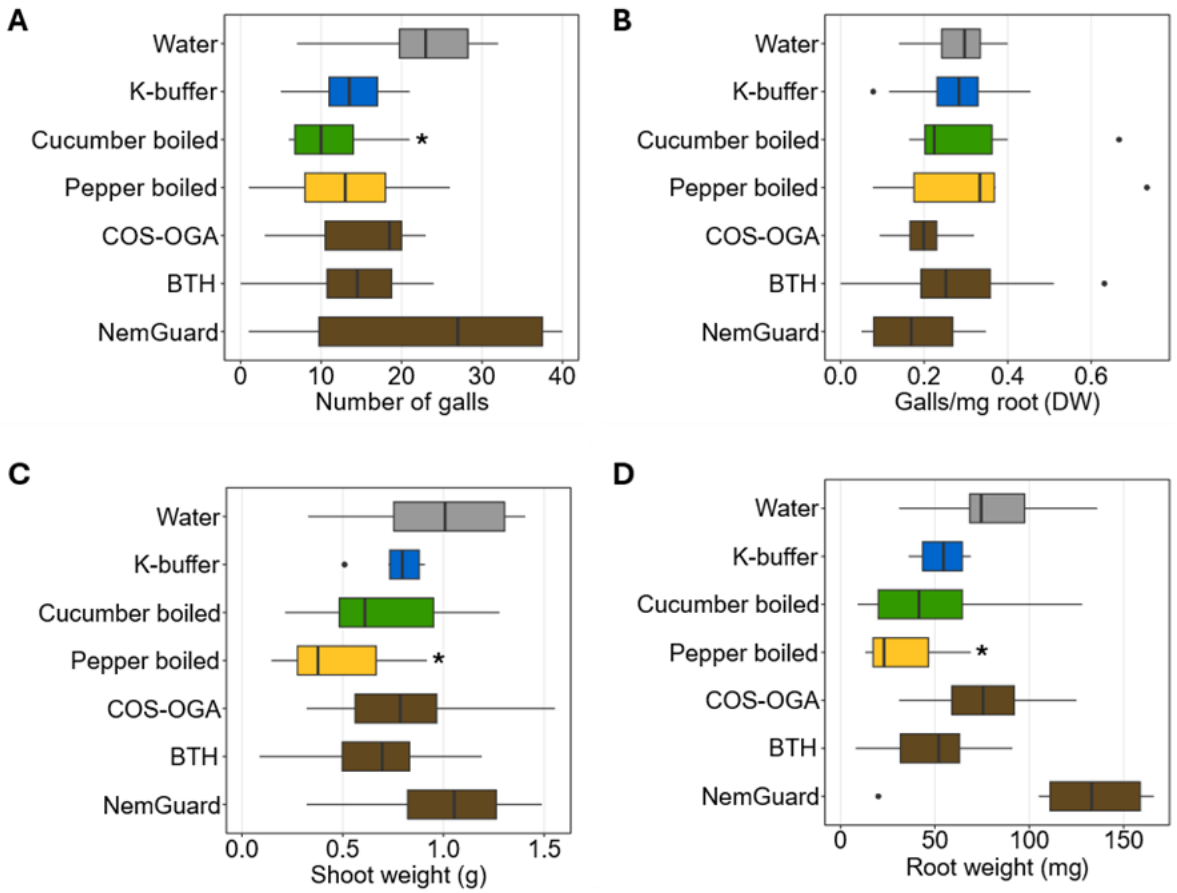
Op basis van de beschikbaarheid van glastuinbouwafval in combinatie met duidelijke nematicide effecten, zelfs bij verdunnning (Figuur 1), werden de gekookte extracten van komkommer en paprika (respectievelijk ZWC014B1 en ZWP014B1) geselecteerd om hun potentieel als nieuwe resistentie-opwekkende middelen te testen in zowel rijst (Figuur 3) als tomaat (Figuur 4). Uit de resultaten blijkt dat beide extracten resistentie opwekken in rijst tegen *M. graminicola* (p-waarden = 0,00025 en 0,00417 respectievelijk) (Figuur 3A en Figuur 3B). De extracten presteren even goed of beter dan commerciële referentieproducten, namelijk COS-OGA, BTH en NemGuard. Er werden geen negatieve effecten waargenomen op zowel de lengte van de scheuten als de wortels (Figuur 3C en Figuur 3D).



Figuur 3 – Gekookte extracten van komkommerbladeren en paprikastengels en -bladeren (respectievelijk ZWC014B1 en ZWP014B1) werden getest op hun potentieel als IR-stimuli via bladbespuiting in rijst tegen *M. graminicola* op één dag post behandeling (dpt).

Water werd gebruikt als negatieve controle. K-buffer is de buffer waarin zowel de komkommer- als paprika-extracten werden bereid. Commerciële referentieproducten COS-OGA (Fytosol) en benzothiadiazool (BTH = ActiGuard) werden gesproeid, terwijl NemGuard als granulaat aan de bodem werd toegevoegd. Elke behandeling werd vergeleken met de waterbehandeling (n = 8). Significantieniveaus (*) werden toegekend aan behandelingen met een p-waarde lager dan 0,05 ten opzichte van de waterbehandeling. **(A)** Aantal gallen per wortelstelsel **(B)** Aantal gallen per wortellengte (in cm). **(C)** Scheutlengte (in cm).**(D)** Wortellengte (in cm).

In tomaat is een gelijkaardig, maar minder uitgesproken effect waarneembaar voor de geteste producten. Een vermindering in het aantal gallen veroorzaakt door *M. incognita* werd waargenomen bij het gekookte komkommerextract (ZWC014B1) (Figuur 4A) (p-waarde = 0,045). Een afname in drooggewicht van zowel scheuten als wortels werd vastgesteld bij het gekookte paprika-extract (ZWP014B1) (Figuur 4C en Figuur 4D).



Figuur 4 – Gekookte extracten van komkommerbladeren en paprikastengels en -bladeren (respectievelijk ZWC014B1 en ZWP014B1) werden getest op geïnduceerde resistentie (IR) in tomaat tegen *M. incognita* op drie dagen post behandeling (dpt). K-buffer is de buffer waarin zowel de komkommer- als paprika-extracten werden bereid. Commerciële referentieproducten COS-OGA (Fytosol) en benzothiadiazool (BTH = ActiGuard) werden gesproeid, terwijl NemGuard als granulaat aan de bodem werd toegevoegd. Elke behandeling werd vergeleken met de waterbehandeling (n = 8). (*) werden toegekend aan behandelingen met een p-waarde lager dan 0,05 ten opzichte van de waterbehandeling. **(A)** Aantal gallen per wortelstelsel. **(B)** Aantal gallen per drooggewicht van de wortel (in mg).**(C)** Drooggewicht van de scheut (in g). **(D)** Drooggewicht van de wortel (in mg).

Proof-of-concept

Via Dewi Hartkamp werd contact gelegd met Ben Rooijackers, die komkommerloof van de omliggende landbouwbedrijven collecteert in Stevensbeek (Nederland). Het percolaat dat hij opvangt uit deze reststroom werd eveneens getest op nematicidale activiteit, na verdunning om troebelheid te vermijden. De resultaten (Tabel 1) tonen aan dat het percolaat nematicidale activiteit bevat, zelfs bij verdunning, weliswaar met wisselende resultaten over de jaren heen. Het percolaat van 2024 vertoont zeer hoge activiteit.

Tabel 2 – **Overzicht van nematicidale activiteit van komkommerpercolaat van Ben Rooijackers (NL).**

Behandeling	**% mortaliteit *Meloidogyne graminicola* (gecorrigeerd voor de negatieve controle)**
water pH 7 (negatieve controle)	0,00
water pH 3 (positieve controle)	98,20
komkommerpercolaat 2021 (1/67)	23,27
komkommerpercolaat 2021 gekookt (1/67)	36,42
komkommerpercolaat 2023 (1/67)	26,20
Komkommerpercolaat 2023 gekookt (1/67)	13,79
komkommerpercolaat 2024 (1/10)	98,20
komkommerpercolaat 2024 (1/100)	76,10

Conclusies:

Alle reststromen uit de glastuinbouw vertonen een zekere nematicidale activiteit. De meest consistente resultaten worden bekomen met komkommer-extracten. Vriesdrogen heeft een negatief effect op de bionematicidale activiteit. Opkoken heeft positief effect op de bionematicidale activiteit en heeft als positief bijeffect dat mogelijke pathogenen in de reststromen afgedood worden.

Naast directe activiteit induceren komkommer- en paprika-extract ook systemische resistentie in de plant, en kunnen deze dus ook via bovengrondse applicatie toegepast worden.

BIONEMATICIDEN – VELDPROEVEN AARDAPPEL (INAGRO - Kürt Demeulemeester)

Bionematiciden – veldproeven aardappel 2023

DOELSTELLINGEN

Nagaan of extracten uit komkommerloof en paprikaloof de aardappelen beschermen tegen schade van Globodera, dit in vergelijking met een commerciële referentie.

Daarnaast werden nog andere biologische middelen uitgetest op hun werkzaamheid tegen schade van Globodera in aardappelen, maar aangezien deze getest werden buiten het project ZERO-WASTE, worden deze objecten, handelsnamen of actieve stof weggelaten in dit verslag.

MATERIAAL EN METHODEN

De experimentele condities van de proef

Testorganisme

- aaltje - aardappelcystenaaltje (geel), HETDRO (Globodera rostochiensis)
- aaltje - aardappelcystenaaltje (wit), HETDPA (Globodera pallida)

Proefgewas en cultivar

aardappel (*Solanum tuberosum* - SOLTU), cultivar Innovator

Teeltverzorging

De teeltverzorging wordt uitgevoerd overeenkomstig de Goede Landbouw Praktijk. De overige gewasbescherming is uniform en overeenkomstig de lokale teeltpraktijk voor het volledige proefterrein. Er worden in het proefveld zelf geen nematiciden gebruikt andere dan de proeffactor.

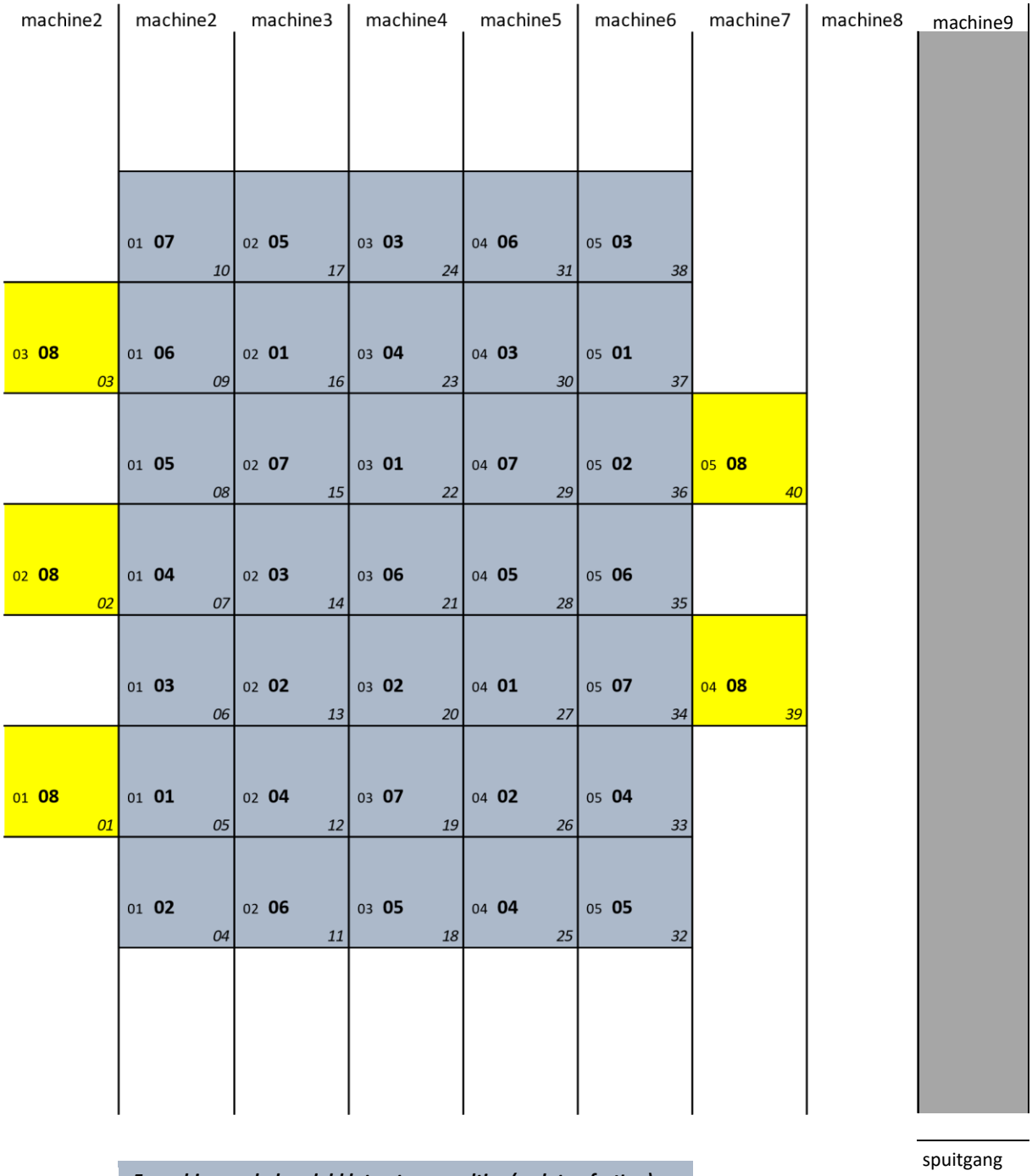
Proefplan details

Parameter	Waarde
Netto plot	Lengte: 6 m , Breedte: 1,5 m
Bruto plot	Lengte: 11 m , Breedte: 3 m
Aantal parallellen	5
Onbehandelde controle	Uitgesloten controle
Statistisch ontwerp	Gerandomiseerde blokkenproef

