



Effecten van bokashi op de nematoden-gemeenschappen in verschillende plantvakken

Auteurs | Pella Brinkman¹ en Gerard Korthals²

¹ Wageningen University & Research | Open teelten

² Wageningen University & Research | Biointeracties & Plantgezondheid

WPR-OT-1076



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Effecten van bokashi op de nematodengemeenschappen in verschillende plantvakken

Pella Brinkman¹ en Gerard Korthals²

¹ Wageningen University & Research | Open teelten

² Wageningen University & Research | Biointeracties & Plantgezondheid

Dit onderzoek is in opdracht van de gemeente Rotterdam uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open teelten.

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

Wageningen, april 2024

Rapport WPR-OT-1076

Brinkman, P., G.W. Korthals, 2024. *Effecten van bokashi op de nematodengemeenschappen in verschillende plantvakken*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1076.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/653293>

Trefwoorden: Aaltjes, bodem, bodembeheer, bodemleven

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 291111; 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-OT-1076
Projectnummer 3750488100
Foto's: Benjamin Mensinga

Foto omslag: Vroesepark; grondboor met duizendpoot

Inhoud

Woord vooraf	6
Samenvatting	7
1 Inleiding	8
2 Materiaal en methode	10
2.1 Bemonstering	10
2.2 Monsterverwerking	12
2.2.1 Vochtgehalte grond	12
2.2.2 Extractie en tellen nematoden	12
2.2.3 Verwerken gegevens	12
3 Resultaten	13
3.1 Vergelijking van drie locaties	13
3.2 Plantvak met spirea in een woonwijk in Charlois	19
4 Conclusie en discussie	23
Literatuur	24
Bijlage 1 Achtergrondinformatie	25
Bijlage 2 Resultaten Anova	32
Bijlage 3 Gemiddelden	33
Bijlage 4 Nematodentellingen	36
Bijlage 5 Aaltjesschema voor een aantal relevante gewas-aaltjescombinaties	38

Woord vooraf

Binnen het programma Circulair Terreinbeheer doet de gemeente Rotterdam tot en met 2025 mee aan een pilot om bokashi gemaakt van bladafval te gebruiken als bodemverbeteraar in stadsparken en plantvakken (bloemperken). In diverse parken en plantvakken in de stad zijn in 2020 proeven aangelegd. In elk park zijn meerdere plantvakken met op het oog vergelijkbare uitgangssituatie uitgezocht, waarin wel of geen bokashi op de bodem is aangebracht. De bokashi is niet ingewerkt. Na drie jaar zijn er visuele verschillen tussen de behandelingen in plantengroei en wormengangen waar te nemen. De gemeente heeft de wens om effecten van toedienen van bokashi op het microscopische bodemleven te bepalen. Dit project is erop gericht om hier aan de hand van de aaltjesgemeenschap ('milieuaaltjes') een uitspraak over te doen.

Samenvatting

Binnen het programma Circulair Terreinbeheer doet de gemeente Rotterdam tot en met 2025 mee aan een pilot om bokashi gemaakt van bladafval te gebruiken als bodemverbeteraar in stadsparken en plantvakken (bloemperken). In diverse parken en plantvakken in de stad zijn in 2020 proeven aangelegd. In elk park zijn meerdere plantvakken met op het oog vergelijkbare uitgangssituatie uitgezocht, waarin wel of geen bokashi op de bodem is aangebracht. De bokashi is niet ingewerkt. Na drie jaar zijn er visuele verschillen tussen de behandelingen in plantengroei en wormengangen waar te nemen. De gemeente heeft de wens om effecten van toedienen van bokashi op het microscopische bodemleven te bepalen. Dit project is erop gericht om hier aan de hand van de aaltjesgemeenschap ('milieuaaltjes') een uitspraak over te doen.

