



---

# Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen

TKI-AF-15261

Joeke Postma, Mirjam Schilder, Jaap Bloem, Johnny Visser, Gera van Os, Karst Brolsma, Marianne Hoogmoed, Romke Postma en Gerard Korthals



---

# Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen

TKI-AF-15261

Joeke Postma<sup>1</sup>, Mirjam Schilder<sup>1</sup>, Johnny Visser<sup>2</sup>, Jaap Bloem<sup>3</sup>, Gera van Os<sup>4</sup>, Karst Brolsma<sup>5</sup>, Marianne Hoogmoed<sup>6</sup>, Romke Postma<sup>7</sup> en Gerard Korthals<sup>8</sup>

1 Wageningen University & Research | Biointeracties en Plantgezondheid

2 Wageningen University & Research | Open Teelten

3 Wageningen University & Research | Dierecology

4 Aeres Hogeschool Dronten

5 Eurofins Agro

6 Van Iperen

7 NMI

8 Centre for Soil Ecology

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader het PPS-project "Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materiaal uit reststromen" (TKI-AF-15261) met financiering vanuit de Topsector Agri & Food.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2020

---

Rapport WPR-1024



---

Joeke Postma, Mirjam Schilder, Jaap Bloem, Johnny Visser, Gera van Os, Karst Brolsma, Marianne Hoogmoed, Romke Postma en Gerard Korthals, 2020. *Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen; TKI-AF-15261*. Wageningen Research, Rapport WPR-1024. 82 blz.; 60 fig.; 17 tab.; 32 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/536631>

Tien zeer uiteenlopende organische producten zijn onderzocht op hun vermogen om ziektevering van een bodem te verhogen. In potproeven werd aangetoond dat een aantal van deze producten de ziektevering van zandgrond tegen *Rhizoctonia solani* en *Meloidogyne hapla* konden stimuleren. Vervolgens zijn de organische producten onder praktijkomstandigheden in de teelt van aardappel en suikerbiet getoetst. Bij een dosering van de producten conform de bemestingsadviezen waren de opbrengsten van de gewassen vergelijkbaar met een kunstmest bemeste controle en werd afhankelijk van de samenstelling van de producten tot 160, 50 en 200 kg/ha aan N, P en K bemesting bespaard (bij aardappel). De producten hadden onder veldomstandigheden een geringe invloed op de ziekteverende eigenschappen van de grond: *Pythium* ziektevering was in enkele gevallen verhoogd, maar er was geen meetbare verhoging van ziektevering tegen *Rhizoctonia* en *Meloidogyne*. Daarnaast zijn diverse (biologische) bodemparameters bepaald.

Trefwoorden: ziektevering, bodempathogenen, bodembioëgie, organische meststoffen, *Rhizoctonia*, *Meloidogyne*, *Pythium*, Nematoden.

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Biointeracties en Plantgezondheid, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-1024

Foto omslag: Toediening van verschillende organische producten op de proeflocatie Vredepeel

Deelnemende partijen: BO Akkerbouw, Eurofins Agro, Nutriënten Management Instituut NMI B.V., Darling Ingredients International Holding B.V., ECOstyle B.V., Vereniging Afvalbedrijven (VA), Branche Vereniging Organische Reststoffen (BVOR), CNC Holding B.V., van Iperen B.V., PH Petersen Saatzucht Lundsgaard GmbH, Waterschap Vallei en Veluwe, Rijkswaterstaat (RWS) en Centre for Soil Ecology

---

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Aanleiding van het onderzoek</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Effect van organische toevoegingen in kasproeven</b>	<b>14</b>
	2.1 Inleiding	14
	2.2 Uitvoering onderzoek	15
	2.2.1 Proefopzet, organische producten en monstername	15
	2.2.2 Bodemanalyses	16
	2.2.3 Ziektewering – biotoetsen	16
	2.2.4 Statistische analyses	18
	2.3 Resultaten	18
	2.3.1 Organische producten en hun eigenschappen	18
	2.3.2 Bodemanalyses	19
	2.3.3 Ziektewering – biotoetsen	24
	2.3.4 Correlatie tussen ziektewering, producteigenschappen en bodemanalyses	27
	2.4 Discussie	30
<b>3</b>	<b>Effect van organische toevoegingen in een veldproef op kleigrond</b>	<b>33</b>
	3.1 Inleiding	33
	3.2 Uitvoering onderzoek	33
	3.2.1 Veldproef	33
	3.2.2 Ziektewering – biotoetsen	34
	3.3 Resultaten	35
	3.3.1 Gewasgroei en opbrengst suikerbiet	35
	3.3.2 Ziektewering	37
	3.4 Discussie	38
<b>4</b>	<b>Effect van organische toevoegingen in een tweejarige veldproef op dekzand</b>	<b>39</b>
	4.1 Inleiding	39
	4.2 Uitvoering onderzoek	39
	4.2.1 Proefopzet, organische producten en monstername	39
	4.2.2 Bodemanalyses	42
	4.2.3 Ziektewering – biotoetsen	42
	4.2.4 Gewasgroei en opbrengst	43
	4.3 Resultaten	43
	4.3.1 Eigenschappen organische producten	43
	4.3.2 Bodemanalyses 2018 en 2019	44
	4.3.3 Ziektewering 2018 en 2019	48
	4.3.4 Gewasgroei en opbrengst aardappel 2018	50
	4.3.5 Gewasgroei en opbrengst suikerbiet 2019	52
	4.4 Discussie	53
<b>5</b>	<b>Nematoden gemeenschappen in een tweejarige veldproef op dekzand</b>	<b>56</b>
	5.1 Inleiding	56
	5.2 Uitvoering onderzoek	56
	5.3 Resultaten en discussie	56
	5.4 Samenvatting en conclusie	62

---

<b>6</b>	<b>Synthese en conclusies uit kas- en veldproeven</b>	<b>63</b>
6.1	Ziektewering	63
6.1.1	Stimulering van ziektevering in kasproeven	63
6.1.2	Ziektewering in het veld	63
6.2	Bodemindicatoren	65
6.3	Organische producten als meststof of bodemverbeteraar	65
6.4	Suggesties voor verder onderzoek aan ziektevering door organische producten	68
	<b>Literatuur</b>	<b>69</b>
	<b>Bijlage 1 Eigenschappen van de gebruikte organische producten in 2016 t/m 2019</b>	<b>71</b>
	<b>Bijlage 2 Extra data kasproeven 2016 en 2017</b>	<b>75</b>
	<b>Bijlage 3 Extra data veldproef Vredepeel 2018-2019</b>	<b>78</b>



---

# Woord vooraf

In dit rapport worden de onderzoeksresultaten uit het project 'Sturen op bodemweerbaarheid door toediening van organische materialen' (TKI-AF-15261) beschreven. Dit project liep van 2016 tot medio 2020 en is een publiek private samenwerking (PPS) binnen de Topsector Agri & Food. Het onderzoek is door Wageningen University & Research in samenwerking met een groot aantal partijen uitgevoerd, namelijk BO Akkerbouw, Eurofins Agro, Nutriënten Management Instituut NMI B.V., Darling Ingredients International Holding B.V., ECOstyle B.V., Vereniging Afvalbedrijven (VA), Branche Vereniging Organische Reststoffen (BVOR), CNC Holding B.V., van Iperen B.V., P.H. Petersen Saatzucht Lundsgaard GmbH, Waterschap Vallei en Veluwe, Rijkswaterstaat (RWS) en Centre for Soil Ecology. Deze partijen zorgden voor de organische materialen, bodemanalyses, bemestingsadviezen, uitvoering van een extra veldproef en verbinding met de praktijk. Vanuit Wageningen University & Research waren meerdere afdelingen betrokken. Zo waren we gezamenlijk in staat om de diverse expertises samen te brengen die nodig zijn voor dergelijk multidisciplinair onderzoek.

Er is ook samengewerkt met enkele andere projecten voor het uitvoeren van verdiepende analyses aan bodembioologische parameters. (1) Ergosterol-metingen van de bodems in de kasproef in 2016 en 2017 zijn in samenwerking met het TTW project SaproFeed door KNAW-NIOO (Wietse de Boer) uitgevoerd. (2) Bacterie- en schimmelbiomassa in de veldproef zijn bepaald vanuit het Kennisbasisproject KB34 Bodembioologie. (3) Daarnaast zijn Microbioom-analyses uitgevoerd op alle bodems in de kasproef in 2016 en 2017 in de Kennisbasisprojecten KB21 en KB33, wat zal leiden tot een wetenschappelijke publicatie.

We willen diverse medewerkers binnen Wageningen University & Research bedanken voor hun bijdragen, omdat zonder hun deze resultaten niet verkregen zouden zijn: Marc Kroonen en zijn Vredepeel team, het Lab in Lelystad, Unifarm te Wageningen, Wim Dimmers voor de microbiologische bepalingen en Pella Brinkman voor de nematoden analyses.

Al deze interacties en samenwerkingen hebben geleid tot een uitgebreide set resultaten over het effect van 10 uiteenlopende organische producten in zowel kas- als veldproeven, waarbij ziektevering, bodemeigenschappen en gewasparameters bepaald zijn. Met de kennis uit dit onderzoek hopen we bij te dragen aan een stapje in de goede richting: naar een duurzamere landbouw en een zo goed mogelijke benutting van waardevolle organische materialen.



---

# Samenvatting

Tien zeer uiteenlopende organische producten zijn onderzocht op hun vermogen om ziektevering van de bodem tegen plantenpathogenen te verhogen. De producten waren afkomstig van rest- en zijstromen van consumenten (compost), voedingsmiddelenindustrie (keratine afkomstig van kippenveren en varkenshaar), veeteelt (varkensmestkorrels), agrarische industrie (ontvette zaden), natuurterreinen (gras- en slootmaaisel) en een product dat gebruikt wordt voor de champignonteelt (fase-3-eind, een met schimmel doorgroeide gecomposteerde mest). De geselecteerde producten varieerden in hun C/N ratio (3 tot 27) en respiratiesnelheid (3 tot 50 mmol O<sub>2</sub>/kg OS/uur), en verschilden tevens in hun organische stof gehalte en nutriëntensamenstelling.

## Kasproeven

Het effect van deze producten is eerst getest in twee verschillende zandgronden (dekzand Vredepeel en duinzand Lisse) in potproeven in de kas. Dosering van de producten was zodanig gekozen dat een gelijke stikstof dosis werd toegevoegd aan de grond (0,2 g N/kg grond). Om te testen of ziektevering was ontstaan, werd na enkele weken getest hoeveel schade er optrad in een vatbaar gewas na toevoeging van een ziekteverwekker (zogenoemde biotoets). In deze potproeven werd aangetoond dat meerdere producten de ziektevering van zandgrond tegen het schimmelpathogeen *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB in suikerbiet en de plant-parasitaire nematode *Meloidogyne hapla* in sla konden stimuleren, maar dat er geen ziektevering optrad tegen *Pythium intermedium* in hyacint. Vier keratine producten (P1, P2, P4, P10) en fase-3-eind (schimmel doorgroeide gecomposteerde mest, P7) stimuleerden de ziektevering tegen *R. solani*, en dit correleerde met een toename in schimmelbiomassa, potentieel mineraliseerbare N (PMN) en in mindere mate met heet water extraheerbare koolstof (HWC). De ziektevering tegen *M. hapla* verschilde echter per grondsoort: minder aantasting in de Lisse grond door drie keratine producten (P1, P2, P4) en slootmaaisel (P9/A), terwijl in Vredepeel varkensmest-korrels (P3) en slootmaaisel (P9/A) minder aantasting gaven. Bovendien waren er enkele producten die juist meer aantasting gaven, waaronder het zaadmeelproduct (P8). Omdat er een interactie tussen grondsoort en toegevoegd organisch product is bij het effect op ziektevering tegen *M. hapla*, zullen meer gronden getoetst moeten worden. De respiratiesnelheid van de verschillende producten bleek het sterkst te correleren met de ziektevering tegen *R. solani* en *M. hapla*, wat op zich begrijpelijk is omdat het hier om kortdurende proeven ging.

## Veldproeven

De organische producten zijn vervolgens in het veld onder praktijkomstandigheden in de teelt van aardappel en suikerbiet getoetst in een klei- (Oude Tonge 2017) en een zandgrond (Vredepeel 2018 en 2019). In de veldproef met suikerbieten in 2017 zijn drie producten getoetst met een dosering volgens een normaal bemestingsniveau (150 kg N/ha) en een dubbele dosis. Suikeropbrengst in ton/ha en de financiële opbrengst verschilden niet significant tussen de behandelingen en de controle. In geen van de behandelingen was ziektevering tegen *R. solani* AG 2-2IIIB in suikerbiet ontstaan (gemeten in een biotoets). Een nieuwe biotoets met *Pythium ultimum* in tuinkers gaf wel verschillen in ziektevering: de toevoeging met fase-3-eind (schimmel doorgroeide gecomposteerde mest) gaf in beide doses minder *Pythium* aantasting nadat dit pathogeen door de grond was gemengd dan in de controle.

In de Vredepeel proef zijn de tien organische producten in twee opeenvolgende jaren volgens de geldende bemestingsregels toegediend, waarbij N, P en K met kunstmest zijn bijbemest volgens de bemestingsadviezen. Afhankelijk van de samenstelling van de organische producten werd soms wel tot 160 kg N/ha, 50 kg P/ha en 200 kg K/ha minder kunstmest toegediend in aardappel (2018) en tot 130 kg N/ha, 50 kg P/ha en 155 kg K/ha minder kunstmest in suikerbiet (2019). De opbrengsten van de gewassen waren over het algemeen vergelijkbaar met de kunstmest controle. Suikerbiet en aardappel hadden weinig last van aantastingen tijdens de teelt, er was namelijk bewust een perceel met weinig ziektedruk geselecteerd. Alleen de aardappelknollen hadden bij oogst een lichte schurftaantasting, en er was een tendens dat drie behandelingen met keratine (P1, P2 en P10) minder

---

aantasting hadden dan de kunstmest controle. Van het wortelstiepaaltje *Pratylenchus penetrans* werden soms dichtheden gemeten die schade zouden kunnen veroorzaken, hier had het keratine product P4 significant lagere aantallen *P. penetrans* dan de kunstmest controle. Om te bepalen of de grond ziekteverderend geworden was, werden wederom drie plantpathogenen toegevoegd waarna onder kasomstandigheden de aantasting in een toetsgewas werd bepaald (biotoets). De producten hadden slechts een geringe invloed op de ziekteverderende eigenschappen van de bodem in het veld: *P. ultimum* ziekteverdering was verhoogd na toevoeging van keratine producten en Fase-3-eind (P1, P2, P4, P10 in 2018; P1, P2, P7 in 2019). Er was echter geen meetbare verhoging van ziekteverdering tegen *R. solani* en *M. hapla*. De gemeten (biologische) bodemparameters verschilden weinig of waren niet consistent. De nematodengemeenschappen, zowel plantparasitaire als niet-plantparasitaire aaltjes, toonden wel verschuivingen a.g.v. sommige producten. In 2018 hadden de keratine producten, zaadmeel en ingekuuld gras (P1, P2, P4, P8, P9 en P10) meer bacterie-etende aaltjes met een snelle vermeerdering dan de kunstmest controle, en ook een hogere Enrichment index (EI). In 2019 waren deze verschillen minder groot en vooral zichtbaar voor zaadmeel en de keratine mix (P8 en P4).

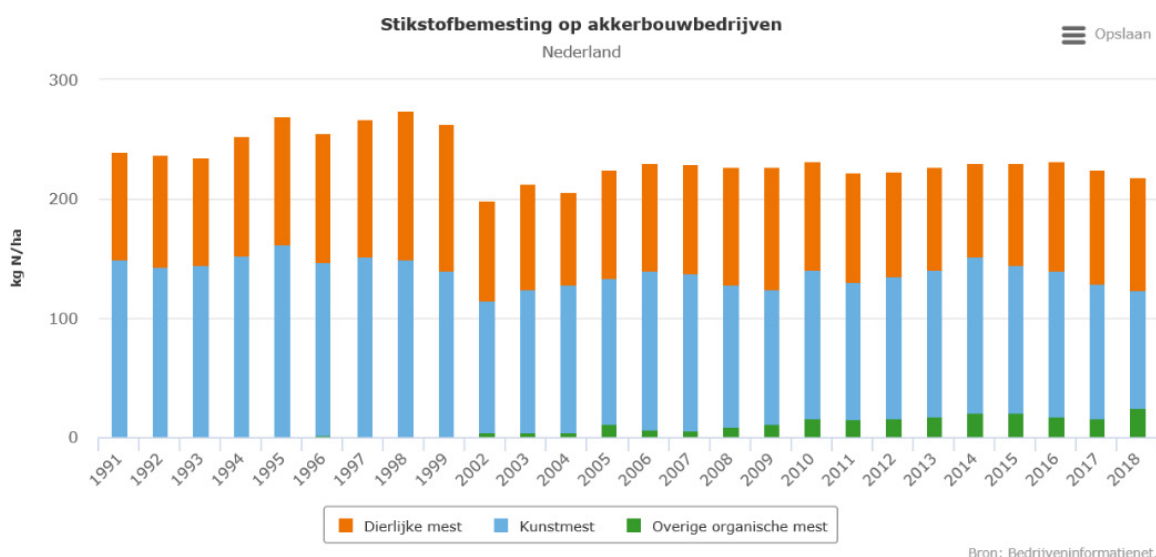
## Conclusies

- De geteste organische producten kunnen als meststof toegepast worden, waardoor minder kunstmest (vooral N P K) gebruikt hoeft te worden. De organische producten leveren soms ook andere plantenvoedingsstoffen zoals magnesium (Mg), zwavel (S), calcium (Ca), en spoorelementen zoals mangaan (Mn), borium (B) en zink (Zn).
- De gewasgroei en opbrengsten waren over het algemeen vergelijkbaar met de kunstmest controle. In enkele gevallen waren er zelfs positieve effecten: iets hogere opbrengst, minder schurft in aardappel, en een lager aantal van de plantparasitaire nematode *P. penetrans*.
- Onder gecontroleerde omstandigheden in kasproeven stimuleerden verschillende organische producten de ziekteverdering van de bodem tegen *R. solani* en *M. hapla*, maar in de veldproeven was dit effect veel geringer. Enkele producten stimuleerden de ziekteverdering in de veldproef tegen *Pythium* in de tuinkers biotoets, maar er was geen meetbare verhoging van ziekteverdering tegen *R. solani* en *M. hapla*.
- Biotoetsen in de kas kunnen dus een indicatie geven van de potentie van de organische producten om ziekteverdering te stimuleren, maar dat wil nog niet zeggen dat dit ook werkelijk in het veld tot uiting komt. De proefvelden waren bewust geselecteerd vanwege hun lage ziektedruk om ziekteverdering van de bodem in biotoetsen te kunnen meten, maar het ontstaan van ziekteverdering tegen natuurlijk aanwezige infecties kan als gevolg daarvan niet bepaald worden.
- Door de gemeten eigenschappen van de organische producten om te rekenen naar hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) en de verhouding met de beschikbare nutriënten te bepalen, kan een indicatie gegeven worden waarvoor de producten het beste gebruikt kunnen worden. De composten (P5 en P6) hebben een hoge EOS/N- en EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio en hebben dus vooral een bodemverbeterende werking, terwijl P3 (varkensmestkorrels), P7 (Fase-3-eind) en P9 (ingekuuld gras) vanwege een lage EOS/N- én EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio vooral een werking hebben als N- en P-meststof. Het zaadmeel (P8) zit daar tussenin. De keratineproducten (P1, P2, P4 en P10) hebben op basis van hun zeer lage EOS/N-ratio een werking als N-meststof. Er is vooralsnog helaas geen maat of indicator voor producten die ziekteverdering stimuleren.

# 1 Aanleiding van het onderzoek

Om de aarde leefbaar te houden met een groeiende bevolking is het noodzakelijk om zuinig om te gaan met alle benodigde hulpbronnen. Bovendien moeten we ervoor zorgen dat de kwaliteit van de bodem, de bron van ons voedsel, in stand gehouden of zelfs verbeterd wordt. Voldoende organische stof in de bodem levert hier een bijdrage aan, want dat zorgt bijvoorbeeld voor een goede bodemstructuur, vochtvasthoudend vermogen, nutriënten levering en dient tevens als voedsel voor het bodemleven. Door organische reststromen en bijproducten aan de bodem toe te voegen als bodemverbeteraar of als organische meststof is minder kunstmest nodig, wordt het bodemleven gestimuleerd én kan de bodemkwaliteit verbeterd worden. Er wordt dan ook veel onderzoek uitgevoerd naar de effecten van organische stof op gewasproductie en bodemkwaliteit.

Cijfers uit Agrimatie laten zien dat het gebruik van kunstmest sinds 1999 is afgenomen en dat de toepassing van overige organische meststoffen de laatste jaren langzaam toeneemt in de akkerbouw: gemiddeld 24 kg N/ha in de akkerbouw in Nederland in 2018 (zie Figuur 1.1). Daarnaast is de aandacht die hergebruik van veilige organische reststromen en bijproducten in de landbouw krijgt toegenomen door het visiedocument en het realisatieplan van LNV over Kringlooplandbouw (LNV 2018, 2019).



**Figuur 1.1** Gebruikte stikstof bemesting in de akkerbouw, ingedeeld dierlijke mest, kunstmest en overige organische mest.

Bron:

<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2282&indicatorID=2772>

Er is echter relatief weinig bekend over het effect van het toedienen van organische stof op de beheersing van ziekten en plagen in de bodem. Hoewel er diverse voorbeelden vanuit het onderzoek bekend zijn van organische producten die onder bepaalde omstandigheden de aantasting door een ziekteverwekker kunnen verminderen, is er te weinig kennis voor gerichte toepassing in de landbouw. Het is niet duidelijk aan welke eigenschappen de organische stof moet voldoen en welke ziekteverwekkers daar dan mee geremd kunnen worden. Maatregelen om schade door bodem-gebonden ziekteverwekkers te reduceren zijn wel urgent. De beschikbaarheid van gewasbeschermingsmiddelen zal de komende jaren verder afnemen. Recent zijn het gebruik van neonicotinoïden (insecticiden) en Thiram (fungicide) als zaadcoating verboden, zodat naarstig gezocht wordt naar alternatieven om bodemgebonden ziekten en plagen te beheersen of te voorkómen. Er zijn slechts weinig methoden en

middelen beschikbaar om bodemziektes te bestrijden en ze moeten over het algemeen preventief toegediend worden (Termorshuizen et al., 2020). Gebruik van organische producten om de bodemweerbaarheid tegen ziekten en plagen te verhogen zou daarom zeer welkom zijn.

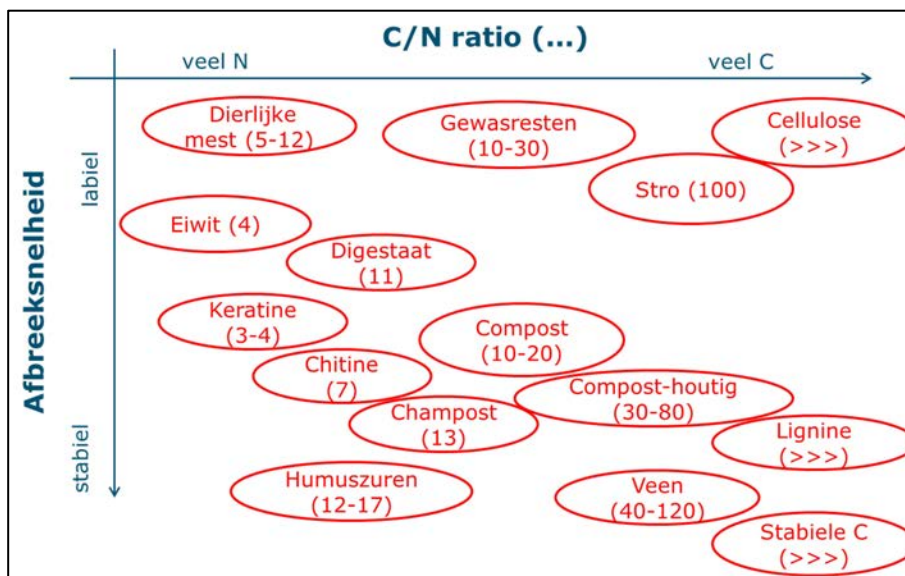
Dit project is in 2016 gestart om meer kennis te genereren over welke organische producten ziektevering van de bodem kunnen verhogen en welke eigenschappen van de organische producten hiervoor relevant zijn. Een betere voorspelbaarheid van het effect zal bijdragen aan de inzet in praktijk.

Onderzoeksvragen in dit project zijn:

- Kunnen organische reststromen ziektevering van de bodem stimuleren?
- Zo ja, aan welke eigenschappen moeten de organische reststromen voldoen om ziektevering te stimuleren?
- Welke analyses van product en/of bodem kunnen de ziektevering voorspellen?

Organische producten kunnen onder andere gekarakteriseerd worden door hun C/N verhouding en de snelheid waarmee ze kunnen worden afgebroken, zie Figuur 1.2. De producten linksboven dienen vooral als meststof en voorzien de bodem en het gewas van nutriënten. Rechts onder staan de stabielere materialen die als bodemverbeteraar gebruikt kunnen worden. Een belangrijke vraag is of deze kenmerken ook voorspellen of producten de ziektevering van de bodem kunnen verhogen, of dat andere karakteristieken belangrijk zijn.

In dit project zijn 10 zeer uiteenlopende organische producten onderzocht op hun vermogen om ziektevering van de bodem tegen plantenpathogenen te verhogen. De geselecteerde producten varieerden in C/N ratio (3 tot 27) en respiratiesnelheid (3 tot 50 mmol O<sub>2</sub>/kg OS/uur), en verschilden tevens in organische stof gehalte en nutriëntensamenstelling. De producten waren afkomstig van rest- en zijstromen van consumenten (compost), voedingsmiddelenindustrie (keratine), veeteelt (varkensmestkorrels), agrarische industrie (ontvette zaden), natuurterreinen (gras- en sloopmaaisel) en een product dat gebruikt wordt voor de champignonteelt (fase-3-eind, een met schimmel doorgegroeide gecomposteerde mest) en werden aangeleverd door de aan het project deelnemende partijen.



**Figuur 1.2** Schematisch overzicht van diverse organische producten ingedeeld naar C/N ratio en afbreeksnelheid.

---

De opzet van het onderzoek was als volgt:

- In 2016 en 2017 zijn kasproeven uitgevoerd in twee verschillende zandgronden waarbij het effect van de 10 organische producten onder gecontroleerde omstandigheden is getest op ziektevermindering. Ook zijn fysische, chemische en biologische analyses uitgevoerd om de bodem en de producten te karakteriseren (Hoofdstuk 2).
- In 2017 is een eerste veldproef met drie organische producten in twee doseringen uitgevoerd op kleigrond (Hoofdstuk 3). Hierbij was het belangrijk om ervaring op te doen met alle aspecten van de toediening van de producten in het veld.
- In 2018 en 2019 is een veldproef op zandgrond uitgevoerd waarbij in twee opeenvolgende jaren dezelfde 10 producten zijn toegevoegd volgens de geldende bemestingsregels en bemestingsadviezen. Gewasgroei, -gezondheid en -opbrengst zijn bepaald. Daarnaast zijn fysische, chemische en biologische kenmerken van de bodem en de producten bepaald. Ziektevermindering is getest in biotoetsen onder gecontroleerde omstandigheden (Hoofdstuk 4).
- Ook de nematodengemeenschappen in de bodem zijn gekarakteriseerd na toevoeging van de organische producten in de veldproef (Hoofdstuk 5).
- In Hoofdstuk 6 geven we een synthese van de verschillende resultaten uit zowel de kas- als de veldproeven en wordt de bruikbaarheid van de producten voor de praktijk besproken.
- In de bijlagen worden alle gemeten karakteristieken van de gebruikte organische producten weergegeven, maar ook resultaten van de bodemanalyses in de verschillende proeven.

Met dit onderzoeksproject willen we uiteindelijk bijdragen aan:

- Een duurzame en gezonde plantaardige productie,
- Meerwaarde genereren uit reststromen door verhoging van bodemweerbaarheid tegen ziektes,
- Met hergebruik van organische reststromen en bijproducten de circulaire economie stimuleren.

---

## 2 Effect van organische toevoegingen in kasproeven

### 2.1 Inleiding

Het effect van de verschillende organische producten op ziektevering en andere bodemeigenschappen is eerst in de kas getest. Daarmee kunnen de omstandigheden zoals temperatuur en bodemvochtgehalte beter gestuurd worden dan in het veld. Een ander voordeel is dat de organische producten homogener door de grond gemengd kunnen worden, omdat de hoeveelheid benodigde grond in kasproeven beperkter is dan bij veldproeven. Voor deze kasproeven zijn twee zeer verschillende zandgronden gebruikt, een duinzandgrond met een heel laag organische stof gehalte en een dekzandgrond met meer organische stof. Van beide gronden is bekend dat ze gevoelig zijn voor bodemziekten. Met de kasproeven willen we dus kijken of toevoeging van bepaalde organische producten de ziektevering van deze gronden in potentie kan verhogen.

Het ziekteverend-vermogen van een grond wordt bepaald door doelbewust bepaalde bodempathogenen aan de grond toe te voegen, en vervolgens te kijken hoeveel schade er optreedt in een vatbaar modelgewas (zogenoemd biotoets). Omdat er verschillende mechanismen van ziektevering bestaan, kan de ziektevering per pathogeen verschillen. Daarom worden in de kasproeven verschillende plant-pathogeen combinaties gebruikt om te bepalen of de organische producten ziektevering kunnen induceren. Een biotoets voor de bepaling van ziektevering waarmee al vele jaren ervaring is, is de schimmel *Rhizoctonia solani* in allerlei gewassen. Ook met de nematode *Meloidogyne hapla* is onderzoek naar ziektevering uitgevoerd door verschillende onderzoeksgroepen. In het bloembollenonderzoek maakt men gebruik van een toets met *Pythium* wortelrot in hyacint. Deze toets duurt echter 2 maanden en kan alleen in een bepaalde periode van het jaar worden uitgevoerd, en is daarom niet geschikt als een standaard ziekteveringstoets. Kortdurende biotoetsen met *Pythium* in kiemplanten zijn echter vooral in kasgewassen zoals tomaat en komkommer in substraat en potgrond gebruikt. Een biotoets voor *Pythium* met veldgrond en een geschikt vatbaar toetsgewas was in 2016 nog niet beschikbaar.

De gebruikte opzet waarbij ziektevering bepaald wordt na een éénmalige toediening van organische producten aan een beperkte hoeveelheid grond, geeft informatie over de potentie van deze producten om ziektevering te verhogen. Hierbij gaat het om het korte-termijn effect van de organische producten. De dosis van de toegevoegde producten was zodanig gekozen dat een gelijke hoeveelheid stikstof (N) werd toegevoegd. Als controle diende grond zonder enige toevoeging, maar ook grond waaraan minerale N was toegevoegd om het effect van N bemesting uit te sluiten. Voor het bepalen van ziektevering is de grond met zijn organische toevoegingen korte tijd (3 weken) weggezet bij kamertemperatuur, zodat het bodemleven zich aan de nieuwe situatie heeft kunnen aanpassen.

Tegelijk met de ziektevering, zijn ook diverse bodemfysische, -chemische en -biologische eigenschappen bepaald. Voor ziektevering is de biologie van de bodem belangrijk, daarom zijn diverse biologische parameters bepaald. De hoeveelheid bacterie- en schimmelbiomassa is relevant, want bacteriën en saprotrofe schimmels leven van organisch materiaal in de bodem en zijn daardoor de eerste groep organismen die zich zullen vermeerderen na toevoeging van organische producten. Potentieel mineraliseerbare N is een indicator van gemakkelijk afbreekbare (labiele) N en correleert vaak met de totale hoeveelheid microbiële biomassa in de bodem. Labiele N en C veranderen sneller dan de veel grotere pool van totaal organisch materiaal. Door eigenschappen van de organische producten en de effecten op de bodemeigenschappen en ziektevering met elkaar te vergelijken, willen we meer inzicht krijgen in de belangrijke processen. Tevens zou met een indicator de ziektevering van de bodem makkelijker en mogelijk sneller voorspeld kunnen worden dan met biotoetsen.



## 2.2 Uitvoering onderzoek

### 2.2.1 Proefopzet, organische producten en monsternamen

Voor het onderzoek zijn twee zandgronden gebruikt, een duinzandgrond uit Lisse en een dekzandgrond uit Vredepeel. Deze gronden verschillen sterk in hun organische-stof gehalte (OS), de pH en het stikstofgehalte (N-tot) (Tabel 2.2). In 2016 is de grond in mei verzameld, terwijl de grond in 2017 in januari uit het veld gehaald is. Vrij snel na het binnenhalen van de grond, zijn alle organische producten aan beide gronden toegevoegd op basis van 0.2 g N/kg grond, met als gevolg dat de totale hoeveelheid toegediend product verschillend was (zie Tabel 2.1). De eigenschappen van de producten zijn bepaald volgens standaardprocedures van de "compostanalyses" door Eurofins Agro. De respiratie is gemeten met de Oxitop-methode (Grigatti et al., 2007), waarbij aan alle producten 1 g Vredepeel grond was toegevoegd als microbiële ent. Controle behandelingen bestonden uit grond zonder enige toevoeging (C) en grond met 0.2 g kunstmest N/kg grond (C+N) (zie Tabel 2.1). Alle behandelingen zijn uitgevoerd in 4 herhalingen.

Om de producten goed te kunnen mengen met de grond zijn producten in korrelvorm fijn gemaakt en biomassa in stukken van 3 à 5 cm geknipt. De producten zijn gelijkmatig over de grond uitgestrooid en daarna goed gemengd. Alle behandelingen zijn vervolgens 3 weken geïncubeerd bij ca. 20 °C in niet afgesloten plastic zakken zodat het bodemleven zich kon stabiliseren. Na incubatie zijn verschillende bodemanalyses uitgevoerd zoals in onderstaande paragrafen is beschreven. Tevens zijn grondmonsters ingevroren voor eventueel latere (DNA) analyses. De proef is twee keer uitgevoerd, namelijk in de winter van 2016 en in vanaf mei in 2017, waarbij procedures zoveel mogelijk gelijk gehouden zijn. In totaal gaat het dus om 192 grondmonsters (12 behandelingen x 4 herhalingen x 2 gronden x 2 jaar).

**Tabel 2.1** Beschrijving, herkomst en toegepaste dosis van de organische producten in 2016 en 2017.

Code	Behandeling	Hoofdbestanddeel product	Categorie	g/kg in 2016 *	g/kg in 2017 *	Bedrijf
C	Controle onbehandeld					
C+N	Controle kunstmest	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		1.17	1.17	
P1	Kerapro Son	Verenmeel	Keratine	1.53	1.48	Darling Ingredients
P2	Kerapro slow release	Verenmeel, kortere hydrolyse	Keratine	1.50	1.45	Darling Ingredients
P3	Biophosphate	Varkensmest-korrels	Dierlijke mest	9.26	9.28	Darling Ingredients
P4	Keratine mengsel	Veren- en haarmeel met bacterie-inoculum	Keratine	1.50	1.38	Ecostyle BV
P5	GFT-compost	Groente-, fruit- en tuinafval, gecompoteerd	Plantaardig	25.45	26.66	Vereniging Afvalbedrijven (VA)
P6	Groencompost	Groenafval, gecompoteerd	Plantaardig	52.01	52.43	Branche Vereniging Organische Reststoffen (BVOR)
P7	Fase-3-eind	Paarden- en kippenmest met gips, gekoloniseerd door <i>Agaricus bisporus</i>	Dierlijke mest	23.00	23.31	CNC
P8	Zaadmeel	<i>Brassica juncea</i> zaad, na oliewinning	Plantaardig	3.55	4.00	P.H. Peterson Saatsucht Lundsgaard
P9	Biomassa vers	Slootmaaisel	Plantaardig	100.00		Waterschap Vallei en Veluwe
P9A	Biomassa ingekuuld	Ingekuuld slootmaaisel	Plantaardig		40.00	Waterschap Vallei en Veluwe
P10	Haarmeel	Varkenshaarmeel	Keratine	1.37	1.38	Darling Ingredients

\* Toegevoegd product in g versgewicht/kg grond; de dosis komt overeen met 0.2 g N/kg grond.

**Tabel 2.2** Belangrijkste eigenschappen van de gebruikte gronden Lisse en Vredepeel in 2016 en 2017.

Grond	Jaar	pH	OS (%)	N-tot (mg/kg)	C/N ratio	KZK (%)	CEC (mmol+ /kg)	Zand (% >50 µm)	Silt (% 2-50 µm)	Klei (% <2 µm)
Lisse	2016	7.2	2.0	580	19.8	0.8	48	93.3	3.8	1.0
Lisse	2017	7.2	1.5	638	13.8	4.3	44	91.5	2.3	1.0
Vredepeel	2016	5.5	4.3	1285	19.3	0.2	69	87.8	8.3	1.0
Vredepeel	2017	5.5	4.0	1195	19.3	0.2	63	85.5	10.5	1.0

Bodemanalyses van de controle gronden zonder toevoegingen m.b.v. bemestingswijzer door Eurofins Agro (Wageningen, NL); gemiddelde van 4 herhalingen.