Figuur 1 Schematische voorstelling blokken

	0107	0205	0303	0406	0503	
0308	0106	0201	0304	0403	0501	
	0105	0207	0301	0407	0502	0508
0208	0104	0203	0306	0405	0506	
	0103	0202	0302	0401	0507	0408
0108	0101	0204	0307	0402	0504	
	0102	0206	0305	0404	0505	

Figuur 2 Nummering veldjes en link met objecten en parallellen



Objecten

Tabel 1 Overzicht van de objecten

Nr	Object	Product					Actieve stof		Tijdstip
		Handelsnaam of preparaatnaam	Erkenningsnr	Form	Dosis	Eenh	Naam	Dosis	
1	Onbehandeld					/			
2				SP	52,2	g/ha		52,20 g ai/ha	B, C, D, E, F
		TREND 90	9002P/B	SL	300	ml/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	B, C, D, E, F
3				SL	300	ml/ha		300 g ai/ha	B, C, D, E, F
		TREND 90	9002P/B	SL	300	ml/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	B, C, D, E, F
4				SL	10	l/ha		10.000 g ai/ha	B, C, D, E, F
		TREND 90	9002P/B	SL	300	ml/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	B, C, D, E, F
5			11044P/B	SL	4	l/ha		50 g ai/ha	B, C, D, E, F
6	Komkommer	KOMKOMMER		SL	10	l/ha	waterextract van komkommer (1000 g/l)	10.000 g ai/ha	B, C, D, E, F
7	Paprika	PAPRIKA		SL	10	l/ha	waterextract van Paprika (1000 g/l)	10.000 g ai/ha	B, C, D, E, F
8	Vydate	VYDATE 10 G	6591P/B	GR	10	kg/ha	oxamyl (10 %)	1.000 g ai/ha	A

De behandelingswijze:

- handmatige proefveldbespuiting overeenkomstig beproevingsmethode BM_2_003 (doppen op 50 cm, schermkapjes op 10 à 20 cm van de buitenste dop)
- spuitvolume in l/ha: 300
- spuitdruk in bar: 2,5
- doptype: Lechler IDK 120 02
- aantal behandelingen: 5
- frequentie van behandeling (methode timing): 2-wekelijks

Tijdstip A = bij planten

Tijdstip B = vanaf 2 à 3 weken na opkomst

Tabel 2 Overzicht van behandelingstijdstippen

Tijdstip	Datum	BBCH
B	14/07/2023	33
C	25/07/2023	63
D	10/08/2023	65
E	25/08/2023	68
F	08/09/2023	81

PROEFOMSTANDIGHEDEN

Proefterrein

De proef werd aangelegd op volgende locatie: Hoogserleistraat 7, Tielt

Behandelingscondities

Tabel 3 Meteorologische waarnemingen voor, tijdens en na de bespuitingen

Parameter	14/07/2023 (B) start - einde	25/07/2023 (C) start - einde	10/08/2023 (D) start - einde	25/08/2023 (E) start - einde	08/09/2023 (F) start - einde
Timing	09:32 - 11:03	10:15 - 12:01	09:26 - 11:37	09:11 - 11:12	08:45 - 10:01
Temperatuur in de schaduw (°C)	19,6 - 21,2	21,2 - 23,5	20,3 - 26,3	20 - 21,5	23,5 - 28,5
Temperatuur op de bodem (°C)	19,9 - 21,6	19,5 - 24,5	19 - 32,6	18	22,2 - 37
Temperatuur 5cm in de bodem (°C)	18,5 - 19	17 - 19,5	16 - 22	18,5 - 19	18 - 24
Relatieve vochtigheidsgraad (%)	63 - 61,5	90 - 58	71 - 37	85 - 75,5	88,3 - 59
Bewolkingsgraad (%)	98 - 100	80 - 50	0	70 - 90	0 - 5
Windsnelheid (m/s)	0,5 - 1,1	0,2 - 1,3	0	0,7 - 0,9	0,2
Windrichting	ZW	ZW	/	ZW	W - /
Droogte van het gewas	Droog	Droog	Droog	Vochtig	Vochtig - Droog
Droogte van de bodem	Droog	Vochtig	Vochtig	Nat	Nat - Vochtig
Beoordeling	Zeer gunstig	Gunstig	Gunstig	Gunstig	Gunstig
Aantal uren droog voor behandeling	21u	3u	> 24u	11u	> 24u
Aantal uren droog na behandeling	> 24u	> 24u	> 24u	3u	> 24u

Overzicht van teelt- en proefverloop

Overzicht van teelt- en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
10/06/2023	Proefaanleg (aanleg proef)
12/06/2023	Staalname (staalname per plot)
14/07/2023	Waarnemingen (GS) Gewasbescherming (tijdstip B)
25/07/2023	Gewasbescherming (Bespuiting C) Waarnemingen (GS + FYT)
10/08/2023	Gewasbescherming (Bespuiting D) Waarnemingen (GS)
25/08/2023	Gewasbescherming (Bespuiting E)
08/09/2023	Gewasbescherming (Bespuiting F) Waarnemingen (GS/AF/FYT)
06/10/2023	Oogst (oogst + grondstalen na oogst)
26/10/2023	Sorteren (sorteren)

Ploegen, plantklaar leggen, planten, onderhoudsbespuitingen en andere handelingen gebeurden door de proefveldhouder. De oogst werd vernietigd door de proefveldhouder onder toezicht van de hoofdmedewerker.

RESULTATEN

De resultaten werden verwerkt via het statistisch pakket AGROVA-R ontwikkeld door Inagro in R-taal en gevalideerd met SPSS.
Legende bij de resultaten tabellen:

> Waarden gevolgd door dezelfde letter zijn niet significant verschillend (p=0,05) KWV = Kleinste wezenlijk verschil; VC = variatiecoëfficiënt (%) p-waarde: * = Significant (p<0,05); ** = Zeer significant (p<0,01); *** = Uiterst significant (p<0,001); N.S. = Niet significant (p>=0,05)

De ruwe data bevinden zich in bijlage I bij het proefverslag.

Afwijkingen t.o.v. EPPO

Er zijn geen afwijkingen t.o.v. de EPPO.

Afwijkingen t.o.v. het proefprotocol

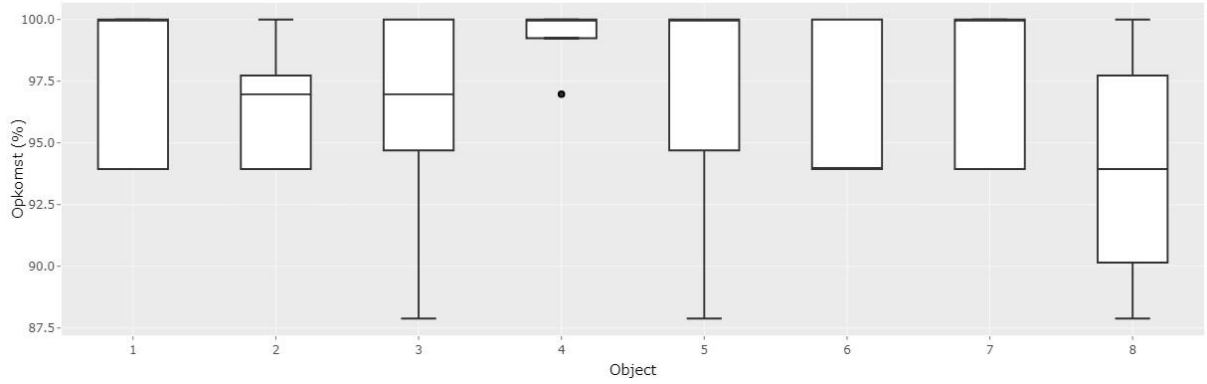
Proef uitgevoerd zoals beschreven in proefprotocol.

Teelteigenschappen

Tabel 4 Opkomst

Nr	Object	Opkomst 14 juli (%)	
1	Onbehandeld	97,6	a
2		96,4	a
3		96,4	a
4		99,4	a
5		97,0	a
6	Komkommer	96,4	a
7	Paprika	97,6	a
8	Vydate	93,9	a
	Gemiddeld	**96,8**	
	VC (%)	9,0	
	p-waarde Factor 1	0,529	N.S.
	Transformatie	ArcSin(vkw(x))	

Figuur 3 Opkomst (%) op 14 juli



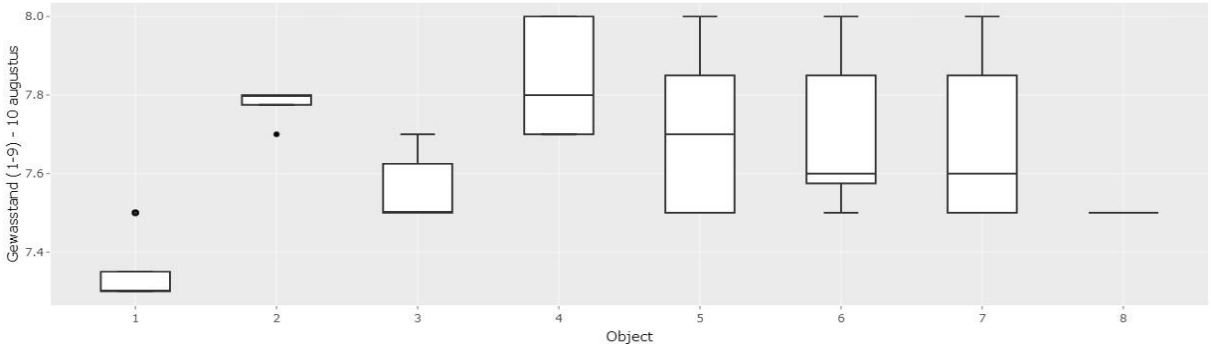
Tabel 5 Gewasstand

Nr	Object	Gewasstand (1-9)									
Omschrijving		14 jul		25 jul		10 aug		25 aug		8 sep (1)	
1	Onbehandeld	7,2	a	7,5	ab	7,3	c	7,5	a	7,0	b
2		7,1	a	7,3	b	7,8	ab	7,6	a	7,0	b

3		7,0	a	7,6	ab	7,6	abc	7,6	a	7,1	b
4		7,2	a	7,7	a	7,8	a	7,6	a	7,1	b
5		6,9	a	7,5	ab	7,7	ab	7,7	a	7,1	b
6	Komkommer	7,0	a	7,5	ab	7,7	ab	7,7	a	7,0	b
7	Paprika	6,9	a	7,4	ab	7,7	ab	7,6	a	7,0	b
8	Vydate	6,8	a	7,5	ab	7,5	bc	7,6	a	7,5	a
	Gemiddeld	**7,0**		**7,5**		**7,6**		**7,6**		**7,1**	
	KWV	0,532		0,432		0,303		0,298			
	VC (%)	3,7		2,8		1,9		1,9		1,9	
	p-waarde Factor 1	0,174	N.S.	0,118	N.S.	0,000	***	0,478	N.S.	0,001	**