Begin november 2023 zijn op drie locaties in Rotterdam bodemonsters genomen. De locaties verschilden in grondsoort, type beplanting en hoeveelheid toegediende bokashi. Op alle drie locaties waren plantvakken waar sinds voorjaar 2020 herhaaldelijk wel of geen bokashi was opgebracht. De nematoden werden opgespoeld en op naam gebracht. Hierna werden ze ingedeeld in groepen op basis van gebruikte voedselbron (planteneter, bacterie-eter, schimmel-eter, predator en omnivoor) of levensstrategie (Colonizer-Persister-(CP-)groepen). Er was veel variatie tussen de locaties en de aaltjesgemeenschappen, maar vanwege een beperkt aantal monsters per locatie en grote onderlinge variatie waren weinig resultaten significant. Wel was op alle locaties opvallend dat na opbrengen van bokashi een verhoogd aantal bacterie-eters uit CP-groep 1 werd gevonden. Deze groep kan snel in aantal toenemen bij een toename in voedselaanbod. Een aantal indexen reageerden ook op toedienen van bokashi, maar dit was slechts op één locatie significant: de Maturity Index en de Channel Index waren lager, wat vooral veroorzaakt wordt door de genoemde toename in bacterie-etende CP1-aaltjes. Er werd ook een effect van toedienen van bokashi gevonden op de Structure Index, maar dit effect was niet eenduidig: op twee locaties ging deze omlaag, op de derde locatie omhoog. Op alle locaties was het vochtgehalte van de grond aantoonbaar hoger op plekken waar bokashi was opgebracht ten opzichte van plekken zonder bokashi.

Om meer gericht effecten van aanpassingen in bodembeheer vast te stellen, verdient het aanbeveling om van tevoren een goed bemonsteringsplan te maken. Het is belangrijk om daarin de beoogde doelen en hypothesen vast te leggen en na te denken over passende metingen en het tijdstip daarvan. Hierbij valt, naast metingen aan de nematodengemeenschap, te denken aan extra metingen aan bodemchemie, micro-organismen en mesofauna, maar ook aan functies zoals vochtvasthoudend vermogen, bodemrespiratie en weerbaarheid tegen ziekten en plagen.

1 Inleiding

Binnen het programma Circulair Terreinbeheer doet de gemeente Rotterdam tot en met 2025 mee aan een pilot om bokashi gemaakt van bladafval te gebruiken als bodemverbeteraar in stadsparken en plantvakken (bloemperken). In diverse parken en plantvakken in de stad zijn in 2020 proeven aangelegd. In elk park zijn meerdere plantvakken met op het oog vergelijkbare uitgangssituatie uitgezocht, waarin wel of geen bokashi op de bodem is aangebracht. De bokashi is niet ingewerkt. Na drie jaar zijn er visuele verschillen tussen de behandelingen in plantengroei en wormengangen waar te nemen. De gemeente heeft de wens om effecten van toedienen van bokashi op het microscopische bodemleven te bepalen. Dit project is erop gericht om hier aan de hand van de aaltjesgemeenschap ('milieuaaltjes') een uitspraak over te doen.

In de grond leeft een grote variëteit aaltjes, ook wel nematoden of rondwormen genoemd. Vaak komen wel 40-100 soorten in een bodem voor. De aaltjes leven van verschillende voedselbronnen. Zo zijn er aaltjes die zich voeden aan de wortels van planten. Een deel daarvan heeft een nadelige invloed op de groei van planten (plantenparasieten). Daarnaast zijn er grazers van bacteriën en schimmels, die bijdragen aan het verteren van organisch materiaal in de bodem. Er komen ook roofaaltjes voor, die andere aaltjes en kleine bodemdierpjes eten. Tot slot zijn er alleseters, die leven van verschillende voedselbronnen.