### 2.2.2 Bodemanalyses

Fysische en chemische eigenschappen van alle grondmonsters zijn bepaald met behulp van de standaardprocedures van de Bemestingswijzer (Eurofins Agro, Wageningen NL). Heet-water extraheerbare koolstof (HWC) werd gemeten als de toename in opgelost organische koolstof na 16 uur extractie van 4 g grond in 30 ml water bij 80 °C (Ghani et al., 2003); dit is een maat voor de hoeveelheid labiele koolstof in de bodem. Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN) werd gemeten als de toename van ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) gedurende een week anaërobe (waterverzadigde) incubatie van 16 g grond in 40 ml water bij 40 °C (Keeny and Nelson, 1982; Canali and Benedetti, 2006).

Bacteriële biomassa werd bepaald met confocale laserscanningmicroscopie (Bloem et al., 1995) en schimmelbiomassa door microscopisch tellen na kleuring met fluorescerende kleurstoffen (Bloem en Vos 2004). Ook de concentratie ergosterol, een belangrijke component in het celmembraan van bijna alle schimmels, werd in de grondmonsters gemeten als indicator voor schimmelbiomassa (De Ridder-Duine et al., 2006) door Wietse de Boer en medewerkers van het NIOO-KNAW (Wageningen, NL).

### 2.2.3 Ziektevering – biotoetsen

Om te bepalen of de verschillende organische producten de grond ziektevering konden maken werden drie verschillende plant-pathogenen getoetst, namelijk een schimmel *Rhizoctonia solani*, een nematode *Meloidogyne hapla* en een oömyceet *Pythium* sp.

Ziektevering van de behandelde gronden (zie paragraaf 2.2.1) tegen *R. solani* werd bepaald door de ziekteverspreiding van dit pathogeen in suikerbietenzaailingen te meten. De toets werd uitgevoerd in een klimaatcel bij 23/18 °C (dag-/nachttemperatuur) in rechthoekige tanks (4 x 25 cm) gekoppeld aan een automatisch watergeefstelsel waarmee de vochtspanning van de grond op -50 mbar (pF 1.7) werd ingesteld. Suikerbietenzaden (F763156, met standaard zaadbehandeling hymexazol, thiram en het insecticide Gaucho1; SESVanderHave, Rilland, NL) werden gezaaid in twee rijen met een afstand van 2 cm. In totaal werden 22 zaden per tank gebruikt. Na opkomst van de zaden werd vooraan elke rij het pathogeen toegevoegd. Hiervoor werden vijf haverkorrels, gekoloniseerd met *R. solani* AG 2-2IIIB isolaat 12-194a (IRS, Bergen op Zoom, Nederland), 2 cm voor de zaailingen net onder het grondoppervlak aangebracht. Ziekteverspreiding werd tweemaal per week bepaald door de aangetaste zaailingen te scoren (bruinigrijze laesies op de stengel, verwelkte en dode planten). Ziekteverspreiding 21-22 dagen na inoculatie werd gebruikt voor vergelijking van gegevens, aangezien in deze periode in een deel van de tanks de maximale ziekteverspreiding van 22 cm werd bereikt. Foto's van deze toets zijn weergegeven in Figuur 2.1 en details van de uitvoering zijn eerder gepubliceerd (Postma en Schilder, 2015).

Ook een toets met de plant-pathogene nematode *Meloidogyne hapla* in sla werd gebruikt om te testen of grond na toediening van organische producten ziektevering werd. Potten werden gevuld met 1 liter grond en 1 dag later werden 600 *M. hapla* J2-larven toegevoegd (4x 2 ml aaltjessuspensie van 75 larven/ml; 2<sup>de</sup> larvale stadium). Vier dagen later werd per pot één slaplantje van ca. 21-dagen oud geplant (cultivar Sintia of Wengen, RijkZwaan; biologisch zaad). Planten werden gedurende 6 à 7 weken in de kas verzorgd (18-22 °C). Extra slaplanten werden gebruikt om tussentijds te kijken of de door *M. hapla* geïnduceerde wortelknobbels voldoende ontwikkeld waren om dezen goed te kunnen

tellen. Aan het einde van de proef werden vers- en drooggewicht van de krop bepaald. De wortels werden schoongespoeld en gewogen, waarna het aantal wortelknobbels per plant geteld werd. Vervolgens werd ook het drooggewicht van de wortels bepaald. Per behandeling waren er 4 herhalingen elk met 2 potten (sub-herhalingen). Foto's van deze toets zijn weergegeven in Figuur 2.2. De proef werd in 2016 en 2017 uitgevoerd in respectievelijk Lisse en Lelystad.

Om de biologische factor van de ziektevering te bepalen, werd van alle behandelde gronden de helft verhit (2 uur stomen bij  $\geq 70$  °C in 2016 en 8 uur verhitting bij 90 °C in 2017) om het bodemleven grotendeels af te doden. Een week na verhitting werd de toets ingezet zoals hierboven is beschreven.

Een gestandaardiseerde biotoets om *Pythium* ziektevering te bepalen was nog niet beschikbaar in 2016. Er was wel ervaring met een zaaitoets met tomaat in potgrond en organische toevoegingen (Postma and Nijhuis, 2019). Deze toets is met kleine aanpassingen uitgevoerd in tarwe (cultivar Julius) (2016) en sla (cultivar Wengen RZ, biologisch zaad) (2017). *Pythium ultimum* werd gekweekt in vloeibaar V8-medium zodat een suspensie met sporen en mycelium verkregen werd (Postma and Nijhuis, 2019). Dit *Pythium*-inoculum werd door de grond gemengd, waarna potjes met 100 g grond gevuld werden. Voor de *Pythium*-vrije controle werd een gelijk volume kraanwater gebruikt. Twee dagen later werd het gewas hierin gezaaid, 10 zaden per potje. De planten werden gedurende 3 weken in de klimaatcel verzorgd bij 23/18 °C (dag-/nachttemperatuur). Opkomst en zieke planten werden gedurende 21 dagen gescoord. Daarna werden vers- en drooggewicht van de bovengrondse delen bepaald. Per behandeling waren er 4 herhalingen elk met 2 potjes (sub-herhalingen).

Het effect van de organische toevoegingen op *Pythium*-wortelrot werd getoetst in hyacintenbollen door Peter Vreeburg (Wageningen University & Research te Lisse), zoals beschreven door van Agtmaal et al. (2015). De toets is uitgevoerd van november 2016 tot januari 2017. Grond uit Lisse en Vredepeel is gemengd met de verschillende organische producten die bij 5 °C waren bewaard. De gemengde grond is 2 weken bij 20 °C bewaard. Daarna is de helft van de grond gestoomd (2 uur  $\geq 70$  °C). Twee weken later werden de grondmonsters geïnoculeerd met een 3-weken oude aarde-meel cultuur (1% v/v) van *Pythium intermedium* (isolaat P52). Niet geïnoculeerde grond werd gebruikt als gezonde controle. Potten (3 L) werden gevuld met de verschillende behandelingen, waarna vijf hyacintenbollen (*Hyacinthus orientalis* cultivar PinkPearl) werden geplant per pot. Alle potten werden goed bevochtigd, op een schotel gezet en met plastic ingeseald om uitdroging te voorkomen. Potten werden gedurende 9-11 weken bij 9 °C in het donker weggezet in een klimaatcel. Alle behandelingen waren in 4-voud uitgevoerd.

Aan het eind van de proef werd de grond van de wortels afgespoeld met kraanwater en werd de beworteling en mate van wortelrot gescoord. Wortelrot werd per bol gescoord met een 0 tot 5 index (0 = geen wortelrot, 1 = 1-20%, 2 = 21-40%, 3 = 41-60%, 4 = 61-80%, en 5 = >80% wortelrot), waarna de gemiddelde score per pot werd berekend (Figuur 2.3).



**Figuur 2.1** Biotoets met *Rhizoctonia solani* AG 2-IIIB in suikerbiet, bepaling ziekteverspreiding. Van links naar rechts: *Rhizoctonia* inoculum, start infectie vooraan de bak, einde van de proef met flinke ziekteverspreiding.



**Figuur 2.2** *Biotoets met Meloidogyne hapla in sla, bepaling aantal wortelknobbels. Van links naar rechts: besmette grond met slaplanten, spoelen van de wortels, wortelknobbels tellen.*



**Figuur 2.3** *Biotoets met Pythium in hyacint, bepaling wortelrot.*

#### 2.2.4 Statistische analyses

Statistische verschillen tussen de resultaten zijn geanalyseerd met Genstat versie 19. Variantie analyse met de drie factoren (jaar, grondsoort, behandeling) is uitgevoerd met steeds 4 herhalingen per behandeling. Bij de biotoetsen waar 2 sub-herhalingen aanwezig waren, zijn hiervan de gemiddelde waardes gebruikt. Vervolgens is het minimale significante verschil (least significant difference = LSD) bij een P waarde van 0,05 weergegeven. In de figuren zijn de gemiddelde waardes met hun standaard error weergegeven. Correlaties tussen verschillende variabelen zijn geanalyseerd met lineaire regressieanalyse in Genstat versie 19; hiervoor zijn gemiddelde waarden per behandeling gebruikt.

## 2.3 Resultaten

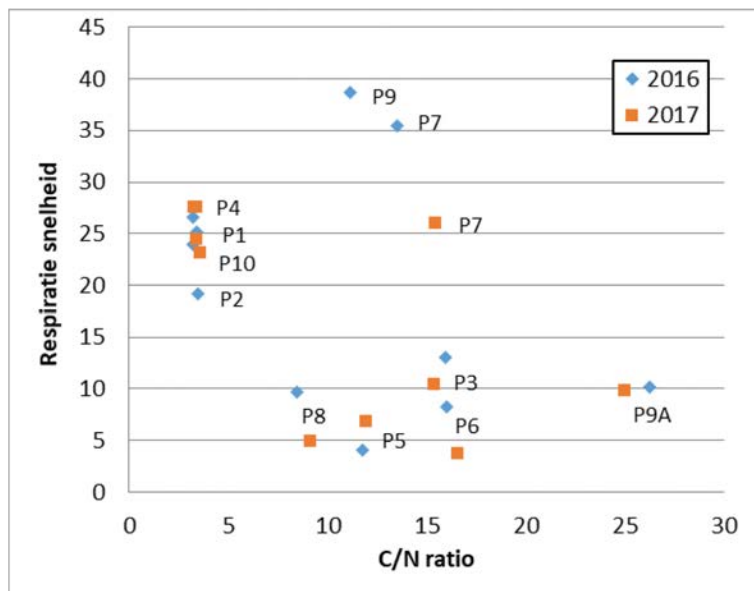
### 2.3.1 Organische producten en hun eigenschappen

De organische producten verschilden sterk in hun samenstelling, zie Tabel 2.3 en Figuur 2.4 (alle gemeten waarden zijn weergegeven in Bijlage 1 - Tabel B1.1). Over het algemeen zijn de waarden van de producten in 2016 en 2017 vergelijkbaar. Alleen P9 en P9A waren zeer verschillend, want in 2016 was vers sloopmaaisel gebruikt terwijl het in 2017 om ingekuuld product ging. Het oorspronkelijke idee achter de keuze van de organische producten was om een reeks producten met verschillen in C/N ratio en afbreeksnelheid te testen. Een maat voor de afbreeksnelheid is de respiratiesnelheid bepaald met Oxitop. De geselecteerde producten variëren in C/N ratio van 3,2 tot 16,6, terwijl de respiratiesnelheid varieert van 4,0 tot 38,7 mmol O<sub>2</sub>/kg OS/uur.

**Tabel 2.3** Eigenschappen van de organische producten gebruikt in experimenten 2016 en 2017 (analyse Eurofins Agro).

Code	Productnaam	OS (%)		N-tot (g/kg) *		C/N ratio		Resp.snelh (mmol O <sub>2</sub> /kg OS/uur)		Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg) *		Kali (K <sub>2</sub> O) (g/kg) *	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
P1	Kerapro Son	98.1	97.9	142.9	142.6	3.4	3.4	25.2	27.6	6.2	7.1	1.8	1.8
P2	Kerapro slow release	97.8	98.1	141.7	136.7	3.5	3.6	19.2	23.1	6.0	6.6	1.8	1.8
P3	Biophosphate	79.0	79.7	24.8	25.9	15.9	15.4	13.1	10.4	57.3	57.3	13.0	17.0
P4	Keratine mengsel	96.8	96.8	149.5	146.4	3.2	3.3	26.6	27.5	5.7	5.7	3.5	3.5
P5	GFT-compost	26.6	33.7	11.3	14.1	11.8	12.0	4.0	6.8	7.1	9.9	13.0	13.0
P6	Groencompost	21.8	28.5	6.8	8.6	16.0	16.6	8.3	3.7	2.8	4.1	4.7	7.5
P7	Fase-3-eind	58.0	65.0	21.5	21.0	13.5	15.5	35.4	26.0	11.2	13.7	37.0	31.0
P8	Zaadmeel	94.1	93.6	55.6	51.3	8.5	9.1	9.7	4.9	22.9	20.6	6.3	10.0
P9	Biomassa vers	41.6	-	18.7	-	11.1	-	38.7	-	16.0	-	11.0	-
P9A	B. ingekuild	-	75.9	-	15.2	-	25.0	-	9.8	-	10.3	-	22.0
P10	Haarmeel	96.4	98.4	148.4	145.3	3.2	3.4	24.0	24.4	5.0	5.0	1.9	1.8

\* Data zijn per kg droge stof (DS).



**Figuur 2.4** C/N ratio en de respiratiesnelheid van de organische producten gebruikt in experimenten 2016 en 2017 (analyse Eurofins Agro).

### 2.3.2 Bodemanalyses

Met de Bemestingswijzer van Eurofins Agro werd een groot aantal fysische en chemische eigenschappen van de bodem bepaald (zie Bijlage 2 - Tabel B2.1 en B2.2). In Tabel 2.4 is een selectie van deze data opgenomen. Duidelijk is dat de verschillen tussen de twee gronden groot zijn. De effecten van de toegediende organische producten op de bodemparameters zijn veelal beperkt. OS, pH en ook N-totaal worden weinig beïnvloed. Beschikbare P (P-PAE) is wel duidelijk hoger na toevoeging van dierlijke mest (P3, P7). De beschikbare K (K-PAE) is hoger na toevoeging van dierlijke mest, compost en biomassa (P3, P5, P6, P7, P9). De beschikbare Mg (Mg-PAE) is verhoogd na toevoeging van varkensmest (P3) en beschikbare Ca (Ca-PAE) is verhoogd na toevoeging van fase-3-eind (P7).

Bodemleven werd bepaald via NIRS en is gebaseerd op correlaties met potentieel mineraliseerbare N (Eurofins, ongepubliceerd).

---

Bodemeigenschappen die met de biologische activiteit te maken hebben staan hieronder weergegeven (Figuur 2.5-2.11). Plant-beschikbare stikstof in de vorm van  $\text{NO}_3^-$  is vooral hoog in de controle met kunstmest N (C+N) en de vier keratineproducten (P1, P2, P4 en P10) (Figuur 2.5). Alle producten waren toegevoegd met een berekende dosis van 0.2 g N/kg grond, wat dus goed overeenkomt met de N toename in de behandeling C+N. Duidelijk is dat voor de producten niet alle N in het product als  $\text{NO}_3^-$  in de grond beschikbaar is na 3 weken incubatie. De trends in beide jaren zijn heel vergelijkbaar, waarbij wel opvalt dat de onbehandelde grond (C) van Vredepeel in 2016 duidelijk hoger was dan in 2017. Vredepeel 2016 was mogelijk al bemest met dierlijke mest. Dit had effect op de aanwezige  $\text{NO}_3^-$  in alle behandelingen in de Vredepeel grond.

$\text{NH}_4^+$  had overwegend lage waardes, 0-5 mg N/kg grond (Figuur 2.6).  $\text{NH}_4^+$  had hogere waardes in fase-3-eind (P7) en zaadmeel (P8), waarbij vooral P8 in 2017 hoog was.

Labiele koolstof bepaald als Heet Water extraheerbare C (HWC) verschilde tussen beide gronden en was in alle gevallen hoger in Vredepeel dan in Lisse (Figuur 2.7). HWC nam niet (of vrijwel niet) toe na toevoeging van de keratineproducten (P1, P2, P4 en P10), maar wel na toevoeging van alle andere producten, waarbij vooral fase-3-eind (P7) in 2016 een hele sterke toename liet zien. Toename van HWC door de verschillende producten was het duidelijkst zichtbaar in Vredepeel.

Potentieel mineraliseerbare N (PMN) werd juist wel verhoogd door de keratineproducten (P1, P2, P4 en P10), maar ook door fase-3-eind (P7), zaadmeel (P8) en biomassa (P9/A) (Figuur 2.8). Ook biophosphate (P3) en beiden composten (P5 en P6) verhoogden de PMN, maar dit effect was sterker in Vredepeel dan in Lisse grond.

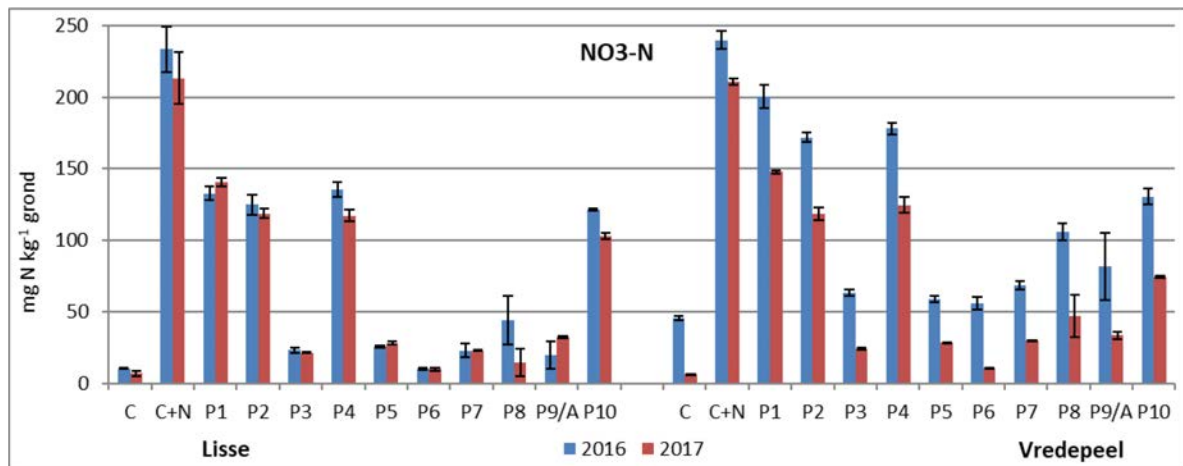
Bacteriebiomassa in de bodem werd door het merendeel van de producten verhoogd (Figuur 2.9), maar er was een aanzienlijke variatie tussen herhalingen. Opvallend was dat de verhoging in 2016 voor beide gronden veel sterker was dan in 2017, wat het gevolg kan zijn van een actiever bodemleven bij het verzamelen van de bodem in mei (2016) dan in januari (2017).

Bij de schimmelbiomassa was dit verschil tussen 2016 en 2017 ook aanwezig voor beide gronden (Figuur 2.10). De meeste producten gaven geen verhoging van de schimmelbiomassa t.o.v. de controles. Alleen toediening van fase-3-eind (P7) zorgde voor een zeer hoge schimmelbiomassa, wat ook verwacht was omdat dit product volledig gekoloniseerd was door de schimmel *Agaricus bisporus*.

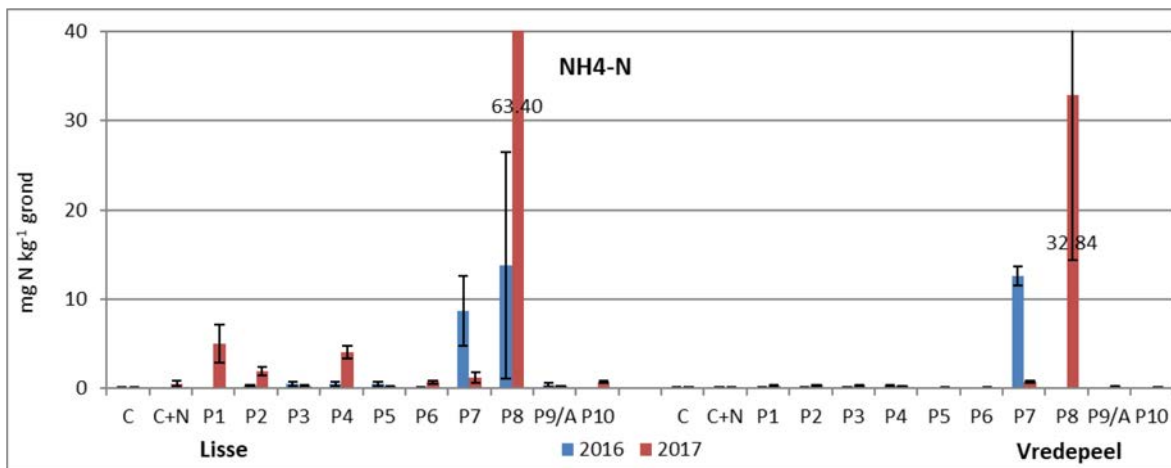
De ergosterol waardes wat als maat voor de schimmelbiomassa gezien kan worden, leek meer onderscheidend (Figuur 2.11): naast P7 verhogen ook P3, P8 en P9/A de ergosterol waardes in beide gronden.

**Tabel 2.4** Bodemfysische en -chemische eigenschappen van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende producten zijn toegevoegd, bepalingen volgens bemestingswijzer van Eurofins Agro. Gemiddelde waardes van 2016 en 2017.

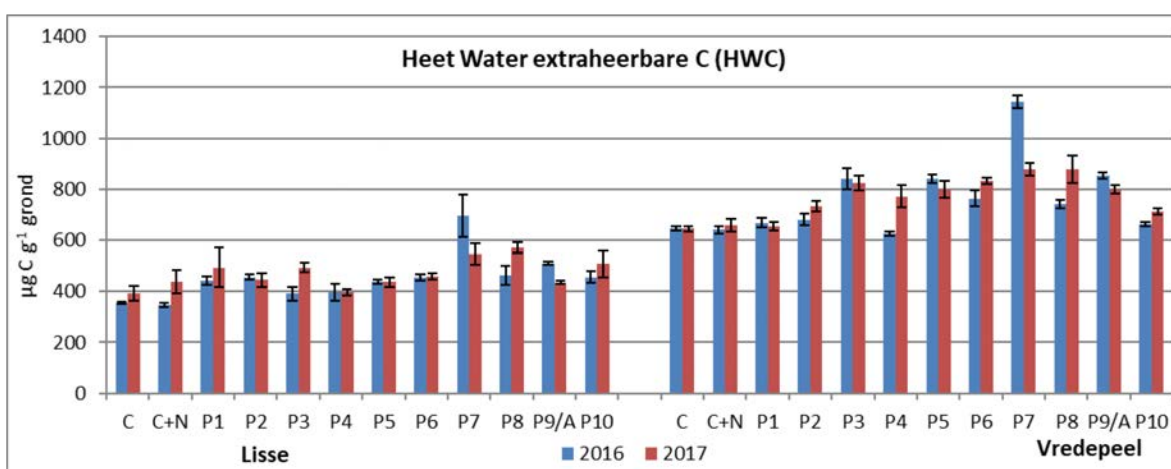
Grond	Code	pH	OS	N-Tot	C/N	Bodemleven	P-PAE	P-AL	K-PAE	Mg-PAE	Ca-PAE
L	C	7.2	1.7	609	16.8	11.1	2.1	30.4	26	22	43
L	C+N	7.2	1.7	704	14.6	3.1	2.0	30.6	25	21	301
L	P1	7.2	1.7	781	12.8	6.1	1.7	29.9	30	23	287
L	P2	7.1	1.6	683	13.9	3.8	1.9	30.1	30	22	287
L	P3	6.9	2.0	738	16.1	56.5	32.3	62.9	116	117	317
L	P4	7.1	1.6	725	13.0	10.4	2.0	30.9	29	23	315
L	P5	7.1	1.8	824	12.8	24.4	3.6	39.9	144	37	269
L	P6	7.1	1.9	775	14.6	28.8	2.6	33.5	104	36	179
L	P7	7.0	1.7	846	12.1	31.1	6.4	35.8	229	43	1088
L	P8	7.2	1.8	866	12.8	37.4	2.1	29.6	51	32	255
L	P9/A	7.1	1.7	694	14.3	30.0	3.8	32.9	154	30	298
L	P10	7.2	1.8	759	14.0	14.8	2.0	30.4	27	22	211
V	C	5.5	4.1	1240	19.3	25.9	1.9	49.6	85	157	248
V	C+N	5.7	4.3	1245	20.1	25.4	1.9	52.0	100	177	407
V	P1	5.3	4.2	1289	19.0	23.0	2.5	51.4	86	154	300
V	P2	5.4	4.3	1359	18.8	26.3	2.3	51.5	80	178	354
V	P3	5.8	4.6	1414	18.6	65.3	10.6	83.1	160	254	354
V	P4	5.4	4.2	1391	17.6	21.5	2.2	50.9	78	168	346
V	P5	5.7	4.3	1293	19.4	33.8	2.4	56.1	203	157	261
V	P6	5.5	4.3	1341	18.6	35.5	2.3	54.1	168	151	365
V	P7	5.8	4.3	1374	18.3	42.3	3.2	53.9	309	174	705
V	P8	5.6	4.4	1428	17.9	35.8	2.1	50.5	117	174	374
V	P9/A	5.6	4.2	1253	19.6	31.1	2.3	52.6	230	158	333
V	P10	5.4	4.3	1353	18.3	21.6	2.0	50.1	75	160	501
	LSD	0.2	0.2	84	1.4	7.7	0.7	2.2	8	10	116



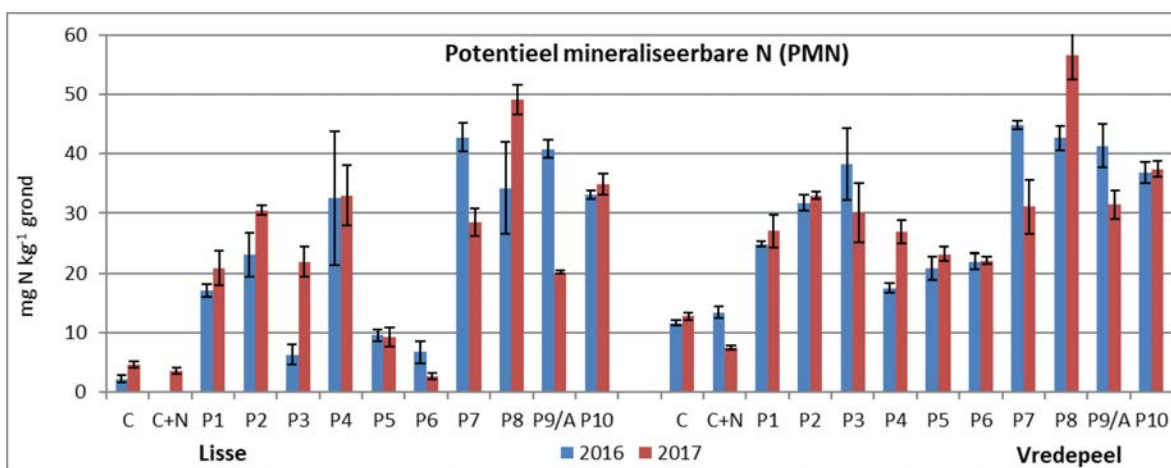
**Figuur 2.5** NO<sub>3</sub>-N in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 19.3 (n=4).



**Figuur 2.6** NH<sub>4</sub>-N in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 9.8 (n=4).

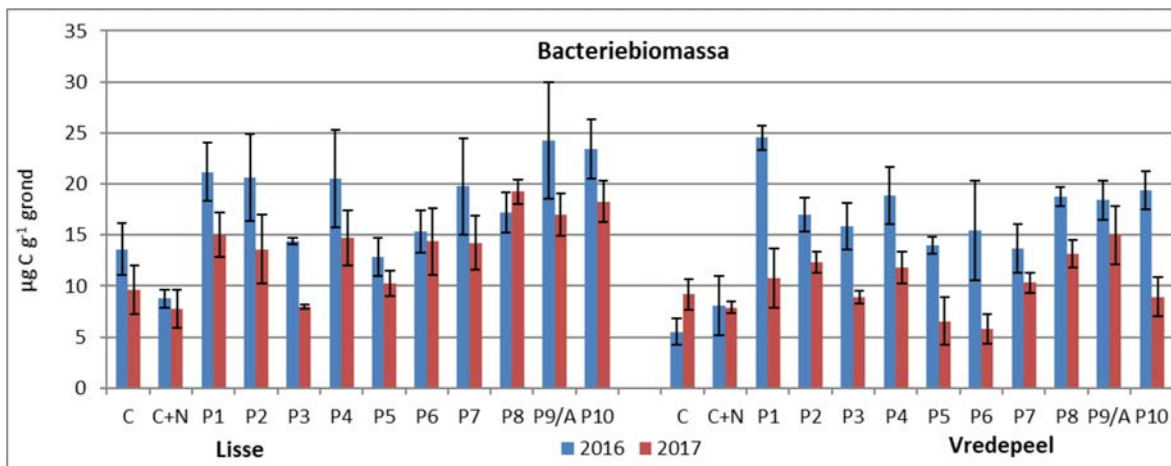


**Figuur 2.7** HWC in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 83 (n=4).

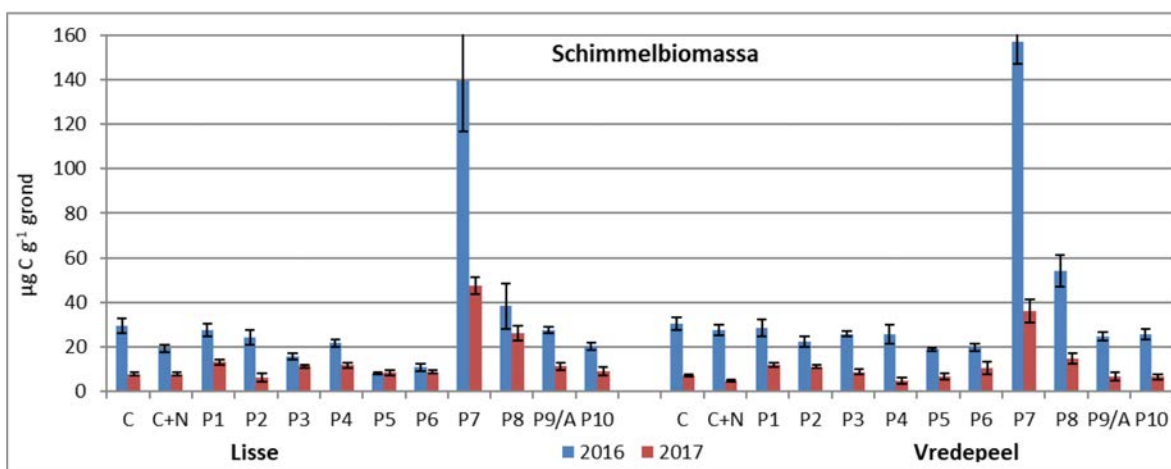


**Figuur 2.8** PMN in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 8.4 (n=4).

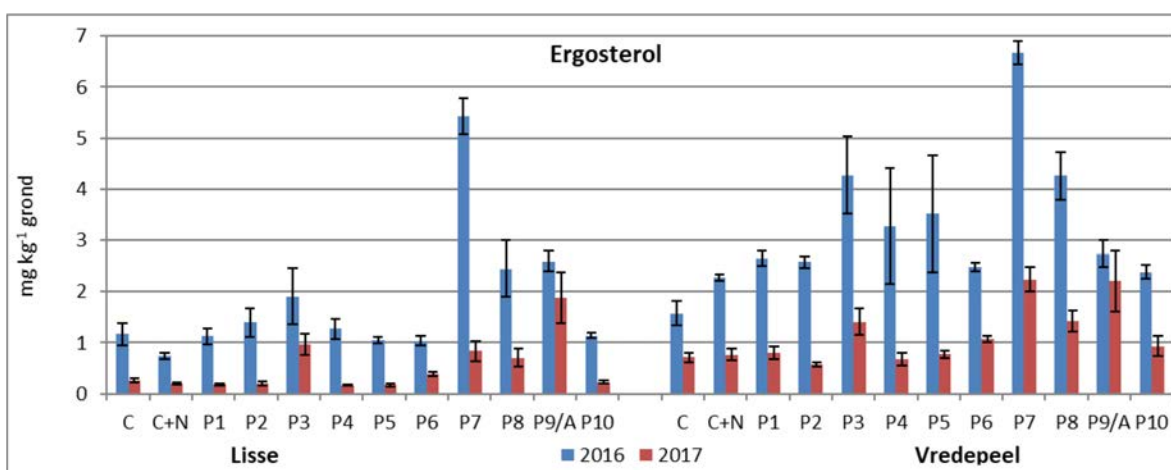




**Figuur 2.9** Bacteriebiomassa in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 6.9 (n=4).



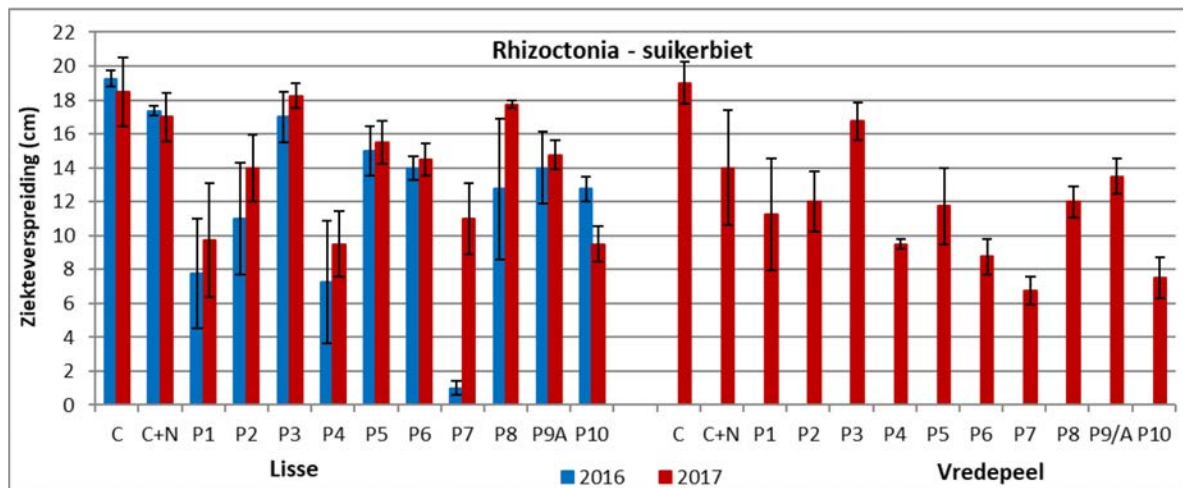
**Figuur 2.10** Schimmelbiomassa in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 12.6 (n=4).



**Figuur 2.11** Ergosterol in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. LSD = 0.95 (n=4).

### 2.3.3 Ziektewering – biotoetsen

Het effect van de organische producten op de ziektewering van de bodem is in verschillende plant-pathogene combinaties gemeten. Ziektewering tegen de schimmel *R. solani* is bepaald aan de hand van ziekteverspreiding in suikerbietenzaailingen (Figuur 2.12). Om het effect van de organische producten te bepalen, en het eventuele ziektewerende effect van N toediening uit te sluiten, vergelijken we de behandelingen met de controle waar een gelijke dosis stikstof aan toegevoegd is (C+N). In Lisse grond induceerden drie keratineproducten (P1, P4 en P10) en fase-3-eind (P7) ziektewering in beide jaren, terwijl P2 alleen effectief was in 2016. In 2016 was de ziektewering door P7 zeer sterk, de aantasting verspreidde zich gemiddeld niet verder dan het eerste plantje! Alle andere producten gaven geen significante afname van de ziekteverspreiding. In Vredepeel grond was er een probleem met de groei van de zaailingen in 2016; zaden kiemden wel maar groeiden niet verder. Omdat dit zeer waarschijnlijk de ziektewering beïnvloedt, zijn deze resultaten niet gebruikt. De oorzaak van de afwijkende groei is vermoedelijk de toepassing van het herbicide MCPA (2-Methyl-4-ChloroPhenoxyAcetic acid) 1 maand voor de start van de biotoetsen. Resultaten met *Rhizoctonia* ziektewering in de Vredepeel grond in 2017 tonen een zelfde trend als in de Lisse grond. Echter, omdat de controle met kunstmest N lager is dan de onbehandelde controle, zijn alleen P7 en P10 significant ziektewerender dan C+N. Vergeleken met de onbehandelde controle (C) zorgen alle organische producten behalve P3 en P9/A voor ziektereductie.



**Figuur 2.12** *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIIB aantasting in suikerbiet na inoculatie van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. Data Vredepeel 2016 zijn niet meegenomen vanwege slechte groei van de planten. LSD = 5.5 (n=4).