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Figuur 4 Gewasstand (1-9) op 10 augutus



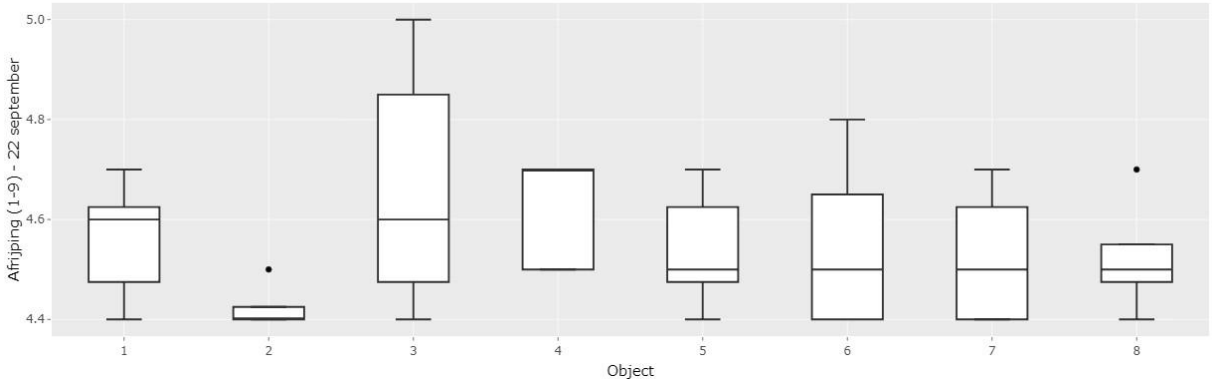
Tabel 6 Afrijping (1-9)

Nr	Object	Afrijping (1-9)					
Omschrijving		25 aug(1)		8 sep(1)		22 sep	
1	Onbehandeld	1,0	a	2,0	a	4,6	a
2		1,0	a	2,0	a	4,4	a
3		1,0	a	2,0	a	4,7	a
4		1,0	a	2,0	a	4,6	a
5		1,0	a	2,0	a	4,5	a
6	Komkommer	1,0	a	2,0	a	4,5	a
7	Paprika	1,0	a	2,0	a	4,5	a
8	Vydate	1,0	a	1,9	a	4,5	a
	Gemiddeld	**1,0**		**2,0**		**4,5**	
	KWV					0,273	
	VC (%)	0,0		4,0		2,9	

p-waarde Factor 1	0,000	***	0,429	N.S.	0,216	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Figuur 5 Afrijping (1-9) op 22 september

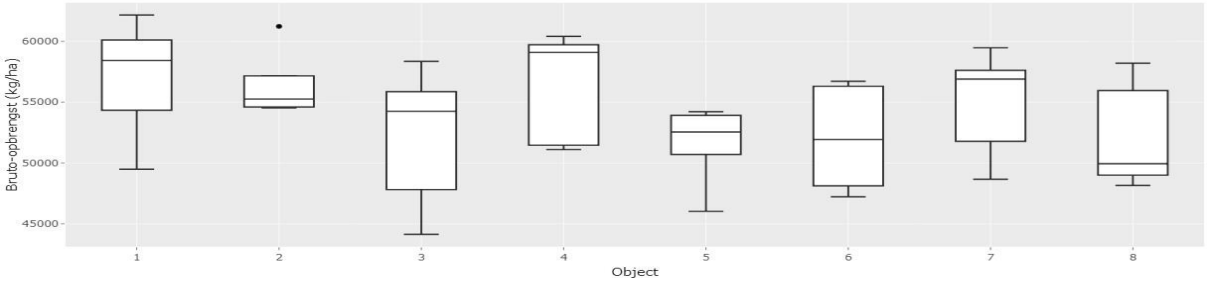


Opbrengst

Tabel 7 Opbrengst (kg/ha) per sorterkingsklasse

Nr	Object	-35 mm		35-50 mm		+50 mm		+70 mm		uitval		Totaal bruto		+35 mm netto	
1	Onbehandeld	364	a	3118	a	50684	a	25794	a	2925	a	57092	a	53802	a
2		400	a	3429	a	50089	a	27619	a	2374	a	56292	a	53518	a
3		424	a	3441	a	45316	a	23742	a	2981	a	52163	a	48758	a
4		305	a	2938	a	49826	a	27628	a	3270	a	56339	a	52764	a
5		341	a	3321	a	45113	a	22700	a	3000	a	51776	a	48435	a
6	Komkommer	303	a	3073	a	46226	a	22892	a	2490	a	52092	a	49299	a
7	Paprika	415	a	3374	a	48403	a	24537	a	2783	a	54974	a	51776	a
8	Vydate	475	a	3581	a	44353	a	19380	a	3747	a	52156	a	47934	a
	Gemiddeld	**378**		**3285**		**47501**		**24287**		**2946**		**54110**		**50786**	
	KWV	289		1180		8790		8510		2010		8830		8870	
	VC (%)	37		17		9		17		33		8		8	
	p-waarde Factor 1	0,489	N.S.	0,649	N.S.	0,131	N.S.	0,060	N.S.	0,459	N.S.	0,233	N.S.	0,174	N.S.

Figuur 6 Bruto-opbrengst (kg/ha)

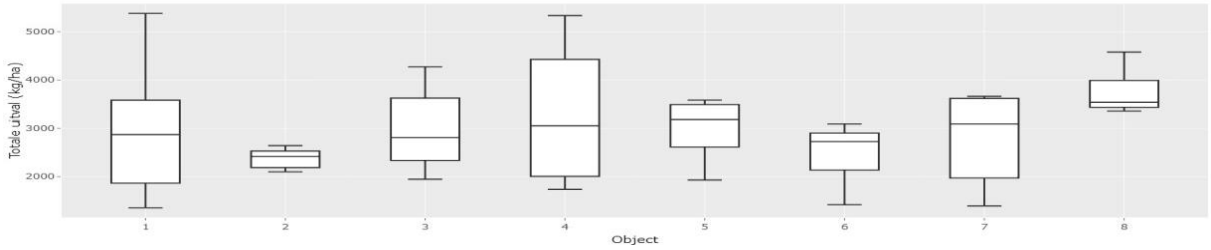


Tabel 8 Uitval (kg/ha) en uitsplitsing per categorie

Nr	Object	Groen		Misvormd		Gekloven		Rot (1)		Totaal	
1	Onbehandeld	282	a	1310	a	1055	a	278	a	2925	a
2		112	ab	1416	a	447	a	399	a	2374	a
3		8	b	1979	a	838	a	156	a	2981	a
4		36	b	1636	a	1196	a	402	a	3270	a
5		64	b	2185	a	376	a	375	a	3000	a
6	Komkommer	155	ab	1617	a	570	a	148	a	2490	a
7	Paprika	43	b	1383	a	946	a	412	a	2783	a
8	Vydate	47	b	1978	a	1251	a	471	a	3747	a
	Gemiddeld	**93**		**1688**		**835**		**330**		**2946**	
	KWV	203		1560		1540				2010	
	VC (%)	105		45		89		148		33	
	p-waarde Factor 1	0,003	**	0,508	N.S.	0,434	N.S.	0,918	N.S.	0,459	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

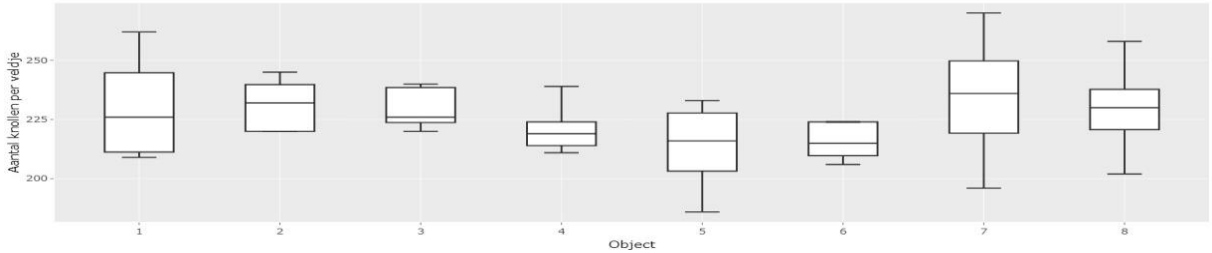
Figuur 7 Totale uitval (kg/ha)



Tabel 9 Knolaantallen per veldje en knollengte (mm)

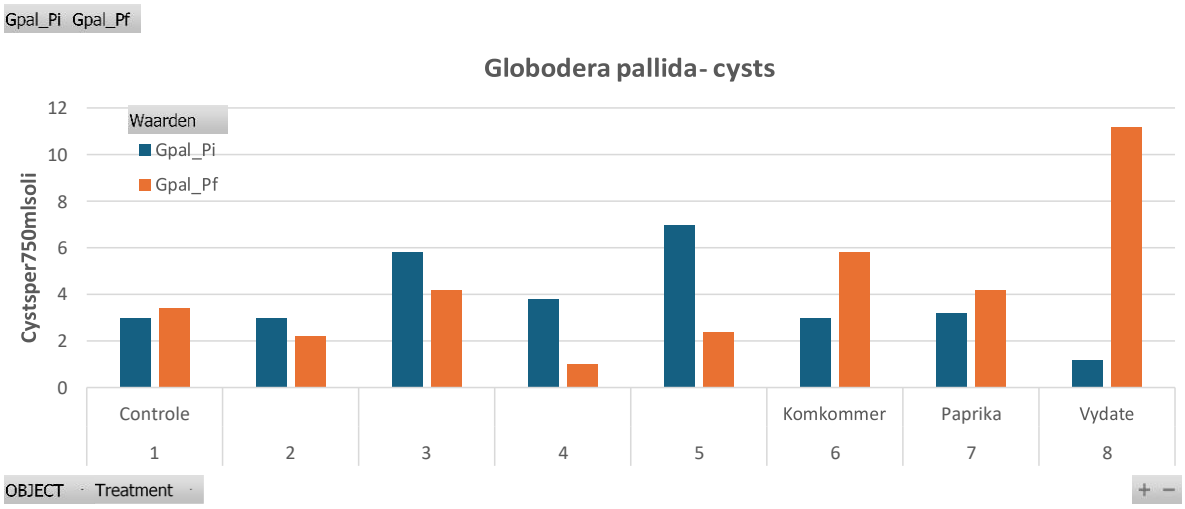
Nr	Object	-35 mm		35-50 mm		50-70 mm		+70 mm		Totaal		Knollen per m²		Knollengte (mm)	
Omschrijving														sortering 50-70	
1	Onbehandeld	16	a	43	a	114	a	57	a	230	a	25,5	a	96,3	a
2		18	a	49	a	105	a	59	a	231	a	25,7	a	94,9	a
3		19	a	52	a	102	a	56	a	230	a	25,5	a	95,7	a
4		15	a	43	a	102	a	61	a	221	a	24,5	a	96,2	a
5		15	a	48	a	101	a	49	a	214	a	23,8	a	96,2	a
6	Komkommer	14	a	44	a	108	a	50	a	216	a	24,0	a	95,6	a
7	Paprika	19	a	48	a	112	a	55	a	234	a	26,0	a	95,0	a
8	Vydate	21	a	50	a	114	a	45	a	230	a	25,5	a	95,8	a
	Gemiddeld	**17**		**47**		**107**		**54**		**226**		**25,1**		**95,7**	
	KWV	13,1		16,7		21,9		18,3		36,9		4,11		4,45	
	VC (%)	37		17		10		16		8		7,9		2,3	
	p-waarde Factor 1	0,686	N.S.	0,523	N.S.	0,251	N.S.	0,095	N.S.	0,511	N.S.	0,511	N.S.	0,947	N.S.