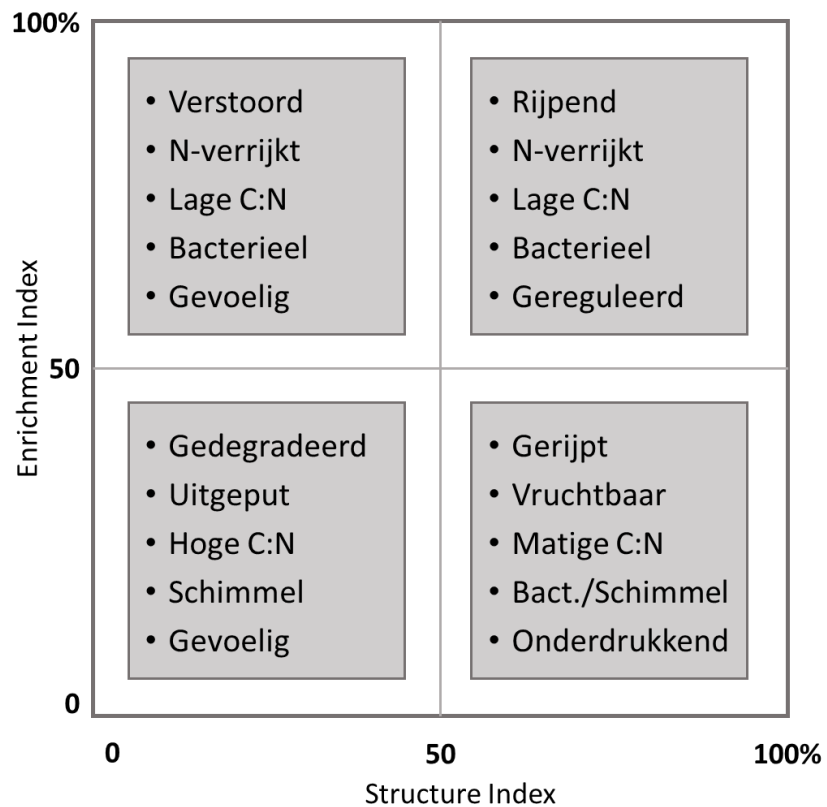
Naast verschillen in voedselbronnen variëren de aaltjes in levensstrategie, op basis waarvan ze worden ingedeeld op een Colonizer-Persister schaal (CP-schaal) die van 1 tot 5 loopt. Aaltjes met een korte levenscyclus, die veel nakomelingen produceren en snel kunnen reageren op veranderingen in voedselaanbod hebben een lage CP-waarde. Aaltjes met een langere levenscyclus, die weinig nakomelingen produceren en vaak gevoeliger zijn voor zowel chemische als fysische verstoringen hebben een hoge CP-waarde. De aantallen aaltjes en verhoudingen tussen de verschillende groepen geven een indruk van het bodemvoedselweb.

Verschuivingen tussen CP-groepen kunnen worden weergegeven met indexen, zoals de Maturity Index (MI; Bongers, 1990). De MI geeft een gewogen gemiddelde van de CP-waarde en is gebaseerd op alle aaltjesgroepen, met uitzondering van de plantenparasieten. De Maturity Index 2-5 (MI2-5) wordt op dezelfde manier berekend als de MI, maar laat de groepen met een CP-waarde van 1 buiten beschouwing (Bongers & Korthals, 1994). De Plant Parasitic Index (PPI) is gebaseerd op dezelfde classificatie in CP-waarden als de MI, maar is juist alleen gebaseerd op de plantenparasieten (Bongers & Korthals, 1994). De schaal van de MI en PPI loopt van 1 tot 5 en die van MI2-5 van 2 tot 5.

Andere indexen belichten het belang van verschillende groepen (Ferris *et al.*, 2001). De Basal Index (BI) is een indicatie voor de mate van voorkomen van aaltjes met een hoge stresstolerantie (CP-waarde 2). De Enrichment Index (EI) is een maat voor de aanwezigheid van bacterie- en schimmeleters die snel reageren op een toename in voedselaanbod. Een hoge EI geeft aan dat het voedselaanbod voor de aaltjes hoog is. De Channel Index (CI) specificeert het aandeel van de schimmel-etende aaltjes binnen de groep die snel reageert op voedselaanbod. Bij hogere waarden zijn de schimmel-etende aaltjes in deze groep dominant, bij lagere waarden de bacterie-etende aaltjes. De Structure Index (SI) is een maat voor de complexiteit, structuur en interacties tussen aaltjes in de grond. Lagere waarden geven aan dat het voedselweb basaal is met voornamelijk bacterie- en schimmeleters met lage CP-waarden. Hogere waarden van de SI daarentegen zijn een indicatie voor een complexer voedselweb, waarin ook groepen voorkomen die gebruik maken van andere voedselbronnen (zoals predatoren en omnivoren) en met hogere CP-waarden. Dit zijn nematoden die gevoeliger zijn voor verstoring. De schaal van de BI, EI, CI en SI loopt van nul tot honderd.

De resultaten van EI en SI worden vaak samen gepresenteerd in een voedselwebanalysesdiagram (Figuur 1.1). Daarin worden vier kwadranten onderscheiden. Waarnemingen uit akkerland komen vaak in het bovendee van het diagram terecht (voedselrijk), waarnemingen uit grasland en bos aan de rechterkant en waarnemingen uit verontreinigde gebieden linksonder.