Ziektewering tegen de nematode *M. hapla* is bepaald aan de hand van het aantal wortelknobbels dat per plant gevormd werd nadat deze plant-parasitaire nematoden in een standaard concentratie aan de grond waren toegevoegd (Figuur 2.13). In de Lisse grond in 2016 hebben P1, P2, P4 en P9/A significant minder aantasting ten opzichte van de controle onbehandeld (C), maar dit geldt ook voor de controle met kunstmest N (C+N). In 2017 is C+N echter wel vergelijkbaar met de controle C en hebben P1, P2 en P4 minder aantasting dan zowel C+N als C. De producten biophosphate (P3), compost (P5 en P6) en zaadmeel (P8) veroorzaken in 2016 en/of 2017 juist meer aantasting in de Lisse grond.

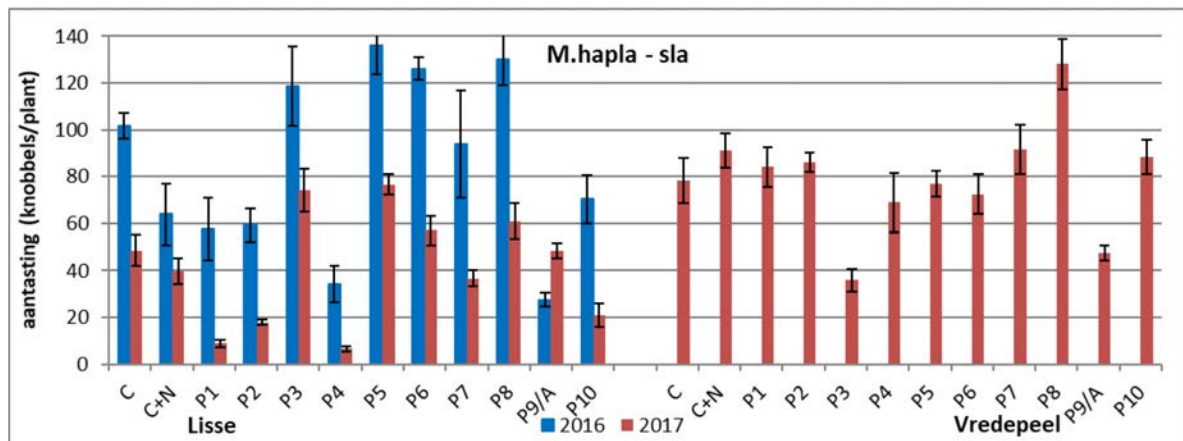
De herhaalbaarheid van de Meloidogyne biotoets in de Lisse grond was over het algemeen goed, met een correlatie van  $R^2=0.87$  tussen de resultaten van 2016 en 2017 (Fprob <0.001). Hierbij is het product biomassa (P9) niet meegenomen, omdat dit product in beide jaren sterk verschilde in samenstelling. Het verschil in absolute aantallen wortelknobbels tussen 2016 en 2017 zou mogelijk verklaard kunnen worden door verschil in vitaliteit van het gebruikte inoculum.

In de Vredepeel grond zien de resultaten er heel anders uit. In 2017 veroorzaken P3 en P9/A minder aantasting dan de beide controles (C en C+N), P8 geeft meer aantasting en de andere behandelingen

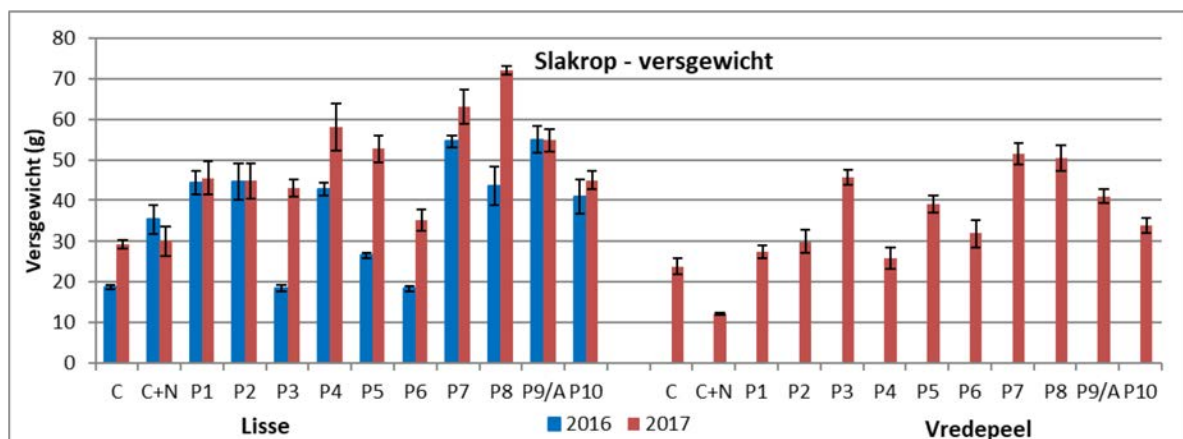
hebben geen invloed. De resultaten van 2016 zijn niet gebruikt omdat de slawortels zeer afwijkende groei vertoonden, vermoedelijk door een toepassing van het herbicide MCPA (2-Methyl-4-ChloroPhenoxyAcetic acid) 1 maand voor de start van de biotoetsen.

Gewicht van de slakrop in Lisse grond is bij de meeste behandelingen groter dan de controle met kunstmest N (C+N), met uitzondering van P3 en P5 in 2016, en P6 in beide jaren. In Vredepeel geven alle producten gelijke of hogere gewichten dan de beide controles; P3, P5, P7, P8 en P9A zijn significant hoger dan de controle C (controle C+N is onverklaarbaar lager dan C).

De toets is ook uitgevoerd met gepasteuriseerde grond. Het idee hierachter is dat als het bodemleven wordt afgedood, hiermee aangetoond kan worden welk aandeel van de ziektevering door het bodemleven veroorzaakt wordt. In 2016 was er een duidelijke toename van het aantal knobbels in de gepasteuriseerde grond; ca 1,5 keer zoveel t.o.v. de niet verhitte grond. In 2017 was de aantasting in de gepasteuriseerde grond juist lager dan in de niet verhitte grond. Er kan echter ook remming van de aantasting ontstaan doordat toxische stoffen vrijkomen bij verhitting van de organische stof. Bovendien komt er door het afdoden van bodemleven altijd voeding vrij voor de plant waardoor je betere groei krijgt. De resultaten van de gepasteuriseerde grond waren zodanig moeilijk interpreteerbaar dat ze niet opgenomen zijn in het rapport.



**Figuur 2.13** *Meloidogyne hapla* aantasting (wortelknobbels/plant) in sla na inoculatie van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. Data Vredepeel 2016 zijn niet meegenomen vanwege abnormale wortelgroei. LSD = 24.1 (n=4 met 2 subherhalingen).

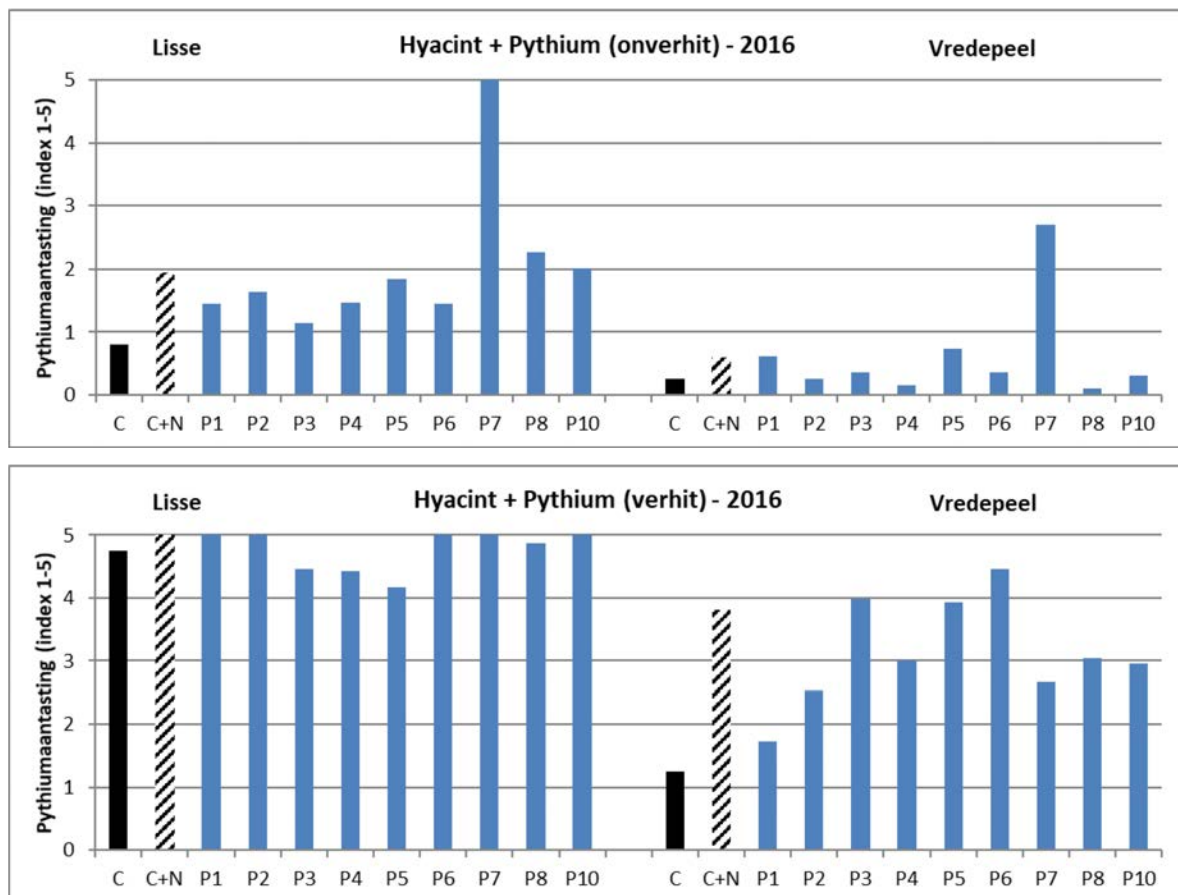


**Figuur 2.14** Gewicht slakrop na inoculatie met *Meloidogyne hapla* van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. Data Vredepeel 2016 zijn niet meegenomen vanwege abnormale wortelgroei. LSD = 7.9 (n=4 met 2 subherhalingen).

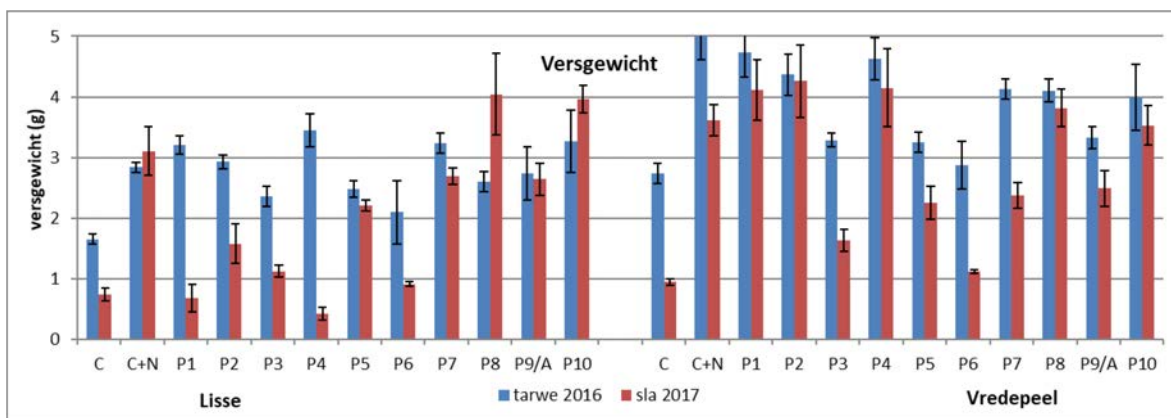
Het effect van de organische producten op Pythium wortelrot in hyacint is in beide gronden in 2016 getest (Figuur 2.15). Omdat de proef later is uitgevoerd was de verse biomassa (P9) niet meer bruikbaar. Alle andere producten zijn van mei tot november in de koelcel bij 4 °C bewaard. In de onverhitte grond (Figuur 2.15 boven) heeft duidelijk veel minder aantasting dan de verhitte grondmengsels (Figuur 2.15 onder). Bodemleven is dus een belangrijke factor bij de ziektevermindering tegen Pythium. In de onverhitte grond is er echter geen reductie in aantasting door toevoeging van de organische producten. Het lijkt erop of toediening van N over het algemeen juist meer aantasting geeft, dit geldt voor C+N maar ook voor de meeste producten. En vooral fase-3-eind (P7) toont een enorme toename van de aantasting. Samengevat stimuleert geen van de producten ziektevermindering in dit toetsysteem. De toets is in 2017 o.a. om die reden niet herhaald.

Naast deze 10-weeken durende toets met Pythium wortelrot in hyacint, is ook een snelle Pythium-toets uitgevoerd met kiemende zaden. In 2016 is tarwe gezaaid op grond die wel en niet besmet was met Pythium. Pythium bleek onvoldoende pathogeen in dit gewas en gaf geen symptomen en ook geen groeireductie. Resultaten van de groei (versgewicht) van tarwe zonder het pathogeen (gezonde controle) is weergegeven in Figuur 2.16. Veel producten veroorzaakten toename in versgewicht t.o.v. de onbehandelde controle (C), en een aantal producten gaven zelfs een vergelijkbare groei met C+N. Hieruit blijkt de bemestende waarde van de producten.

In 2017 is sla gebruikt als toetsgewas. In Lisse grond bleek de opkomst van de slazaden geremd door P1, P2 en P4 (Figuur 2.17). In Vredepeel grond was de opkomst wel vrijwel 100% in alle behandelingen. Verder is op de foto te zien dat sommige planten groter zijn en donkerder van kleur, wat duidt op meer beschikbare stikstof. Ook sla werd weinig aangetast door Pythium (nog geen 1% van de planten). De versgewichten in Figuur 2.16 geven een indicatie welke producten als meststof functioneren.



**Figuur 2.15** Pythium wortelrot in hyacint na inoculatie van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend; de toets is uitgevoerd met onverhitte en met verhitte grondmengsels. LSD = 1.0 (n=4).



**Figuur 2.16** Versgewicht tarwe (2016) en sla (2017) van Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend; in behandelingen zonder *Pythium* inoculatie. LSD = 0.59 (n=4 met 2 subherhalingen).

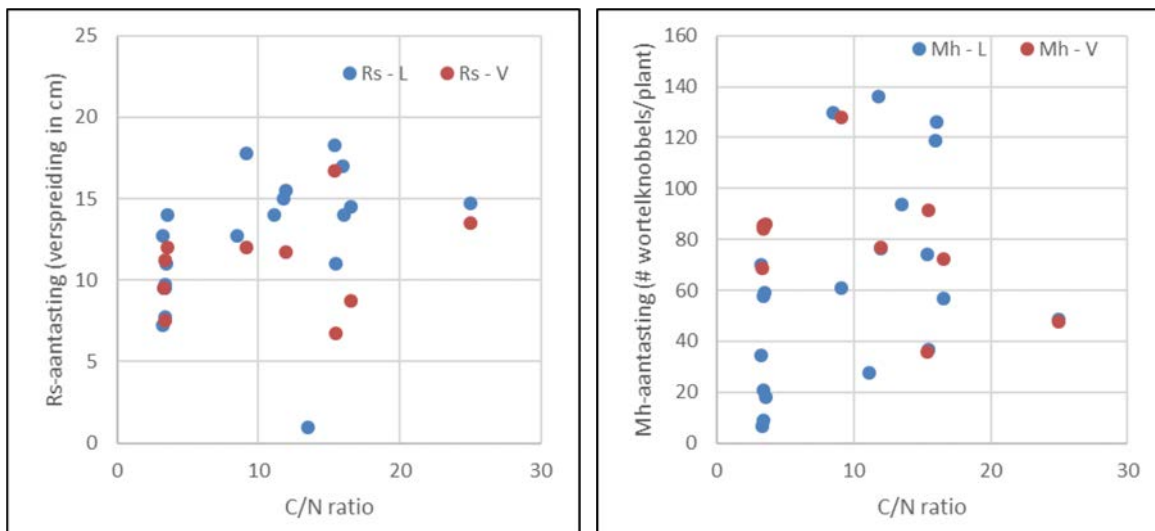


**Figuur 2.17** Opkomst en groei van sla in Lisse en Vredepeel grond waaraan de verschillende organische producten zijn toegediend. Van links naar rechts: 1<sup>ste</sup> rij: Lisse C, C+N, P1, P2, P3, P4; 2<sup>de</sup> rij Lisse P5, P6, P7, P8, P9, P10; 3<sup>de</sup> rij Vredepeel C, C+N, P1, P2, P3, P4; 4<sup>de</sup> rij Vredepeel P5, P6, P7, P8, P9, P10.

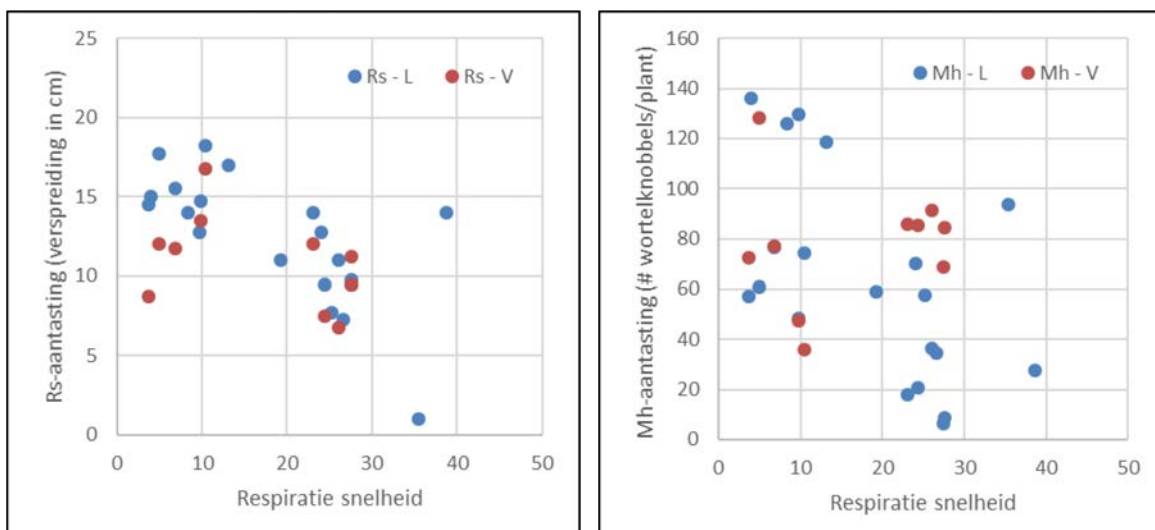
### 2.3.4 Correlatie tussen ziektevering, producteigenschappen en bodemanalyses

Eén van de vragen die we in dit project wilden beantwoorden is: zijn er eigenschappen van de organische producten die correleren met ziektevering? In Figuur 2.18 zijn de C/N ratio's van de verschillende producten uitgezet tegen aantasting door *R. solani* en *M. hapla* voor beide gronden. Uit de regressieanalyse blijkt dat er geen significante correlatie is tussen de aantasting in de biotoetsen (maat voor ziektevering) en C/N ratio.

De respiratiesnelheid van de verschillende producten uitgezet tegen aantasting door *R. solani* en *M. hapla* voor beide gronden toont wel een significante correlatie (Figuur 2.19) (Fprob <0.001 en 0.018 voor respectievelijk *R. solani* en *M. hapla*). Een hogere respiratiesnelheid gaat gepaard met minder aantasting en dus een hogere ziektevering.



**Figuur 2.18** Correlatie tussen de C/N ratio van het organische product en *R. solani* of *M. hapla* aantasting in beide gronden waaraan deze producten zijn toegevoegd.

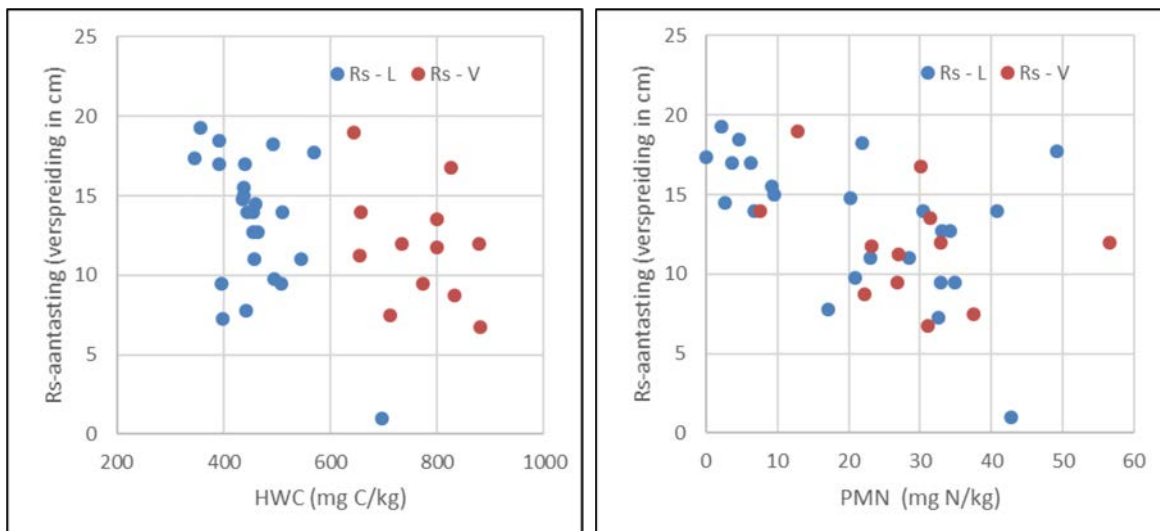


**Figuur 2.19** Correlatie tussen de respiratiesnelheid van het organische product en *R. solani* of *M. hapla* aantasting in beide gronden waaraan deze producten zijn toegevoegd.

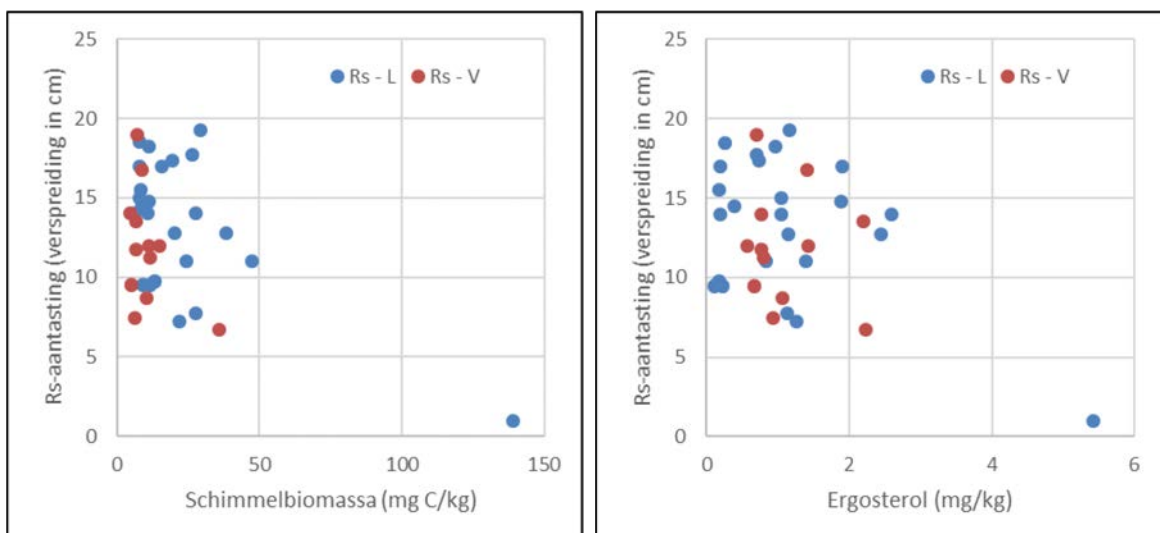
Ook het effect van de toediening van de organische producten op de bodemeigenschappen kan met ziektevering gecorreleerd worden. Er is een beperkt aantal biologische bodemparameters dat een significante correlatie met *R. solani* aantasting heeft, namelijk schimmelbiomassa (Fprob=0.002), ergosterol (Fprob=0.013), PMN (Fprob=0.002) en in mindere mate met HWC (Fprob=0.031) (zie Figuur 2.20 en 2.21). De correlaties met de schimmelbiomassa en ergosterol worden sterk bepaald door de hoge waarden van een enkel product (P7) (Figuur 2.21). Concluderend is het verband tussen PMN en de aantasting door *R. solani* dus het sterkst (Figuur 2.20), met een lagere aantasting oftewel hogere ziektevering bij hogere PMN waarden.

Bij de *M. hapla* aantasting correleerde geen van de bodemparameters significant. Dit moet per bodemtype bekeken worden omdat de resultaten in Lisse en Vredepeel grond sterk verschilden.

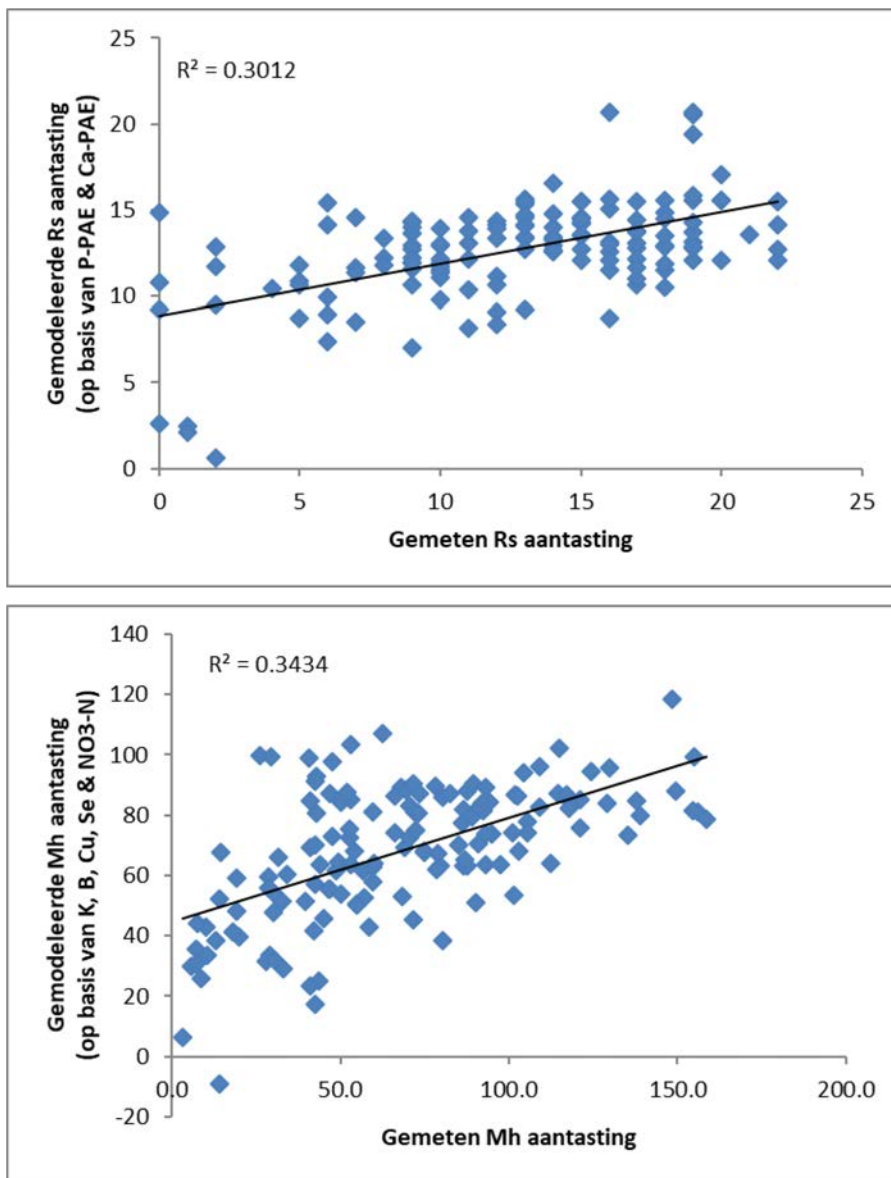
Voor de correlatie met chemische bodemanalyses is gezocht naar de combinatie van elementen die de aantasting het beste kon modeleren (Figuur 2.22). Voor *R. solani* waren dit beschikbaar P en Ca (P-PAE en Ca-PAE). Voor *M. hapla* ging het om de combinatie van de elementen K, B, Cu, Se en N-NO3.



**Figuur 2.20** Correlatie tussen de HWC en PMN van de behandelde gronden met de *R. solani* aantasting.



**Figuur 2.21** Correlatie tussen de schimmelbiomassa en ergosterol van de behandelde gronden met de *R. solani* aantasting.



**Figuur 2.22** Correlatie tussen chemische bodemparameters en aantasting door *R. solani* en *M. hapla*. Correlatie tussen gemeten en gemodelleerde aantasting.

## 2.4 Discussie

Toevoeging van verschillende organische producten aan de grond bleek ziektevering van twee van de getoetste planten-pathogenen te stimuleren in een kasproef van enkele weken. De toegevoegde hoeveelheid van alle producten kwam overeen met 0,2 g N/kg grond (totaal N). Bovendien was er een controle waarbij dezelfde hoeveelheid kunstmest N was gebruikt om het effect van N op ziektevering te bepalen. De N die vrijkomt uit de organische producten zal echter verschillen per product, wat de interpretatie lastig maakt indien de aanwezige N invloed heeft op de ziektevering.

Ziektevering van het schimmelpathogeen *R. solani* werd gestimuleerd door de vier keratine producten (P1, P2, P4, P10) en fase-3-eind (P7), een product waar veel chitine in zit omdat het doorgroeit is met de schimmeldraden van *Agaricus*. Vooral deze fase-3-eind gaf in 2016 een heel sterke ziektevering. Ook in eerder onderzoek is stimulering van ziektevering van *R. solani* door keratine en chitine in biotoetsen consistent aangetoond (Postma & Schilder, 2015).

De aantasting door de plant-parasitaire nematode *M. hapla* werd ook door verschillende producten geremd, maar dit was niet consistent voor beide gebruikte gronden. Waar in de Lisse grond P1, P2, P4



---

en P9/A minder aantasting gaven, geldt voor Vredepeel dat P3 en P9/A minder aantasting hebben. Bovendien zijn er enkele producten die juist meer aantasting geven. Dit geldt o.a. voor P8, het zaadmeelproduct.

Een derde toetsstelsel was Pythium wortelrot in hyacintenbollen. Hier werd geen enkele ziektereductie gemeten. Het product fase-3-eind (P7) zorgde zelfs voor duidelijk meer aantasting. Ook toevoeging van alleen kunstmest N zorgde voor meer aantasting. Uit eerder onderzoek is echter bekend dat hogere organische stof niveaus juist voor minder Pythium aantasting in hyacintenbollen zorgen (Van Os et al., 2015). In dit onderzoek ging het om meerjarige proeven, waarbij de organische stof in het veld was toegediend waarna de ziektevering in kas of klimaatcel getoetst werd. Ook in ander onderzoek met Pythium in tomatenzaailingen zorgde de toevoeging van compost aan potgrond voor minder aantasting (Postma & Nijhuis, 2019). De toename van aantasting na toediening van organische producten in het huidige onderzoek met hyacint, duidt er mogelijk op dat de incubatieperiode van de producten bij de gebruikte lage temperatuur niet voldoende lang geweest is om een stabiele microbiële populatie te krijgen, met als gevolg meer i.p.v. minder aantasting.

De andere gewassen (tarwe en sla) die gebruikt zijn om Pythium aantasting bij zaailingen te testen bleken onvoldoende gevoelig: er was (vrijwel) geen aantasting. Deze toetsen geven dus geen informatie over ziektevering. De planten uit de controles zonder pathogeen zijn aan het einde van de proef gewogen zodat iets over plantengroei na toediening van de verschillende organische producten gezegd kan worden. Vooral P1, P2, P4, P7 (soms), P8 en P10 gaven goede groei: het versgewicht van de planten was vergelijkbaar met de controle kunstmest N. Omdat in alle behandelingen evenveel N was toegediend met de organische producten, gaat het in dergelijke kortdurende proeven vooral om de snelheid waarin N beschikbaar komt (lage C/N ratio en hoge respiratiesnelheid). Wel moet gewaarschuwd worden dat bij toediening van een hoge dosis van keratine producten aan zandgrond met een heel laag organische stof gehalte, de kieming van bepaalde zaden geremd kan worden. Dit was het geval bij slazaden in Lissegrond met verenmeel. Slechte opkomst is eerder ook gezien bij het zaaien van suikerbiet in puur zand met 0,3% verenmeel, terwijl er geen probleem met kieming van suikerbietenzaad was bij zaai in potgrond met 0,3% verenmeel (Postma et al., 2013). In de huidige experimenten is een lagere dosis verenmeel gebruikt (0,15%), maar slazaden zijn mogelijk gevoeliger dan suikerbietzaden. De oorzaak van de remming van de kieming van zaden is onduidelijk. In de literatuur wordt fytoxiciteit door de vorming van ammonia (Bremner & Krogmeier, 1989) genoemd, maar P. Oosterkamp (persoonlijke mededeling) geeft aan dat daarvoor veel hogere doseringen nodig zijn.

Doel van het onderzoek was, naast het bepalen welke organische producten ziektevering kunnen stimuleren, om de eigenschappen van de organische producten die correleren met ziektevering te identificeren. Hiervoor was het belangrijk dat organische producten met verschillende eigenschappen getoetst werden én dat de effecten op ziektevering verschilden. Aan beide randvoorwaarden is voldaan in de proeven. De respiratiesnelheid van de verschillende producten bleek het sterkst te correleren met de aantasting door *R. solani* en *M. hapla*. Een hogere respiratiesnelheid ging gepaard met minder aantasting en dus met een hogere ziektevering. De C/N ratio's van de verschillende producten gaven geen significante correlatie met aantasting door *R. solani* en *M. hapla* in de biotoetsen.

Toediening van de organische producten zorgde ook voor verandering in fysische en chemische bodemeigenschappen. Soms werden er aanzienlijke verschillen in P, K, Mg en beschikbare Ca in de bodem gemeten als gevolg van verschillende concentraties van deze mineralen in de toegediende producten. De producten hadden ook in verschillende mate invloed op het bodemleven. Vooral de bacteriebiomassa nam toe door diverse organische producten, met soms meer dan een verdubbeling van de waardes t.o.v. de controle. Dit effect was sterker in 2016 toen de grond in mei verzameld was, t.o.v. de in januari 2017 verzamelde grond. Schimmelbiomassa was over de gehele linie hoger in mei 2016 t.o.v. januari 2017. Dit duidt erop dat het bodemleven in januari minder snel of in mindere mate gestimuleerd kan worden door organische toevoegingen dan wanneer de grond in mei vanuit het veld verzameld wordt.

---

De schimmelbiomassa werd slechts door enkele producten duidelijk verhoogd, namelijk fase-3-eind (P7) waar veel schimmeldraden in het product zelf zitten en zaadmeel (P8). Ergosterol-metingen worden gebruikt als maat zijn voor de schimmelbiomassa, en gaven soms meer onderscheid tussen verschillende producten dan de microscopische bepaling van schimmelbiomassa. Verschillen tussen beide metingen kunnen veroorzaakt worden door gisten en protozoa die ergosterol bevatten maar niet met de microscopische bepaling gedetecteerd worden. Daarnaast zijn er ook schimmels die geen ergosterol hebben maar wel met de microscopische schimmelbiomassa gedetecteerd worden (bijvoorbeeld arbusculaire mycorrhiza's en *Mortierella* soorten) (Olssen et al, 2003; Poll et al., 2010).

Ziektewering van *R. solani* correleerde met een aantal biologische bodemmetingen, namelijk schimmelbiomassa, ergosterol, PMN en in mindere mate met HWC. Deze bodemeigenschappen verklaren echter slechts gedeeltelijk de gemeten ziektevering van *R. solani*. In diverse andere onderzoeken wordt aangegeven dat ziektevering van *R. solani* waarschijnlijk (deels) door specifieke (micro-)organismen veroorzaakt wordt (Termorshuizen et al., 2020). In aanvulling van de bodemanalyses in het huidige onderzoek, is in een fundamenteel onderzoeksproject ook de samenstelling van de bacterie- en schimmelgemeenschap bepaald m.b.v. sequentieanalyses. Deze microbiom-analyses en de relatie met ziektevering zullen worden gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift (Andreo-Jimenez et al, 2020).

Het effect van de organische producten op de ziektevering van *M. hapla* verschilde per grondsoort. Geen van de eigenschappen van de organische producten correleerde daarom met de ziektevering.

Er lijkt dus een interactie tussen grondsoort en toegevoegd organisch product. De Lisse en Vredepeel grond verschilden sterk in OS gehalte, waarbij de organische producten relatief meer impact zullen hebben in de Lisse grond met het lagere OS gehalte dan in de grond met meer OS. Ook de pH van de bodems verschilt sterk wat een invloed heeft op de microbiologie en de omzetting van de organische stof. Om meer inzicht van het effect van de bodem op de organische toevoegingen te krijgen voor *M. hapla* ziektevering, zullen dus meer gronden getoetst moeten worden.