Figuur 8 Knolaantal (aantal knollen per veldje van 9m²)

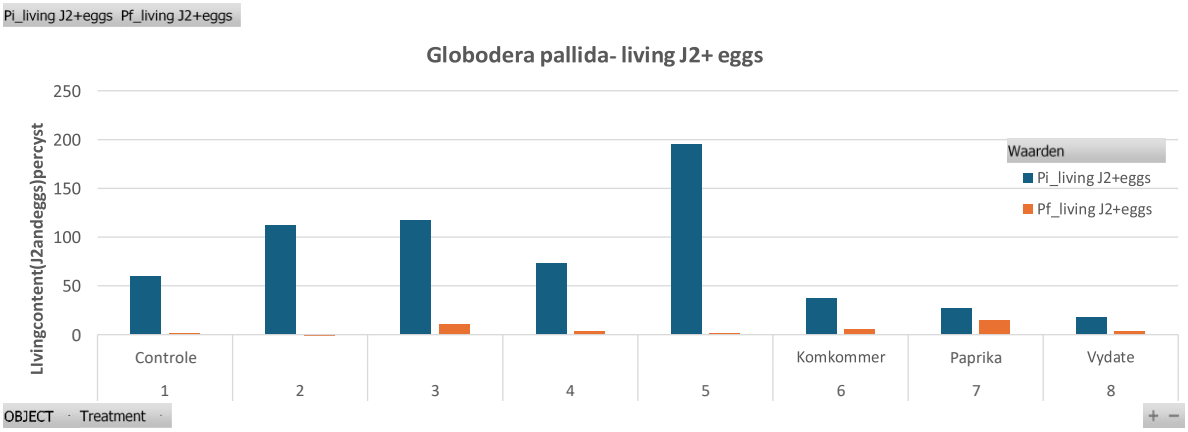


NEMATODEN

Figuur 9 Aantal cysten bij begin van de proef (Pi) en bij de oogst (Pf) – Globdera pallida



Figuur 10 Levende inhoud cysten bij begin van de proef (Pi) en bij de oogst (Pf) – Globdera pallida



BESLUIT

Uit de cystentellingen bleek dat het aantal cysten heel laag was. Ook bij het bepalen van de levende inhoud van cysten én levende juvenielen J2, waren lage aantallen aanwezig bij de oogst. Dit is waarschijnlijk te verklaren doordat de gebruikte aardappelcultivar Innovator bekend staat als resistent tegen *Globodera pallida*.

Er werden geen significante verschillen waargenomen tussen de werking van het komkommerextract en paprikaextract enerzijds en de controle en de werking van het gewasbeschermingsmiddel anderzijds.

Bionematiciden – veldproeven aardappel 2024

Doelstellingen

Nagaan of extracten uit komkommerloof en paprikaloof de aardappelen beschermen tegen schade van Globodera, dit in vergelijking met een commerciële referentie.

Daarnaast werden nog andere biologische middelen uitgetest op hun werkzaamheid tegen schade van Globodera in aardappelen, maar aangezien deze getest werden buiten het project ZERO-WASTE, worden deze objecten, handelsnamen of actieve stof weggelaten in dit verslag.

Materiaal en methoden

Referenties

- PP 1/135 (4), Guideline for the efficacy of plant protection products : Phytotoxicity assessment

De experimentele condities van de proef

Testorganisme

- aaltje - aardappelcystenaaltje (geel), HETDRO (Globodera rostochiensis)
- aaltje - aardappelcystenaaltje (wit), HETDPA (Globodera pallida)

Proefgewas en cultivar

aardappel (*Solanum tuberosum* - SOLTU), cultivar Bintje (vatbaar voor cystenaaltjes)

Teeltverzorging

De teeltverzorging wordt uitgevoerd overeenkomstig de Goede Landbouw Praktijk. De overige gewasbescherming is uniform en overeenkomstig de lokale teeltpraktijk voor het volledige proefterrein. Er worden in het proefveld zelf geen nematiciden gebruikt andere dan de proeffactor.

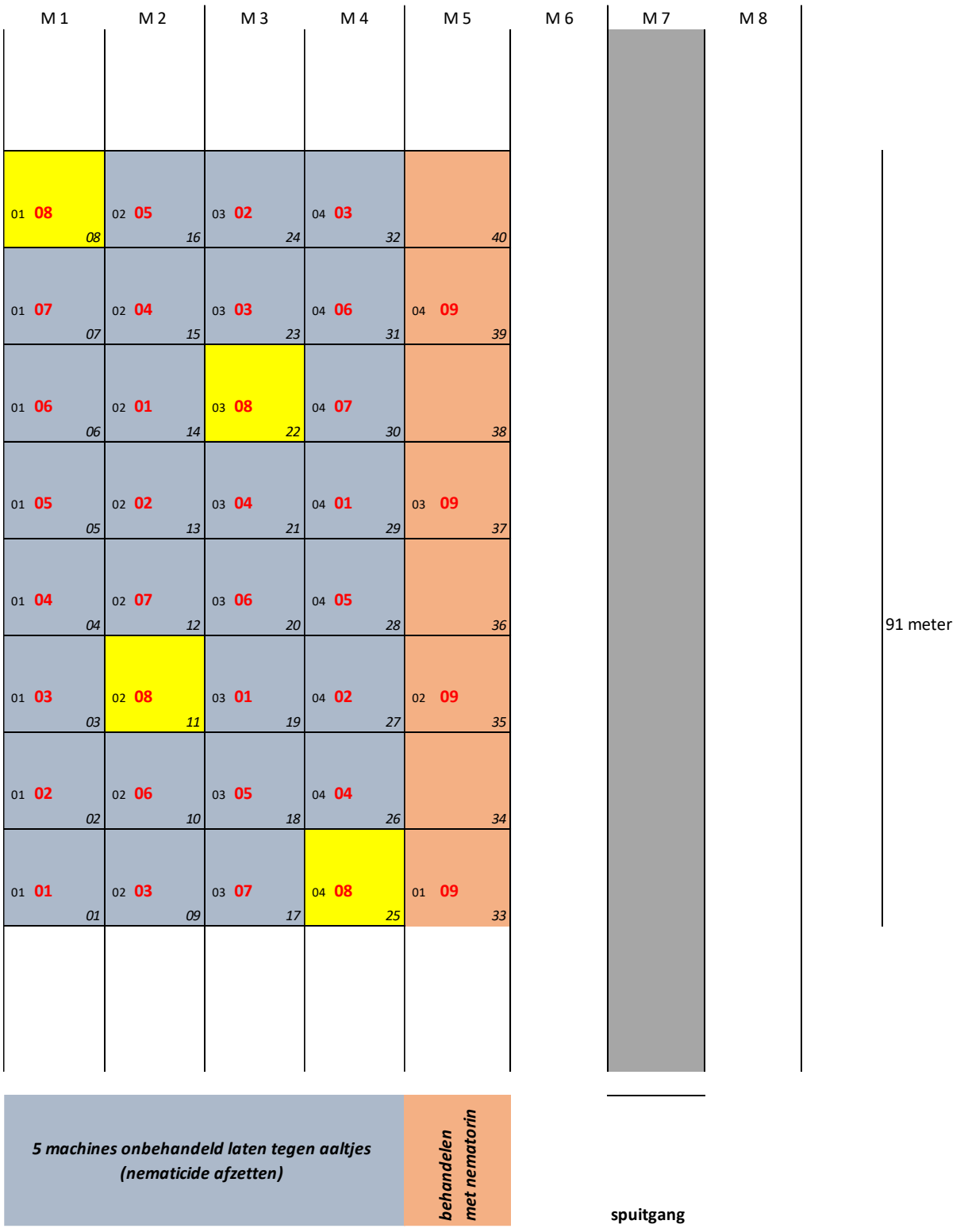
Proefplan details

Parameter	Waarde
Plantafstand	36,00 x 75,00 cm
Netto plot	Lengte: 6 m , Breedte: 1,5 m
Bruto plot	Lengte: 11 m , Breedte: 3 m
Aantal parallellen	4
Onbehandelde controle	Uitgesloten controle
Statistisch ontwerp	Gerandomiseerde blokkenproef

Figuur 8 Schematische voorstelling blokken

0108	0205	0302	0403	
0107	0204	0303	0406	0409
0106	0201	0308	0407	
0105	0202	0304	0401	0309
0104	0207	0306	0405	
0103	0208	0301	0402	0209
0102	0206	0305	0404	
0101	0203	0307	0408	0109

Figuur 9 Nummering veldjes en link met objecten en parallellen


M 1
M 2
M 3
M 4
M 5
M 6
M 7
M 8
01 08 08
02 05 16
03 02 24
04 03 32
40
01 07 07
02 04 15
03 03 23
04 06 31
04 09 39
01 06 06
02 01 14
03 08 22
04 07 30
38
01 05 05
02 02 13
03 04 21
04 01 29
03 09 37
01 04 04
02 07 12
03 06 20
04 05 28
36
01 03 03
02 08 11
03 01 19
04 02 27
02 09 35
01 02 02
02 06 10
03 05 18
04 04 26
34
01 01 01
02 03 09
03 07 17
04 08 25
01 09 33
91 meter
5 machines onbehandeld laten tegen aaltjes (nematicide afzetten)
behandelen met nematorin
spuitgang

Objecten

Tabel 4 Overzicht van de objecten

Nr	Objectnaam	Product					Actieve stof		Tijdstip
		Handelsnaam of preparaatnaam	Erkenningsnummer	Form	Dosis	Eenh	Naam	Dosis	
1	Onbehandeld					/			
2				SL	10	l/ha		10.000 g ai/ha	D, E, F, G, H
		TREND 90	9002P/B	SL	0,3	l/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	D, E, F, G, H
3				SP	52,2	g/ha		52,20000 g ai/ha	D, E, F, G, H
		TREND 90	9002P/B	SL	0,3	l/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	D, E, F, G, H
4				SL	0,3	l/ha		300 g ai/ha	D, E, F, G, H
		TREND 90	9002P/B	SL	0,3	l/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	D, E, F, G, H
5			11044P/B	SL	4	l/ha		50 g ai/ha	D, E, F, G, H
6	Komkommer	KOMKOMMER		SL	10	l/ha	waterextract van komkommer (1000 g/l)	10.000 g ai/ha	D, E, F, G, H
	Komkommer	TREND 90	9002P/B	SL	0,3	l/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	D, E, F, G, H
7	Paprika	PAPRIKA		SL	10	l/ha	waterextract van Paprika (1000 g/l)	10.000 g ai/ha	D, E, F, G, H
	Paprika	TREND 90	9002P/B	SL	0,3	l/ha	isodecyl-alcohol ethoxylaat (900 g/l)	270 g ai/ha	D, E, F, G, H
8				ON	25	l/ha		25.000 g ai/ha	A, B
9	Nemathorin	NEMATHORIN 10 G	9209P/B	FG	7,5	kg/ha	fosthiazaat (10 %)	750,00001 g ai/ha	A

De behandelingswijze:
- handmatige proefveldbespuiting overeenkomstig beproevingsmethode BM_2_003 (doppen op 50 cm, schermkapjes op 10 à 20 cm van de buitenste dop)
- spuitvolume in l/ha: 300 (objecten 2 tem 7) en 800 l/ha voor object 8
- spuitdruk in bar: 2,5
- doptype: Lechler IDK 120 02
- aantal behandelingen: 1, 2 of 5 naargelang object
- frequentie van behandeling (methode timing): 2-wekelijks (objecten 2 tem 7)

Tijdstip A = bij planten
Tijdstip B = 2-3 weken na planten of kort voor opkomst (max 10% opkomst)
Tijdstip C = nvt
Tijdstip D = 2 à 3 weken na opkomst

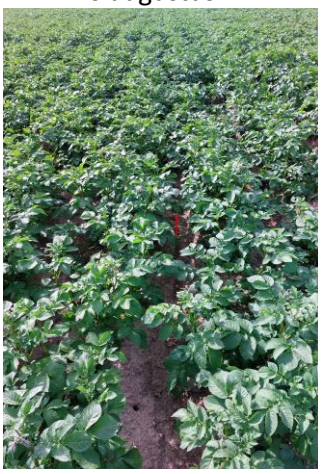
Tabel 5 Overzicht van behandelingstijdstippen

Tijdstip	Datum	BBCH
A	25/06/2024	00
B	15/07/2024	09
D	25/07/2024	34
E	06/08/2024	49
F	14/08/2024	67
G	26/08/2024	81
H	03/09/2024	88

Figuur 10 Foto's gewas chemische referentie (Nemathorin) op de tijdstippen van de bladbespuitingen