Voor dit project is als hypothese gesteld dat op plekken waar bokashi is opgebracht het totale aantal en het aantal bacterie-etende nematoden hoger is, de Maturity Index lager en de Enrichment Index hoger vergeleken met plekken waar geen bokashi is opgebracht. We verwachten dat in het voedselwebanalysesdiagram de punten naar boven zullen verschuiven.



Figuur 1.1 Interpretatie van de kwadranten in het voedselwebanalysediagram (letterlijk vertaald uit Ferris et al., 2001).

2 Materiaal en methode

De gemeente Rotterdam wees drie locaties aan om waarnemingen te verrichten aan de nematodengemeenschap. De omgeving en beplanting van de plekken waren verschillend (voor details zie Bijlage 1). Op alle drie locaties was vanaf voorjaar 2020 in een deel van de plantvakken herhaaldelijk bokashi opgebracht en in een ander deel niet. De hoeveelheid bokashi die werd opgebracht verschilde per locatie.

2.1 Bemonstering

Begin november 2023 zijn op de drie locaties grondmonsters genomen. De grondmonsters werden genomen onder of rond de beplanting in een vlak van ca. 4 m². Vóór het nemen van het monster werd de strooisellaag weggehaald. Er werden ca. 35 steken genomen met een gutsboor met een diameter van 13 mm tot een diepte van 25 cm. Dit leverde een hoeveelheid grond van ca. 1-1,5 L. Een beschrijving van de drie locaties:

- Charlois (Figuur 2.1): twee plantvakken in een woonwijk, één met Spirea (*Spiraea Japonica* 'Little Princess') en één met *Perovskia atriplicifolia* 'Blue Spire' (Russische salie of Reuzenlavendel). Beide plantvakken waren in twee delen verdeeld, één deel waarin bokashi was opgebracht en één deel niet. Er waren resten van de bokashi op de grond te zien. Het plantvak met Spirea werd gebruikt als hondenuitlaatstrook, waarbij de randen duidelijk meer werden bezocht dan het midden. In het plantvak met Spirea werden vier grondmonsters genomen, in dat met Perovskia twee. De grondmonsters bestonden uit elk vier steken in de wortelzone van negen planten, in totaal 36 steken per monster.

Zonder bokashi



Met bokashi



Figuur 2.1 Grondmonsters (0-25 cm) in het plantvak met Spirea, links zonder en rechts met bokashi. De foto's tonen zowel verschillen in plantengroei tussen de bodembehandelingen als aggregaatvorming op de helft waarin bokashi was aangebracht. November 2023 te Charlois, Rotterdam.

- Melanchtonweg (Figuur 2.2): drie plantvakken met rozen (*Rosa* 'La Sevillana') op gele zandgrond langs een doorgaande weg. In elk plantvak was aan één kant een dunne laag bokashi opgebracht en aan de andere kant niet. De bokashi was grotendeels verteerd. Op de plekken met bokashi was in de bovenlaag van de grond organisch materiaal te zien. Tijdens het nemen van de grondmonsters kwamen op die plekken meerdere regenwormen naar boven. Er werden zes grondmonsters genomen. De grondmonsters bestonden uit elk vier steken in de wortelzone van negen planten, in totaal 36 steken per monster.
- Vroesenpark (Figuur 2.3): een park met plantvakken met Hortensia (*Hydrangea arborescens* 'Annabelle') in een grasveld, aan één kant begrensd door een rij elzen. In acht plantvakken met Hortensia was meerdere malen op één helft een dikke laag (ca. 15 cm) bladbokashi opgebracht en op de andere helft niet, afwisselend aan de ene of de andere kant van het plantvak. De bokashi was slechts ten dele vergaan, waardoor de bodem nog bedekt was met een laag van ca. 10 cm. Er werden drie plantvakken uitgekozen om in totaal zes grondmonsters te nemen.



Figuur 2.2 Nemen van grondmonsters in een plantvak met rozen in november 2023 aan de Melanchtonweg te Rotterdam.



Figuur 2.3 Plantvakken met onder andere Hortensia in het Vroesenpark te Rotterdam, november 2023.