# 3 Effect van organische toevoegingen in een veldproef op kleigrond

## 3.1 Inleiding

In 2017 is een veldproef georganiseerd door van Iperen waarbij het effect van een drie organische producten in een veldproef met suikerbiet werd getest. Deze proef was onder andere om ervaring op te doen met het toedienen van de producten onder veldomstandigheden.

## 3.2 Uitvoering onderzoek

### 3.2.1 Veldproef

De veldproef is uitgevoerd op een proefveld te Oude Tonge met kleigrond: pH 7,3; 2,3% organische stof; 17% klei, 31% silt en 44% zand (Eurofins analyse 2013). Doel van de proef was om een aantal organische producten die in de kasproeven ziekteveroorzakend gebleken waren onder veldomstandigheden te testen. Hierbij is uitgegaan van een bemestingsniveau van ca 150 kg N/ha en een dubbele dosis (Tabel 3.1). Er is niet voor de aanwezigheid van andere mineralen in de producten zoals P en K gecorrigeerd. Er was een controle met kunstmest N (kalkammonsalpeter, KAS) en een onbemeste controle. Er waren in totaal 8 behandelingen elk in 5-voud; de behandelingen waren gerandomiseerd per herhaling. De afmeting van elk veldje was 5 x 6 meter.

Tijdschema van de uitgevoerde behandelingen:

- 21-4-2017: Reststromen 10 cm ondergewerkt,
- 10-5-2017: Grond bemonsterd in de rijen tussen de net opgekomen suikerbiet plantjes, minimaal 50 stekken van 12 cm diep met 2-cm boordiameter, voor de bepaling van ziekteveroorzaking,
- 27-9-2017: Grond bemonsterd met schepje tussen gewas ca 12 cm diep, voor bepaling van de ziekteveroorzaking aan het eind van het gewas,
- 16-10-2017: Oogst suikerbiet en analyses door IRS.

**Tabel 3.1** Behandelingen en berekende doses toegediende N, P, K.

Behandeling nr.	Code	Behandeling	Product gewicht vers (kg/ha)	N toegediend (kg/ha) <sup>1)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> toegediend (kg/ha) <sup>1)</sup>	K <sub>2</sub> O toegediend (kg/ha) <sup>1)</sup>
1	C-N	KAS 600 kg	600	162	0	0
2	P1	Kerapro Son 1100 kg	1100	147	7	2
3	P1-2x	Kerapro Son 2200 kg	2200	294	15	4
4	P7	Fase-3-eind 17500 kg	17500	137	89	202
5	P7-2x	Fase-3-eind 35000 kg	35000	274	179	405
6	P10	Haar-meel 1000 kg	1000	144	5	2
7	P10-2x	Haar-meel 2000 kg	2000	287	10	4
8	C	Onbehandeld	0	0	0	0

<sup>1)</sup> Toegediende N, P, K in kg/ha zijn berekend a.h.v. productanalyses in 2017, zie Bijlage 1 Tabel B1.1.

	B1	B2	B3	B4	B5		B6	B7	B8	B9	B10
R1	1a	5a	8b	6b	7c	spuitspoor	4c	2d	8d	1e	3e
R2	2a	6a	1b	4b	3c		5c	7d	6d	8e	7e
R3	3a	7a	5b	2b	6c		1c	3d	4d	2e	5e
R4	4a	8a	3b	7b	2c		8c	5d	1d	6e	4e

**Figuur 3.1** Het proefveldschema met behandeling nr. en vijf herhalingen (a ..e), gerandomiseerd per herhaling.



**Figuur 3.2** Producten toegediend op het veld vlak voor het onderwerken (21 april 2017).

Verschillen in gewasopbrengsten tussen objecten zijn vergeleken doormiddel van ANOVA in het programma R, met de functie `aov()` en `summary()`. Als ANOVA analyse significant was ( $P < 0.05$ ), is er een Tukey Post Hoc test gedaan, met de functie `TukeyHSD()`.

### 3.2.2 Ziektewering – biotoetsen

Om te bepalen of de organische producten de grond ziektewerender konden maken werden twee biotoetsen uitgevoerd. Ziektewering van de behandelde gronden tegen *R. solani* werd bepaald aan het begin en aan het einde van de teelt (resp. 10-5-2017 en 27-9-2017) door de ziekteverspreiding van dit pathogeen in suikerbietenzaailingen te meten zoals beschreven staat in paragraaf 2.2.3. De grond van 27-9-2017 werd ook getest in een nieuwe toets met *Pythium ultimum* in tuinkers.

Tuinkers is een zeer vatbaar gewas en een geschikte biotoets is de afgelopen jaren in het EU-project iSQAPER opgezet (Bongiorno et al., 2019). Aan de helft van de te testen grond van elk veldje werd *Pythium ultimum* toegevoegd (0,25 g *Pythium* kweek (in gierst)/liter grond). De rest van de grond werd niet besmet met *P. ultimum* om de natuurlijke infectie in de grond te bepalen. Grond werd goed gemengd in een plastic zak en twee dagen geïncubeerd bij 20 °C. Daarna werden per veldje steeds 1 potje (Ø 6 cm, 95 ml) gevuld met *Pythium* geïnoculeerde grond en 1 potje met niet geïnoculeerde grond. Op het oppervlak van elk potje werd 0,5 g onbehandelde biologische tuinkers zaden (*Lepidium sativum*, Cressida 1510131, De Bolster, Epe, Nederland) verspreid (Figuur 4.2). Alle potjes werden individueel op een schoteltje geplaatst om kruisbesmetting tussen verschillende behandelingen te voorkomen. Potten werden per blok gerandomiseerd en geïncubeerd in een klimaatcel bij 23/18 °C (dag/nacht) met een daglengte van 16 uur en 60% relatieve luchtvochtigheid. De eerste drie dagen na het zaaien waren de potjes met een plastic folie afgedekt om verdamping te beperken en te zorgen voor een hoge relatieve vochtigheid om kieming van de zaden te bevorderen. Na drie dagen werd het plastic folie verwijderd en de potten kregen indien nodig van onderaf water. Zeven dagen na het zaaien werd het percentage zieke planten per potje geschat (naar oppervlakte) en werd het versgewicht van de bovengrondse delen per pot bepaald door de scheuten met een schaar direct boven de grond af te knippen en te wegen.

Ter controle werden alle behandelingen, met en zonder *Pythium*, ook in verhitte grond (8 uur bij 90 °C) uitgevoerd om het effect van de afwezigheid van de natuurlijke microflora in de grond te testen.

### 3.3 Resultaten

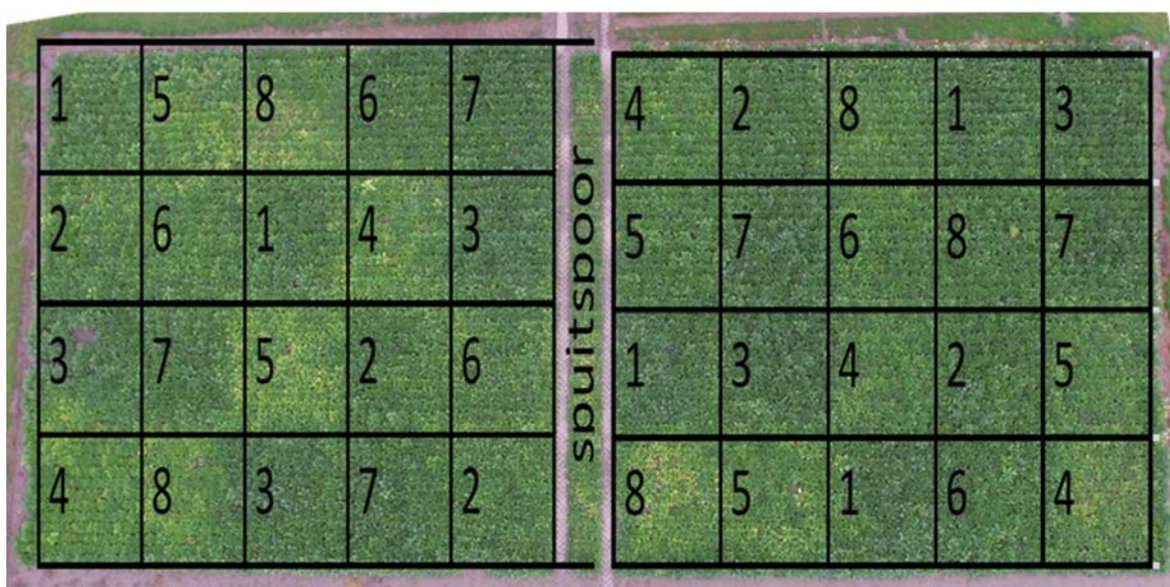
De dosis van de producten was vastgesteld op basis van het N-gehalte in de producten. Hierdoor is een relatief hoge dosis Fase-3-eind toegepast, waarbij toegediende P en K per ha hoog uitkwam. Voor P was dit boven de toegestane bemestingsnorm. Een maand na toediening groeiden paddenstoelen in het veld waar Fase-3-eind was toegediend (Figuur 3.3).



**Figuur 3.3** Paddenstoelen in het veld in behandeling met Fase-3-eind (24-5-2017).

#### 3.3.1 Gewasgroei en opbrengst suikerbiet

Zoals op de drone foto in Figuur 3.4 te zien is was het loof in de onbehandelde plots (nr. 8) en de twee Fase-3-eind behandelingen (nr. 4 en 5) gedurende het seizoen geler en kleiner. Dit resulteerde ook in een lagere wortelopbrengst in deze behandelingen, al was deze niet significant lager dan de meeste andere behandelingen. Ook de behandeling Kerapro Son 1100 kg (nr. 2) had een relatief lage wortelopbrengst. Alleen de opbrengst in behandeling Kerapro Son 2200 kg (nr. 3) en Haarmeel 2000 kg (nr 7) waren significant hoger dan de opbrengst in de onbehandelde plots maar niet significant verschillend van de KAS bemeste plots. Suikeropbrengst in ton/ha verschilde niet significant tussen de behandelingen. En ook de financiële opbrengst verschilde niet tussen beide controles en de behandelde gronden.



**Figuur 3.4** Drone opname van het gewas op 18-8-2017, met behandeling nrs. per veldje.

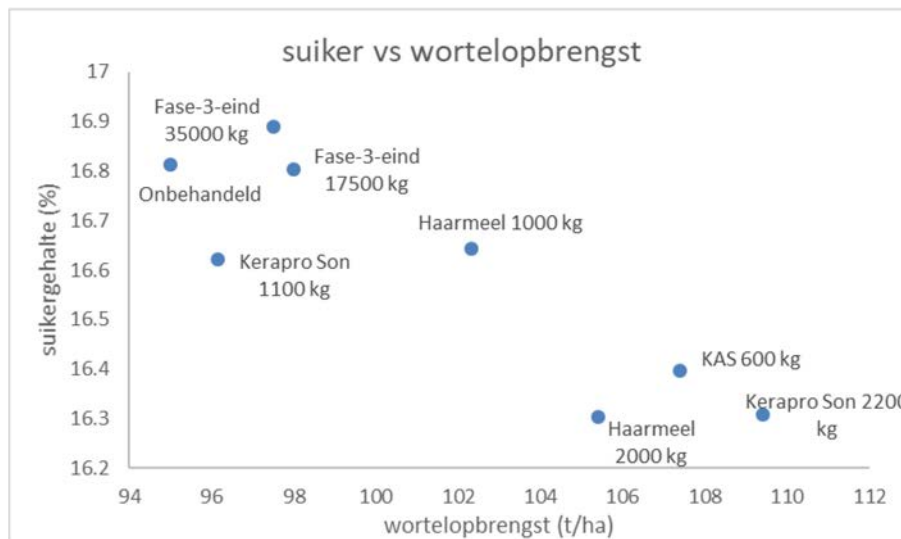
**Tabel 3.2** Gewasopbrengst door IRS.

Beh nr.	Object	WorG (t/ha)	Sui (%)	SuiG (t/ha)	GTar (%)	K+Na (mmol/kg)	AmN (mmol/kg)	Glu (%)	WIN	FinO (€/ha)
1	<b>KAS 600 kg</b>	<b>107.4</b>	<b>16.40</b>	<b>17.6</b>	<b>11.7</b>	<b>36.7</b>	<b>9.1</b>	<b>2.0</b>	<b>91.4</b>	<b>3897</b>
2	Kerapro Son 1100 kg	96.2	16.62	16.0	11.9	35.7	7.5	2.1	91.8	3593
3	Kerapro Son 2200 kg	109.4	16.31	17.8	11.1	36.8	10.5	1.8	91.2	3936
4	Fase-3-eind 17500 kg	98.0	16.80	16.5	10.0	39.7	5.6	2.5	91.8	3751
5	Fase-3-eind 35000 kg	97.5	16.89	16.5	10.6	41.0	6.0	2.3	91.6	3745
6	Haar-meel 1000 kg	102.3	16.64	17.0	12.1	35.1	6.8	2.2	92.0	3834
7	Haar-meel 2000 kg	105.4	16.30	17.2	11.3	38.0	10.5	1.8	91.1	3784
8	Onbehandeld	95.0	16.81	16.0	11.5	35.4	5.6	2.6	92.2	3631
	LSD 5% <sup>1)</sup>	9.8	ns	ns	2.1	2.5	1.3	0.4	0.4	419

1 ns = geen significante verschillen.

2 Groen is significant hoger dan de controle KAS, roze is significant lager dan de controle KAS.

Afkorting	Betekenis	eenheid
WorG	Wortelopbrengst	ton/ha
Sui	Suikergehalte	%
SuiG	Suikeropbrengst	ton/ha
GTar	Grondtarra	%
K	Kaliumgehalte	mmol/kg
Na	Natriumgehalte	mmol/kg
AmN	AminoN-gehalte	mmol/kg
Glu	glucosegehalte (maat voor invert: invert = 1,76*glucose)	%
WIN	Winbaarheid	
FinO	Financiële opbrengst	€/ha

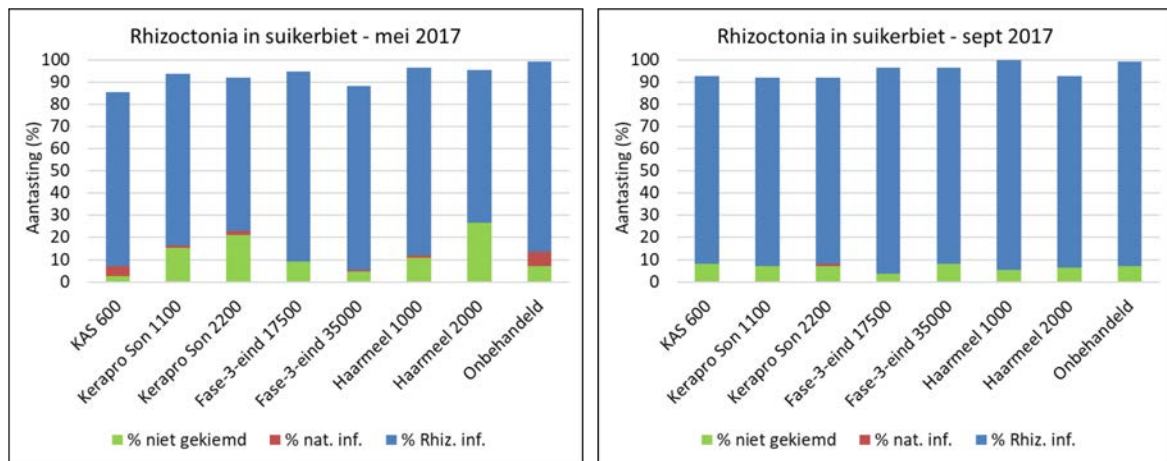


**Figuur 3.5** Suikergehalte versus wortelopbrengst.

### 3.3.2 Ziektevering

Rhizoctonia ziektevering is getest in grondmonsters uit het veld die in mei en september 2017 verzameld zijn (Figuur 3.6). Op beide tijdstippen zijn er geen verschillen in aantasting gevonden nadat Rhizoctonia aan de grond is toegevoegd; er is dus geen ziektevering tegen Rhizoctonia ontstaan als gevolg van de toediening van de organische producten. De opkomst van de suikerbietzaden in de biotoets was in mei 2017 wel lager bij de dubbele dosis van Kerapro Son en Haarmeel (Figuur 3.6). In september 2017 waren de zaden in alle behandelingen goed opgekomen.

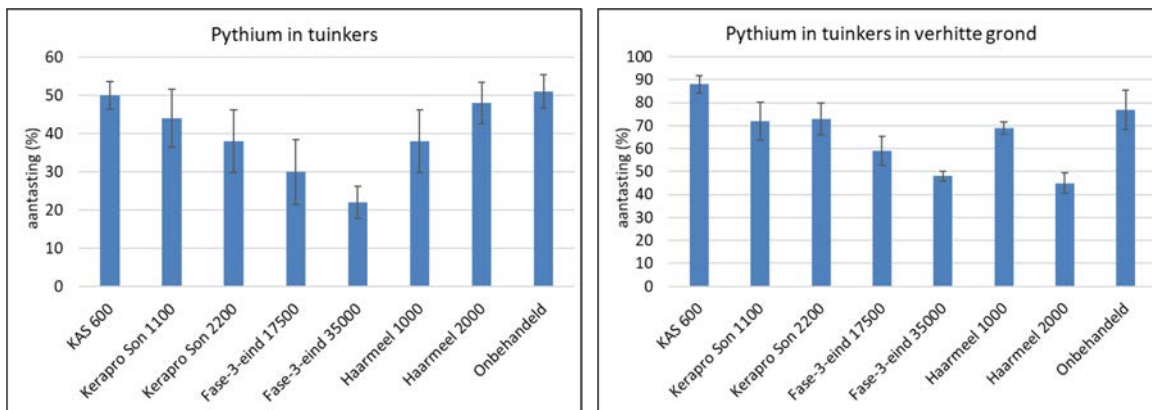
Pythium ziektevering is alleen in september getoetst (Figuur 3.7), omdat deze biotoets pas in de loop van 2017 beschikbaar gekomen is. In de verhitte en de niet-verhitte grond zonder Pythium inoculatie bleef de tuinkers gezond; er was dus geen natuurlijke Pythium infectie aanwezig in het veld. Door toevoeging van Pythium in niet-verhitte grond werd 30 tot 50% van de tuinkersplanten aangetast (Figuur 3.8). In verhitte grond was de aantasting duidelijk hoger, 50 tot 90%. Dit betekent dat een groot deel van de ziektevering het gevolg is van de microbiologie die in de verhitte grond gedood is. Fase-3-eind geeft met beide doses een significantie ziektereductie van Pythium in tuinkers t.o.v. de controle met KAS in de niet-verhitte grond. In de verhitte grond zijn alle organische producten significant minder aangetast dan de controle KAS.



**Figuur 3.6** Kieming, natuurlijke infectie en Rhizoctonia aantasting na inoculatie met *Rhizoctonia solani* AG2.2IIIB. % niet gekiemde zaden verschilt significant in mei 2017; LSD = 3.1. Rhizoctonia aantasting verschilt niet significant in mei en september 2017.



**Figuur 3.7** Aantasting in tuinkers in de niet-verhitte grond met *Pythium* inoculum; 8 behandelingen in 5 herhalingen.



**Figuur 3.8** *Pythium* aantasting in tuinkers in september 2017 in natuurlijke en in verhitte grond; LSD = 17.6 en 14.4 in respectievelijk natuurlijke en in verhitte grond.

### 3.4 Discussie

Drie organische producten die in de eerdere kasproeven ziektevermindering hadden geïnduceerd, zijn in deze proef onder veldomstandigheden getest op een proefperceel te Oude Tonge. Hierbij is uitgegaan van een normaal bemestingsniveau voor suikerbiet van 150 kg N/ha en een dubbele dosis. Er is geen rekening gehouden met de doses van de andere mineralen in de producten. Uiteindelijk bleek de dosis Fase-3-eind te hoog omdat veel meer P en K werd toegediend dan volgens de normen is toegestaan.

Ook de dubbele dosis verenmeel (Kerapro Son) en haarmeel waren zeer waarschijnlijk te hoog. In de biotoets in mei bleef de opkomst van suikerbietzaden duidelijk achter (20-26% niet-gekiemde zaden).

De groei en wortelopbrengst waren uiteindelijk in alle behandelingen vergelijkbaar met de controle KAS, met uitzondering van Kerapro Son 1100, Fase-3-eind 35000 en onbehandeld. Suikeropbrengst in ton/ha verschilde niet significant tussen de behandelingen. En ook de financiële opbrengst verschilde niet tussen beide controles en de behandelde gronden. In de behandelingen met dubbele dosis verenmeel en haarmeel (Kerapro Son 2200 en Haarmeel 2200) waren Na en AminoN gehalte hoger, met negatieve gevolgen voor de winbaarheid. In deze veldproef is dus aangetoond dat de producten bruikbare meststoffen zijn. Maar in vervolgonderzoek is het wel raadzaam om rekening te houden met de aanwezigheid en beschikbaarheid van de andere mineralen in de producten. Hiervoor moet met de bemesting gecorrigeerd worden.

Het doel van dit project was om te kijken of ziektevermindering van de bodem gestimuleerd kan worden door toediening van organische producten. Dit viel helaas tegen. In geen van de behandelingen is ziektevermindering tegen *Rhizoctonia* ontstaan, terwijl de gebruikte producten verenmeel, haarmeel en Fase-3-eind in de kasproeven van 2016 en 2017 wel ziektevermindering tegen *Rhizoctonia* induceerden. De gebruikte dubbele dosis van de producten was hoger dan de dosis in de kasproef, dus een te lage dosis kan niet de oorzaak zijn. Het gaat hier wel om een kleigrond terwijl in de kasproeven twee zandgronden zijn gebruikt. Daarbij zijn de omstandigheden, met name de temperatuur, in het voorjaar buiten zijn anders dan in de klimaatcel.

Er was wel een verhoogde ziektevermindering tegen *Pythium* in de tuinkers biotoets ontstaan in beide doses van de behandeling Fase-3-eind in september. Haarmeel en verenmeel gaven geen significante verhoging van de ziektevermindering tegen *Pythium*. Deze biotoets was helaas niet in mei uitgevoerd omdat de toets toen nog niet beschikbaar was. Deze nieuwe biotoets is dus veelbelovend voor de bepaling van ziektevermindering en zal ook in vervolg proeven worden gebruikt.



---

# 4 Effect van organische toevoegingen in een tweejarige veldproef op dekzand

## 4.1 Inleiding

Nadat uit kasproeven gebleken is dat verschillende van de organische producten in potentie ziektevering kunnen stimuleren, zijn dezelfde 10 producten ook in het veld getoetst. Voor de toegepaste dosis is uitgegaan van de huidige bemestingsregels. Voor deze proef is een perceel te Vredepeel geselecteerd, vergelijkbaar met de Vredepeel grond die in 2016 en 2017 in de kasproeven gebruikt is. Op dit perceel zijn in twee opeenvolgende jaren dezelfde organische producten aangebracht, waarbij eerst aardappel (2018) en daarna suikerbiet (2019) werden geteeld. Hoofddoel van deze proef was om te testen of ook onder veldomstandigheden ziektevering gestimuleerd kan worden door de toevoeging van organische producten. De organische producten beïnvloeden ook de bodemvruchtbaarheid, daarom zijn het effect op gewasgroei, oogst en oogstkwaliteit bepaald. Daarnaast is het effect van de organische producten op diverse bodemparameters, waaronder biologische aspecten van de bodem, onderzocht.

## 4.2 Uitvoering onderzoek

### 4.2.1 Proefopzet, organische producten en monsternamen

Voor het veldonderzoek is een ziektegevoelige zandgrond te Vredepeel geselecteerd (perceel 35 ZUID; WUR-OT onderzoeklocatie Vredepeel, Limburg). Voorvruchten op dit perceel waren: Suikerbiet in 2016, mais met zomergerst als groenbemester in 2017. Vooraf was de afwezigheid van de pathogenen die in de ziekteveringstoets gebruikt worden getest. Bij het testen van ziektevering in biotoetsen gaat de voorkeur uit naar grond met een geringe ziektedruk; vervolgens wordt door toevoeging van het pathogeen gekeken hoe goed de grond dit kan onderdrukken.

Het proefveld bestond uit 12 objecten uitgevoerd in 5 herhalingen (zie proefschema in Bijlage 3). Bruto-veldjes waren 6 x 12 m, met daarin netto-veldjes van 3 x 8 m. De behandelingen bestonden uit toevoeging van de 10 organische producten, een controle met kunstmest NPK, en een volledig onbemeste controle. In 2018 en 2019 werden dezelfde producten toegepast als in de kasproeven van 2016 en 2017, m.u.v. ingekuuld gras dat werd gebruikt als alternatief voor vers en ingekuuld slootmaaisel in respectievelijk 2016 en 2017.

De dosering van de organische producten hing af van hun eigenschappen (Bijlage 1) en van de bemestingsadviezen voor het betreffende gewas. In 2019 is tevens de uitgangspositie bepaald door de mineralensamenstelling van de bodem voor de zaai te bepalen (Tabel 4.2). Voor de dosering van de organische producten en de bijbemesting met NPK is de hieronder beschreven systematiek gebruikt.

**Aardappel 2018.** Dosering van producten is berekend op basis van (zie Tabel 4.1):

1. Gelijke maximale N voor alle producten: 204 kg N/ha bij een gemeten bodemvoorraad van ca. 40 kg N/ha (landbouwkundig advies), of maximaal toegestane P,
2. Van alle producten is een inschatting van de werkzame N (Nwc) gemaakt, waarna N is aangevuld tot 204 kg N/ha,
3. Fosfaat aangevuld tot 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,
4. Kali aangevuld tot 300 kg K<sub>2</sub>O/ha.

**Suikerbiet 2019.** Dosering van producten is berekend op basis van (zie Tabel 4.3):

1. Gelijke maximale N: 165 kg N/ha (landbouwkundig advies bij  $N_{min}=20$  in 0-60 cm laag), of maximaal toegestane P,
2. Stikstof aangevuld op basis van werkzame N (Nwc) van de organische materialen tot 200 kg N/ha, waarbij gecorrigeerd is voor  $N_{min}$  aanwezig in de bodem:  $200 - 1.7 * N_{min}$  kg N/ha,
3. Fosfaat aangevuld tot 50 kg  $P_2O_5$ /ha (geen correctie voor bodemvoorraad),
4. Kali aangevuld tot 180 kg  $K_2O$ /ha (geen correctie voor bodemvoorraad).

**Tabel 4.1** Dosering van de organische producten en bijbemesting met kunstmest NPK in de veldproef 2018 met aardappel.

Beh	Veld nr	Product	Leverancier <sup>1</sup>	Nwc <sup>2</sup> (%)	Product <sup>3</sup> (kg/ha)	N <sup>4</sup> (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>4</sup> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O <sup>4</sup> (kg/ha)
P1	A	Kerapro Son	Darling Ingredients	80	1528	41	41	298
P2	B	Kerapro slow release	Darling Ingredients	80	1500	41	41	298
P3	C	Biophosphate	Darling Ingredients	60	1000	191	0	287
P4	D	Keratine mengsel	Ecostyle BV	80	1417	41	42	295
P5	E	GFT-compost	VA	10	21140	189	(-50)	126
P6	F	Groencompost	BVOR	10	35983	184	(-28)	159
P7	G	Fase-3-eind	CNC	30	10417	178	0	163
P8	H	Zaadmeel	P.H. Peterson S. L.	50	2556	143	0	281
P9	I	Ingekuild gras	Waterschap V&V	50	40306	102	12	109
P10	J	Haar-meel	Darling Ingredients	80	1417	41	43	298
C-NPK	K	Controle kunstmest			0	204	50	300
C	L	Controle onbehandeld			0	0	0	0

1 Zie voor volledige naam en productomschrijving in Tabel 2.2.

2 Nwc= stikstof werkingscoëfficiënt; betreft het verwachte percentage N dat in een jaar vrijkomt.

3 Dosering van het vers product is berekend op basis van totaal N en op basis van P in het product; de laagste dosering is toegediend (blauw gearceerd is op basis van P limiet).

4 Hoeveelheid N, P, K ter aanvulling van wat in het organische product zit.

**Tabel 4.2** Bodemanalyse maart 2019 ter bepaling van de benodigde bijbemesting (bodemmonsters 0-60 cm diepte, 1 mengmonster/behandeling).

Beh	Veld nr	N_vrd (kg/ha)	P_vrd (kg/ha)	K_vrd (kg/ha)	SO <sub>3</sub> _vrd (kg/ha)	Mg_vrd (kg/ha)	Ca_vrd (kg/ha)	Fe_vrd (g/ha)
P1	A	16	1.2	137	25	428	36	168
P2	B	20	1.2	130	25	449	27	156
P3	C	19	1.2	144	25	455	45	180
P4	D	17	1.2	162	25	461	51	192
P5	E	26	1.2	223	27	462	119	180
P6	F	20	1.2	178	25	474	61	168
P7	G	24	1.2	203	87	438	146	204
P8	H	19	1.2	143	30	431	48	96
P9	I	24	1.2	245	25	445	179	156
P10	J	20	1.2	169	25	425	64	288
C-NPK	K	22	1.2	200	25	442	110	132
C	L	22	1.2	131	47	467	6	180

**Tabel 4.3** Dosering van de organische producten en bijbemesting met kunstmest NPK in de veldproef 2019 met suikerbiet.

Beh	Veld nr	Product	Leverancier <sup>1</sup>	Nwc <sup>2</sup> (%)	Product <sup>3</sup> (kg/ha)	N <sup>4</sup> (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>4</sup> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O <sup>4</sup> (kg/ha)
P1	A	Kerapro Son	Darling Ingredients	80	1219	41	42	178
P2	B	Kerapro slow release	Darling Ingredients	80	1213	34	42	178
P3	C	Biophosphate	Darling Ingredients	60	978	153	0	168
P4	D	Keratine mengsel	Ecostyle BV	80	1157	39	43	176
P5	E	GFT-compost	VA	10	19564	141	(-50)	25
P6	F	Groencompost	BVOR	10	34976	150	(-27)	42
P7	G	Fase-3-eind	CNC	30	10468	133	0	32
P8	H	Zaadmeel	P.H. Peterson S. L.	50	2511	109	0	159
P9	I	Ingekuild gras	Waterschap V&V	50	19949	101	0	29
P10	J	Haar-meel	Darling Ingredients	80	1138	34	44	178
C-NPK	K	Controle kunstmest			0	163	50	180
C	L	Controle onbehandeld			0	0	0	0

1 Zie voor volledige naam en productomschrijving in Tabel 2.2.

2 Nwc = stikstof werkingscoëfficiënt; betreft het verwachte percentage N dat in een jaar vrijkomt.

3 Dosering van het vers product is berekend op basis van totaal N en op basis van P in het product; de laagste dosering is toegediend (blauw gearceerd is op basis van P limiet).

4 Hoeveelheid N, P, K ter aan vulling van wat in het organische product zit.

Om de producten voor het poten van aardappel (2018) en het zaaien van suikerbiet (2019) in de grond te brengen was een verschillend tijdschema nodig, omdat aardappel ca 1 maand later de grond in gaat dan suikerbiet. De producten zijn zo goed mogelijk door de bovenste grondlaag gemengd. Ook de voorbereidingen van de grond zijn niet gelijk. Omdat voor het poten van aardappels de grond op ruggen gebracht wordt, is voor het poten bemonsterd. Omdat suikerbieten vroeg gezaaid worden, is er in dit geval voor gekozen om na zaai te bemonsteren. De grondmonsters voor de verdere analyses zijn ongeveer gelijk in het seizoen verzameld, namelijk eind april / begin mei, om niet al te grote temperatuurs-verschillen te hebben. In 2018 hebben we dus 4 weken na OS toediening bemonsterd, terwijl dat in 2019 8 weken na OS toediening was. De bemonsterde grond is gebruikt om bodemanalyses te doen, nematoden te tellen en ziektevering te bepalen. De data van de verschillende bewerkingen en het nemen van de grondmonsters staat hieronder opgesomd voor beide gewassen.

#### Aardappel 2018:

- 29-3-2018: Organische producten en PK bemesting opbrengen en inwerken (12cm),
- 30-4-2018: Grondmonsters genomen voor de diverse analyses,
- N-kunstmest aanvullen vlak voor poten om N-verlies te beperken (dit was na bemonstering),
- 3-5-2018: Grondbewerking (15 cm spitten) voor poten (ingekuild gras was vanwege lange vezels moeilijk onder te werken),
- 4-5-2018: Poten aardappel (cultivar Fontane).

#### Suikerbiet 2019:

- 28-2-2019: Organische producten en bemesting opbrengen en inwerken (15 cm spitten), m.u.v. Kerapro slow release & Biophosphate 12-3-2019
- Nmin (bodemvoorraad) in de bodem per behandeling gemeten
- 28-3-2019: Bijbemesten met kunstmest NPK,
- 1-4-2019: Ploegen voor zaai i.v.m. onkruiden,
- 1-4-2019: Zaaian suikerbiet, 2 cultivars: Leonella (Rhizoctonia-vatbaar) en BTS 7102 (partieel resistent)
- 7-5-2019: Grondmonsters genomen voor de diverse analyses.



**Figuur 4.1** Voorbereiding veldproef 2018 met aanbrengen en inwerken van de organische producten.

#### 4.2.2 Bodemanalyses

Analyses zijn zoveel mogelijk uitgevoerd zoals in de kasproeven van 2016 en 2017. Fysische en chemische eigenschappen van alle grondmonsters zijn bepaald met behulp van de standaardprocedures van de Bemestingswijzer (Eurofins Agro, Wageningen NL). Heet-water extraheerbare koolstof (HWC) werd gemeten als de toename in opgelost organische koolstof na 16 uur extractie van 4 g grond in 30 ml water bij 80 °C (Ghani et al., 2003); dit is een maat voor de hoeveelheid labiele koolstof in de bodem. Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN) werd gemeten als de toename van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) gedurende een week anaerobe (waterverzadigde) incubatie van 16 g grond in 40 ml water bij 40 °C (Keeny and Nelson, 1982; Canali and Benedetti, 2006). Bacteriële biomassa werd bepaald met confocale laserscanningmicroscopie (Bloem et al., 1995) en schimmelbiomassa door microscopisch tellen na kleuring met fluorescerende kleurstoffen (Bloem en Vos 2004). Ergosterol bepaling is niet uitgevoerd.

#### 4.2.3 Ziektewering – biotoetsen

Om te bepalen of de verschillende organische producten de grond in het veld ziektewerender hebben gemaakt, werd de grond bemonsterd en in de kas met drie verschillende plant-pathogenen getoetst, namelijk een schimmel *Rhizoctonia solani*, een nematode *Meloidogyne hapla* en een oömyceet *Pythium ultimum*. Ziektewering tegen *R. solani* AG 2-2IIIIB in suikerbiet werd uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 2.2.3. Per veldje is 1 bak met 22 suikerbiet zaden gezaaid. Na opkomst van de suikerbieten werd het pathogeen toegevoegd en werd de verspreiding van de aantasting bepaald.

Ziektewering tegen *M. hapla* in sla werd uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 2.2.3. Per veldje zijn 5 potten met een slaplant ingezet (5 subherhalingen). Potten werden gevuld met 1 liter grond en 1 dag later werden 600 j2 *M. hapla* larven toegevoegd. Vier dagen later werd per pot één slaplantje van ca. 21-dagen oud geplant. Na 6 à 7 weken werden vers- en drooggewicht van de krop bepaald. De wortels werden schoongespoeld en gewogen, waarna het aantal wortelknobbels per plant geteld werd. Vervolgens werd ook het drooggewicht van de wortels bepaald.

Om de ziektewering van de grond tegen *Pythium* te testen is ditmaal tuinkers gebruikt. Dit is een zeer vatbaar gewas en is een geschikte toets was de afgelopen jaren in een EU-project iSQAPER opgezet (Bongiorno et al., 2019). Aan de helft van de te testen grond van elk veldje werd *Pythium ultimum* toegevoegd (0,25 g *Pythium* kweek (in gierst)/liter grond). De rest van de grond werd niet besmet met *P. ultimum* om de natuurlijke infectie in de grond te bepalen. Grond werd goed gemengd in een plastic zak en twee dagen geïncubeerd bij 20 °C. Daarna werden per veldje steeds 4 potjes (Ø 6 cm, 95 ml) gevuld met *Pythium* geïnculeerde grond en 4 potjes met niet geïnculeerde grond. Op het oppervlak van elk potje werd 0,5 g onbehandelde biologische tuinkers zaden (*Lepidium sativum*, De Bolster, Epe, Nederland) verspreid (Figuur 4.2). Alle potjes werden individueel op een schoteltje geplaatst om kruisbesmetting tussen verschillende behandelingen te voorkomen. Potten werden per blok gerandomiseerd en geïncubeerd in een klimaatcel bij 23/18 °C (dag/nacht) met een daglengte

van 16 uur en 60% relatieve luchtvochtigheid. De eerste twee dagen na het zaaien waren de potjes met een plastic folie afgedekt om verdamping te beperken en te zorgen voor een hoge relatieve vochtigheid om kieming van de zaden te bevorderen. Na drie dagen werd het plastic folie verwijderd en de potten kregen indien nodig van onderaf water. Zeven dagen na het zaaien werd het percentage zieke planten per potje geschat (naar oppervlakte) en werd het versgewicht van de bovengrondse delen per pot bepaald door de scheuten met een schaar direct boven de grond af te knippen en te wegen.