25 juli

6 augustus



14 augustus

23 augustus

3 september

Proefomstandigheden

Proefterrein

De proef werd aangelegd op volgende locatie: Vijfpachtengoedstraat, Tielt

Behandelingscondities

Tabel 6 Meteorologische waarnemingen voor, tijdens en na de bespuitingen

Parameter	25/06/2024 (A) start - einde	15/07/2024 (B) start - einde	25/07/2024 (D) start - einde	06/08/2024 (E) start - einde	14/08/2024 (F) start - einde	26/08/2024 (G) start - einde	03/09/2024 (H) start - einde
Timing	19:13 - 19:25	08:06 - 08:32	14:34 - 16:06	10:09 - 11:47	10:11 - 11:36	13:31 - 14:27	10:10 - 11:15
Temperatuur in de schaduw (°C)	27,8	17,1	24,8	25,6	21,4	24,2 - 25	23.3 - 24.5
Temperatuur op de bodem (°C)	30,5	18	24,6	25	20,9	23	21.9 - 22.8
Temperatuur 5cm in de bodem (°C)	24,3	14,6	21,5	22	20	22	20 - 21
Relatieve vochtigheidsgraad (%)	53	86	65,4	71,6	77	78,2 - 80,6	92.2 - 85
Bewolkingsgraad (%)	0	6	100	25	80	10 - 5	95
Windsnelheid (m/s)	3,3	0,7	1,5	0,1	2,2	2,2 - 2,5	1.3 - 0.8
Windrichting	NW	ZO	ZW	W	W	W	W
Droogte van het gewas	Voor opkomst	Vochtig	Droog	Droog	Droog	Droog	Droog
Droogte van de bodem	Droog	Droog	Vochtig	Vochtig	Droog	Vochtig	Droog
Beoordeling	Gunstig	Gunstig	Gunstig	Zeer gunstig	Vrij gunstig	Gunstig	Gunstig
Aantal uren droog voor behandeling	> 24u	> 24u	> 24u	> 24u	> 24u	> 24u	> 24u

Parameter	25/06/2024 (A) start - einde	15/07/2024 (B) start - einde	25/07/2024 (D) start - einde	06/08/2024 (E) start - einde	14/08/2024 (F) start - einde	26/08/2024 (G) start - einde	03/09/2024 (H) start - einde
Aantal uren droog na behandeling	> 24u	9u	7u	> 24u	> 24u	> 24u	2u (0,2 mm)

Overzicht van teelt- en proefverloop

Overzicht van teelt- en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
21/02/2024	staalname (staalname mogelijk proefperceel)
25/06/2024	Voorbereidingen (proefuitzet veld uitzetten) Planten (-planten proef + staalname per veldje + bespuiting A)
26/06/2024	Staalname per veldje (startpopulatie nematoden)
15/07/2024	Gewasbescherming (Bespuiting B) Waaneming gewasstand + fytotox
25/07/2024	Gewasbescherming (Bespuiting D) Waaneming gewasstand + fytotox
06/08/2024	Gewasbescherming (Bespuiting E) Waaneming gewasstand + fytotox
14/08/2024	Gewasbescherming (Bespuiting F) Waaneming gewasstand + fytotox
26/08/2024	Gewasbescherming (Bespuiting G) Waaneming gewasstand + fytotox
03/09/2024	Gewasbescherming (Bespuiting H) Waaneming gewasstand + fytotox
17/10/2024	Oogsten
22/10/2024	Staalname aaltjes (eindpopulatie)
30/10/2024	Sorteren
07/11/2024	Bepaling onderwatergewicht
04/12/2024	Oogstvernietiging niet geoogst gewas
09/12/2024	Oogstvernietiging niet geoogst gewas

Ploegen, plantklaar leggen, zaai, onderhoudsbespuitingen en andere handelingen gebeurden door de proefveldhouder.

Resultaten

De resultaten werden verwerkt via het statistisch pakket AGROVA-R ontwikkeld door Inagro in R-taal en gevalideerd met SPSS.
Legende bij de resultaten tabellen:

> Waarden gevolgd door dezelfde letter zijn niet significant verschillend (p=0,05)
> KWV = Kleinste wezenlijk verschil; VC = variatiecoëfficiënt (%)
> p-waarde: * = Significant (p<0,05); ** = Zeer significant (p<0,01); *** = Uiterst significant (p<0,001);
> N.S. = Niet significant (p>=0,05)

De ruwe data bevinden zich in bijlage I bij het proefverslag.

Afwijkingen t.o.v. EPPO

Er zijn geen afwijkingen t.o.v. de EPPO.

Afwijkingen t.o.v. het proefprotocol

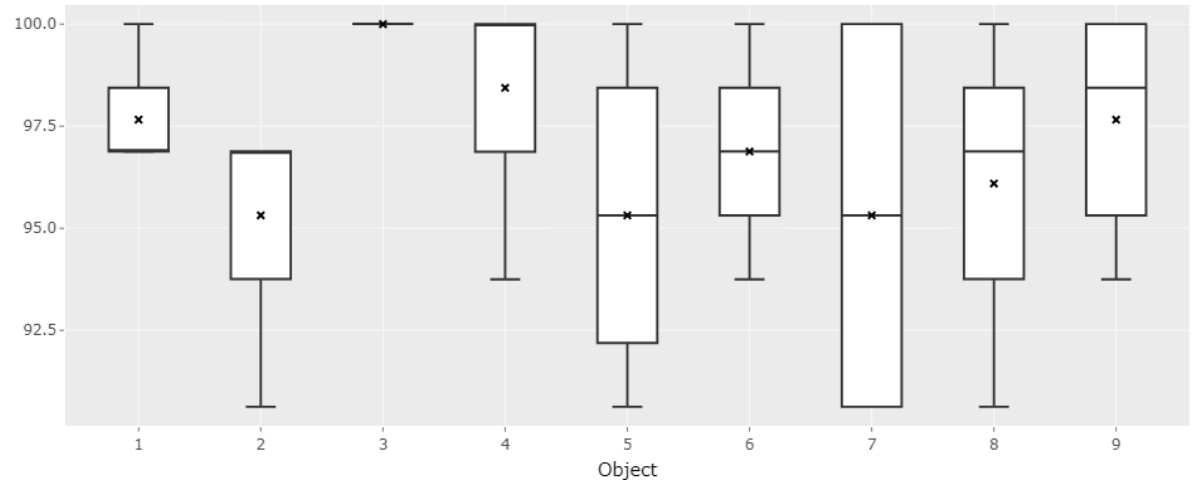
Proef uitgevoerd zoals beschreven in proefprotocol.

Teelteigenschappen

Tabel 7 Opkomst 25 juli

Nr	Object	Opkomst (%)	
Omschrijving		25 juli	
1	Onbehandeld	97,7	a
2		95,3	a
3		100,0	a
4		98,4	a
5		95,3	a
6	Komkommer	96,9	a
7	Paprika	95,3	a
8		96,1	a
9	Nemathorin	97,7	a
	Gemiddeld	**97,0**	
	KWV		
	VC (%)	8,3	
	p-waarde Factor 1	0,340	N.S.
	Transformatie	ArcSin(vkw(x))	

Figuur 11 Opkomst (%) op 25 juli

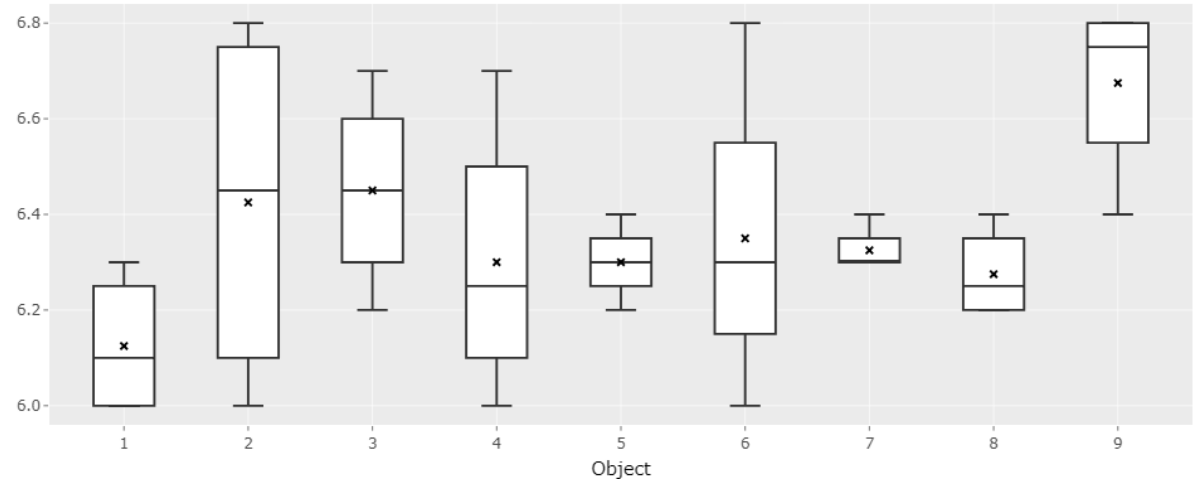


Tabel 8 Gewasstand

Nr	Object	Gewasstand (1-9)									
Omschrijving		25 jul		6 aug		14 aug(1)		23 aug		3 sep	
1	Onbehandeld	6,5	a	6,6	a	6,8	a	8,0	a	6,1	b
2		6,6	a	6,5	a	6,7	a	7,9	a	6,4	ab
3		6,7	a	6,5	a	6,7	a	7,8	a	6,5	ab
4		6,7	a	6,6	a	6,8	a	7,8	a	6,3	ab
5		6,7	a	6,5	a	6,7	a	7,9	a	6,3	ab
6	Komkommer	6,7	a	6,6	a	6,8	a	7,9	a	6,4	ab
7	Paprika	6,6	a	6,5	a	6,8	a	7,9	a	6,3	ab
8		6,8	a	6,8	a	6,9	a	7,8	a	6,3	ab
9	Nemathorin	6,7	a	6,7	a	6,8	a	8,0	a	6,7	a
Gemiddeld		**6,7**		**6,6**		**6,8**		**7,9**		**6,4**	
KWV		0,386		0,397				0,368		0,508	
VC (%)		2,4		2,5		2,1		1,9		3,3	
p-waarde Factor 1		0,367	N.S.	0,441	N.S.	0,650	N.S.	0,685	N.S.	0,084	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Figuur 12 Gewasstand (1-9) op 3 september

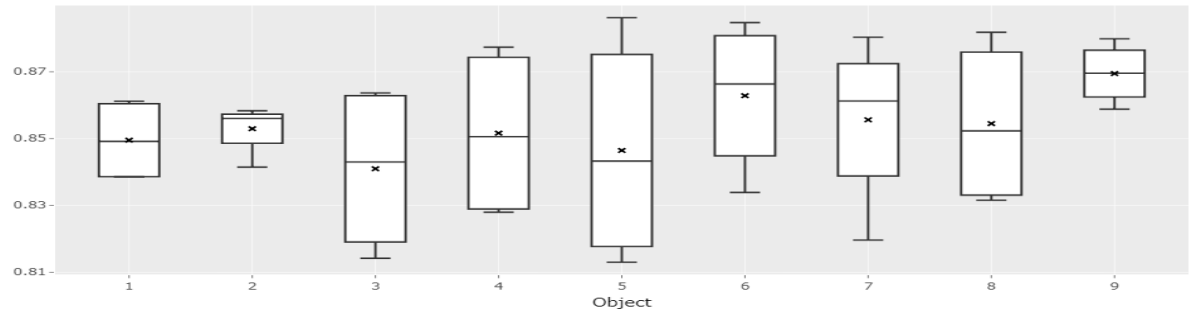


Tabel 9 Drone data 20 september

Nr	Object	NDRE		NDVI	
Omschrijving		(1)		(1)	
1	Onbehandeld	0,3369	a	0,8495	a
2		0,3458	a	0,8530	a
3		0,3328	a	0,8410	a
4		0,3483	a	0,8516	a
5		0,3449	a	0,8465	a
6	Komkommer	0,3573	a	0,8628	a
7	Paprika	0,3496	a	0,8556	a
8		0,3493	a	0,8545	a
9	Nemathorin	0,3584	a	0,8695	a
	Gemiddeld	**0,3470**		**0,8538**	
	KWV				
	VC (%)	5,7400		2,4300	
	p-waarde Factor 1	0,730	N.S.	0,779	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Figuur 13 NDVI gewas op 20 september 2024