2.2 Monsterverwerking

De grond werd gemengd en vervolgens werden er submonsters genomen voor het bepalen van het vochtgehalte van de grond en extractie van de aaltjes.

2.2.1 Vochtgehalte grond

Voor het bepalen van het vochtgehalte werd ca. 100 mL verse grond afgewogen, gedurende 40-48 uur bij 105°C gedroogd en daarna opnieuw gewogen. Het vochtgehalte van de grond werd berekend als

$$\{ (\text{Gewicht vochtige grond}) - (\text{Gewicht droge grond}) \} / (\text{Gewicht droge grond})$$

2.2.2 Extractie en tellen nematoden

Een submonster van 100 mL verse grond werd gebruikt voor het bepalen van de samenstelling van de aaltjesgemeenschap. Dit submonster is over een 180 µm zeef gespoeld om organisch materiaal (> 180 µm) te verwijderen en zo een schonere suspensie voor het tellen van de aaltjes te verkrijgen. De nematoden in de opgevangen suspensie (met deeltjes <180 µm) werden vervolgens opgespoeld met een Oosterbrink trechter en opgevangen op drie gestapelde 45 µm zeven. Het materiaal dat is opgevangen op deze zeven werd drie dagen op een dubbel Tork filter geïncubeerd bij 20°C, waarna de nematoden zijn afgetapt in 100 mL water (spoelmonster). Het totale aantal nematoden in het spoelmonster werd bepaald door uit de suspensie van 100 mL een submonster van 10 mL te tellen.

Na het tellen van het totale aantal werd de rest van het spoelmonster (90 mL) gefixeerd met formaline om de milieuaaltjes te kunnen determineren. Dit is een oplossing van 7,6 mL formaline (37% formaldehyde) en 92,4 mL gedestilleerd water (modificatie van Bezooijen en Ettema, 1996). Hiertoe werden de nematoden in de watersuspensie eerst overgebracht in glazen potjes van 25-30 mL, 24 uur te bezinken gezet, waarna de bovenstaande vloeistof werd afgezogen tot 2 mL. Er werd 4 mL formaline van 90°C bij gepipetteerd en meteen daarna 4 mL formaline van 20°C. Bij een vergroting van 400-1000× werden willekeurig ca. 150 nematoden gedetermineerd tot op familie, geslacht of soort (Bongers, 1988). Dauerlarven, niet op naam te brengen ruststadia van nematoden (vaak bacterie-eters, maar ook van insectenparasieten) werden wel geteld, maar niet meegerekend in het aantal te determineren nematoden.

2.2.3 Verwerken gegevens

Het totaal aantal nematoden in 100 mL grond werd omgerekend naar het aantal per 100 g droge grond. Vervolgens werd het aantal gedetermineerde nematoden in de verschillende groepen omgerekend naar het aantal per 100 g droge grond. De tellingen van de nematodengemeenschappen werden geanalyseerd met het online beschikbare programma Ninja (Sieriebriennikov *et al.*, 2014). Dauerlarven werden weggelaten uit de analyse.