**Figuur 4.2** *Biotoets met Pythium ultimum in tuinkers, bepaling percentage zieke planten naar oppervlak en versgewicht van bovengrondse delen; links net na zaai en rechts einde van de proef op dag 7 waarbij de tuinkers in verschillende mate aangetast is.*

#### 4.2.4 Gewasgroei en opbrengst

In het veld zijn in 2018 bij aardappel de volgende analyses uitgevoerd: opkomst, de bodembedekking door het gewas, kleur van het gewas, netto en bruto knolopbrengst en onderwatergewicht (zetmeel gehalte). Daarnaast zijn ziektes in het veld gemonitord en is de schurftindex van de knollen bepaald bij oogst.

In 2019 is aantal opgekomen suikerbietenplanten geteld en hieruit is het opkomstpercentage bepaald. De stand van het gewas is beoordeeld, en de proef is een aantal keren beoordeeld op ziekte aantasting.

Oogstanalyses suikerbiet in 2019 zijn uitgevoerd door IRS. De volgende parameters werden bepaald:

- Wortelopbrengst (ton/ha)
- Suikergehalte (%)
- Suikeropbrengst (ton/ha)
- Grondtarra (%)
- Kaliumgehalte (mmol/kg)
- Natriumgehalte (mmol/kg)
- AminoN-gehalte (mmol/kg)
- glucosegehalte (maat voor invert:  $\text{invert} = 1,76 \cdot \text{glucose}$ ) (mmol/kg)
- Winbaarheid (%)
- Financiële opbrengst (€/ha).

### 4.3 Resultaten

#### 4.3.1 Eigenschappen organische producten

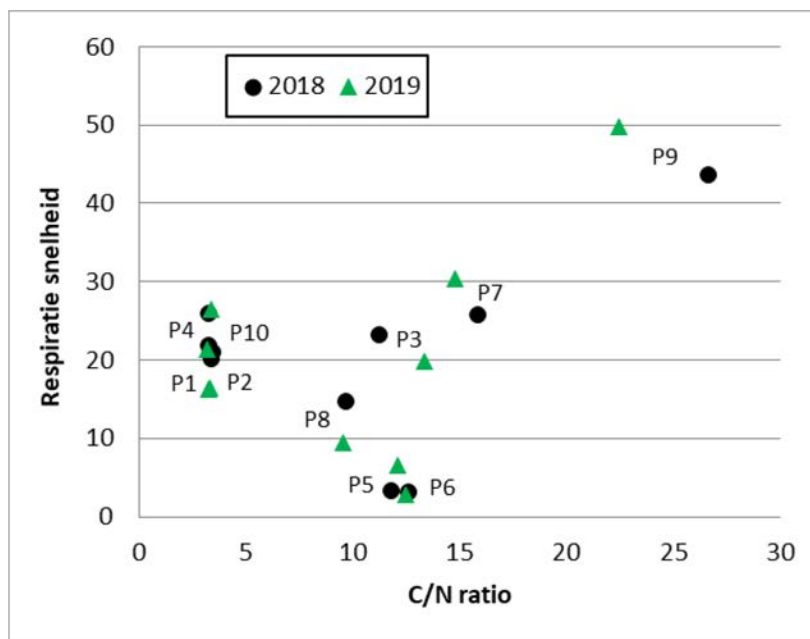
Het oorspronkelijke idee achter de keuze van de organische producten was om een reeks producten met verschillen in C/N ratio en afbreeksnelheid te testen. Een maat voor de afbreeksnelheid is de respiratiesnelheid bepaald met Oxitop. Deze waarden zijn voor de verschillende producten in Figuur 4.3 weergegeven.

De organische producten verschilden duidelijk in hun samenstelling, waarbij de resultaten uit 2018 en 2019 zeer vergelijkbaar waren (zie Tabel 4.4 en Bijlage 1 Tabel B1.2 en B1.3). Opvallende verschillen in bepaalde mineralen zijn bijvoorbeeld: veel P en Mg in P3, veel K en Cl in P7, ook vrij veel P in P8 (Bijlage 1). In 2018 en 2019 zijn ook concentraties van metalen gemeten. Hogere waardes koper en zink werden gemeten in Biophosphate (P3). Hogere waardes chroom, nikkel en lood waren vooral aanwezig in GFT-compost (P5) en in mindere mate in Groencompost (P6).

**Tabel 4.4** Eigenschappen van de organische producten gebruikt in experimenten 2018 en 2019 (analyse Eurofins Agro).

Code	OS (%)		N-tot (g/kg) *		C/N ratio		Resp.snelh (mmol O <sub>2</sub> /kg OS/uur)		Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg) *		Kali (K <sub>2</sub> O) (g/kg) *	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
P1	98.0	98.4	143.6	150.3	3.4	3.3	20.1	16.3	6.9	4.1	2.3	1.4
P2	98.2	97.3	142.6	147.0	3.4	3.3	21.0	16.5	7.1	4.8	2.3	1.7
P3	78.3	79.8	34.8	29.8	11.3	13.4	23.2	19.8	59.5	57.3	13.0	14.0
P4	96.7	96.8	148.4	150.7	3.3	3.2	26.0	21.4	6.2	5.5	3.5	3.6
P5	28.4	25.7	12.0	10.6	11.8	12.1	3.4	6.6	8.2	5.7	13.0	9.4
P6	22.4	18.5	8.9	7.4	12.6	12.5	3.1	2.9	4.6	4.4	8.2	6.3
P7	70.8	62.8	22.3	21.2	15.9	14.8	25.8	30.3	11.5	13.7	40.0	43.0
P8	94.0	93.9	48.5	49.0	9.7	9.6	14.7	9.4	22.9	22.9	11.0	11.0
P9	77.3	79.1	14.5	17.6	26.7	22.5	43.7	49.8	6.4	6.6	22.0	25.0
P10	98.7	98.1	150.0	145.6	3.3	3.4	21.8	26.4	5.5	6.0	2.0	2.4

\* Data zijn per kg droge stof (DS).



**Figuur 4.3** C/N ratio en de respiratiesnelheid van de organische producten gebruikt in experimenten 2018 en 2019 (analyse Eurofins Agro).

#### 4.3.2 Bodemanalyses 2018 en 2019

Grondmonsters zijn in 2018 en 2019 respectievelijk eind april en begin mei verzameld voor de analyse van een heel scala aan bodemparameters. Dit was respectievelijk 4 en 8 weken na toediening van de organische producten. Fysische en chemische bodemanalyses zijn via de bemestingswijzer van Eurofins Agro uitgevoerd. Een selectie van de resultaten staat in Tabel 4.5 en 4.6. De gemiddelde waarden van alle parameters staan in Bijlage 3 Tabel B3.1.

Opvallend is dat er weinig statistische verschillen tussen de behandelingen zijn. C/N quotiënt, OS%, N-totaal, P voorraad en P beschikbaar zijn voor alle behandelingen gelijk, zowel in 2018 als 2019 (Tabel 4.5 en 4.6). In 2018 zijn er wel verschillen in een aantal andere mineralen t.o.v. de kunstmest controle (C-NPK): K beschikbaar (K-PAE) is hoger na toevoeging van compost (P5, P6), Fase-3-eind (P7) en ingekuild gras (P9). Beschikbaar zwavel (S-PAE) is juist hoger na toevoeging van de keratine producten (P1, P2, P4, P10), Fase-3-eind (P7) en zaadmeel (P8). In 2019 waren deze verschillen er niet. Ook voor Se, Mn, Na, B, Zn, Co zijn er verschillen tussen de behandelingen in 2018, maar niet in 2019 (Bijlage 3).

**Tabel 4.5** Bodemanalyses 2018 (analyse Eurofins Agro) (n=5).

		C/N	OS (%)	N-Tot (mg/kg)	P-AL (vrd) (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g)	P-PAE (mg/kg)	K-vrd (mg/kg)	K-PAE (mg/kg)	S-PAE (mg/kg)	Bodem leven (mg N/kg)
P1	Kerapro Son	17.8	4.6	1378	54.0	3.7	2.10	84	10.7	21.6
P2	Kerapro slow release	17.6	4.5	1374	52.4	3.9	1.98	87	9.8	27.6
P3	Biophosphate	17.4	4.2	1294	57.6	4.1	2.30	94	4.0	25.4
P4	Keratine mengsel	17.4	4.4	1338	51.6	3.0	2.20	90	8.0	24.6
P5	GFT compost	17.6	4.4	1362	56.2	3.7	2.48	144	5.5	25.8
P6	Groencompost	17.4	4.4	1364	55.4	2.8	2.34	146	4.9	29.6
P7	Fase 3 eind	18.0	4.2	1288	58.6	3.4	2.22	166	41.8	33.0
P8	Zaadmeel	17.0	4.2	1340	53.6	3.2	2.10	92	10.3	30.0
P9	Ingekuild gras	17.6	4.5	1356	54.2	2.6	2.14	127	5.7	32.0
P10	Haar-meel	16.8	4.2	1330	52.4	3.4	1.92	83	6.8	20.0
<b>C+PK</b>	<b>Kunstmest PK<sup>1)</sup></b>	<b>16.8</b>	<b>4.1</b>	<b>1310</b>	<b>55.4</b>	<b>2.9</b>	<b>2.08</b>	<b>81</b>	<b>3.4</b>	<b>31.0</b>
C	Onbemest	16.6	4.1	1304	53.2	2.8	2.10	66	3.3	25.4
	LSD <sup>2)</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	0.26	19	2.9	7.8

1 Opmerking: kunstmest object heeft ten tijde van de bemonstering wel P en K gehad, maar nog geen N.

2 Indien er geen significante verschillen zijn (ns) wordt er geen LSD waarde gegeven.

3 Groen is significant hoger dan de controle C-NPK, roze is significant lager dan de controle C-NPK.

**Tabel 4.6** Bodemanalyses 2019 (analyse Eurofins Agro) (n=5).

		C/N	OS (%)	N-Tot (mg/kg)	P-AL (vrd) (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g)	P-PAE (mg/kg)	K-vrd (mg/kg)	K-PAE (mg/kg)	S-PAE (mg/kg)	Bodem leven (mg N/kg)
P1	Kerapro Son	16.2	4.3	1408	55.6	2.6	2.18	99	10.4	28.0
P2	Kerapro slow release	17.2	4.8	1408	57.8	2.7	1.58	68	7.4	14.2
P3	Biophosphate	16.6	4.8	1504	58.0	2.4	1.88	88	7.6	22.2
P4	Keratine mengsel	17.2	4.3	1316	58.4	2.9	2.04	80	8.4	20.6
P5	GFT compost	16.8	4.6	1372	54.6	2.3	2.00	88	7.4	23.0
P6	Groencompost	16.8	4.9	1502	59.6	2.7	2.02	88	8.2	20.0
P7	Fase 3 eind	17.0	4.4	1362	56.4	2.8	1.90	79	8.2	16.6
P8	Zaadmeel	17.2	4.8	1500	57.6	2.8	2.02	83	7.8	26.4
P9	Ingekuild gras	17.4	5.0	1498	57.2	2.6	1.76	98	6.2	24.4
P10	Haar-meel	17.2	4.7	1424	55.4	2.4	1.82	87	6.8	23.8
<b>C+NPK</b>	<b>Kunstmest NPK<sup>1)</sup></b>	<b>17.6</b>	<b>4.9</b>	<b>1430</b>	<b>52.8</b>	<b>2.1</b>	<b>1.78</b>	<b>64</b>	<b>7.0</b>	<b>20.2</b>
C	Onbemest	16.6	4.6	1442	63.0	3.2	1.94	70	8.0	20.2
	LSD <sup>2)</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1 Opmerking: kunstmest object heeft ten tijde van de bemonstering N, P en K gehad.

2 Indien er geen significante verschillen zijn (ns) wordt er geen LSD waarde gegeven.

Er was een groot verschil in NO<sub>3</sub>-N tussen de behandelingen in 2018 (Figuur 4.4). Dit komt doordat de organische producten al waren toegediend, maar de kunstmest N nog niet. Deze werd pas vlak voor het poten toegediend om N verliezen zo veel mogelijk te voorkomen. In 2019 zijn de grondmonsters wel genomen nadat de extra N was toegediend, waardoor de NO<sub>3</sub>-N niveau's in de verschillende behandelingen veel gelijkmatiger waren, alleen de controle zonder enige bemesting (C) was zeer laag.

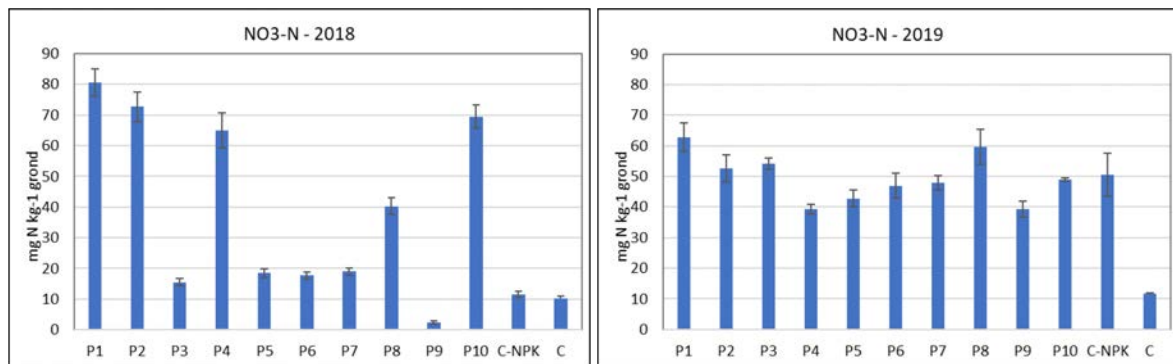
NH<sub>4</sub>-N waarden waren over het algemeen laag (Figuur 4.5). NH<sub>4</sub> wordt in de regel snel genitrificeerd waardoor de hoeveelheden verwaarloosbaar zijn ten opzichte van NO<sub>3</sub>.

PMN verschilde niet significant tussen de behandelingen in 2018 (Figuur 4.6). In 2019 had P9 de hoogste waarde, en was de controle zonder bemesting hoger dan die met NPK kunstmest bemesting.

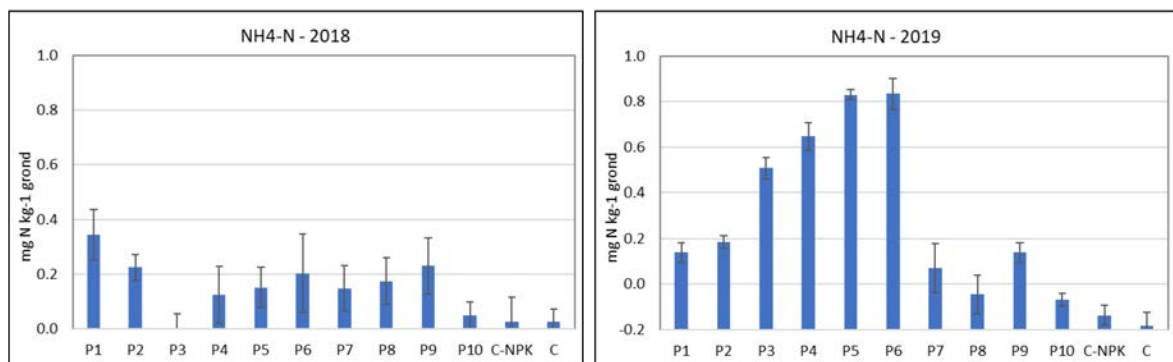
Ook de HWC waarden verschilden niet significant tussen de behandelingen in 2018 (Figuur 4.7). In 2019 hadden P2 P3 P4 P5 en P6 hogere waarden dan de controles en de meeste andere organische toevoegingen. De verschillen in PMN en HWC tussen de behandelingen zijn niet goed verklaarbaar.

Schimmelbiomassa was in 2018 vooral hoog na toediening van in P7 (fase-3-eind) (Figuur 4.8). Dit is goed te verklaren want het gaat hier om een product dat volledig doorgroeit is met schimmeldraden van champignons. Ook in de eerdere kasproeven werden voor deze behandeling hoge waarden schimmelbiomassa gemeten. Ook na toediening van ingekuuld gras is de schimmelbiomassa relatief hoog, maar niet significant hoger dan de controles. In 2019 hebben echter geen van de behandelingen een significant hogere schimmelbiomassa dan de controle. Mogelijk dat dit het gevolg is van de langere periode tussen toediening van de producten en de bemonstering in 2019 (8 weken na OS toediening in 2019 en 4 weken in 2018).

De bacteriebiomassa is in geen van de behandelingen verhoogd t.o.v. de controle met kunstmest in 2018 (Figuur 4.9). Wel zijn P3 P4 P5 P6 en P7 significant lager dan de controle. In 2019 is de bepaling van de bacteriebiomassa mislukt doordat de fluorescerende kleurstof niet goed meer bleek te werken (waarschijnlijk te oude batch).

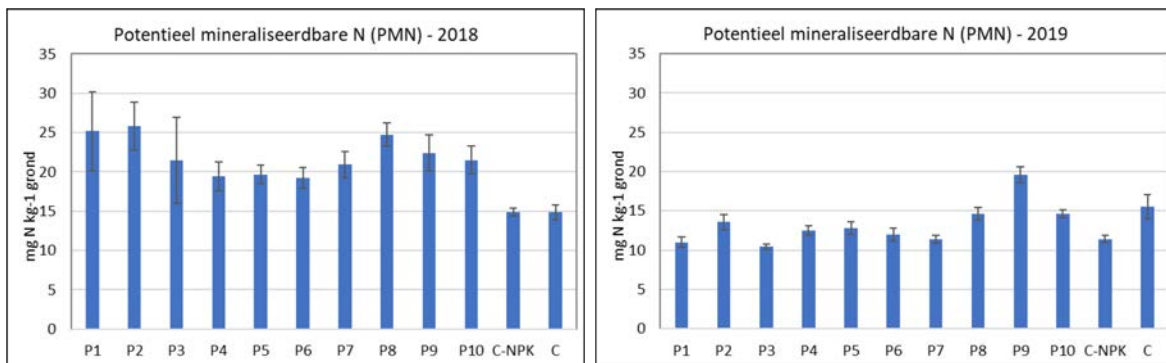


**Figuur 4.4** NO<sub>3</sub>-N in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 8.7 en 10.3 in resp. 2018 en 2019 (n=5).

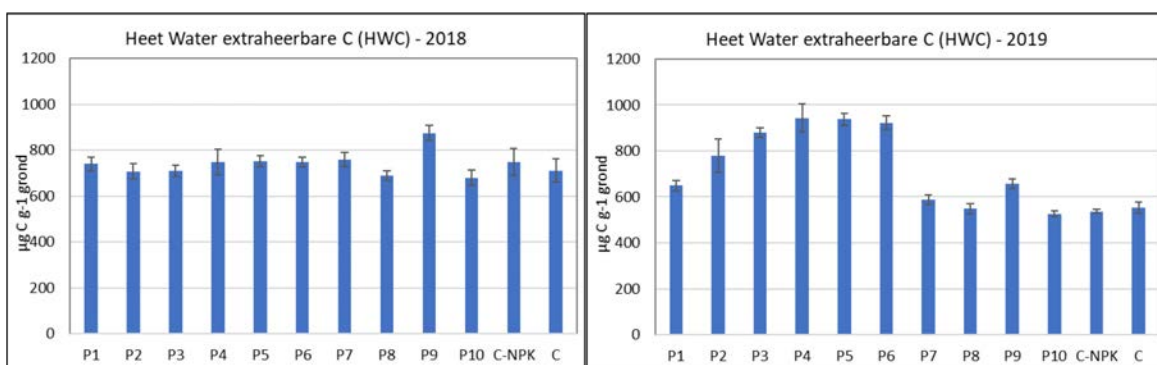


**Figuur 4.5** NH<sub>4</sub>-N in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. In 2018 zijn er geen significante verschillen, LSD = 0.17 in 2019 (n=5).

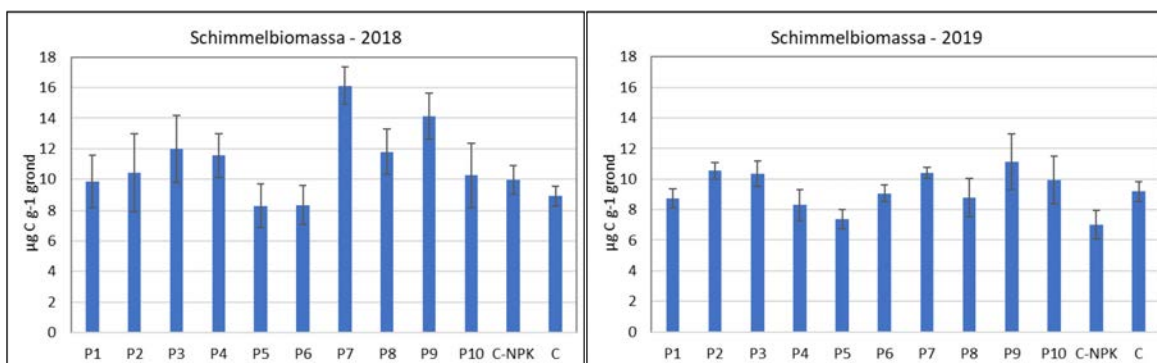




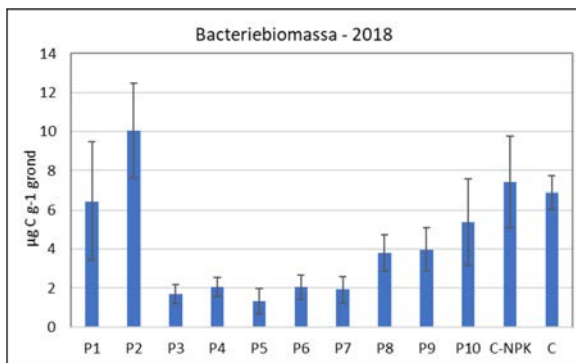
**Figuur 4.6** PMN in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. In 2018 zijn er geen significante verschillen, LSD = 2.24 in 2019 (n=5).



**Figuur 4.7** HWC in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. In 2018 zijn er geen significante verschillen, LSD = 86.2 in 2019 (n=5).



**Figuur 4.8** Schimmelbiomassa in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 4.6 in 2018, in 2019 zijn er geen significante verschillen (n=5).



**Figuur 4.9** Bacteriebiomassa in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 4.3 in 2018 (n=5). Gegevens in 2019 ontbreken.

### 4.3.3 Ziektewering 2018 en 2019

In de *Rhizoctonia* biotoets werden de plantjes ook in het midden van de bakken aangetast, terwijl *Rhizoctonia* inoculum vooraan in de bak was toegevoegd. Dit duidt, samen met de afwijkende symptomen, op een natuurlijke infectie vanuit de veldgrond. Waarschijnlijk gaat het om *Aphanomyces cochlioides*. Door deze natuurlijke infectie werden in 2018 10 tot 60% van de suikerbietenplantjes aangetast (Figuur 4.10). De haarmeelbehandeling (P10) had significant minder natuurlijke infectie dan de controle met kunstmest (C-NPK), ook P4 (keratine mengsel) was iets lager hoewel niet significant. Uiteindelijk werden vrijwel alle planten aangetast door de natuurlijke infectie of door *Rhizoctonia*. Ook in 2019 was er natuurlijke infectie aanwezig in de grond hoewel iets minder dan in 2018. Ook hier werden uiteindelijk vrijwel alle plantjes ziek. Er is dus in 2018 en 2019 geen ziektewering in de verschillende behandelingen ontstaan tegen *Rhizoctonia* in de biotoets met suikerbiet.

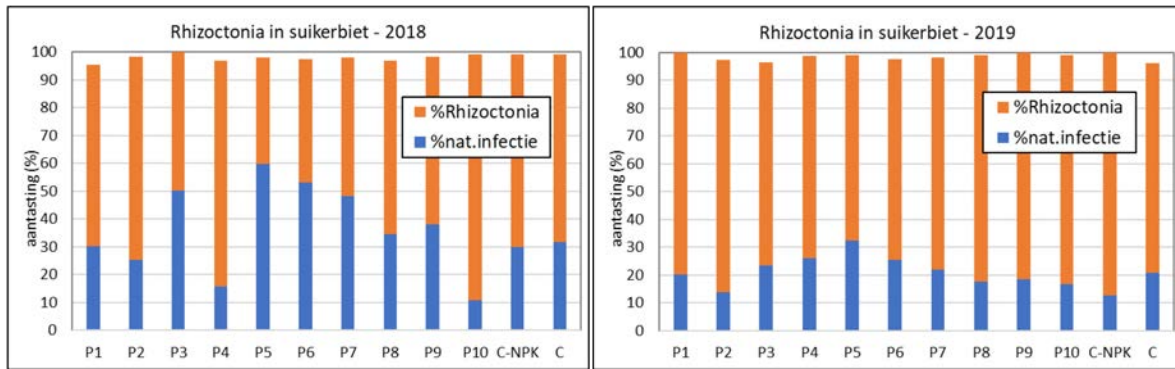
Ziektewering tegen *Meloidogyne hapla* in sla gaf geen duidelijk of consistent beeld. Het aantal knobbels per plant in 2018 verschilde niet duidelijk tussen de behandelingen (Figuur 4.11). Het aantal knobbels per g wortel was echter duidelijk hoger in P1, P2, P4, P9 en P10, wat samenhangt met de geringere wortelmassa per pot. In 2019 ligt het aantastingsniveau over de hele linie lager dan in 2018, maar ook hier zijn geen duidelijke verschillen in aantallen knobbels per plant tussen de behandelingen. Alleen de controle zonder bemesting had minder knobbels per plant, maar juist meer knobbels per g wortel. Er is geen behandeling die duidelijk ziektewering induceert.

Groei van de slakrop in de *M. hapla* biotoets is een weerspiegeling van de hoeveelheid beschikbare nutriënten (Figuur 4.12). In 2018 was de N bemesting nog niet gegeven op het moment van de bemonstering van de grond. Hierdoor hadden de behandelingen P1, P2, P4, P8 en P10 waaraan producten met meer beschikbare N waren toegevoegd een zwaarder kroggewicht dan de beide controles. Dit komt goed overeen met de hoeveelheid NO<sub>3</sub>-N die aanwezig was in de grondmonsters (Figuur 4.4). In 2019 was de N wel al toegediend voordat de grondmonsters genomen waren, hier hadden alle behandelingen een gelijk of hoger kroggewicht t.o.v. de controle met kunstmest (C-NPK). De controle zonder bemesting (C) had een zeer laag kroggewicht.

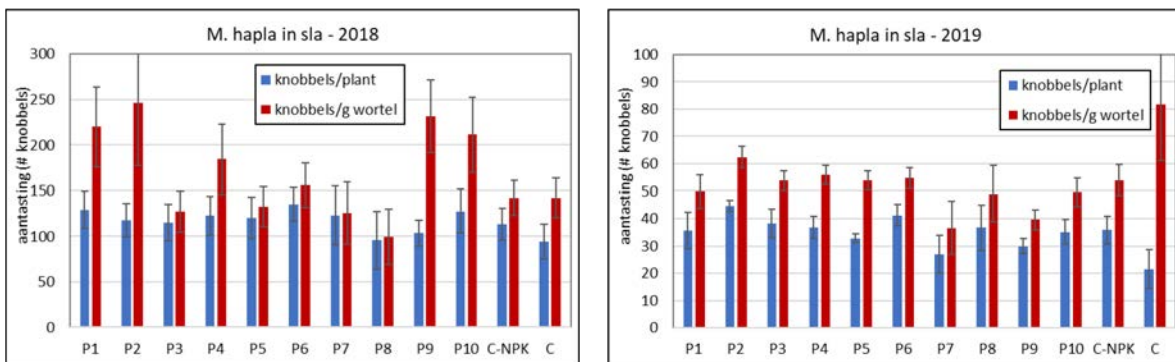
In de *Pythium* tuinkers biotoets was in 2018 de aantasting door de toegevoegde *Pythium* lager in de behandelingen P1, P2, P4 en P10, allen keratine toevoegingen, dan in de controles (Figuur 4.13). In 2019 was de aantasting in P1, P2 en P7 lager dan in de controle met kunstmest (C-NPK). Blijkbaar heeft de aanwezigheid van N invloed op de aantasting, want de controle zonder bemesting was meer aangetast dan C-NPK.

De tuinkers werd ook aangetast in de grond waar *Pythium* niet was toegevoegd (Figuur 4.14). De symptomen door de natuurlijke infectie zagen er hetzelfde uit als na toevoeging van het *Pythium* inoculum. In 2018 hadden P1, P2 en P10 geen natuurlijke infectie, en alle andere toegevoegde organische producten m.u.v. P9 hadden een lagere aantasting dan de beide controles. In 2019 viel vooral op dat de controle zonder bemesting (C) meer aantasting had dan alle andere behandelingen.

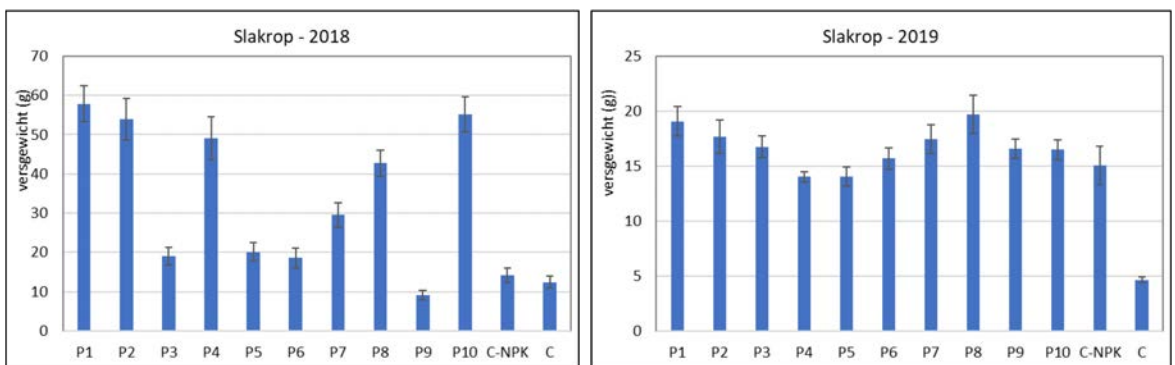
Hieruit blijkt dus dat er over het algemeen minder natuurlijke (Pythium) aantasting is bij voldoende beschikbare N.



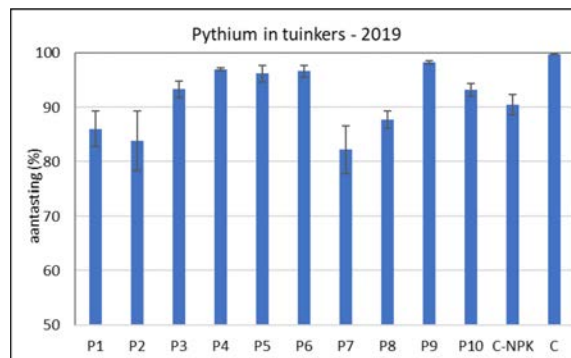
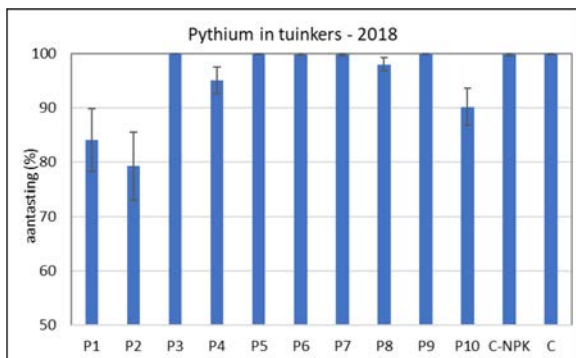
**Figuur 4.10** *Rhizoctonia solani* AG 2-2IIB aantasting in suikerbiet na inoculatie van grond uit de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 19.4 voor de natuurlijke infectie in 2018, andere waarden verschillen niet significant (n=5).



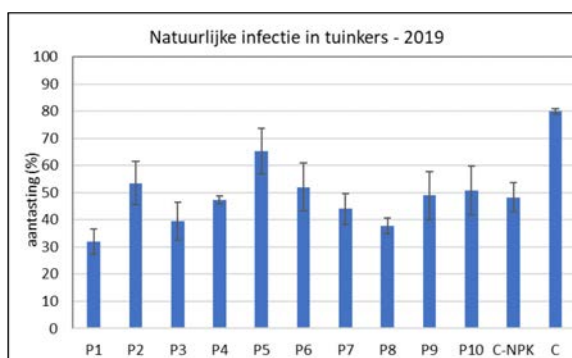
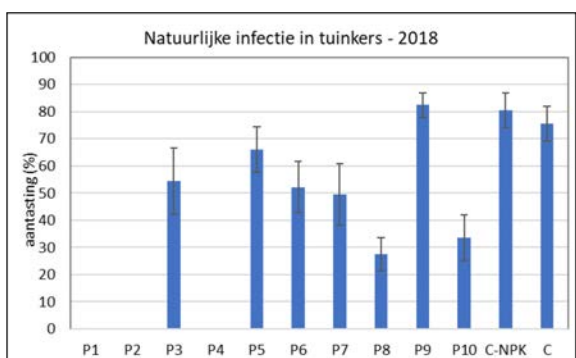
**Figuur 4.11** *Meloidogyne hapla* aantasting (wortelknobbels/plant en per g wortel) in sla na inoculatie van grond uit de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 24.7 en 50.5 respectievelijk voor knobbels/plant en knobbels/g wortel in 2018, en LSD 7.3 en 11.6 respectievelijk voor knobbels/plant en knobbels/g wortel in 2019 (n=5 met 5 subherhalingen).



**Figuur 4.12** Versgewicht van de slakroppen in de *M. hapla* biotoets met grond uit de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 3.9 en 1.4 resp. in 2018 en 2019 (n=5 met 5 subherhalingen).



**Figuur 4.13** *Pythium ultimum* aantasting in tuinkers na inoculatie van grond uit de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 3.5 en 4.4 in resp. 2018 en 2019 (n=5 met 4 subherh).



**Figuur 4.14** Natuurlijke infectie in tuinkers in grond uit de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en 2019. In 2018 was nog geen kunstmest N toegepast. LSD = 8.9 en 10.8 in resp. 2018 en 2019 (n=5 met 4 subherh).

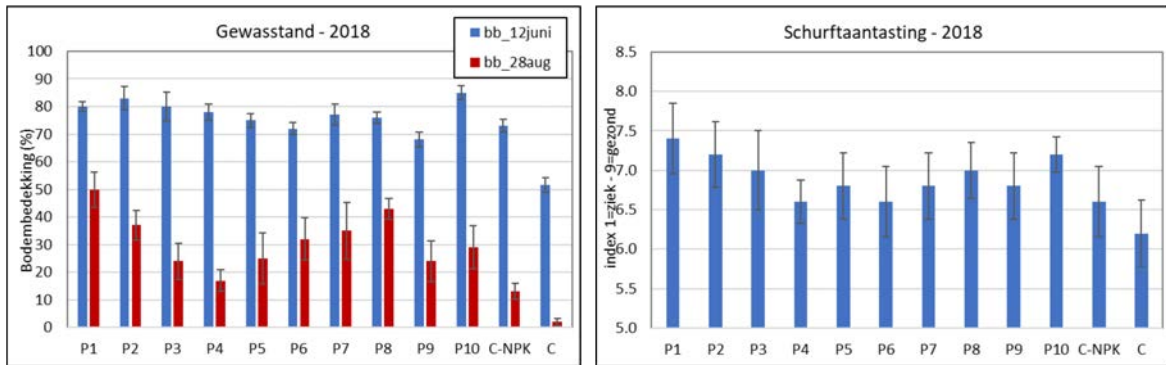
#### 4.3.4 Gewasgroei en opbrengst aardappel 2018

Bodembedekking door het aardappelgewas was op 12 juni 2018 voor alle toegevoegde producten gelijk of hoger t.o.v. de controle met kunstmest (C-NPK) (Figuur 4.16). Gewasgroei van de onbemeste controle liep duidelijk achter en dit is ook duidelijk op de foto te zien (Figuur 4.15). Ook de aardappelopbrengst (bruto en netto) was voor alle toegevoegde producten gelijk of hoger t.o.v. de controle met kunstmest (C-NPK) (Figuur 4.17), de hogere opbrengsten verschilden echter niet significant van C-NPK. Alleen de opbrengst van de onbemeste controle was significant lager.