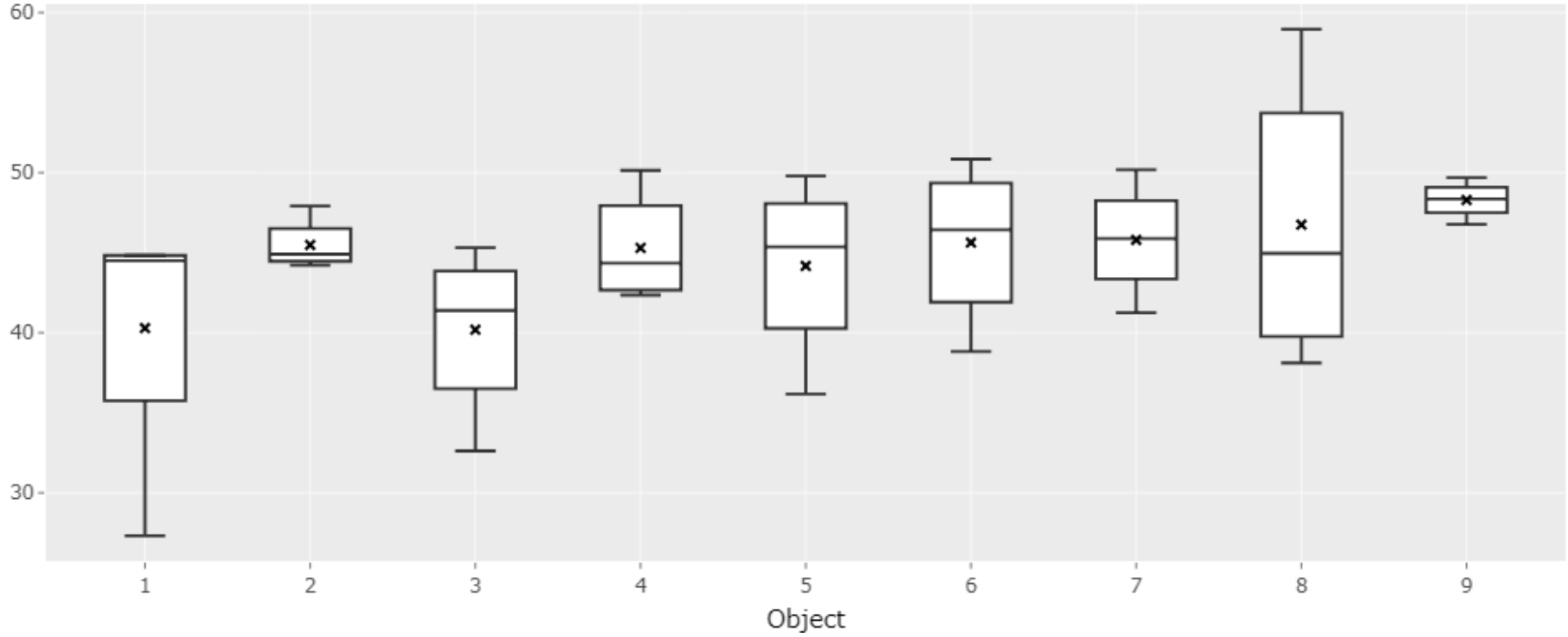


Opbrengst

Tabel 10 Opbrengst (kg/ha) per sorteringsklasse

Nr	Object	-35 mm		35-50 mm		+50 mm		+70 mm		uitval		Totaal bruto		+35mm netto	
1	Onbehandeld	513	a	11588	a	28702	a	1151	ab	345	a	41148	a	40290	a
2		681	a	12465	a	33023	a	1147	ab	157	ab	46326	a	45488	a
3		624	a	11610	a	28571	a	1440	ab	63	ab	40869	a	40181	a
4		758	a	12908	a	32392	a	755	b	32	b	46091	a	45300	a
5		785	a	13209	a	30962	a	1060	ab	68	ab	45023	a	44171	a
6	Komkommer	754	a	12891	a	32741	a	1130	ab	184	ab	46570	a	45632	a
7	Paprika	553	a	11795	a	34007	a	936	ab	68	ab	46424	a	45803	a
8		750	a	13099	a	33645	a	521	b	111	ab	47606	a	46744	a
9	Nemathorin	656	a	12141	a	36153	a	2431	a	197	ab	49147	a	48294	a
	Gemiddeld	**675**		**12412**		**32244**		**1175**		**136**		**45467**		**44656**	
	KWV	430		5480		9760		1530		305		13000		12800	
	VC (%)	27		18		13		54		93		12		12	
	p-waarde Factor 1	0,355	N.S.	0,949	N.S.	0,215	N.S.	0,022	*	0,049	*	0,426	N.S.	0,416	N.S.

Figuur 14 Totale netto-opbrengst (tog/ha)

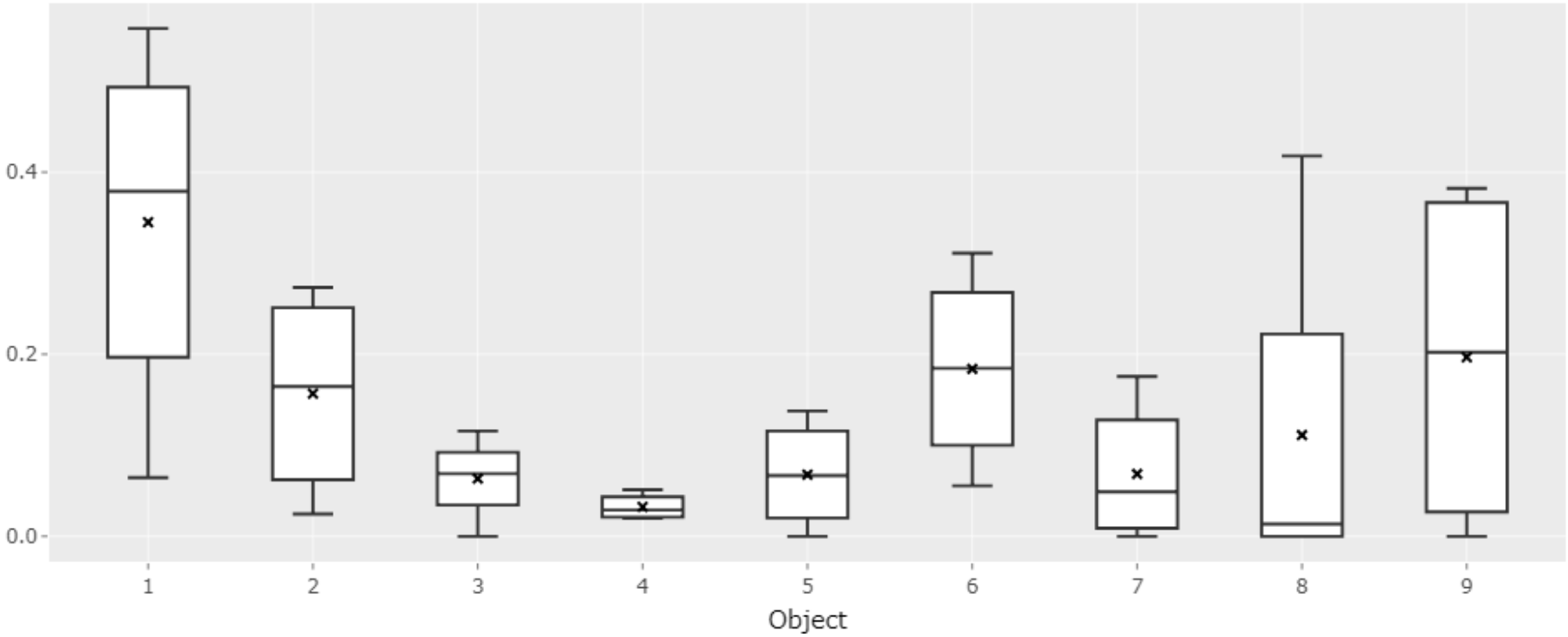


Tabel 11 Uitval (kg/ha)

Nr	Object	Groen		Misvormd		Gekloven		Rot		Totaal	
Omschrijving				(1)		(1)					
1	Onbehandeld	36	a	309	a	0	a	0	a	345	a
2		16	a	141	a	0	a	0	a	157	ab
3		18	a	46	a	0	a	0	a	63	ab
4		11	a	22	a	0	a	0	a	32	b
5		0	a	37	a	31	a	0	a	68	ab
6	Komkommer	22	a	126	a	36	a	0	a	184	ab
7	Paprika	4	a	64	a	0	a	0	a	68	ab
8		0	a	19	a	92	a	0	a	111	ab
9	Nemathorin	8	a	189	a	0	a	0	a	197	ab
	Gemiddeld	**13**		**106**		**18**		**0**		**136**	
	KWV	62,6						0		305	
	VC (%)	206		104		401		0		93	
	p-waarde Factor 1	0,610	N.S.	0,178	N.S.	0,606	N.S.	0,000	***	0,049	*
	Transformatie										
	Toelichting										

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

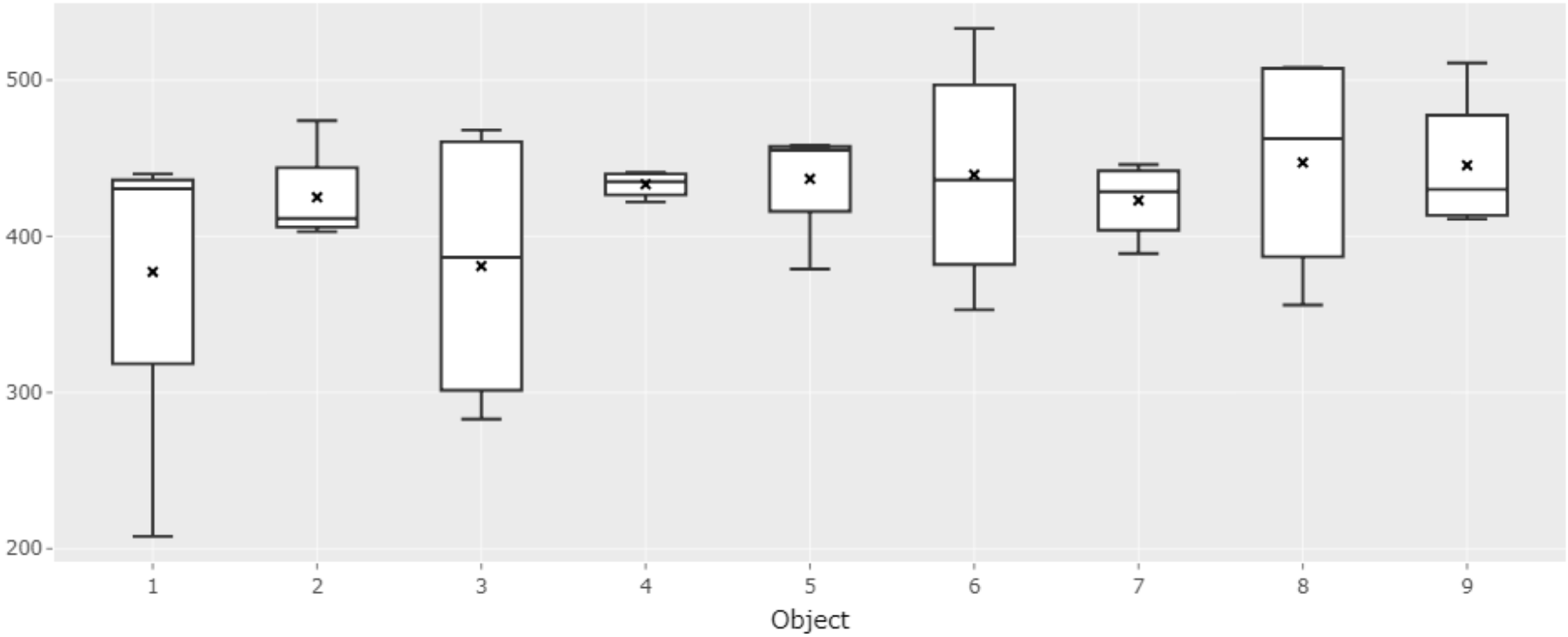
Figuur 15 Totale uitval (ton/ha)



Tabel 12 Knolaantallen per veldje en knollengte (mm)

Nr	Object	-35 mm		35-50 mm		50-70 mm		+70 mm		Totaal		Knollen per m²		Knollengte (mm)	
Omschrijving														sortering 50-70	
1	Onbehandeld	24	a	173	a	178	a	4	ab	377	a	41,9	a	77,3	a
2		29	a	183	a	210	a	4	ab	425	a	47,2	a	75,6	a
3		28	a	169	a	180	a	4	ab	381	a	42,3	a	75,8	a
4		34	a	189	a	208	a	2	b	433	a	48,1	a	75,3	a
5		34	a	198	a	202	a	3	ab	437	a	48,5	a	74,3	a
6	Komkommer	33	a	194	a	210	a	3	ab	440	a	48,8	a	74,9	a
7	Paprika	26	a	173	a	221	a	3	b	423	a	47,0	a	75,1	a
8		34	a	192	a	220	a	2	b	447	a	49,7	a	74,7	a
9	Nemathorin	32	a	183	a	224	a	7	a	446	a	49,5	a	74,8	a
Gemiddeld		**30**		**184**		**206**		**3**		**423**		**47,0**		**75,3**	
KWV		19,4		86		59,3		4,2		141		15,7		4,02	
VC (%)		27		20		12		50		14		13,9		2,2	
p-waarde Factor 1		0,522	N.S.	0,948	N.S.	0,114	N.S.	0,010	**	0,610	N.S.	0,610	N.S.	0,399	N.S.