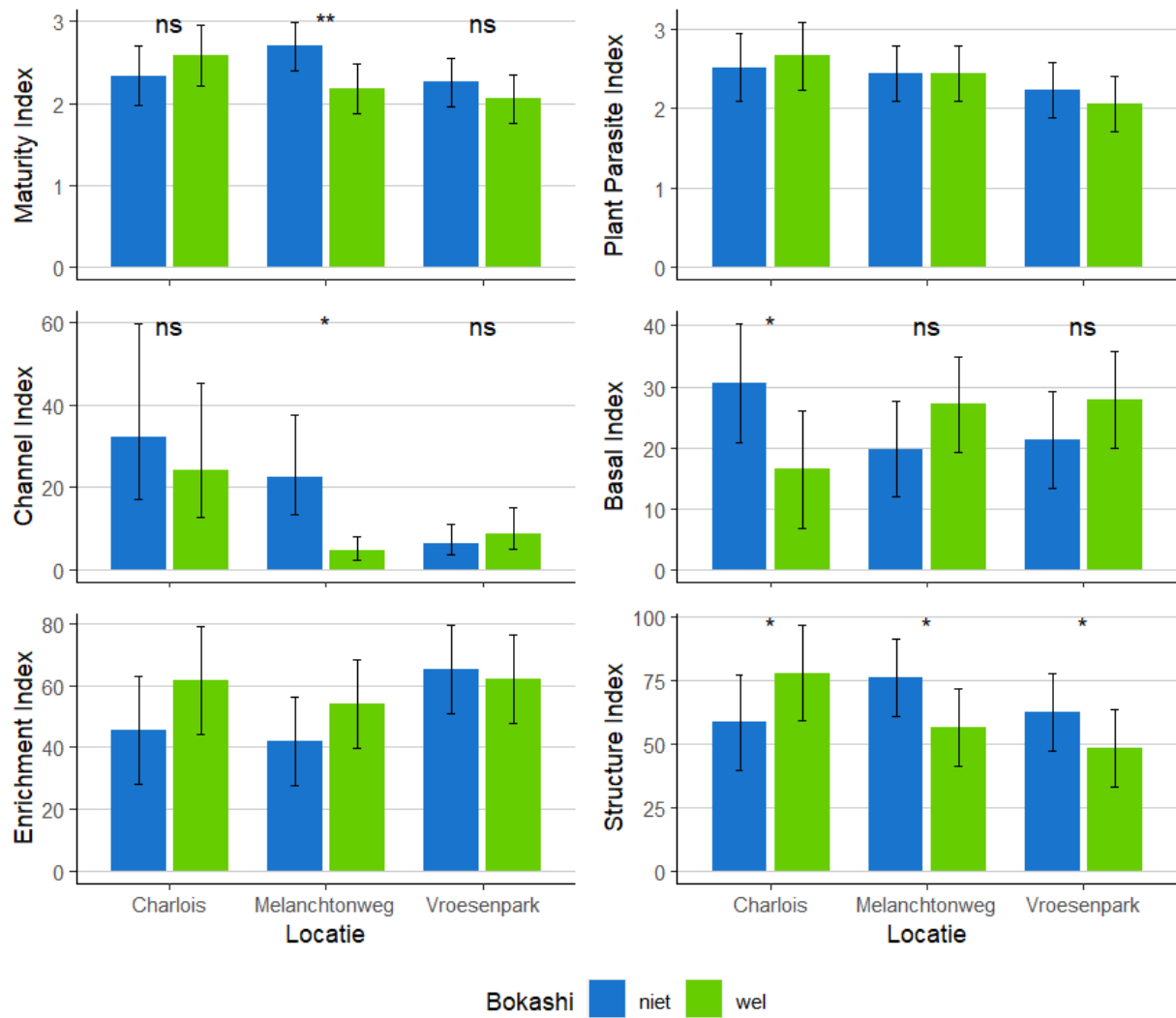
De gegevens werden verwerkt in R versie 4.2.1 (R Core Team, 2022) en RStudio® versie 2022.07.0 (RStudio Team, 2022). De biomassa-gegevens werden eerst $^{10}\log(x)$ -getransformeerd en de aantallen en de Channel Index $^{10}\log(x+1)$ -getransformeerd om te voldoen aan de vereisten voor Anova. De resultaten werden vergeleken met een geneste Anova met locatie, bokashi en de interactie locatie × bokashi als factoren en bokashi genest in plantvak als random factor. Gemiddelden en betrouwbaarheidsinterval werden berekend met het pakket emmeans. Wanneer de interactie locatie × bokashi niet significant was, werden de gemiddelde waarden over de drie locaties of over de twee bokashi-behandelingen berekend. In de Anova werden van het plantvak met Spirea in Charlois alleen de waarnemingen van het midden van het perk gebruikt. De opzet waarin het plantvak in tweeën was verdeeld met bokashi op de ene helft opgebracht maakte dat de twee monsters per bokashi-behandeling niet onafhankelijk waren en daarmee niet voldeden aan de voorwaarden voor een Anova. De resultaten van deze vier monsters worden wel afzonderlijk getoond in grafieken.

3 Resultaten

De beschrijving van de resultaten is verdeeld in een vergelijking van het effect van opbrengen van bokashi op de drie locaties en een beschrijving van de vier waarnemingen in het plantvak met spirea.