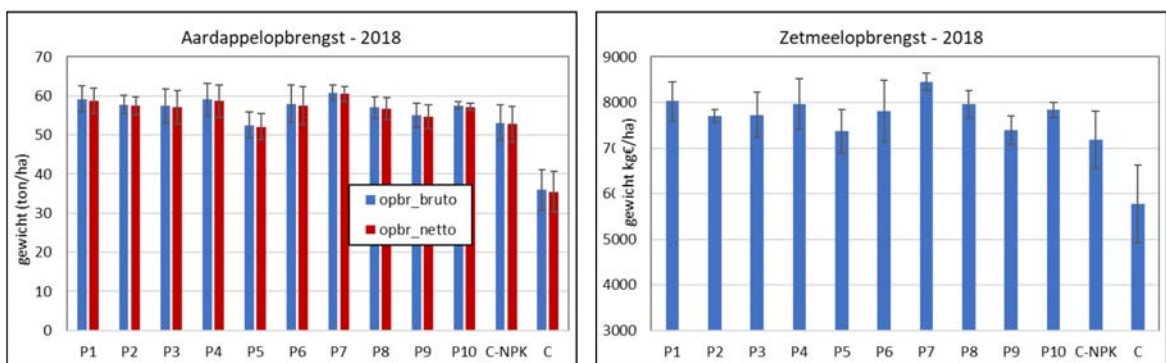
De zetmeelopbrengst vertoonde dezelfde trends, maar hier was de hogere opbrengst van P7 wel significant verschillend t.o.v. C-NPK (Figuur 4.17). Voor de schurftaantasting op de knol gold dat bij alle toegevoegde producten de aantasting gelijk of minder was (hogere index) dan bij C-NPK (Figuur 4.16). De schurftaantasting in P1, P2 en P10 was significant minder dan in de onbemeste controle, maar verschilde niet significant van de kunstmest controle (C-NPK).



**Figuur 4.15** Gewas aardappel – op de voorgrond de onbemeste controle met verminderde groei.



**Figuur 4.16** Gewasstand op 2 tijdstippen en schurftaantasting op de knol in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018. Schurftindex loopt van 1 tot 9, van zwaar aangetast tot gezond. LSD = 6.2 en 12.2 voor bodembedekking op resp. 12 juni en 28 augustus, LSD = 1.0 voor schurftaantasting.



**Figuur 4.17** Aardappelopbrengst en zetmeelopbrengst in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018. LSD = 8.0 voor bruto en netto aardappelopbrengst, LSD = 1100 voor zetmeelopbrengst.

#### 4.3.5 Gewasgroei en opbrengst suikerbiet 2019

De veldproef is in 2019 voor de tweede keer met dezelfde organische producten behandeld als in 2018. Op elke veldje met een bepaalde behandeling zijn een voor *Rhizoctonia* vatbaar ras (Leonella) en een partieel resistent ras (BTS 7102) geteeld omdat er aanwijzingen waren dat het voor suikerbiet pathogene *R. solani* AG 2-2IIIIB aanwezig was. Er is geen interactie tussen de factoren ras en toegevoegde organische producten voor de verschillende parameters waargenomen, zodat de gemiddelden per ras (Tabel 4.7) en per behandeling (Tabel 4.8) weergegeven zijn. De opkomst van het partieel resistente ras BTS 7102 was iets hoger dan dat van Leonella, maar er waren geen verschillen in de opbrengstgegevens tussen beide rassen (Tabel 4.7). Er is geen *Rhizoctonia* aantasting in het veld waargenomen. Verder zijn gedurende het seizoen geen andere duidelijke ziektesymptomen waargenomen.

Vrijwel alle behandelingen met de toegevoegde organische producten hebben vergelijkbare opkomst, gewasontwikkeling en opbrengstgegevens t.o.v. de kunstmest controle (C-NPK) (Tabel 4.8, Figuur 4.19). Alleen P4 (keratine mengsel) heeft een geringere opbrengst (wortelgewicht, suikergehalte en financiële opbrengst) t.o.v. de kunstmest controle (C-NPK). De financiële opbrengst van P1 is ook iets lager a.g.v. een lager gemeten suikergehalte, terwijl P7 een significant hogere financiële opbrengst heeft dan C-NPK. Gewasontwikkeling (zie Figuur 4.18) en alle opbrengstparameters (Tabel 4.8, Figuur 4.19) van de onbemeste controle (C) bleven sterk achter t.o.v. alle andere behandelingen. Deze onbemeste controle heeft 2 jaar op rij geen enkele bemesting gehad.



**Figuur 4.18** Overzicht van de veldproef met suikerbieten in 2019 te Vredepeel waar de verschillende organische producten waren toegediend; de onbemeste veldjes tonen een duidelijke groeireductie.

**Tabel 4.7** Opkomst en opbrengstgegevens van suikerbiet per ras in 2019.

Ras <sup>1)</sup>	Opkomst (%)	Wortelgewicht (ton/ha)	Suikergehalte (%)	Suikeropbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€/ha)
Leonella	90.4	106.5	18.3	19.4	4168
BTS 7102	93.5	107.9	18.1	19.5	4169
LSD <sup>2)</sup>	1.4	ns	0.1	ns	ns

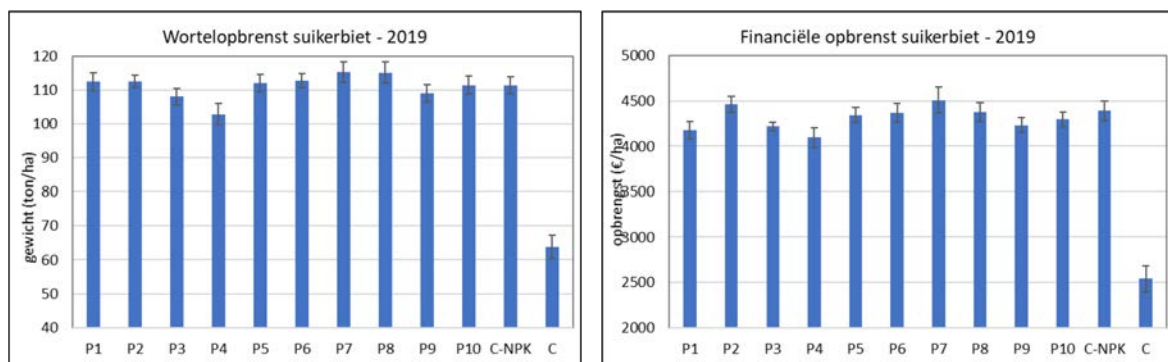
1 Leonella is vatbaar voor *Rhizoctonia solani* en BTS 7102 is partieel resistent.

2 Indien er geen significante verschillen zijn (ns) wordt er geen LSD waarde gegeven.

**Tabel 4.8** Opkomst en opbrengstgegevens suikerbiet per behandeling, gemiddelde voor beide rassen, in 2019.

object	Opkomst (%)	Gewasstand op 6-6-2019	Wortelgewicht (ton/ha)	Suikergehalte (%)	Suikeropbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€/ha)
P1	91.7	8.0	112.4	17.8	20.0	4177
P2	91.5	7.6	112.5	18.4	20.7	4465
P3	91.8	7.4	108.0	18.2	19.6	4216
P4	92.7	7.9	102.8 <sup>1)</sup>	18.4	18.9	4097
P5	92.7	7.9	112.1	18.1	20.3	4343
P6	91.7	7.6	112.8	18.1	20.4	4370
P7	89.4	7.8	115.3	18.3	21.1	4510
P8	92.0	7.8	115.1	18.0	20.7	4380
P9B	92.2	7.0	108.9	18.1	19.8	4232
P10	95.1 <sup>1)</sup>	7.7	111.4	18.0	20.1	4296
<b>C+NPK</b>	<b>91.3</b>	<b>7.4</b>	<b>111.3</b>	<b>18.3</b>	<b>20.4</b>	<b>4391</b>
C	91.6	5.5	63.8	18.4	11.7	2540
LSD	3.5	0.5	4.5	0.2	0.8	181

1 Groen is significant hoger dan de controle C-NPK, roze is significant lager dan de controle C-NPK.



**Figuur 4.19** Opbrengst suikerbieten in de Vredepeel veldproef waaraan de verschillende organische producten waren toegediend in 2018 en in 2019. De waarden zijn het gemiddelde van 2 cultivars. LSD = 4.5 en 181 voor resp. wortelopbrengst en de financiële opbrengst.

## 4.4 Discussie

In deze veldproef te Vredepeel zijn in twee opeenvolgende jaren 10 uiteenlopende organische producten toegepast. Voor de toegepaste dosis van de organische producten en de bijbemesting met kunstmest NPK is uitgegaan van de huidige bemestingsregels. Afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid NPK in de organische producten is soms wel tot 160 kg N/ha, 50 kg P/ha en 200 kg K/ha minder kunstmest toegediend in aardappel (2018) en tot 130 kg N/ha, 50 kg P/ha en 155 kg K/ha minder kunstmest in suikerbiet (2019). Desondanks groeiden het aardappel- en suikerbietgewas over het algemeen vergelijkbaar met de kunstmest controle (C-NPK) en waren ook de opbrengsten vergelijkbaar. Toediening van P7 (Fase-3-eind) had zelfs een positief effect t.o.v. de controle kunstmest met een hogere zetmeelopbrengst in aardappel en een hogere financiële opbrengst bij suikerbiet. Mogelijk is de Nwc hoger dan was geschat en was er meer N levering dan verondersteld, waardoor opbrengsten wat hoger zijn. Licht negatief effect gaf de toediening van P4 (keratine mengsel) in 2019 met een wat lagere opbrengst in suikerbiet. Wellicht wordt dit veroorzaakt doordat er een heel traag vrijkomende N bron in het mengsel gebruikt is (P. Oosterkamp, persoonlijke mededeling). Het effect van twee jaar op rij niet bemesten werd duidelijk geïllustreerd in de onbemeste controle (C): de gewasontwikkeling en alle opbrengstparameters bleven sterk achter t.o.v. alle andere behandelingen.

---

Afhankelijk van het type organische product zijn ook P en/of K aan de bodem toegevoegd, en kon de bemesting hiervan aanzienlijk gereduceerd worden. Bovendien zijn er producten die voor bemesting met diverse andere mineralen zorgen, zoals Mg (in P3, P5, P7, P8), S (in P1, P2, P4, P7, P8 en P10), Zn (vooral in P3). Ook de beschikbaarheid van mineralen in de bodem werd beïnvloed door toevoeging van de organische producten, zoals blijkt uit de analyse in de bemestingswijzer voor bijvoorbeeld B, Mn, Co, Zn en Se (significante verschillen in 2018).

Effect van de toegevoegde organische producten op een heel scala aan biologische en fysisch-chemische bodemparameters zoals beschreven in dit hoofdstuk was eigenlijk gering of niet consistent. Aaltjesanalyses staan in de volgende hoofdstuk beschreven, en vertonen wel verschillen. Zo was er geen verschil in de totaal aanwezige OS in de bodem nadat de organische producten waren toegediend. Met een globale berekening van wat in het veld aanwezig is en wat wordt toegevoegd kan dit worden verklaard. Het perceel te Vredepeel met 4,4% OS bevat in de bovenste 15 cm per hectare ca 80.000 kg OS/ha. Het product waarbij de meeste OS is toegediend was groencompost, namelijk ca 35.000 kg/ha met 22% OS, zodat ca 7.000 kg OS/ha is toegediend. Dit komt overeen met ca 8% van wat er al in de bodem aanwezig is. Omdat de OS nooit volledig homogeen verdeeld kan worden door de grond, is een toename van maximaal 8% waarschijnlijk niet betrouwbaar te meten. Ook voor N geldt dat de toegevoegde 204 kg N/ha in 2018 overeenkomt met 8% van wat er totaal in het veld aanwezig is. Plant-opneembare N in de vorm van NO<sub>3</sub> verschilde wel duidelijk tussen behandelingen. In 2018 was nog geen kunstmest N gegeven en dat was duidelijk te zien: alle behandelingen waarbij de N vooral via het organische product was toegediend, hadden een hogere N-NO<sub>3</sub> gehalte. In 2019 was de kunstmest N wel al toegediend en hadden alle organische producten en de kunstmest controle een hoge N-NO<sub>3</sub> waarde en was alleen de onbemeste controle laag.

Suikerbiet en aardappel hadden weinig last van aantastingen tijdens de teelt onafhankelijk van de type behandeling. Er was bewust een perceel met lage ziektedruk gezocht om de ziektevering in bio-toetsen te kunnen bepalen. Alleen de aardappelknollen hadden bij oogst een lichte schurftaantasting. Bij alle toegevoegde producten was de schurftaantasting gelijk of minder dan bij de controle kunstmest (C-NPK). P1, P2 en P10 hadden significant minder aantasting dan de onbemeste controle. De aanwezigheid van plant-parasitaire nematoden wordt in hoofdstuk 5 besproken.

Een belangrijk doel van het onderzoek was om te testen of ziektevering in het veld gestimuleerd kan worden door het toevoegen van organische producten. Hiervoor zijn drie bio-toetsen uitgevoerd met verschillende ziekteverwekkers, namelijk met een schimmel (*R. solani*), een plant-parasitaire nematode (*M. hapla*) en een oömyceet (*P. ultimum*). Geen van de organische producten, met een dosis die was afgestemd op de huidige bemestingsregels, stimuleerde de ziektevering tegen *R. solani* of *M. hapla*. De dosis in het veld was wel iets lager dan in de kasproeven in hoofdstuk 2 waar de dosis van de producten overeenkwam met 0,2 g N per kg grond. In de veldproef was de dosis gebaseerd op 204 en 165 kg N/ha voor respectievelijk aardappel en suikerbiet, maar voor producten die veel P bevatten is een lagere dosis gebruikt. Andere oorzaken waarom de ziektevering tegen *Rhizoctonia* niet werd gestimuleerd kunnen de langere incubatie en de lagere temperatuur in het veld zijn. Voor *Meloidogyne* geldt dat ziektevering in de kasproeven afhankelijk was van de grondsoort, en dat er soms zelf meer aantasting voorkwam. In de veldproef was de aantasting (knobbels/plant) van geen van de behandelingen significant verschillend van de controle met kunstmest.

Ziektevering tegen *P. ultimum* werd wel gestimuleerd door sommige keratine producten en door Fase-3-eind (P1, P2, P4, P10 in 2018; P1, P2, P7 in 2019). P1, P2, P4, P10 zijn producten met een laag C/N quotiënt (ca 3,3), maar dit gaat niet op voor P7 (C/N = 15,5), dus moet de oorzaak van de ziektevering in andere factoren gezocht worden. Ook de respiratie snelheid verklaart de ziektevering niet. N beschikbaarheid lijkt wel een rol te spelen bij de ziektevering (zie NO<sub>3</sub>-N meting), maar het effect van de organische producten was sterker dan van de N-bemeste controle. Er wordt verondersteld dat *Pythium* ziektevering vooral het gevolg is van algemene weerbaarheid veroorzaakt door de activiteit van het bodemleven. De gemeten HWC, PMN of bacterie- en schimmelbiomassa waarden geven geen verklaring voor de verschillen in ziektevering.



---

Ook natuurlijke infecties die in de *R. solani* en *P. ultimum* toetsen aanwezig waren, bleken soms verlaagd in de behandelingen met enkele organische producten. Over het algemeen was er minder natuurlijke aantasting in de *P. ultimum* toets bij hogere N beschikbaarheid.

**Conclusies** uit deze tweejarige veldproef op zandgrond:

- Organische producten zijn goed bruikbaar als meststof, vooral N, P en K, maar ook sommige andere mineralen. Dit bevordert het hergebruik van organische reststromen, en vermindert de input van kunstmest (bevordering kringloop).
- Soms zijn er positieve effecten op het gewas: iets hogere opbrengst, minder schurft in aardappel.
- Stimulering van ziektevering van de bodem was beperkt. Pythium aantasting in de biotoets met tuinkers was soms geringer na toevoeging van bepaalde producten, maar Rhizoctonia en Meloidogyne ziektevering werden niet gestimuleerd. Ook was de natuurlijke infectie in de Rhizoctonia-suikerbiet en Pythium-tuinkers toets soms lager in de behandelingen met enkele organische producten.

---

# 5 Nematoden gemeenschappen in een tweejarige veldproef op dekzand

## 5.1 Inleiding

In het voorjaar van 2018 en 2019 zijn grondmonsters genomen in de tweejarige veldproef op dekzand te Vredepeel (zie Hoofdstuk 4) om de aanwezige aaltjes te onderzoeken. Dit is gedaan door alle aaltjes te tellen en op naam te brengen. Hierbij zijn niet alleen de plantparasitaire aaltjes bekeken, maar ook de zogenaamde niet-plantparasitaire aaltjes. Hieronder vallen aaltjes die bacteriën eten, schimmels eten, verschillende voedselbronnen kunnen hebben (omnivoor) of zelfs “vlees” eten (ook wel carnivoor of roofaaltje genoemd). De laatste groep kan verschillende kleine bodemdieren eten, maar ook aaltjes! Normaal gesproken kunnen de niet-plantparasitaire aaltjes zo’n 50% tot wel 90% of meer uitmaken van een monster op een akkerbouwperceel. Van het merendeel van deze aaltjessoorten is (nog) niet zo veel bekend als van de plantparasitaire aaltjes. Dat is logisch, want voor boeren geldt natuurlijk dat de plantparasitaire aaltjes het belangrijkste zijn om schade in de gewassen te voorkomen door betere keuzes te maken in de gewasvolgorde. Toch wordt kennis over de andere aaltjessoorten steeds belangrijker gevonden, omdat deze soorten ook positief kunnen zijn. Sommige bacterie-etende aaltjes kunnen bijvoorbeeld helpen om moeilijk beschikbare nutriënten vrij te maken voor gewassen. Andere aaltjessoorten spelen weer een rol in de vertering van vers organisch materiaal. Kortom deze soorten spelen een belangrijke rol in het goed functioneren van de bodem, zodat de gewassen goed groeien en minder last hebben van ziekten en plagen. Daarnaast kan het bestuderen van de aaltjessoorten ons helpen om te kijken of ze ons iets kunnen zeggen (dit heet biomonitoring of bioindicatie) over de gezondheid van de bodem. Zo zijn wetenschappers vaak al in staat om via bestudering van de aaltjes te voorspellen van welke grondsoort ze komen, welke vegetatie hier stond en/of er (te)veel mest of zware metalen in de grond aanwezig was.

## 5.2 Uitvoering onderzoek

In de tweejarige veldproef op dekzand te Vredepeel zijn in het voorjaar van 2018 en 2019 grondmonsters genomen. In 2018 waren de producten 29-3-2018 toegediend en vervolgens is de grond 30-4-2018 bemonsterd vlak voor poten van de aardappels. In 2019 zijn de producten 5-3-2019 toegediend en werd de grond 7-5-2019 bemonsterd 5 weken nadat de suikerbieten gezaaid waren.

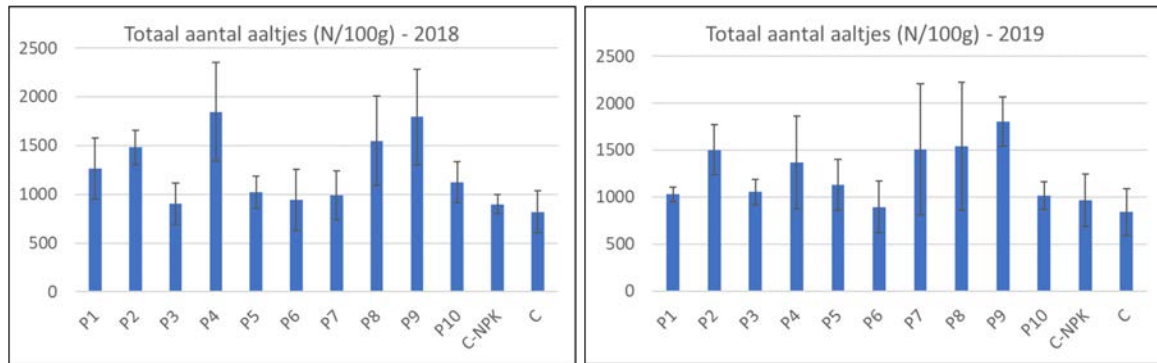
Nematoden tellingen zijn uitgevoerd door Eurofins Agro in 2018 en door Wageningen Plant Research – Open Teelt in 2019. Om de aaltjes uit de grond te extraheren is ongeveer 100 ml veldverse grond gesubmonsterd en opgespoeld met een Oostenbrinkkan. Na 48 uur op een melkfilter zijn de aaltjes afgetapt, geteld en voor het bepalen van de Milieuaaltjes gefixeerd in formaline. Uit de gefixeerde monsters zijn ongeveer 150 aaltjes ad random gedetermineerd.

De resultaten zijn met het programma NINJA (nematode indicator joint analysis) geanalyseerd (Sieriebriennikov et al., 2014; <http://sieriebriennikov.shinyapps.io/ninja/>) waarmee ook de nematoden in de verschillende ‘colonizer-persister’ klassen zijn ingedeeld (CP 1 tot 5 volgens Bongers, 1990; Ferris et al., 2001).

## 5.3 Resultaten en discussie

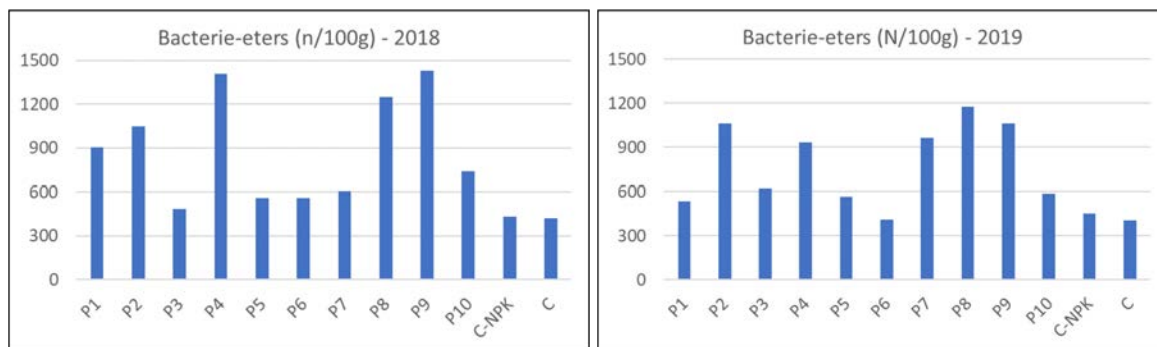
Het totaal aantal aaltjes per 100 gram grond in 2018 en in 2019 wordt getoond in Figuur 5.1. Diverse organische reststromen leiden tot hogere aantallen aaltjes dan bij de beide controles. In 2018 wordt bij 5 producten flink verhoogde aantallen gevonden, namelijk bij P1, P2, P4, P8 en P9. In 2019 is het totaal aantal aaltjes bij de producten bij P2, P4, P7, P8 en P9 verhoogd t.o.v. de controles, maar de

variatie is soms groot. Het totaal aantal aaltjes van beide controles was in 2018 en 2019 vergelijkbaar, ca. 900 per 100 gram grond in de controles.



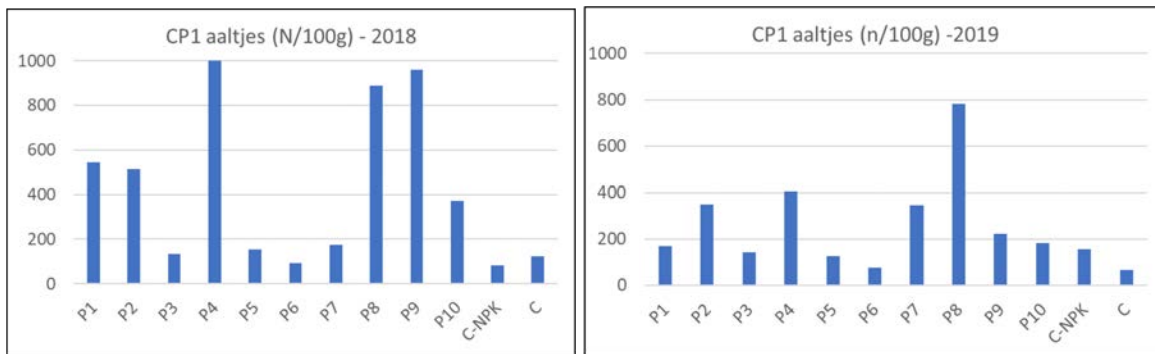
**Figuur 5.1** Totaal aantal aaltjes per 100 gram grond in 2018 en 2019.

De toename in het totaal aantal aaltjes was grotendeels het gevolg van een toename bij de bacterie-etende aaltjes, zowel in 2018 als in 2019 (Figuur 5.2). Wat ook opvalt is de grote consistentie tussen de resultaten van beide jaren, en dat de toename in het geval van sommige producten, zoals P4, P8 en P9, wel tot rond de 300% t.o.v. de controles kon oplopen. De hoge aantallen bacterie-etende aaltjes na de toevoeging van P4 kan het gevolg zijn van de bacteriën die aan het product zijn toegevoegd.



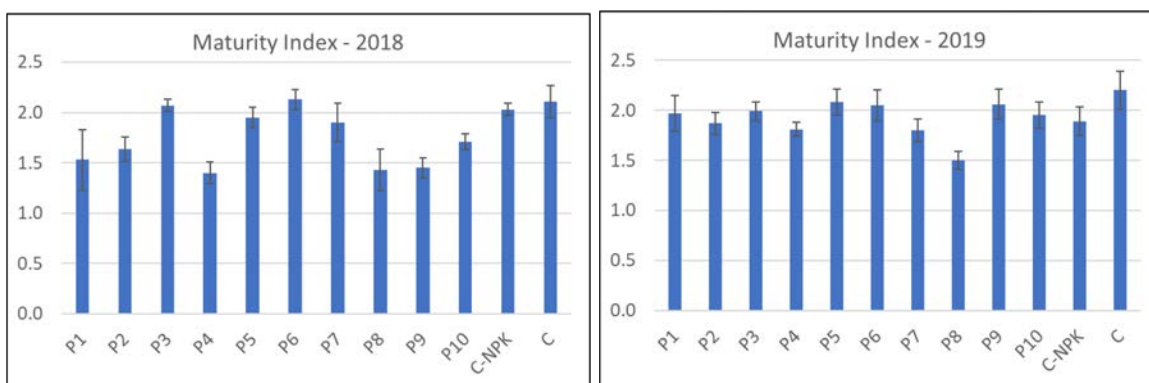
**Figuur 5.2** Aantal bacterie-etende aaltjes per 100 gram grond in 2018 en 2019.

In de meeste gevallen is de toename bij de bacterie-etende aaltjes het directe gevolg van een toename bij de CP1 aaltjes (Figuur 5.3). Dit zijn de aaltjes-soorten die een Colonizer-Persister waarde hebben gekregen van 1, wat overeenkomt met sterke kolonisatoren die zich onder gunstige omstandigheden snel kunnen vermeerderen (Bongers et al., 1990). Deze soorten kunnen vaak snel profiteren van een toename in voedsel, door o.a. een korte generatietijd. Dit is o.a. te zien bij het toedienen van makkelijk afbreekbare organische input (bijv. drijfmest), die leidt tot een explosie aan bacteriën en vervolgens ook bacterie-etende aaltjessoorten, zoals bij de familie Rhabditidae. Wanneer het voedselaanbod weer afneemt, dan neemt ook de populatie van deze CP1 soorten weer af, ten gunste van andere soorten die vaak een CP waarde van 2 of maximaal 3 hebben.



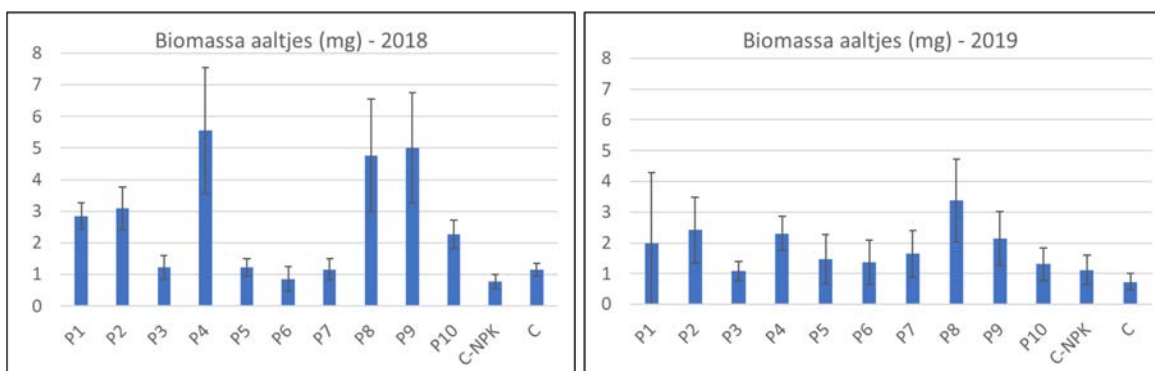
**Figuur 5.3** Aantal CP1 aaltjes per 100 gram grond in 2018 en 2019.

Verschuivingen tussen de CP groepen kunnen in kaart gebracht worden met enkele indices, waarvan de Maturity Index (MI) de meest bekende is (Figuur 5.4). De MI is het gewogen gemiddelde tussen de relatieve verhouding van alle CP groepen (CP1, CP2, CP3, CP4 en CP5). In 2018 hadden vooral de producten P2, P4, P7, P8 en P9 een lagere MI index t.o.v. de controle, wat overeenkomt met de hoge aantallen CP1 aaltjes in Figuur 5.3. In 2019 is vooral de MI in P8 verlaagd.



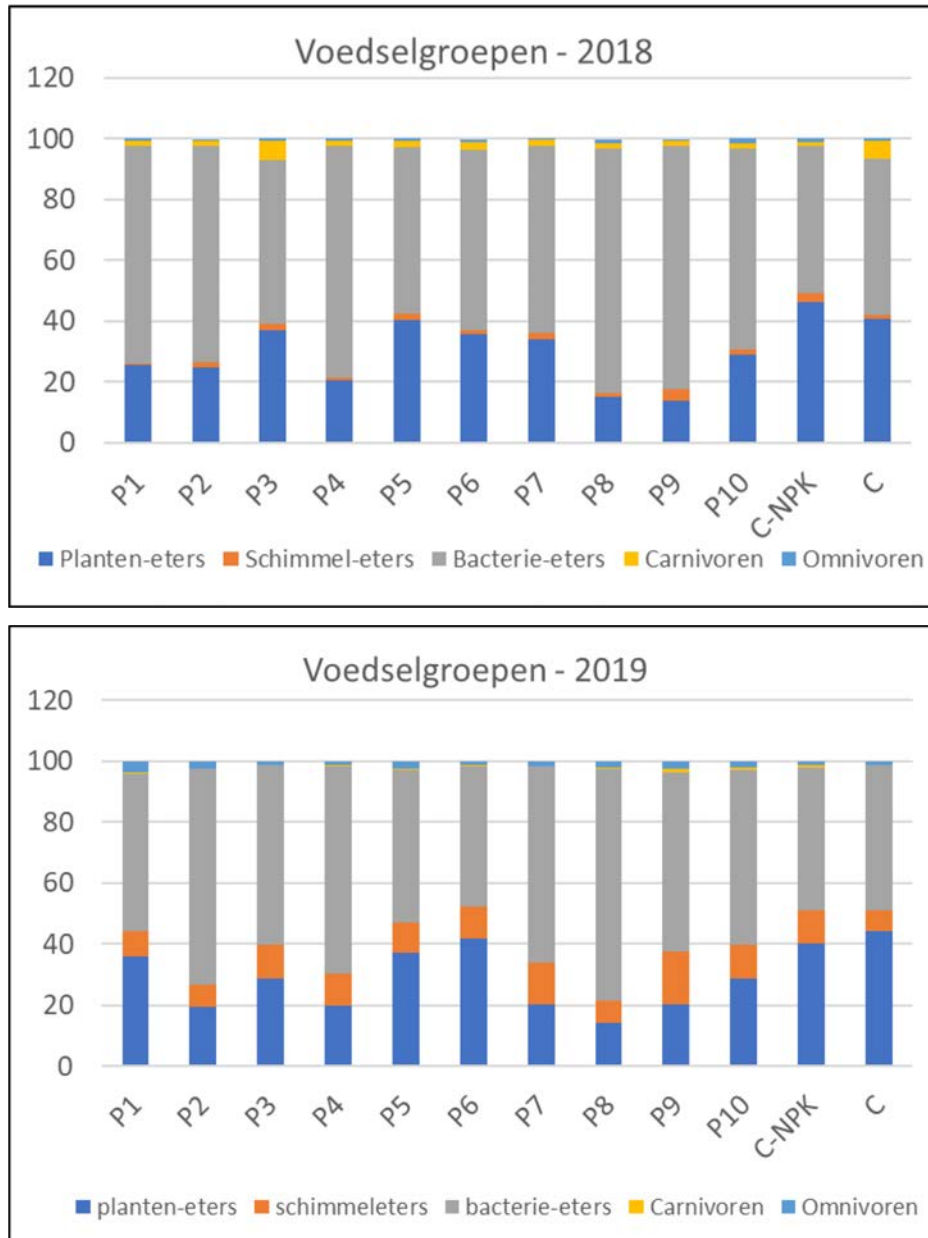
**Figuur 5.4** Maturity Index in 2018 en 2019.

De resultaten m.b.t. de biomassa van de aaltjes geven een vergelijkbaar beeld met wat bij het totaal aantal aaltjes werd gevonden. In 2018 hebben vooral P4, P8 en P9 een sterk toegenomen aaltjes biomassa, maar ook P1, P2, P10 waren toegenomen t.o.v. de controles (Figuur 5.5). In 2019 was vooral P8 verhoogd en P1, P2, P4 en P9 in mindere mate. In 2019 werden gemiddeld genomen lagere waarden geconstateerd dan in 2018. In beide jaren was de biomassa in de controle vergelijkbaar, namelijk 1 mg aaltjes per 100 gram grond. Maar de gemeten toename in 2018 was veel sterker dan in 2019, wat het gevolg geweest kan zijn van de langere tijdsduur tussen toediening van de producten en de monsternamen in 2019 dan in 2018.



**Figuur 5.5** Biomassa aaltjes (mg per 100 gram grond) in 2018 en 2019.

Bij de relatieve verdeling tussen de verschillende voedselgroepen (Figuur 5.6) vallen een aantal zaken op. Ten eerste zijn bacterie-etende aaltjes veruit het meest dominant met percentages van soms wel 80%. De tweede voedselgroep qua omvang zijn de plantenetende aaltjes die op dit perceel 20% tot maximaal 40% van de hele aaltjespopulatie kunnen uitmaken. De andere voedselgroepen zijn qua percentage veel minder relevant, al valt wel duidelijk op dat de schimmel-etende aaltjes in 2019 veel belangrijker zijn geworden. In 2018 blijkt dat bij met name in P1, P2, P4, P8 en P9 het relatieve aandeel plantenetende aaltjes afneemt t.o.v. de controles. In 2019 was de trend vergelijkbaar en gaven P2, P4, P7, P8 en P9 een relatieve afname van het relatieve aandeel plantenetende aaltjes. Schimmel-etende aaltjes nemen mogelijk iets toe in P7 en P9 in 2019. Omdat het hier om relatieve verschuivingen gaat, is het cruciaal om ook naar de absolute aantallen van de plantenetende aaltjes te kijken en te weten om welke plantenetende aaltjes het precies gaat, voordat iets over mogelijke schade aan een gewas gezegd kan worden.



**Figuur 5.6** Relatieve verdeling tussen de verschillende voedselgroepen in 2018 en 2019.

Om betere conclusies m.b.t. de plantparasitaire aaltjes te kunnen trekken, zijn in 2019 de plantparasitaire aaltjes ook meer gedetailleerd geteld. De resultaten hiervan worden samengevat in Tabel 5.1. Wat hierbij opvalt is dat in dit perceel van Vredepeel weinig tot geen hoge aantallen van schadelijke plantparasitaire aaltjes zaten. Het werkelijke aantal schadelijke aaltjes kan hoger zijn,

want bij de tellingen zijn de monsters niet geïncubeerd en zijn de aaltjes in plantmateriaal daardoor niet geteld. Alleen voor het wortellessieaaltje, *Pratylenchus penetrans* werden soms dichtheden gemeten die schade aan enkele gewassen zou kunnen geven. Hier had de grond na toediening van het product P4 significant lagere aantallen *P. penetrans* dan in de controle met kunstmest (C-NPK). Alle andere behandelingen verschilden niet significant van elkaar. Bij geen van de producten werden bij één van andere aaltjessoorten significante verschillen gevonden t.o.v. de controles. Het viel nog wel op dat het quarantaine aaltje *Meloidogyne chitwoodi* in beide controle behandelingen werd gevonden, terwijl dit aaltje bij de helft van de onderzochte producten niet aangetoond werd, maar vanwege de lage aantallen berust dit waarschijnlijk op toeval.

De enige parameter waarbij wel significante verschillen werden gevonden was het aantal niet-plantparasitaire aaltjes (niet PPN), met een vergelijkbare trend zoals hierboven is beschreven. De toename van niet-plantparasitaire aaltjes was voor de producten P2, P4, P7, P8 significant t.o.v. de controle met kunstmest.