Figuur 16 Knolaantal (aantal knollen per veldje van 9 m²)



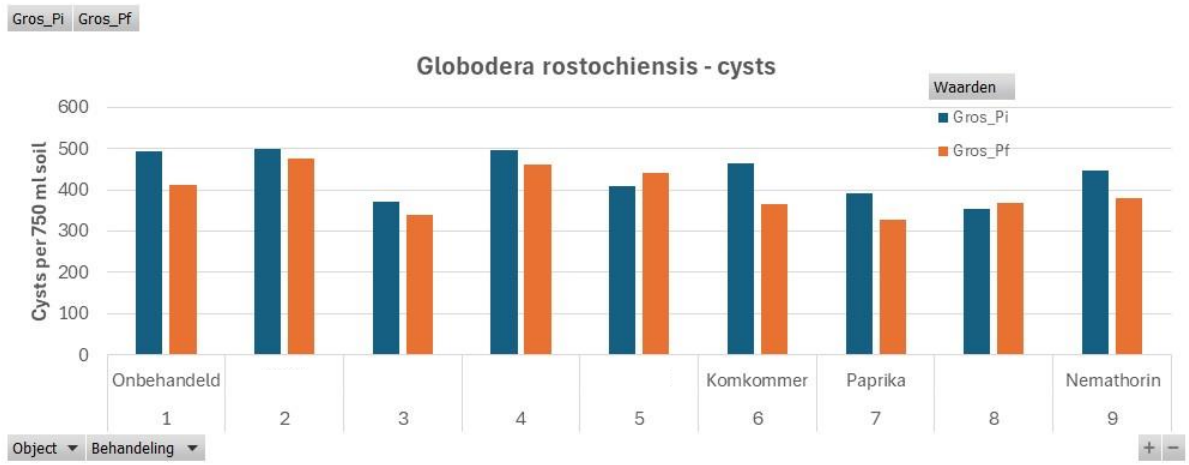
Kwaliteit

Tabel 13 Nematoden (Pi en Pf) – aantal cysten of levende inhoud per 750 ml

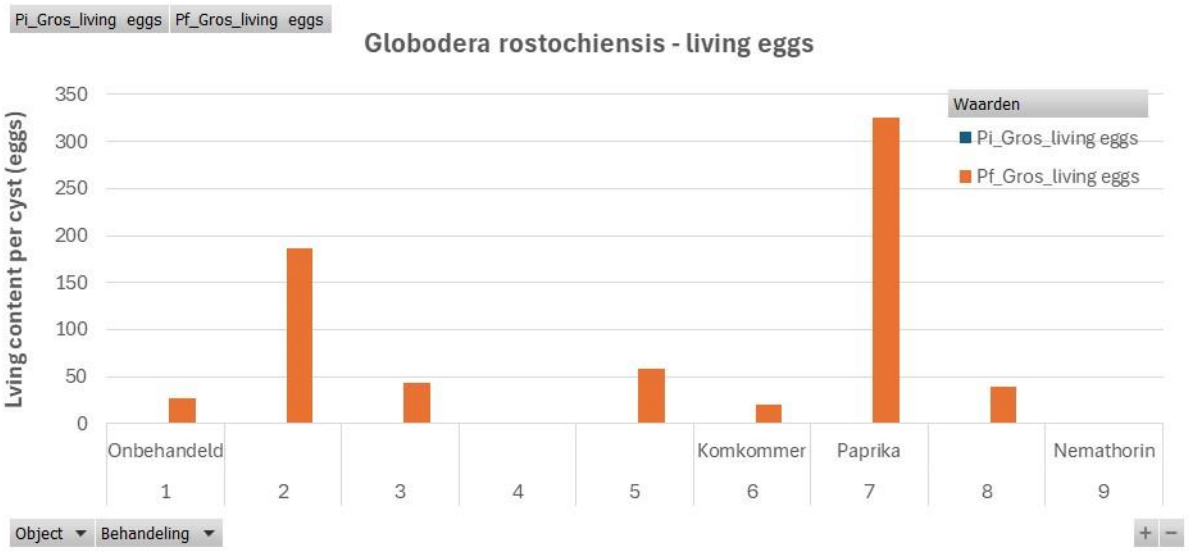
Nr	Object	Gros_cysten		Gros_cysten		Gros_levende eieren		Gros_levende_eieren	
Omschrijving		Pi (jun 24)		Pf (okt 24)		Pi (jun 24)		Pf (okt 24)(1)	
1	Onbehandeld	494	a	413	a	0	a	27	a
2		499	a	475	a	0	a	186	a
3		373	a	339	a	0	a	44	a
4		497	a	461	a	0	a	0	a
5		410	a	440	a	0	a	59	a
6	Komkommer	465	a	367	a	0	a	21	a
7	Paprika	393	a	329	a	0	a	325	a
8		355	a	369	a	0	a	39	a
9	Nemathorin	448	a	381	a	0	a	0	a
	Gemiddeld	**437**		**397**		**0**		**78**	
	KWV	446		367		0			
	VC (%)	42		38		0		259	
	p-waarde Factor 1	0,929	N.S.	0,859	N.S.	0,000	***	0,305	N.S.

(1) Voldoet niet aan de basisvoorwaarden en een niet parametrische toets werd uitgevoerd. De Tukey toets werd vervangen door de post-hoc Kruskal Wallis toets.

Figuur 17 Aantal cysten per 750 ml – Globodera rostochiensis



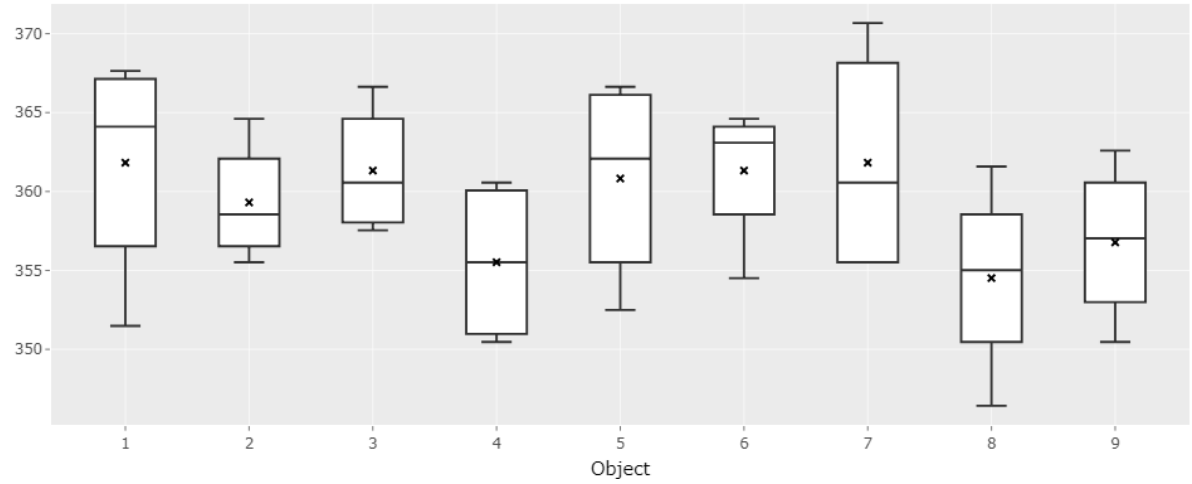
Figuur 18 Levende inhoud per 750 ml – Globodera rostochiensis



Tabel 14 Onderwatergewicht (g/5 kg) en drijvers (%) in een zoutbad met dichtheid 1,05 o f1,06 kg/l.

Nr	Object	Onderwatergewicht		Drijvers 1,06		Drijvers 1,05	
1	Onbehandeld	362	a	2,8	a	0,0	a
2		359	a	3,0	a	0,0	a
3		361	a	2,0	a	0,1	a
4		356	a	0,8	a	0,5	a
5		361	a	1,9	a	0,0	a
6	Komkommer	361	a	2,2	a	0,8	a
7	Paprika	362	a	1,7	a	1,1	a
8		355	a	2,6	a	0,2	a
9	Nemathorin	357	a	1,2	a	0,8	a
	Gemiddeld	**359**		**2,0**		**0,4**	
	KWV	14,3					
	VC (%)	2		83,5		173,0	
	p-waarde Factor 1	0,502	N.S.	0,978	N.S.	0,358	N.S.
	Transformatie			ArcSin(vkw(x))		ArcSin(vkw(x))	

Figuur 19 Onderwatergewicht (g/5 kg)



Besluit

Door de natte winter en voorjaar, kon de proef pas aangeplant worden op 25 juni. De proef werd aangelegd op een veld met duidelijke aanwezigheid van Globodera rostochiensis. Er werd een vatbaar ras ingeplant, namelijk Bintje.

Alle toepassingen konden in goede omstandigheden uitgevoerd worden. Door het zeer late seizoen (planten eind juni), werd ervoor gekozen op het spuitinterval tussen de bladbehandelingen vast te leggen op 10 dagen in plaats van 14 dagen, dit om de 5de en laatste bespuiting tijdig te kunnen uitvoeren op een tijdstip dat het gewas nog niet geloofdood was.

De opkomst was vlot en er werd geen invloed gezien op de gewasstand, behalve bij de laatste beoordeling op 3 september, waar een iets betere gewasstand gezien werd voor de chemische referentie Nemathorin in vergelijking met de onbehandelde controle.

Ondanks het late seizoen, werd toch een gemiddelde bruto-opbrengst behaald van 45,5 ton/ha, waar gezien het seizoen en het ras een zeer acceptabele opbrengst is. De hoogste bruto- en netto-opbrengst werd vastgesteld bij de chemische referentie (Nemathorin – object 9). De laagste opbrengst werd genoteerd bij de onbehandelde controle (object 1). De waargenomen verschillen waren echter niet statistisch significant, mede door de relatief hoge variatiecoëfficiënt van 12%. Dezelfde conclusies kunnen getrokken worden voor het knolaantal, nl. minder knolaantal in de onbehandelde controle, maar finaal geen significante verschillen.

Het onderwatergewicht voldeed met een gemiddelde van 359 g/5 kg net niet aan de eisen van de verwerkende industrie (minimum 360 g/5 kg), en ook hier géén invloed van de behandelingen.

Wat de nematodenpopulatie betreft, werden stalen genomen de dag na het planten (Pi) en enkele dagen na de oogst (Pf). Ondanks de teelt van een vatbaar ras, werd géén vermeerdering van het aantal cysten waargenomen, ook niet in de onbehandelde controle. Opmerkelijk was ook dat na het planten géén levende inhoud in de cysten meer werd waargenomen, alhoewel er in de voorafgaande staalname in februari wel héél duidelijk levende inhoud werd waargenomen. Na de oogst werd wel (beperkt) levende inhoud in de cysten waargenomen. De atypische evolutie van de nematodenpopulatie kan mogelijk toegeschreven worden aan een “natuurlijke inundatie”, gezien het zeer natte groeiseizoen.

BIONEMATICIDEN – VELDPROEVEN BONEN (PSKW – Esther Geukens)

Proefbeschrijving

Het doel van deze proef was om de werkzaamheid van verschillende middelen tegen nematoden te testen in een bonenteelt. Het te testen product was PROEFPRODUCT 1. Dat product werd vergeleken met de referentie Nemguard. De proef werd uitgevoerd op een perceel te Putte waar vooraf een besmetting met Pratylenchus penetrans werd vastgesteld door middel van qPCR-analyse. De proef werd aangelegd in een blokkenproef met 4 herhalingen. De proef werd vanaf 7/08/2025 wekelijks visueel beoordeeld op gewasstand (score van 0 - 9) en symptomen van fytotoxiciteit. Op 18/08/2025 werd een visuele beoordeling van de bloei uitgevoerd. Op 26/08/2025 werden bodemstalen genomen per plot die werden geanalyseerd door middel van qPCR-analyse om het aantal nematoden per 100cc bodem te bepalen. Op basis van de initiële qPCR-analyse vooraf aan de proef en de finale qPCR-analyse werd per plot de relatieve. Op 28/08/2025, werd een bepaling van de biomassa uitgevoerd op 1 lopende meter planten. Tot slot werd op 18/09/2025 werd een oogstbepaling gedaan door het gewicht van 1 lopende meter planten te bepalen evenals het gewicht van de bonen van die planten.

Er kon geen werking van het geteste product en de referentie waargenomen worden in deze proef. Er werd geen fytotoxiciteit waargenomen voor de producten in deze proef.

Teeltverloop

Proeflocatie	Zegbos, Putte
Proefplan	Blokkenproef in 4 parallellen
Plantafstand	5 cm in de rij en 7 rijen per 2,7 m
Gewas	Bonen
Variëteit	Spectra (Storm Seeds)
Zaaidatum	3/07/2025

Gewasbescherming

Datum	Middel (dosis/are)
4/07/2025	2,5 mL Centium (360 g/L clomazon)
	5 mL Frontier Elite (720 g/L dimethenamid-p)

Proefschema

Toepassing A werd uitgevoerd bij zaai op 3/07/2025. Nemguard werd gestrooid in de zaaigeul voordat de geul werd dichtgetrokken. Het komkommerextract, paprikaextract en komkommerpercolaat werden vooraf aan het zaaien bespoten over de bodem en oppervlakkig ingewerkt met een hark. Vervolgens werden toepassingen B, C en D uitgevoerd met een interval van twee weken op 17/07/2025 (B), 31/07/2025 (C) en 14/08/2025 (D). Bij toepassing B en C werden komkommerextract, paprikaextract, komkommerpercolaat en proefmiddel 1 bespoten over de planten. Toepassing D bestond uit bespuitingen van komkommerextract, paprikaextract en komkommerextract.

Tabel 1: Overzicht behandelingen, bo25nemi

Object	Behandeling	Dosis	Toepassing
1	Onbehandeld		
2	Nemguard GR (450 g/kg knoflookextract)	20 kg/ha	A
3	Komkommerextract	50 L/ha	ABCD
4	Paprikaextract	50 L/ha	ABCD
5	Komkommerpercolaat	50 L/ha	ABCD
6	Proefmiddel 1	75 g/ha	BC

Data verzameling en analyse

Visuele beoordelingen van de gewasstand werden wekelijks uitgevoerd op 7, 14, 21 en 25 augustus. De gewasstand werd aangegeven met een score van 0 – 9 (0: slecht gewas, 9: zeer vitaal gewas). Op 18 augustus werd de bloei visueel beoordeeld a.d.h.v. een percentage. Op het einde van de proef, op 25 augustus, werd van 1 lopende meter planten het gewicht bepaald. Verder werden die dag bodemstalen (0-30 cm) genomen van elke plot, die werden geanalyseerd m.b.v. qPCR-analyse om de aanwezige Pratylenchus penetrans te kwantificeren. Op basis van de initiële qPCR-analyse vooraf aan de proef en de finale qPCR-analyse werd per plot de relatieve toename van de populatie berekend door de finale aantallen nematoden te delen door het initiële aantal (Pf/Pi). Tot slot werden op 18 september oogstgegevens bepaald van 1 lopende meter planten en de bonen van die planten.

Data werd geanalyseerd met behulp van Rstudio (versie 4.4.) met de pakketten tidyverse en emmeans. Linear mixed models werden voor elke responsvariabele opgebouwd. De fit van de modellen werd gecontroleerd aan de hand van een quantile-quantile plot (Q-Q plot) van de residuen van elk model. Log10 datatransformatie werd uitgevoerd op de data van bloeipercentage, het aantal nematoden per 100cc bodem en Pf/Pi. Gemiddelden werden vergeleken met behulp van estimated marginal means (EMMeans), gevolgd door post-hoc multiple comparisons test. Significante verschillen tussen behandelingen werden aangeduid met verschillende letters ($p < 0.05$). De gelijke standaardfouten en vrijheidsgraden voor alle coëfficiënten zijn een gevolg van de gebruikte schattingsmethode in het lineaire gemengde model, waarbij de residuele variantie als gemeenschappelijk wordt verondersteld.

Resultaten

Tabel 2 Resultaten van score voor gewasstand (0 – 9).

			Gewasstand (score 0 – 9)			
Object	Behandeling	Toepassing	7/08/2025	14/08/2025	21/08/2025	25/08/2025
1	Onbehandeld		4,00 a	5,75 a	6,50 a	6,50 a
2	Nemguard GR	A	5,00 a	6,75 a	7,25 a	7,50 b
3	Komkommerextract	ABCD	5,25 a	6,50 a	7,00 a	7,00 ab
4	Paprikaextract	ABCD	4,00 a	5,50 a	6,50 a	6,50 a
5	Komkommerpercolaat	ABCD	4,25 a	6,50 a	7,00 a	7,25 ab
6	Proefmiddel 1	BC	5,25 a	6,25 a	7,00 a	7,25 ab

Gemiddelden gevolgd door een zelfde letter zijn statistisch niet verschillend (Tukey HSD, p=0,05).

Tabel 3 Resultaten van bloeipercentage (na log10-datatransformatie).

			Bloeipercentage (log10-transformatie)
Object	Behandeling	Toepassing	18/08/2025
1	Onbehandeld		3,39 a
2	Nemguard GR	A	3,55 a
3	Komkommerextract	ABCD	3,39 a
4	Paprikaextract	ABCD	3,54 a
5	Komkommerpercolaat	ABCD	3,42 a
6	Proefmiddel 1	BC	3,35 a

Gemiddelden gevolgd door een zelfde letter zijn statistisch niet verschillend (Tukey HSD, p=0,05).

Tabel 4 Resultaten van qPCR analyse (log10-datatransformatie van aantal nematoden per 100cc bodem) en de relatieve groei van de populatie (Pf/Pi).

			Aantal P. penetrans per 100cc bodem (log10-transformatie)	*Pf/Pi*
Object	Behandeling	*Toepassing*	*26/08/2025*	*26/08/2025*
1	Onbehandeld		6,55 a	0,985 a
2	Nemguard GR	A	6,33 a	1,383 a
3	Komkommerextract	ABCD	6,27 a	1,25 a
4	Paprikaextract	ABCD	6,75 a	1,416 a
5	Komkommerpercolaat	ABCD	6,66 a	1,39 a
6	Proefmiddel 1	BC	6,66 a	1,933 a

Gemiddelden gevolgd door een zelfde letter zijn statistisch niet verschillend (Tukey HSD, p=0,05).

Tabel 5 Resultaten van biomassa van één lopende meter planten (kg).

			Biomassa (kg)	
Object	Behandeling	Toepassing	28/08/2025	18/09/2025
1	Onbehandeld		0,517 a	1,50 a
2	Nemguard GR	A	0,481 a	
3	Komkommerextract	ABCD	0,595 a	
4	Paprikaextract	ABCD	0,529 a	
5	Komkommerpercolaat	ABCD	0,614 a	
6	Proefmiddel1	BC	0,546 a	1,56 a

Gemiddelden gevolgd door een zelfde letter zijn statistisch niet verschillend (Tukey HSD, p=0,05).

Tabel 6 Resultaten van oogstbepaling van de bonen van één lopende meter planten (kg).

			Oogst (kg)
Object	Behandeling	Toepassing	18/09/2025
1	Onbehandeld		0,83 a
2	Nemguard GR	A	
3	Komkommerextract	ABCD	
4	Paprikaextract	ABCD	
5	Komkommerpercolaat	ABCD	
6	Proefmiddel1	BC	0,76 a

Gemiddelden gevolgd door een zelfde letter zijn statistisch niet verschillend (Tukey HSD, p=0,05).

Bespreking

Er werden geen symptomen van fytotoxiciteit waargenomen tijdens de proef. Er werd een goede plaagdruk met P. penetrans vastgesteld voor aanvang van de proef d.m.v. qPCR analyse met een gemiddelde van 217 aaltjes per 100cc bodem over 8 subsamples.

In deze proef kon geen werking van de geteste producten worden aangetoond. Er was een trend zichtbaar in de gewasbeoordelingen, nl. de onbehandelde en het paprikaextract leidden consequent tot de laagste score van gewasstand. Het onderscheid was enkel significant op 25 augustus en werd niet weerspiegeld in de andere responsvariabelen. In bloeipercentage en aantal nematoden per 100cc bodem kon geen verschil waargenomen worden tussen de objecten.

VOORLOPIGE CONCLUSIE BIONEMATICIDEN

Alle extracten uit tomaat-, paprika- en komkommerloof vertoonden een zekere nematicidale activiteit tegen wortelknobbelaaltjes in laboratorium omstandigheden. De meest consistente resultaten werden bekomen met extracten bereid in K-buffer met een extra kookstap. Komkommerextracten leverden de hoogste mortaliteit, zelfs bij verdunning. Vriesdrogen verminderde de activiteit, terwijl koken een positief effect had en tegelijk pathogenen inactiveerde.

Daarnaast bleek dat komkommer- en paprika-extracten niet alleen direct nematicidale werking hebben, maar ook geïnduceerde resistentie kunnen opwekken in rijst en tomaat. In rijst presteerden deze extracten even goed of beter dan commerciële referenties (COS-OGA, BTH, NemGuard). In tomaat was het effect minder uitgesproken, maar nog steeds significant voor het komkommerextract.

Binnen het Zero-Waste-project werden extracten van komkommer- en paprikaloof ook toegepast in veldproeven met aardappel en boontjes om hun potentiële nematicidale werking te valideren. De proeven werden uitgevoerd onder praktijkomstandigheden, met een gerandomiseerd blokdesign en meerdere herhalingen. De behandelingen omvatten bladbespuitingen en bodemtoepassingen, vergeleken met onbehandelde controles en commerciële referenties.

In beide teelten – aardappel en boontjes – konden geen significante verschillen worden vastgesteld tussen de extractbehandelingen en de onbehandelde controle. Parameters zoals opkomst, gewasstand, opbrengst en kwaliteitskenmerken bleven binnen dezelfde variatiebreedte. Ook de cystentellingen bij aardappel en de nematodenaantallen bij boontjes toonden geen duidelijke reductie door de extracten. Dit staat in contrast met de laboratoriumresultaten, waar extracten van komkommer en paprika een uitgesproken nematicidale werking vertoonden en zelfs systemische resistentie konden induceren in rijst en tomaat.

Het uitblijven van significante effecten in veldproeven kan verklaard worden door verschillende factoren:

- Lage infectiedruk: In de aardappelproeven waren de populaties van Globodera zeer laag, waardoor het moeilijk is om verschillen tussen behandelingen statistisch aan te tonen.
- Resistente rassen: Het gebruik van rassen met natuurlijke resistentie tegen cystenaaltjes (bv. Innovator) reduceert de kans om een effect van bionematiciden zichtbaar te maken.
- Toepassingswijze: In het labo werden extracten homogeen en in hoge concentratie toegepast, terwijl in het veld bladbespuitingen en bodemtoepassingen onderhevig zijn aan verdunning, afspoeling en variabele opname.
- Omgevingsfactoren: Regen, temperatuur en bodemstructuur beïnvloeden de beschikbaarheid en stabiliteit van bioactieve componenten. In het veld kunnen deze factoren de werking sterk reduceren.

- Extracteigenschappen: Sommige extracten zijn gevoelig voor degradatie of binding aan organisch materiaal in de bodem, waardoor hun nematicidale activiteit afneemt.
- Timing en frequentie: Eénmalige of beperkte toepassingen zijn mogelijk onvoldoende om een duurzaam effect te realiseren, zeker bij nematoden die meerdere infectiecycli doorlopen.