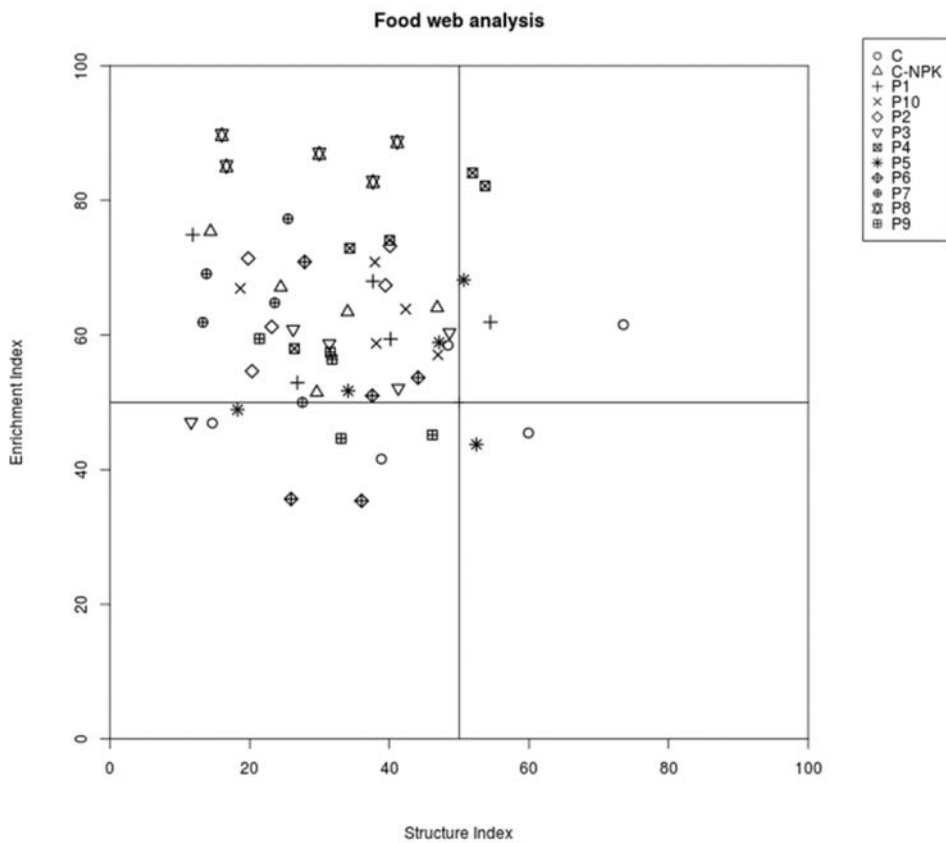
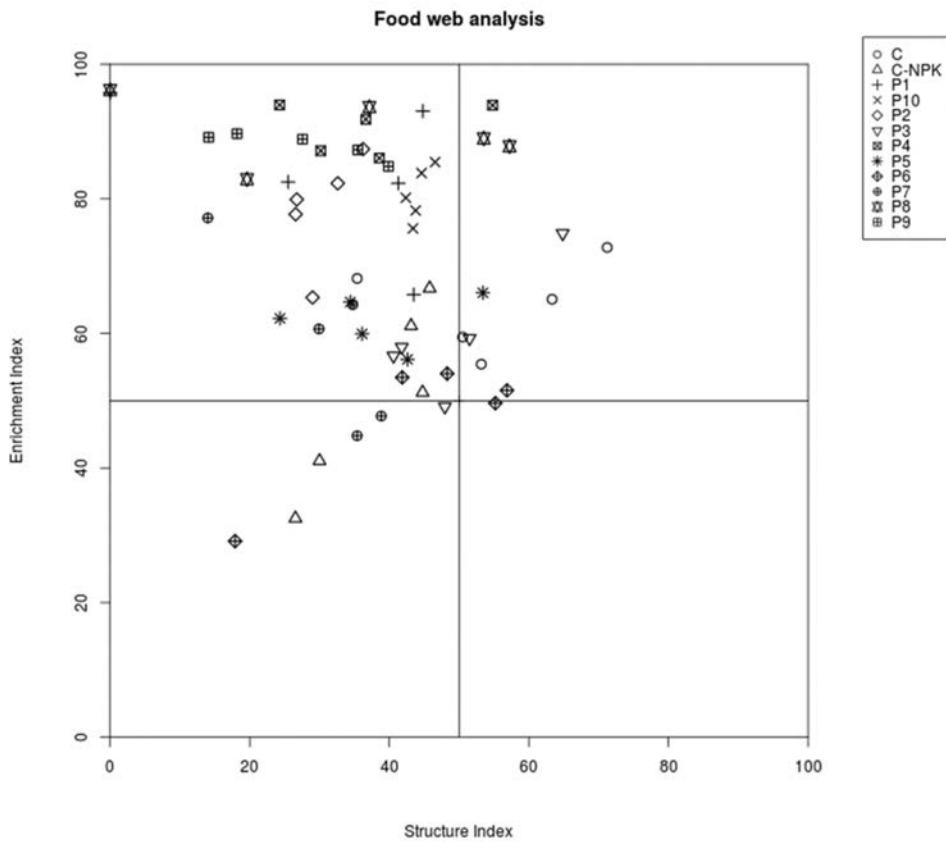
**Tabel 5.1** Aantal plant-parasitaire nematoden (zonder incubatie), mei 2019, Vredepeel.

Object	M. chitwoodi		niet_PPN		Paratylenchus		Pratylenchus spp		P. penetrans		P. neglectus		P. crenatus		P. thornei		P. pachydermus		Tylenchorhynchus	
P1	1	a	908	abc	60	b	54	a	42	ab	0	a	2	a	0	a	5	a	9	a
P2	0	a	1433	ef	22	ab	58	a	30	ab	0	a	2	a	0	a	4	a	5	a
P3	0	a	934	bcd	29	ab	41	a	40	ab	0	a	1	a	1	a	2	a	4	a
P4	0	a	1379	def	49	ab	38	a	9	a	0	a	3	a	0	a	5	a	3	a
P5	0	a	873	abc	17	ab	103	a	72	ab	0	a	0	a	0	a	9	a	14	a
P6	1	a	725	ab	50	ab	38	a	27	ab	0	a	2	a	0	a	6	a	3	a
P7	1	a	1249	cde	24	ab	84	a	81	ab	0	a	1	a	0	a	6	a	2	a
P8	1	a	1974	f	15	ab	45	a	63	ab	0	a	0	a	0	a	3	a	3	a
P9	0	a	1774	ef	30	ab	66	a	62	ab	0	a	1	a	1	a	6	a	7	a
P10	1	a	912	abc	46	ab	101	a	98	b	0	a	0	a	1	a	4	a	5	a
C-NPK	1	a	732	ab	43	ab	143	a	143	b	0	a	0	a	0	a	3	a	9	a
C	2	a	616	a	11	a	92	a	48	ab	0	a	2	a	1	a	2	a	9	a

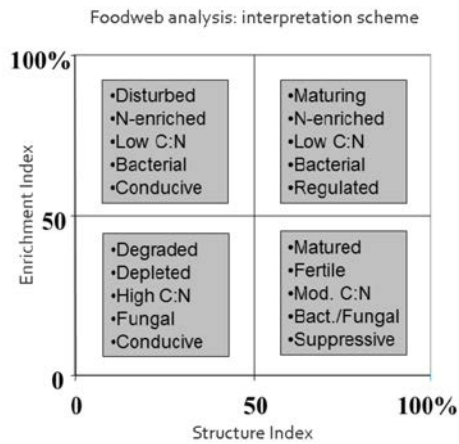
\* Statistiek is uitgevoerd op basis van getransformeerde getallen, waardoor geen LSD gegeven kan worden. Gemiddelde waarden verschillen significant als de letters verschillen.

Om de structuur van de aaltjesgemeenschappen in beeld te brengen is ook een figuur gemaakt, waarbij de Enrichment Index (EI) en de Structure Index (SI) worden weergegeven (Figuur 5.7). Zonder verder te diep in te gaan op de individuele verschillen tussen alle behandelingen, valt wel direct op dat de aaltjesgemeenschappen van dit perceel voornamelijk in de linkerbovenhoek en deels rechterbovenhoek vallen. Dit geeft een goede indicatie dat deze bodems verrijkt zijn met o.a. N, en dat ze behoorlijk verstoord en bacterie-gedomineerd zijn (Figuur 5.8). Dit is een typisch resultaat dat vaker gevonden wordt bij aaltjesgemeenschappen afkomstig van intensief betaalde akkerbouw locaties. De onderzochte bodemonsters zijn in het voorjaar genomen nadat de bodem allerlei bewerkingen heeft ondergaan, zoals grondbewerking, bemesting en zaaien of poten van het gewas.

Een aantal producten geven een hogere Enrichment index (EI). In 2018 hebben P1, P2, P4, P8, P9 en P10 een duidelijk hogere EI t.o.v. de controles en in 2019 zijn alleen P8 en mogelijk P4 hoger dan de kunstmest controle. Dit zijn precies de behandelingen waar een hoog aantal CP1 aaltjes gemeten is (zie Figuur 5.3). Dit zijn met name de organische producten waar de stikstof snel beschikbaar kwam (de keratine-producten P1, P2, P4, P10, en zaadmeel P8) (Figuur 4.4 in vorige hoofdstuk), maar ook het ingekuilde gras (P9).



**Figuur 5.7** De Enrichment Index vs. Structure Index, Vredepeel boven 2018 en onder 2019.



**Figuur 5.8** De Enrichment Index vs. Structure Index met bijbehorende informatie over het type voedselweb per kwadrant (Ferris et al., 2001).

## 5.4 Samenvatting en conclusie

Toevoeging van verschillende organische producten had duidelijk invloed op aantallen en soorten aaltjes. P1, P2, P4, P8, P9 en soms P7 en P10 verhoogden de totale aantallen aaltjes, maar vooral bacterie-etende aaltjes en de klasse CP1 aaltjes, welke overeenkomen met de sterke kolonistoren die zich onder gunstige omstandigheden snel kunnen vermeerderen. Opvallend is dat de verschillen in 2018 duidelijker zijn dan in 2019, wat het gevolg kan zijn van een tijdsduur tussen toediening van de producten en de monsternamen in 2018 dan in 2019 (respectievelijk 4 en 8 weken).

De structuur van de aaltjesgemeenschappen duidt op een met N verrijkte bodem die behoorlijk verstoord en bacterie-gedomineerd is, wat algemeen gevonden wordt voor intensief betaalde akkerbouwlocaties. In dit geval zijn de monsters in het voorjaar genomen vrij vlak na grondbewerking en bemesting. Verschillende producten (P1, P2, P4, P8, P9 en P10) zorgden voor een verhoogde Enrichment index (vooral in 2018) wat een indicatie voor een sterkere verstoring of verrijking is.

De aaltjes zijn ook ingedeeld in voedselgroepen: bacterie-etters, schimmel-etters, planteneters, carnivoren en omnivoren. In 2018 Het bleek dat bij de producten P1, P2, P4, P7, P8 en P9 (in 2018 en/of 2019) het relatieve aandeel plantenetende aaltjes afnam t.o.v. de controles. Dit betreft echter relatieve aantallen t.o.v. het totaal aantal aaltjes. De absolute aantallen plantenparasitaire aaltjes in dit perceel waren niet heel hoog. Alleen bij het wortellesieaaltje *P. penetrans* werden soms dichtheden gemeten die schade aan enkele gewassen zouden kunnen geven. Het aantal van deze aaltjessoort was significant lager bij product P4 t.o.v. de controle kunstmest.

De aaltjesgemeenschappen in de grond werden dus beïnvloed door de organische toevoegingen, in tegenstelling tot de meeste andere bodembioologische analyses in hoofdstuk 4 die veelal niet eenduidig verschilden van de controles. Mogelijk zijn de verandering in de aaltjesgemeenschappen robuuster. Uit dit onderzoek blijkt dus dat nematodengemeenschappen een gevoelige indicatoren kunnen zijn om verschillen tussen de effecten van organische producten te meten. Over een correlatie met ziektevering kan niets gezegd worden, omdat er maar in beperkte mate ziektevering was opgetreden.



---

# 6 Synthese en conclusies uit kas- en veldproeven

## 6.1 Ziektewering

### 6.1.1 Stimulering van ziektewering in kasproeven

Belangrijkste vraag in dit onderzoek was: kunnen we ziektewering van de bodem verhogen door het toevoegen van organische materialen? Het ging hierbij met name om rest- en zijstromen van consumenten (compost), voedingsmiddelenindustrie (keratine), veeteelt (varkensmest), agrarische industrie (ontvette zaden), natuurterreinen (gras en slootmaaisel) en een product dat gebruikt wordt voor de champignonsteelt (fase-3-eind, met schimmel doorgroeide gecomposteerde mest). Het effect van deze producten, 10 in totaal, is eerst getest in twee verschillende zandgronden in potproeven in de kas. Voor alle producten werd een dosis gebruikt die overeen kwam met 0,2 g N/kg grond en de producten werden 3 weken geïncubeerd in de grond bij kamertemperatuur zodat het bodemleven de toevoegingen kon koloniseren. Daarnaast waren er een controle met een gelijke dosis kunstmest stikstof (N) en een controle zonder bemesting.

Ziektewering van de behandelde gronden is onderzocht door de aantasting van een toegevoegde ziekteverwekker in een vatbaar gewas te bepalen (een biotoets). Ziektewering van de grond tegen het schimmelpathogeen *R. solani* werd significant gestimuleerd door de vier keratine producten en door het chitine-rijke product fase-3-eind in beide gronden, en door groencompost alleen in de Vredepeel grond. Eerder onderzoek heeft herhaaldelijk aangetoond dat ziektewering tegen *R. solani* door keratine en chitine gestimuleerd kan worden (Postma & Schilder, 2015). De aantasting door de plantparasitaire nematode *M. hapla* werd ook door verschillende producten geremd, maar dit was niet consistent voor beide gebruikte gronden (P1, P2, P4 en P9/A in Lisse grond; P3 en P9/A in Vredepeel grond). Bovendien waren er enkele producten die juist meer aantasting gaven. Een derde toetssysteem was *Pythium* wortelrot in hyacintebollen. Hier werd geen enkele ziektereductie gemeten.

In de kasexperimenten is dus duidelijk aangetoond dat verschillende producten na een korte incubatie van 3 weken de ziektewering van de grond kunnen stimuleren; dit gold met name voor *R. solani* AG 2-2IIIB. Van de gemeten eigenschappen van de organische producten, correleerde de respiratiesnelheid van de producten het sterkst met de aantasting door *R. solani* en *M. hapla*: een hogere respiratiesnelheid ging gepaard met minder aantasting en dus met een hogere ziektewering. De C/N ratio's van de verschillende producten gaven geen significante correlatie met aantasting door *R. solani* en *M. hapla* in de biotoetsen.

### 6.1.2 Ziektewering in het veld

Om het ziektewerende effect van bovengenoemde organische producten onder veldomstandigheden te testen, is een veldproef op kleigrond en één op zandgrond uitgevoerd. Voor de veldproeven zijn bewust percelen met geringe ziektedruk geselecteerd. Voor het bepalen van eventueel ontstane ziektewering in het veld, is grond bemonsterd waarna in de kas onder geconditioneerde omstandigheden met toevoeging van een ziekteverwekker de aantasting van een toetsgewas bepaald werd.

In de veldproef op kleigrond te Oude Tonge zijn drie producten (verenmeel, haarmeel, fase-3-eind) getest in een standaard dosis met ca 150 kg N/ha en in een dubbele dosis. Geen van de producten induceerde *R. solani* ziektewering. Wel was de grond gemengd met beide doses van fase-3-eind in september ziektewerend tegen *Pythium ultimum* in een tuinkers biotoets.

In de tweejarige veldproef op zandgrond te Vredepeel zijn de 10 organische producten die ook in de kasproef waren gebruikt, in twee opeenvolgende jaren toegediend tijdens de teelt van aardappel en

---

suikerbiet. Voor de toegepaste dosis van de organische producten en bijbemesting met kunstmest NPK is uitgegaan van de huidige bemestingsregels. In biotoetsen uitgevoerd met bemonsterde grond onder geconditioneerde omstandigheden in de kas en met toegevoegde ziekteverwekkers, bleek geen van de producten ziektevering tegen *R. solani* gestimuleerd te hebben. Er was ook geen ziektevering tegen *M. hapla* ontstaan. Wel was de veldgrond ziekteverender geworden tegen *P. ultimum* in tuinkers na toevoeging van de keratine producten en eenmalig door fase-3-eind (in 2019). Ook natuurlijke infecties waren soms lager door keratine in de suikerbiet toets (2018). In de tuinkers toets in 2018 werd natuurlijke infectie door meerdere producten geremd maar vooral door keratine en zaadmeel. In 2019 was het effect op de natuurlijke Pythium infectie veel geringer. In de Vredepeel proef is 2 jaar op rij dezelfde behandeling uitgevoerd, maar de effecten op ziektevering werden hierdoor niet versterkt.

Omdat percelen met geringe ziektedruk geselecteerd waren, was er vrijwel geen aantasting in het veld. Alleen bij aardappel (2018) in Vredepeel werd *Streptomyces* schurft op de knol gesignaleerd. Hierbij was de aantasting in alle organische behandelingen gelijk of minder t.o.v. de kunstmest behandeling, met de laagste aantasting in verenmeel en haarmeel (maar niet significant verschillend van controle kunstmest). In Vredepeel grond kwam de plantparasitaire nematode *Pratylenchus penetrans* voor en in 2019 waren de aantallen alleen in de keratine mix met toegevoegde micro-organismen lager dan in de N-bemeste controle. Omdat het om erg lage aantallen in het veld ging, is de betrouwbaarheid hiervan onduidelijk.

In de veldproeven is dus maar beperkt ziektevering aangetoond als gevolg van de toediening van de organische producten, terwijl we in de kasproeven onder gecontroleerde omstandigheden wel duidelijk ziektevering hebben gemeten (vooral tegen *R. solani*). Er zijn verschillende mogelijke oorzaken voor dit verschil in effect:

- Soms is een lagere dosis van de producten in de Vredepeel veldproef toegediend, maar dit gold niet voor de veldproef te Oude Tonge waar ook een dubbele dosis van de producten is gebruikt.
- De weersomstandigheden in het veld zijn natuurlijk anders dan in de kasproeven. In het veld zijn de producten in voorjaar toegediend met lagere temperaturen dan in de kasproeven die bij ca. 20 °C werden uitgevoerd. De producten moeten omgezet worden door het bodemleven en dit zal sneller gaan bij hogere temperaturen als het bodemleven actief is.
- Om die reden is in het veld een langere incubatieperiode gebruikt tussen toevoeging van de producten en de uitvoering van de analyses: 3 weken incubatie voor kasproeven, 4 en 8 weken in de veldproef in respectievelijk 2018 en 2019.
- In het veld zullen de producten minder homogeen door de grond gemengd zijn dan in kasproeven, vanwege de grootschaligheid en de gebruikte machines.

Als we onze resultaten vergelijken met resultaten vanuit de literatuur, dan valt op dat er maar een beperkt aantal voorbeelden van het ontstaan van ziektevering door organische producten onder veldomstandigheden beschreven is. Er zijn veel onderzoeken met positieve effecten van organische producten op ziektevering, maar dit is veelal in kortlopende potproeven, soms met onrealistisch hoge doses organische producten, en dan ook nog vaak in potgrond of veensubstraat wat een veel lagere biodiversiteit heeft dan een akkerbouw grond (Termorshuizen et al., 2020).

Hieronder geven we enkele voorbeelden van experimenten waar het effect van organische producten op ziektevering wel in het veld is onderzocht:

- Eerder werd al verenmeel, hoefmeel en chitine in veldproeven met suikerbiet toegediend. De producten werden in een lage dosis (65 kg/ha) in de zaaivoor tijdens het zaaien toegediend. In één proef was er positief resultaat op de opbrengst, maar dit kon later niet herhaald worden (Postma et al., 2013).
- De aantallen van de pathogenen *Pratylenchus penetrans* en *Verticillium dahliae* in een zandgrond (Vredepeel) werden gereduceerd door toevoeging van een hoge dosis chitine (20 ton/ha) maar niet door compost (50 ton/ha) (Korthals et al., 2014).
- Ziektevering van *M. hapla* in sla en *Pythium intermedium* in hyacint ontstond in een zandgrond met laag organische stof gehalte nadat stabiele organische producten in hoge doses waren toegediend (toediening per ha: ca. 100 ton veen, 29 ton kokosvezel, 29 ton cacaodoppen) (van Os et al., 2015).

- 
- In 10 lange termijn experimenten werd geen significant effect op de ziektevering van *Pythium ultimum* in tuinkers gevonden als gevolg van verschillen in bemesting en organische stof gebruik (Bongiorno et al., 2019).

In veel andere experimenten met toegediende organische producten wordt vooral naar de gewasontwikkeling gekeken maar niet naar het effect op bodempathogenen. Er is dus betrekkelijk weinig kennis over het stimuleren van ziektevering door toediening van wettelijk toegestane doses organische materialen in het veld. En ook in de huidige veldproeven hebben we maar heel beperkt toename in ziektevering gemeten.

## 6.2 Bodemindicatoren

De toevoeging van de organische producten zorgt ook voor stimulering van het bodemleven. Dit is in de kasproeven duidelijk te zien: zo zijn HWC, PMN, bacterie- en schimmelbiomassa bij diverse toevoegingen verhoogd. De ziektevering van de bodem tegen *R. solani* correleerde vooral met hogere waarden PMN, schimmelbiomassa en ergosterol, en in mindere mate met HWC. Ook in de literatuur worden deze of vergelijkbare indicatoren genoemd die correleren met ziektevering: toename in saprotrofe schimmels (de Boer et al, 2015), hogere PMN, HWC, schimmelbiomassa en oplosbare koolstof (van Os et al., 2015), hogere microbiële biomassa en labiele koolstof (Bongiorno et al., 2019).

In de veldproeven was de invloed op het bodemleven veel minder eenduidig. In 2018 was de PMN voor alle, en de schimmelbiomassa alleen voor sommige, toevoegingen duidelijk hoger. In 2019 waren er weinig verschillen. De resultaten van de bodemparameters waren over het algemeen weinig consistent. De nematoden gemeenschappen waren wel veranderd, met name door toevoeging van de makkelijk afbreekbare organische toevoegingen. Bepaalde producten hadden meer bacterie-etende aaltjes met een snelle vermeerdering (CP1 aaltjes) dan de kunstmest controle, en dit ging gepaard met een hogere Enrichment index (EI).

In veldproeven zal het bodemleven veel dynamischer zijn dan in kasproeven als gevolg van het seizoen en de veranderende weersomstandigheden. Dan is mogelijk een robuustere parameter nodig voor de veldsituatie dan in kasproeven. Bepaling van de nematodengemeenschappen biedt dus mogelijkheden iets over veranderingen in de bodem in de veldproeven te zeggen.

## 6.3 Organische producten als meststof of bodemverbeteraar

In de tweejarige veldproef te Vredepeel is uitgegaan van de in de praktijk toegestane doses van de organische producten. Behalve de eventuele ziektevering, hebben de organische producten primair een werking als meststof en/of bodemverbeteraar en moeten de daarvoor geldende gebruiksnormen voor stikstof, fosfaat en dierlijke mest worden gerespecteerd. Of de organische producten ook daadwerkelijk toegepast mogen worden als meststof is geregeld via de Meststoffenwet. De veldproef met de gewassen aardappel en suikerbiet op zandgrond liet zien dat de organische producten goed bruikbaar zijn als meststof, vooral ter vervanging (gedeeltelijk) van onbewerkte dierlijke (drijf)mest of N-, P- en K-houdende kunstmest. Reductie van de kunstmestgift liep afhankelijk van het toegediende organische product op tot 160 kg N/ha, 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en 200 kg K<sub>2</sub>O/ha bij aardappel en tot 130 kg N/ha, 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en 155 kg K<sub>2</sub>O/ha bij suikerbiet. Op basis van de samenstelling van de producten is de verwachte beschikbaarheid van nutriënten ingeschat en dat is in mindering gebracht op de kunstmestgiften. Aangezien de groei en opbrengst van het aardappel- en suikerbietengewas in de behandelingen met de organische producten over het algemeen vergelijkbaar was met de kunstmest controle (C-NPK) lijkt die werking goed ingeschat te zijn. Toediening van P7 (Fase-3-eind) had zelfs een positief effect t.o.v. de controle kunstmest met een hogere zetmeelopbrengst in aardappel en een hogere financiële opbrengst bij suikerbiet.

Afhankelijk van het type organische product worden naast N, P en K ook meer of minder grote hoeveelheden aan andere plantenvoedingsstoffen zoals magnesium (Mg), zwavel (S), calcium (Ca), en spoorelementen, zoals mangaan (Mn), borium (B) en zink (Zn) aan de bodem toegevoegd. De gehalten aan magnesium en zwavel in de producten zijn bepaald, waarbij hoge Mg-gehalten werden gevonden in P3 (Biophosphate), terwijl relatief hoge S-gehalten werden aangetroffen in P7 (fase 3 eind, het champignon substraat) en de vier keratine producten P1, P2, P4 en P10. Zowel Mg- als S-tekorten komen regelmatig voor en in situaties waarin een bemesting met deze nutriënten wordt geadviseerd, dient rekening te worden gehouden met de aanvoer via de organische producten.

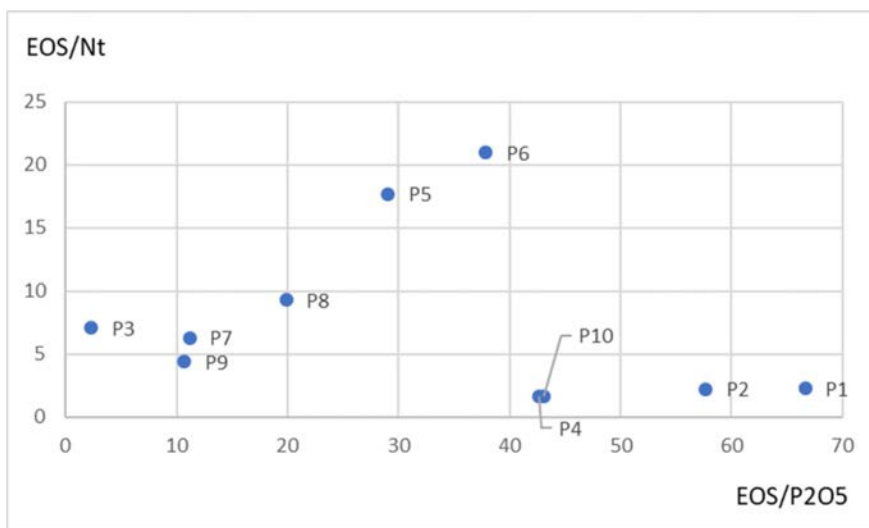
Naast de gehalten en de beschikbaarheid van nutriënten, zijn het gehalte en de stabiliteit van de organische stof in de organische producten van belang. In dat kader wordt voor de aanvoer van organische stof met organische meststoffen, bodemverbeters, gewasresten en groenbemesters vaak gewerkt met het begrip effectieve organische stof (EOS). Dat staat voor de hoeveelheid organische stof die een jaar na toediening nog over is. Dit is dus het relatief stabiele deel van de organische stof en de gedachte is dat met name dat deel bijdraagt aan de opbouw van organische stof in de bodem en daarmee aan bodemkwaliteit. Er kan een inschatting van de EOS van de producten worden gemaakt op basis van het organische stofgehalte en de respiratiesnelheid (zie Tabel 6.1). Hoe lager de respiratiesnelheid, hoe stabielere de organische stof. Uit de tabel blijkt dat de stabiliteit van de organische stof in de composten hoog is (lage respiratiesnelheid), terwijl de stabiliteit van de organische stof in het ingekuilde gras (P9) relatief laag is (hoge respiratiesnelheid). De respiratiesnelheid is gebruikt voor een berekening van de humificatiecoëfficiënt (HC) volgens rekenregels die zijn afgeleid door Moolenaar et al. (2002). De HC die staat voor de fractie of het percentage van de organische stof die een jaar na toediening nog over is. De EOS wordt berekend uit een vermenigvuldiging van HC met de hoeveelheid organische stof (OS) in het product.

**Tabel 6.1** Eigenschappen van de organische producten gebruikt in experimenten 2018 en 2019. Uit de respiratiesnelheid (zie ook Tabel 4.4) is de humificatiecoëfficiënt (HC) afgeleid. De hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) per product is berekend uit  $HC * OS$ . Vervolgens zijn EOS/Nt en EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> berekend m.b.v. de gehalten aan Nt en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uit Tabel 4.4. Zie tekst voor toelichting.

Code	OS (%)		Resp.snelh (mmol O <sub>2</sub> /kg OS/uur)		humificatie-coëfficiënt (HC)		EOS (%)		EOS/Nt	EOS/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019		
P1	98.0	98.4	20.1	16.3	0.30	0.37	29.9	36.9	2,3	66,6
P2	98.2	97.3	21.0	16.5	0.29	0.37	28.6	36.1	2.2	57.7
P3	78.3	79.8	23.2	19.8	0.26	0.31	20.3	24.7	7.1	2.3
P4	96.7	96.8	26.0	21.4	0.23	0.28	21.8	27.6	1.6	42.6
P5	28.4	25.7	3.4	6.6	0.81	0.66	23.1	17.1	17.7	29.1
P6	22.4	18.5	3.1	2.9	0.83	0.84	18.6	15.6	21.0	37.9
P7	70.8	62.8	25.8	30.3	0.23	0.18	16.1	11.5	6.3	11.2
P8	94.0	93.9	14.7	9.4	0.41	0.56	38.5	52.5	9.3	19.9
P9	77.3	79.1	43.7	49.8	0.10	0.08	7.7	6.1	4.4	10.7
P10	98.7	98.1	21.8	26.4	0.28	0.22	27.5	21.7	1.7	43.1

\* Data zijn per kg droge stof (DS).

Producten kunnen worden onderscheiden op basis van de hoeveelheid EOS en op basis van de gehalten en de beschikbaarheid aan nutriënten, maar ook op basis van de verhouding tussen EOS en nutriënten (Veeken et al., 2017; Van Geel et al., 2019). Voor de organische producten in dit project is dat weergegeven in Figuur 6.1. In producten met een lage EOS/N- en/of EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio is vooral de bemestende waarde (nutriëntenlevering) van belang, terwijl in producten met een hoge EOS/N- en/of EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio is vooral de bodemverbeterende werking (OS-levering) van belang is. De composten (P5 en P6) hebben een hoge EOS/N- en EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio en hebben dus vooral een bodemverbeterende werking, terwijl P3 (Biophosphate), P7 (Fase 3 eind) en P9 (ingekuilde gras) vanwege een lage EOS/N- én EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio vooral een werking hebben als N- en P-meststof. Het zaadmeel (P8) zit daar enigszins tussenin. De diermelen (P1, P2, P4 en P10) hebben op basis van hun zeer lage EOS/N-ratio een werking als N-meststof.



**Figuur 6.1** Verhouding tussen de EOS/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ratio (x-as) en de EOS/Nt-ratio (y-as) van de organische producten.

Bij het maken van een keuze uit het aanbod aan organische producten zal een akkerbouwer (bewust of onbewust) een afweging maken op basis van een aantal criteria. Hierbij valt te denken aan de landbouwkundige eigenschappen (als meststof, bodemverbeteraar en/of voor ziektevering, die volgt uit de samenstelling van het product), de betrouwbaarheid, de verkrijgbaarheid, de prijs (inclusief kosten voor aanschaf, transport, opslag en aanwending) en eventueel milieukundige aspecten, zoals de CO<sub>2</sub>-voetafdruk. De producten dienen toegepast te kunnen worden binnen wettelijke randvoorwaarden.

Er zijn diverse overzichten waarin organische producten en de verschillende kenmerken besproken worden. Enkele voorbeelden zijn:

- eigenschappen van 24 organische mestsoorten en reststromen, waaronder veel verschillende dierlijke mestsoorten (van Geels et al., 2019),
- organische (hulp)meststoffen: samenstelling en eigenschappen van heel diverse meststoffen (geen dierlijke mest), bespreking van toepassingsmogelijkheden, indicatie van prijscategorie (Vandenberghe et al., 2010),
- maaisel, bokashi en compost: producteigenschappen en effecten na aanwenden in de bodem (Romkens et al., 2020).

Om de keuze van de akkerbouwer te faciliteren, is een bestaande tool voor het maken van een keuze uit het beschikbare aanbod aan organische producten (inclusief de in deze PPS onderzochte producten) in de PPS verder ontwikkeld.

Indicatie van het beschikbare volume van de organische producten, en een schatting van de kostprijs zijn in Tabel 6.2 weergegeven.

**Tabel 6.2** Prijs en beschikbaarheid van de producten.

Product	Type product i.v.m. regelgeving	Beschikbaar volume in NL Ton/jaar	Prijsindicatie product (€/Ton)	Maximale dosering (Ton/ha) <sup>1</sup>	Kostprijs (€/ha)	Opmerking
Verenmeel	meststof	25000	450	1,5	675	gehydrolyseerd
Biophosphate	meststof	5000	45	1,0	45	70 °C, 1 h
Keratine mengsel	meststof			1,5		+micro-organismen
GFT-compost	bodemverbeteraar	1,8 10 <sup>6</sup>	4 <sup>2</sup>	21	84	gecomposteerd
Groencompost	bodemverbeteraar	1,8 10 <sup>6</sup>	5 <sup>2</sup>	36	180	gecomposteerd
Fase-3-eind	meststof	Input champignonteelt		10		gecomposteerd
Zaadmeel	meststof		1250	2,5	2750	
Ingekuild gras	meststof	lokaal	0-4	20	80	anaeroob
Haarmeel	meststof	12500	450	1,4	630	gehydrolyseerd
N als KAS	kunstmest		1000 <sup>2</sup>	0,2	200	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (45%)	kunstmest		570 <sup>2</sup>	0,05	28,5	
K <sub>2</sub> O (60%)	kunstmest		580 <sup>2</sup>	0,3	174	

1 Dosering van het verse product is berekend op basis van totaal N en P in het product, zie voorbeeld aardappel op zandgrond in Hoofdstuk 4.

2 Bemestingsplan voor akkerbouwbedrijven <https://edepot.wur.nl/431606>.

3 Romkens et al., 2020.

## 6.4 Suggesties voor verder onderzoek aan ziektevering door organische producten

Onder gecontroleerde omstandigheden in kasproeven stimuleerden verschillende organische producten de ziektevering van de bodem, maar in de veldproeven was dit effect veel geringer of geheel afwezig. Biotoetsen in de kas kunnen daarom een indicatie geven van de potentie van de organische producten om ziektevering te stimuleren, maar dat wil nog niet zeggen dat dit ook werkelijk in het veld tot uiting komt. Enkele opties voor vervolg onderzoek onder veldomstandigheden zijn:

- Ziektevering sneller na toevoeging in het veld testen, ook al is de temperatuur in het veld laag. We zagen dat een hoge respiratiesnelheid relevant was voor de ziektevering. Mogelijk dat de ziektevering dus een relatief korte duur heeft.
- Effecten van organische producten testen in percelen waar een natuurlijke besmetting met plant-pathogenen van voldoende hoog niveau aanwezig is. Dan gaat het niet allen om stimulering van ziektevering, maar ook om het reduceren van de aanwezige pathogenen. De meerjarige veldproef "Bodemgezondheid" (BDGZ) te Vredepeel is hier een voorbeeld van. Hier wordt het effect van maatregelen op de aanwezige plant-parasitaire nematoden en de pathogene schimmel *Verticillium dahliae* bepaald. Ook in het TTW project SaproFeed van Wietse de Boer worden natuurlijk geïnfecteerde gronden gebruikt om het effect van cellulose en houtzaagsel op Rhizoctonia in rode biet en Fusarium in asperge te onderzoeken.
- Producten meerdere jaren na elkaar toevoegen. Tot nu toe tonen proeven met meerjarige toedieningen echter ook geen duidelijke stimulering van ziektevering (Bongiorno et al 2019; ongepubliceerde data van ziektevering in de verschillende lange termijn experimenten). Het is dan aan te raden om verschillende typen organische stof slim te combineren waarbij producten met veel N aangevuld worden met producten die juist P en/of K bevatten. Door bodemverbeterende (stabiele organische stof, hoge EOS) en bemestende organische producten te combineren binnen het bouwplan, kunnen zowel lange als korte termijn effecten worden nagestreefd. Verhogen van ziektevering van de bodem kan dan als bonus gezien worden naast de functies bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid. Maar gericht sturen van ziektevering blijft dan lastig. Een extra complicatie is dat ziektevering per pathogeen kan verschillen.

---

# Literatuur

- Agtmaal, M., van Os, G.J., Hol, W.H.G., Hunscheid, M.P.J., Runia, W.T., Hordijk, C.A., de Boer, W., 2015. Legacy effects of anaerobic soil disinfection on soil bacterial community composition and production of pathogen-suppressing volatiles. *Front. Microbiol.* 6:701.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00701>
- Andreo-Jimenez et al., 2020. Chitin- and keratin-rich soil amendments suppress *Rhizoctonia solani* disease via the soil microbial community (Submitted).
- Bloem, J., Veninga, M., Shepherd, J., 1995. Fully automatic determination of soil bacterium numbers, cell volumes and frequencies of dividing cells by confocal laser scanning microscopy and image analysis. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:926-936.
- Bloem, J., Vos, A., 2004. Fluorescent staining of microbes for total direct counts. In: Kowalchuk, G.A., De Bruijn, F.J., Head, I.M., Akkermans, A.D.L., Van Elsas, J.D. (Eds.), *Molecular Microbial Ecology Manual*, second ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 861-874.
- Bongers, T., 1990. The maturity index: An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, 83, 14-19. <https://doi.org/10.1007/bf00324627>
- Bongiorno, G., Postma, J., Bünemann, E.K., Brussaard, L., de Goede, R.G.M., Mäder, P., Tamm, L., Thuerig, B., 2019. Soil suppressiveness to *Pythium ultimum* in ten European long-term field experiments and its relation with soil parameters. *Soil Biology and Biochemistry* 133:174-187.
- Bremner, J.M., Krogmeier, M.J., 1989. Evidence that the adverse effect of urea fertilizer on seed germination in soil is due to ammonium formed through hydrolysis of urea by soil urease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86:8185-8188.
- Canali, S., Benedetti, A., 2006. Soil nitrogen mineralization. In: Bloem, J., Hopkins, D.W., Benedetti, A. (Eds.), *Microbiological Methods for Assessing Soil Quality*. CABI, Wallingford, UK, pp. 23-49.
- De Boer, W., Hunscheid, M.P.J., Gunnewiek, P.J.A.K., De Ridder-Duine, A.S., Thion, C., Van Veen, J.A., Van Der Wal, A., 2015. Antifungal rhizosphere bacteria can increase as response to the presence of saprotrophic fungi. *PLoS ONE* 10(9) e0137988.
- De Ridder-Duine, A.S., Smant, W., van der Wal, A., van Veen, J.A., de Boer, W. 2006. Evaluation of a simple, non-alkaline extraction protocol to quantify soil ergosterol. *Pedobiologia* 50:293-300.
- Ferris, H., Bongers, T., de Goede, R.G.M., 2001. A framework for soil food web diagnostics: Extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13-29.  
[https://doi.org/10.1016/s0929-1393\(01\)00152-4](https://doi.org/10.1016/s0929-1393(01)00152-4)
- Ghani, A., Dexter, M., Perrott, K.M., 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil Biol. Biochem.* 35:1231-1243.
- Grigatti, M., Pérez, M.D., Blok, W.J., Ciavatta, C., Veeken, A. 2007. A standardized method for the determination of the intrinsic carbon and nitrogen mineralization capacity of natural organic matter sources. *Soil Biology and Biochemistry* 39:1493-1503.
- Keeney, D.R., Nelson, D.W., 1982. Nitrogen - inorganic forms. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Eds.), "Methods of Soil Analysis", Part 2. Am Soc Agron, Madison WI, pp. 682-687.
- Koopmans, C.J., Bloem, J., 2018. Soil quality effects of compost and manure in arable cropping – Results from using soil improvers for 17 years in the MAC trial. Louis Bolk Institute, Publication number 2018-001 LbP, 40 pp.
- Korthals, G.W., Thoden, T.C., Berg, W. van den & Visser, J.H.M., 2014. Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *Verticillium dahliae* in agro-ecosystems. *Applied Soil Ecology*, 76, 112-123.
- LNV, 2018. Landbouw, natuur en voedsel: waardevol en verbonden - Nederland als koploper in kringlooplandbouw.  
<file:///M:/literatuur/literatuur%20circularity%20&%20climate%20neutral/visie-landbouw-natuur-en-voedsel-waardevol-en-verbonden%202018.pdf>

---

LNV, 2019. Realisatieplan Visie LNV - Op weg met nieuw perspectief.

[file:///M:/literatuur/literatuur%20circularity%20&%20climate%20neutral/LNV+Realisatieplan\\_Juni\\_2019\\_WEB.pdf](file:///M:/literatuur/literatuur%20circularity%20&%20climate%20neutral/LNV+Realisatieplan_Juni_2019_WEB.pdf)

- Moolenaar, S.W., A. Veeken en R. Postma, 2002. Toetsen en normeren stabiliteit van bodemverbeteraars. Rapport 844.02, NMI, Wageningen, 48 pp.
- Olsson, P.A., Larsson, L., Bago, B., Wallander, H., Van Aarle, I.M., 2003. Ergosterol and fatty acids for biomass estimation of mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 159:1-10.
- Poll, C., Brune, T., Begerow, D., Kandeler, E., 2010. Small-scale diversity and succession of fungi in the detritosphere of rye residues. *Microb Ecol* 59:130-140.
- Postma, J., Schilder, M.T., Hanse, B., Hendrickx, W., Venhuizen, A., 2013. Stimulering van ziektevering in de bodem door toevoegen van reststromen: 'Cash from trash'. Eindrapport SKB-Duurzame ontwikkeling ondergrond project 2031, PRI Rapport 529. <https://edepot.wur.nl/278623>
- Postma, J., Nijhuis, E.H., 2019. *Pseudomonas chlororaphis* and organic amendments controlling *Pythium* infection in tomato. *Eur. J. Plant Pathol.* 154:91-107.
- Postma, J., Schilder, M.T., 2015. Enhancement of soil suppressiveness against *Rhizoctonia solani* in sugar beet by organic amendments. *Applied soil ecology* 94:72-79.
- Romkens, P.F.A.M., Rietra, R.P.J.J., Spijker, J.H., 2020. Aanzet Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer – landbouwkundig relevante eigenschappen van maaisel, bokashi en compost. Wageningen Environmental Research, rapport 3006.
- Sieriebriennikov, B., Ferris, H., & de Goede, R.G.M., 2014. NINJA: An automated calculation system for nematode-based biological monitoring. *European Journal of Soil Biology*, 61, 90-93.
- Termorshuizen, A.J., Molendijk, L.P.G, Postma, J., 2020. Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen: Een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten. Rapport WPR-955, pp. 103.
- Vandenberge, K., Temmerman, F., Beeckman, A., Delanote, L., 2010. Wegwijzer organische handelsmeststoffen. Brochure Interprovinciaal Proefcentrum voor de Biologische Teelt. <https://www.ccbt.be/sites/default/files/files/brochure%20handelsmeststoffen.pdf>
- Van Eekeren E, de Boer H, Hanegraaf M, Bokhorst J, Nierop D, Bloem J, Schouten T, R De Goede & Brussaard L, 2010. Ecosystem services in grassland associated biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology and Biochemistry* 42:1491-1504.
- Van Os, G.J., Straathof, A.L., Bloem, J., Van den Berg, W., Hoffland, E., 2015. An indicator for disease suppression: linking soil chemistry to microbiology using dissolved organic carbon fractionation. *Congres Ecology of soil microorganisms – microbes as important drivers of soil processes.* 29 nov -3 dec 2015 Praag, Tsjechië. Abstract en presentatie: <https://edepot.wur.nl/386025>.
- Van Geel, W., de Haan, J., Hanegraaf, M., Postma, R., 2019. Doorontwikkeling classificatieschema organische-stofrijke meststoffen - Deskstudie in het kader van de PPS Beter Bodembeheer / Effecten van organische stof. Rapport WPR-project 3750384500, 58 pp.
- Veeken A., F. Adani, D. Fanguero & L. Stoumann Jensen (2017). The value of recycling organic matter to soils - Classification as organic fertiliser or organic soil improver. Publication of EIP-Agro Focus Group on nutrient cycling. 9 pp. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg19\\_minipaper\\_5\\_value\\_of\\_organic\\_matter\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg19_minipaper_5_value_of_organic_matter_en.pdf)



---

# Bijlage 1 Eigenschappen van de gebruikte organische producten in 2016 t/m 2019

Metingen Eurofins

Respiratie snelheid met Oxitop, er is 1 g Vredepeel grond toegevoegd als ent van bodemleven.

**Tabel B1.1** Samenstelling van de 10 organische producten gebruikt in de kasproeven van 2016 en 2017.

Jaar	Code	Product	DS (g/kg vers)	OS (%)	N-tot (g/kg)*	C/N ratio	Resp.snelh (mmol O <sub>2</sub> /kg OS/uur)	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg)	Kali (K <sub>2</sub> O) (g/kg)	S-tot (g/kg)	Magn. (MgO) (g/kg)	Chloor (g/kg)	pH-KCl	KZK (%)	EC mS/cm 25 C
2016	P1	Kerapro Son	945	98.1	142.9	3.4	25.2	6.2	1.8	16.3	0.8	2.0	5.1	4.5	5.2
2016	P2	Kerapro slow release	974	97.8	141.7	3.5	19.2	6.0	1.8	18.0	0.8	2.0	5.2	4.8	3.8
2016	P3	Biophosphate	869	79.0	24.8	15.9	13.1	57.3	13.0	9.8	25.0	4.8	6.8	2.0	6.7
2016	P4	Keratine mengsel	969	96.8	149.5	3.2	26.6	5.7	3.5	19.1	0.9	3.2	5.4	4.5	5.4
2016	P5	GFT-compost	664	26.6	11.3	11.8	4.0	7.1	13.0	2.4	6.6	2.8	7.7	2.6	4.0
2016	P6	Groencompost	561	21.8	6.8	16.0	8.3	2.8	4.7	1.4	2.0	1.2	7.4	0.9	1.5
2016	P7	Fase 3 eind	399	58.0	21.5	13.5	35.4	11.2	37.0	23.0	4.5	11.0	5.9	2.1	17.7
2016	P8	Zaadmeel	900	94.1	55.6	8.5	9.7	22.9	6.3	13.2	4.8	0.6	5.3	6.1	5.2
2016	P9	Biomassa vers	171	41.6	18.7	11.1	38.7	16.0	11.0	7.8	2.3	6.3	6.9	1.5	8.1
2016	P10	Haar-meel	975	96.4	148.4	3.2	24.0	5.0	1.9	15.9	1.0	1.5	5.1	3.8	3.6
2017	P1	Kerapro Son	936	97.9	142.6	3.4	27.6	7.1	1.8	17.5	0.7	2.3	5.1	7.6	5.3
2017	P2	Kerapro slow release	969	98.1	136.7	3.6	23.1	6.6	1.8	18.7	0.7	2.1	5.2	7.1	3.7
2017	P3	Biophosphate	876	79.7	25.9	15.4	10.4	57.3	17.0	10.0	30.0	4.5	7.0	1.7	7.3
2017	P4	Keratine mengsel	969	96.8	146.4	3.3	27.5	5.7	3.5	19.8	1.0	3.7	5.4	2.1	5.3
2017	P5	GFT-compost	582	33.7	14.1	12.0	6.8	9.9	13.0	2.7	5.6	3.0	7.3	1.7	3.8
2017	P6	Groencompost	552	28.5	8.6	16.6	3.7	4.1	7.5	2.0	3.8	1.9	7.1	0.7	2.2
2017	P7	Fase 3 eind	373	65.0	21.0	15.5	26.0	13.7	31.0	20.6	5.6	9.1	5.6	1.3	16.9
2017	P8	Zaadmeel	907	93.6	51.3	9.1	4.9	20.6	10.0	12.0	6.6	1.1	5.2	4.9	5.0
2017	P9A	Biomassa ingekuild	144	75.9	15.2	25.0	9.8	10.3	22.0	3.3	2.3	9.3	7.5	0.3	*
2017	P10	Haar-meel	991	98.4	145.3	3.4	24.4	5.0	1.8	17.3	0.9	1.6	5.1	2.9	3.6

\* Data zijn per kg droge stof (DS) product.

**Tabel B1.2** Samenstelling van de 10 organische producten gebruikt in de veldproeven van 2018 en 2019.

Jaar	Code	Product	DS (g/kg vers)	OS (%)	N-tot (g/kg)	C/N ratio	Resp.snelh (mmol O <sub>2</sub> /kg OS/uur)	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/kg)	Kali (K <sub>2</sub> O) (g/kg)	S-tot (g/kg)	Magn. (MgO) (g/kg)	Chloor (g/kg)	pH-KCl	KZK (%)	EC mS/cm 25 C
2018	P1	Kerapro Son	957	98.0	143.6	3.4	20.1	6.9	2.3	17.3	0.8	2.4	5.3	15.2	4.2
2018	P2	Kerapro slow release	965	98.2	142.6	3.4	21.0	7.1	2.3	18.7	0.7	2.1	5.3	7.7	3.5
2018	P3	Biophosphate	899	78.3	34.8	11.3	23.2	59.5	13.0	9.7	30.0	3.4	7.1	5.4	6.7
2018	P4	Keratine mengsel	950	96.7	148.4	3.3	26.0	6.2	3.5	18.2	0.9	3.4	5.4	8.5	5.0
2018	P5	GFT-compost	580	28.4	12.0	11.8	3.4	8.2	13.0	2.7	5.0	2.5	7.5	1.6	3.8
2018	P6	Groencompost	634	22.4	8.9	12.6	3.1	4.6	8.2	1.7	3.2	1.6	7.1	1.0	2.3
2018	P7	Fase 3 eind	409	70.8	22.3	15.9	25.8	11.5	40.0	19.3	5.8	9.8	5.8	1.6	17.5
2018	P8	Zaadmeel	892	94.0	48.5	9.7	14.7	22.9	11.0	11.7	6.8	0.9	5.2	12.1	*
2018	P9	Ingekuild gras	377	77.3	14.5	26.7	43.7	6.4	22.0	2.3	3.3	7.6	5.0	1.3	*
2018	P10	Haarmeel	974	98.7	150.0	3.3	21.8	5.5	2.0	18.0	0.9	1.7	5.2	6.5	4.3
2019	P1	Kerapro Son	936	98.4	150.3	3.3	16.3	4.1	1.4	18.0	0.7	2.5	5.1	5.6	5.5
2019	P2	Kerapro slow release	951	97.3	147.0	3.3	16.5	4.8	1.7	19.4	0.7	2.1	*	5.2	3.7
2019	P3	Biophosphate	829	79.8	29.8	13.4	19.8	57.3	14.0	8.7	30.0	3.6	7.2	2.6	5.9
2019	P4	Keratine mengsel	928	96.8	150.7	3.2	21.4	5.5	3.6	17.3	0.9	3.4	5.3	5.3	5.1
2019	P5	GFT-compost	660	25.7	10.6	12.1	6.6	5.7	9.4	1.8	4.1	1.6	7.3	2	2.2
2019	P6	Groencompost	629	18.5	7.4	12.5	2.9	4.4	6.3	1.5	2.5	0.86	7.1	0.9	1.9
2019	P7	Fase 3 eind	400	62.8	21.2	14.8	30.3	13.7	43.0	21.2	6.0	12	5.6	1.9	19.1
2019	P8	Zaadmeel	879	93.9	49.0	9.6	9.4	22.9	11.0	11.0	6.6	1.1	5.2	6.5	5.3
2019	P9	Ingekuild gras	401	79.1	17.6	22.5	49.8	6.6	25.0	2.5	4.8	7.4	5.2	1.3	*
2019	P10	Haarmeel	951	98.1	145.6	3.4	26.4	6.0	2.4	17.0	1.2	1.9	5.2	5.7	5.2

**Tabel B1.3** Vervolg: Samenstelling metalen van de 10 organische producten gebruikt in de veldproeven van 2018 en 2019.

Jaar	Code	Product	Cadmium (mg/kg)	Chroom (mg/kg)	Koper (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Nikkel (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Zink (mg/kg)	Arsen (mg/kg)
2018	P1	Kerapro Son	0.2	3.2	10	0.0	2.6	6.2	123	1.1
2018	P2	Kerapro slow release	0.2	3.1	10	0.0	2.6	6.2	155	1.1
2018	P3	Biophosphate	0.7	17.0	332	0.0	11.0	6.3	1202	1.1
2018	P4	Keratine mengsel	0.2	3.9	13	0.0	2.6	6.2	163	1.1
2018	P5	GFT-compost	0.7	28.0	65	0.1	14.0	43.0	235	4.8
2018	P6	Groencompost	0.5	22.0	26	0.1	12.0	22.0	126	4.6
2018	P7	Fase 3 eind	0.3	14.0	30	0.1	5.9	6.3	138	1.3
2018	P8	Zaadmeel	0.2	3.2	13	0.0	2.7	6.3	60	1.1
2018	P9	Ingekuild gras	0.2	11.0	12	0.0	6.3	6.3	38	2.1
2018	P10	Haarmeel	0.2	3.1	15	0.0	2.6	6.2	175	1.1
2019	P1	Kerapro Son	0.2	3.2	7	0.0	2.6	6.3	129	1.1
2019	P2	Kerapro slow release	0.2	3.2	8	0.0	2.6	6.3	133	1.1
2019	P3	Biophosphate	0.7	9.1	338	0.0	7.2	6.3	1185	1.1
2019	P4	Keratine mengsel	0.2	3.2	10	0.0	2.6	6.3	146	1.1
2019	P5	GFT-compost	0.5	23.0	38	0.1	10.0	42.0	175	4.1
2019	P6	Groencompost	0.4	18.0	18	0.1	7.0	18.0	111	3.6
2019	P7	Fase 3 eind	0.3	7.3	29	0.1	4.8	6.4	154	1.9
2019	P8	Zaadmeel	0.2	3.2	15	0.0	2.7	6.3	63	1.1
2019	P9	Ingekuild gras	0.2	7.6	11	0.0	5.1	6.5	59	2.3
2019	P10	Haarmeel	0.2	3.1	13	0.0	2.6	6.2	157	1.1

## Bijlage 2 Extra data kasproeven 2016 en 2017

**Tabel B2.1** Analyses Eurofins Agro – parameters en eenheden.

Eenheid			
N-totale bodemvoorraad	mg N/kg	Si plant beschikbaar	µg Si/kg
C/N-ratio		Fe plant beschikbaar	µg Fe/kg
N-leverend vermogen	kg N/ha	Zn plant beschikbaar	µg Zn/kg
		Mn plant beschikbaar	µg Mn/kg
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	Cu plant beschikbaar	µg Cu/kg
C/S-ratio		Co plant beschikbaar	µg Co/kg
S-leverend vermogen	kg S/ha	B plant beschikbaar	µg B/kg
		Mo plant beschikbaar	µg Mo/kg
P plant beschikbaar	mg P/kg	Se plant beschikbaar	µg Se/kg
P-bodemvoorraad (P- <i>Al</i> )	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g		
P <sub>w</sub>	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	Zuurgraad (pH)	
		C-organisch	%
K plant beschikbaar	mg K/kg	Organische stof	%
K-bodemvoorraad	mmol+/kg		
		C-anorganisch	%
Ca plant beschikbaar	kg Ca/ha	Koolzure kalk	%
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha		
		Klei	%
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	Silt	%
		Zand	%
Na plant beschikbaar	mg Na/kg		
		Klei-humus (CEC)	mmol+/kg
		CEC-bezetting	%
		Bodemleven	mg N/kg

**Tabel B2.2** Bemestingswijzer in Lisse (L) en Vredepeel (V) grond waaraan de 10 organische producten zijn toegevoegd - gemiddelde waarden van 2016 en 2017 (voor de eenheden zie Tabel B2.1).

Grond	Code	Behandeling	pH	OS	N-Tot	C/N	N-Levering	Bodemleven	CEC	P-PAE	AdviesPw	P-AL	K-PAE	K-vrd	K-getal	S-totaal	SLV	Saayn
L	C	Controle	7.2	1.7	609	16.8	26.0	11.1	45.8	2.1	31.6	30.4	26	1.3	8.5	251	18.0	22.0
L	C+N	Ca(NO3)2	7.2	1.7	704	14.6	35.4	3.1	52.1	2.0	30.9	30.6	25	0.8	8.0	273	19.9	23.9
L	P1	Kerapro Son	7.2	1.7	781	12.8	43.3	6.1	51.9	1.7	28.9	29.9	30	1.2	9.5	240	16.8	20.8
L	P2	Kerapro slow release	7.1	1.6	683	13.9	36.8	3.8	51.1	1.9	29.9	30.1	30	1.2	9.3	261	19.3	23.3
L	P3	Biophosphate	6.9	2.0	738	16.1	33.0	56.5	49.5	32.3	219.8	62.9	116	2.4	26.3	251	16.6	20.6
L	P4	Keratine mengsel	7.1	1.6	725	13.0	40.4	10.4	47.4	2.0	31.1	30.9	29	1.2	9.3	294	22.6	26.6
L	P5	GFT-compost	7.1	1.8	824	12.8	46.3	24.4	54.5	3.6	45.9	39.9	144	2.1	33.4	279	20.1	24.1
L	P6	Groencompost	7.1	1.9	775	14.6	38.9	28.8	52.0	2.6	36.3	33.5	104	1.9	24.8	279	19.6	23.6
L	P7	Fase 3 eind	7.0	1.7	846	12.1	51.1	31.1	47.9	6.4	58.9	35.8	229	2.7	55.3	415	31.1	35.1
L	P8	Zaadmeel	7.2	1.8	866	12.8	50.0	37.4	51.8	2.1	31.0	29.6	51	2.1	13.8	315	23.6	27.6
L	P9/A	Biomassa vers/kuil	7.1	1.7	694	14.3	36.4	30.0	41.0	3.8	42.0	32.9	154	1.8	36.9	269	19.8	23.8
L	P10	Haar-meel	7.2	1.8	759	14.0	40.6	14.8	49.3	2.0	30.8	30.4	27	1.4	8.0	276	20.0	24.0
V	C	Controle	5.5	4.1	1240	19.3	39.6	25.9	66.1	1.9	42.0	49.6	85	2.1	17.5	235	6.8	10.8
V	C+N	Ca(NO3)2	5.7	4.3	1245	20.1	36.8	25.4	74.5	1.9	43.9	52.0	100	2.0	19.4	224	5.1	9.1
V	P1	Kerapro Son	5.3	4.2	1289	19.0	42.0	23.0	62.4	2.5	46.8	51.4	86	1.9	17.1	231	6.1	10.1
V	P2	Kerapro slow release	5.4	4.3	1359	18.8	45.1	26.3	68.0	2.3	45.6	51.5	80	2.1	16.6	249	7.1	11.1
V	P3	Biophosphate	5.8	4.6	1414	18.6	47.6	65.3	81.1	10.6	110.5	83.1	160	3.4	30.5	254	6.6	10.6
V	P4	Keratine mengsel	5.4	4.2	1391	17.6	51.3	21.5	66.3	2.2	44.5	50.9	78	2.1	16.3	251	7.6	11.6
V	P5	GFT-compost	5.7	4.3	1293	19.4	40.8	33.8	74.5	2.4	49.3	56.1	203	2.8	40.1	244	7.0	11.0
V	P6	Groencompost	5.5	4.3	1341	18.6	45.3	35.5	73.8	2.3	47.3	54.1	168	2.8	32.5	244	6.9	10.9
V	P7	Fase 3 eind	5.8	4.3	1374	18.3	48.3	42.3	77.4	3.2	51.9	53.9	309	3.1	62.1	301	11.9	15.9
V	P8	Zaadmeel	5.6	4.4	1428	17.9	51.4	35.8	73.8	2.1	44.3	50.5	117	2.4	22.5	226	5.1	9.1
V	P9/A	Biomassa vers/kuil	5.6	4.2	1253	19.6	39.4	31.1	67.6	2.3	46.4	52.6	230	2.3	46.0	216	4.9	8.9
V	P10	Haar-meel	5.4	4.3	1353	18.3	47.1	21.6	64.5	2.0	43.3	50.1	75	2.0	15.6	235	6.1	10.1
LSD			0.2	0.2	84	1.4	7.7	7.7	4.7	0.7	4.2	2.2	8	0.3	1.8	40	3.1	3.1

**Tabel B2.3** Vervolg - Bemestingswijzer in Lisse (L) en Vredepeel (V) grond waaraan de 10 organische producten zijn toegevoegd - gemiddelde waarden van 2016 en 2017 (voor de eenheden zie Tabel 1).

Grond	Code	Behandeling	Mg-PAE	Na	B	Mn	Cu-PAE	Co-PAE	Zn-PAE	KZK	C/S	Se	Ca-PAE	Ca-voorr	Lutum	Silt	Zand	Si	Mo
L	C	Controle	22	5.9	80	250	23.0	2.6	136	2.5	39.9	2.1	43	3040	1.0	3.0	92.4	8120	4.0
L	C+N	Ca(NO3)2	21	6.0	109	298	21.9	2.6	158	2.9	37.1	2.1	301	3613	1.0	3.6	91.1	7229	4.0
L	P1	Kerapro Son	23	6.0	80	489	58.1	2.6	176	2.6	41.9	2.1	287	3489	1.0	2.9	92.4	8259	4.0
L	P2	Kerapro slow release	22	5.5	84	365	44.5	2.6	171	2.8	36.9	2.1	287	3448	1.0	5.5	90.0	7218	4.0
L	P3	Biophosphate	117	34.6	193	334	33.8	2.6	191	2.8	47.8	2.1	317	2842	1.0	3.4	92.0	8415	4.1
L	P4	Keratine mengsel	23	6.9	78	388	67.6	2.6	155	2.7	32.9	2.1	315	3153	1.0	4.4	91.0	8249	4.0
L	P5	GFT-compost	37	28.3	173	273	41.5	2.8	171	2.8	37.6	2.1	269	3310	1.0	2.0	93.4	9543	6.4
L	P6	Groencompost	36	16.6	128	264	27.4	2.6	168	3.0	41.0	2.1	179	3194	1.0	2.3	92.8	9211	4.5
L	P7	Fase 3 eind	43	28.1	107	880	95.8	3.9	278	3.2	25.4	3.2	1088	2932	1.0	1.3	94.0	10508	5.6
L	P8	Zaadmeel	32	6.0	112	383	60.5	2.9	235	3.0	34.0	2.1	255	3248	1.0	2.6	92.4	9881	3.9
L	P9/A	Biomassa vers/kuil	30	24.6	100	508	39.6	2.7	184	2.9	37.3	2.1	298	2608	1.0	2.4	93.1	11748	4.0
L	P10	Haar-meel	22	6.3	100	315	72.9	2.7	223	3.1	38.0	2.1	211	3303	1.0	3.5	91.4	8878	4.0
V	C	Controle	157	17.6	148	379	23.3	2.6	1000	0.2	101.8	2.1	248	3474	1.0	9.4	86.6	3023	4.0
V	C+N	Ca(NO3)2	177	21.5	205	359	21.0	2.6	883	0.2	112.6	2.1	407	4014	1.0	8.5	87.5	3031	4.0
V	P1	Kerapro Son	154	17.5	163	1594	21.6	4.6	1801	0.2	107.1	2.1	300	3151	1.0	8.9	86.9	3020	4.0
V	P2	Kerapro slow release	178	18.4	160	898	21.4	3.3	1173	0.2	102.5	2.1	354	3453	1.0	7.9	87.6	3059	4.0
V	P3	Biophosphate	254	50.4	277	675	21.8	4.3	956	0.2	105.3	2.1	354	3734	1.1	7.9	87.1	3021	4.0
V	P4	Keratine mengsel	168	19.3	179	1068	23.1	3.9	1568	0.2	99.9	2.1	346	3372	1.0	9.1	86.9	3113	4.0
V	P5	GFT-compost	157	43.1	247	458	21.3	2.6	769	0.2	102.8	2.1	261	3720	1.0	8.8	86.8	3246	4.0
V	P6	Groencompost	151	28.4	228	830	21.0	3.1	823	0.2	104.1	2.1	365	3672	1.0	7.8	87.6	3159	4.0
V	P7	Fase 3 eind	174	42.3	187	1200	39.0	3.7	1021	0.2	90.1	5.7	705	3886	1.0	9.3	86.5	3688	4.0
V	P8	Zaadmeel	174	16.8	166	840	21.0	3.2	983	0.2	117.4	2.1	374	3599	1.0	10.0	85.9	3020	4.0
V	P9/A	Biomassa vers/kuil	158	40.8	164	1993	21.0	2.9	793	0.2	113.0	2.1	333	3413	1.0	10.0	86.0	4838	4.0
V	P10	Haar-meel	160	16.8	156	709	21.4	2.9	1283	0.2	108.5	2.1	501	3267	1.0	10.3	85.6	3020	4.0
		LSD	10	2.0	12	250	12.5	1.1	172	0.2	8.1	0.2	116	250	ns	1.8	1.8	1023	0.4





**Tabel B3.1** Bemestingswijzer veldexperiment te Vredepeel waaraan de 10 organische producten zijn toegevoegd in 2018 en 2019 (voor de eenheden zie Bijlage 2 Tabel B2.1).

Jaar	Code	Behandeling	pH	OS	N-Tot	C/N	N-Levering	Bodemleven	CEC	P-PAE	AdviesPw	P-AL	K-PAE	K-vrd	K-getal	S-totaal	SLV	Saayv
2018	P1	Kerapro Son	5.4	4.6	1378	17.8	50	21.6	71.6	3.7	56.2	54.0	84	2.10	16.0	16.0	277	9.8
2018	P2	Kerapro slow release	5.5	4.5	1374	17.6	50	27.6	69.2	3.9	56.4	52.4	87	1.98	16.4	16.4	287	10.8
2018	P3	Biophosphate	5.5	4.2	1294	17.4	49	25.4	67.4	4.1	60.6	57.6	94	2.30	18.0	18.0	258	9.6
2018	P4	Keratine mengsel	5.5	4.4	1338	17.4	51	24.6	69.0	3.0	51.0	51.6	90	2.20	17.0	17.0	274	10.4
2018	P5	GFT-compost	5.7	4.4	1362	17.6	49	25.8	72.4	3.7	57.4	56.2	144	2.48	25.8	25.8	282	11.0
2018	P6	groencompost	5.6	4.4	1364	17.4	51	29.6	74.4	2.8	52.4	55.4	146	2.34	26.4	26.4	294	12.0
2018	P7	Fase-3-eind	5.7	4.2	1288	18.0	45	33.0	71.0	3.4	57.8	58.6	166	2.22	30.2	30.2	274	10.8
2018	P8	Zaadmeel	5.6	4.2	1340	17.0	52	30.0	68.4	3.2	53.2	53.6	92	2.10	17.6	17.6	263	9.6
2018	P9B	Ingekuild gras	5.6	4.5	1356	17.6	51	32.0	70.2	2.6	50.4	54.2	127	2.14	22.6	22.6	294	12.0
2018	P10	Haar-meel	5.4	4.2	1330	16.8	51	20.0	62.6	3.4	53.4	52.4	83	1.92	16.2	16.2	269	10.8
2018	C-NPK	Kunstmest	5.6	4.1	1310	16.8	51	31.0	68.2	2.9	53.0	55.4	81	2.08	16.2	16.2	253	9.4
2018	C	onbemest	5.6	4.1	1304	16.6	53	25.4	68.4	2.8	51.0	53.2	66	2.10	13.6	13.6	251	9.6
		LSD	ns	ns	ns	ns	ns	7.8	ns	ns	ns	ns	19	0.26	3.0	ns	ns	ns
2019	P1	Kerapro Son	5.5	4.3	1408	16.2	57	28	67	2.6	48.2	55.6	99	2.18	-	269	10.4	-
2019	P2	Kerapro slow release	5.6	4.8	1408	17.2	53	14	63	2.7	50.6	57.8	68	1.58	-	248	7.4	-
2019	P3	Biophosphate	5.7	4.8	1504	16.6	58	22	70	2.4	48.4	58.0	88	1.88	-	257	7.6	-
2019	P4	Keratine mengsel	5.6	4.3	1316	17.2	50	21	67	2.9	51.8	58.4	80	2.04	-	242	8.4	-
2019	P5	GFT-compost	5.5	4.6	1372	16.8	53	23	67	2.3	46.0	54.6	88	2.00	-	240	7.4	-
2019	P6	groencompost	5.6	4.9	1502	16.8	59	20	69	2.7	51.4	59.6	88	2.02	-	263	8.2	-
2019	P7	Fase-3-eind	5.6	4.4	1362	17.0	52	17	67	2.8	50.2	56.4	79	1.90	-	244	8.2	-
2019	P8	Zaadmeel	5.5	4.8	1500	17.2	56	26	73	2.8	51.0	57.6	83	2.02	-	257	7.8	-
2019	P9B	Ingekuild gras	5.5	5.0	1498	17.4	55	24	65	2.6	49.2	57.2	98	1.76	-	246	6.2	-
2019	P10	Haar-meel	5.5	4.7	1424	17.2	53	24	67	2.4	47.2	55.4	87	1.82	-	242	6.8	-
2019	C-NPK	Kunstmest	5.6	4.9	1430	17.6	52	20	70	2.1	44.2	52.8	64	1.78	-	247	7.0	-
2019	C	onbemest	5.5	4.6	1442	16.6	58	20	64	3.2	56.2	63.0	70	1.94	-	251	8.0	-
		LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

**Table B3.2** Vervolg - Bemestingswijzer veldexperiment te Vredepeel waaraan de 10 organische producten zijn toegevoegd in 2018 en 2019 (voor de eenheden zie Bijlage 2 Tabel B2.1).

Grond	Code	Behandeling	Mg-PAE	Na	B	Mn	Cu-PAE	Co-PAE	Zn-PAE	KZK	C/S	Se	Ca-PAE	Ca-voorr	Lutum	Silt	Zand	Si	Mo	Bact	Schim
																				bm	bm
2018	P1	Kerapro Son	130.2	10.2	119	2212	34	6.2	1900	0.2	92.0	2.12	88	3751	1	9.8	85.2	5464	4		
2018	P2	Kerapro slow release	127.0	10.0	118	1776	28	5.9	1950	0.2	84.6	2.16	121	3476	1	8.8	85.6	3522	4		
2018	P3	Biophosphate	138.6	11.4	115	984	27	3.5	1416	0.2	88.0	2.10	126	3495	1	9.8	85.6	3292	4		
2018	P4	Keratine mengsel	133.2	11.4	106	1182	29	4.4	1590	0.2	86.2	2.12	174	3550	1	10.4	85.0	3092	4		
2018	P5	GFT-compost	135.2	19.6	187	902	30	2.8	1114	0.2	85.2	2.10	115	3718	1	9.4	86.2	4760	4		
2018	P6	groencompost	145.2	18.2	182	1132	27	2.8	1078	0.2	80.8	2.10	158	3834	1	8.0	87.4	3250	4		
2018	P7	Fase-3-eind	129.6	16.6	117	1088	34	3.6	1380	0.2	83.8	2.36	90	3805	1	9.8	85.6	4346	4		
2018	P8	Zaadmeel	134.8	9.0	118	1112	37	3.8	1414	0.2	87.6	2.10	85	3504	1	9.0	86.4	3540	4		
2018	P9B	Ingekuild gras	126.2	11.2	119	1326	34	4.1	1234	0.2	81.4	2.10	46	3703	1.2	9.0	85.8	4090	4		
2018	P10	Haar-meel	120.0	10.0	112	1406	39	4.7	1714	0.2	83.0	2.14	94	3246	1	10.0	85.8	3880	4		
2018	C-NPK	Kunstmest	122.8	9.4	109	832	25	3.0	1278	0.2	87.4	2.16	63	3558	1	9.6	86.2	3544	4		
2018	C	onbemest	131.2	9.6	107	640	28	2.8	1168	0.2	87.0	2.10	91	3583	1	9.8	85.8	3362	4		
		LSD	ns	2.9	19	746	ns	1.5	365	ns	ns	0.10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2019	P1	Kerapro Son	126	27	137	548	25	2.7	1166	0.2	89	2.1	210	3599	1.0	9.0	85.8	3476	4	38	25
2019	P2	Kerapro slow release	134	27	132	636	27	4.2	1398	0.2	100	2.1	247	3503	1.2	10.4	84.2	3222	4	57	26
2019	P3	Biophosphate	140	28	137	468	24	2.9	992	0.2	98	2.1	175	3837	1.0	8.8	85.6	3096	4	53	30
2019	P4	Keratine mengsel	126	26	141	598	23	2.6	1226	0.2	93	2.1	162	3787	1.0	8.2	86.6	3024	4	23	16
2019	P5	GFT-compost	129	27	133	612	22	2.7	1234	0.2	96	2.1	256	3592	1.0	6.8	87.6	3624	4	32	10
2019	P6	groencompost	133	27	155	638	24	2.8	1304	0.2	96	2.1	232	3700	1.0	12.0	82.4	3164	4	35	13
2019	P7	Fase-3-eind	130	26	132	566	28	2.7	1248	0.2	95	2.1	253	3767	1.0	11.2	83.8	3370	4	28	11
2019	P8	Zaadmeel	132	29	148	702	25	2.7	1436	0.2	100	2.1	140	4026	1.0	9.0	85.4	3174	4	47	33
2019	P9B	Ingekuild gras	137	29	153	616	23	3.0	1344	0.2	106	2.1	214	3461	1.0	9.4	85	3358	4	78	28
2019	P10	Haar-meel	137	28	148	502	23	2.6	1210	0.2	102	2.1	182	3672	1.0	7.0	87.2	3230	3.8	33	16
2019	C-NPK	Kunstmest	144	31	154	476	22	2.7	1000	0.2	102	2.1	216	3629	1.0	11.4	83	3286	4	38	13
2019	C	onbemest	121	25	126	576	27	2.7	1386	0.2	94	2.1	276	3470	1.0	11.4	83.2	3258	4	40	15
		LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns



---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1024

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Correspondentie adres voor dit rapport:  
Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1024

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