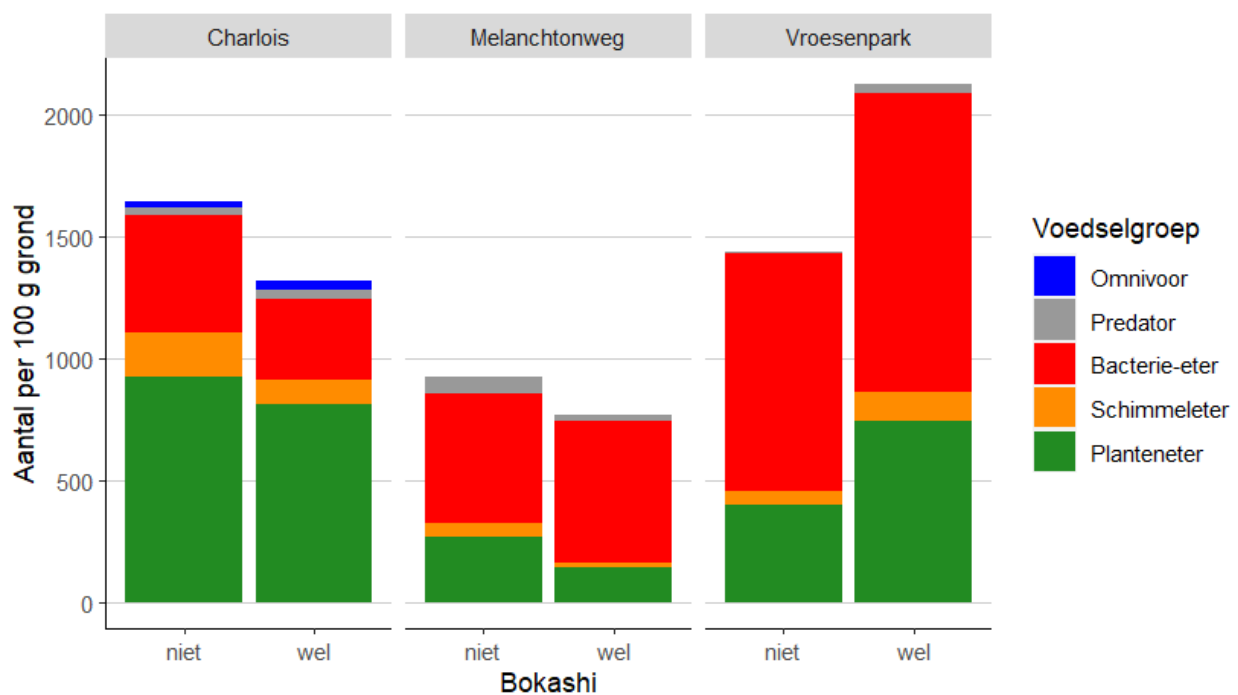
3.1 Vergelijking van drie locaties

Op alle locaties was het vochtgehalte van de grond aantoonbaar hoger in de plantvakken waar bokashi was opgebracht. Vanwege de vele regen in de periode voorafgaand aan de bemonstering was dit een groot verschil: ca. 6-9 procentpunt (Bijlage 2 en 3). Zoals verwacht was de Maturity Index lager na het opbrengen van bokashi, maar dit effect was alleen aantoonbaar (significant) in de plantvakken aan de Melanchtonweg en leek zelfs tegengesteld in de plantvakken in Charlois (Figuur 3.1, Bijlage 2 en 3). Er was een effect van locatie op de Plant Parasite Index, maar de onderlinge verschillen waren niet significant. Het effect van bokashi verschilde per locatie. Alleen aan de Melanchtonweg was de Channel Index aantoonbaar lager op de plekken waar bokashi was opgebracht (Figuur 3.1). Dit betekent dat er relatief meer bacterie-etters dan schimmeleters betrokken waren bij het verteren van makkelijk afbreekbaar materiaal. Alleen in Charlois was de Basal Index juist lager na het opbrengen van bokashi, wat betekent dat het aandeel aaltjes in het basale voedselweb relatief lager was. Tegengesteld aan de verwachting, was er geen significant effect van locatie en opbrengen van bokashi op de Enrichment Index. Er was juist wel effect op de Structure Index en dit effect verschilde per locatie. In Charlois was de Structure Index hoger op plekken waar bokashi was opgebracht, aan de Melanchtonweg en in het Vroesenpark juist lager (Figuur 3.1). De effecten zijn te herleiden naar veranderingen in aantal aaltjes uit bepaalde voedselgroepen met bepaalde CP-waarden.

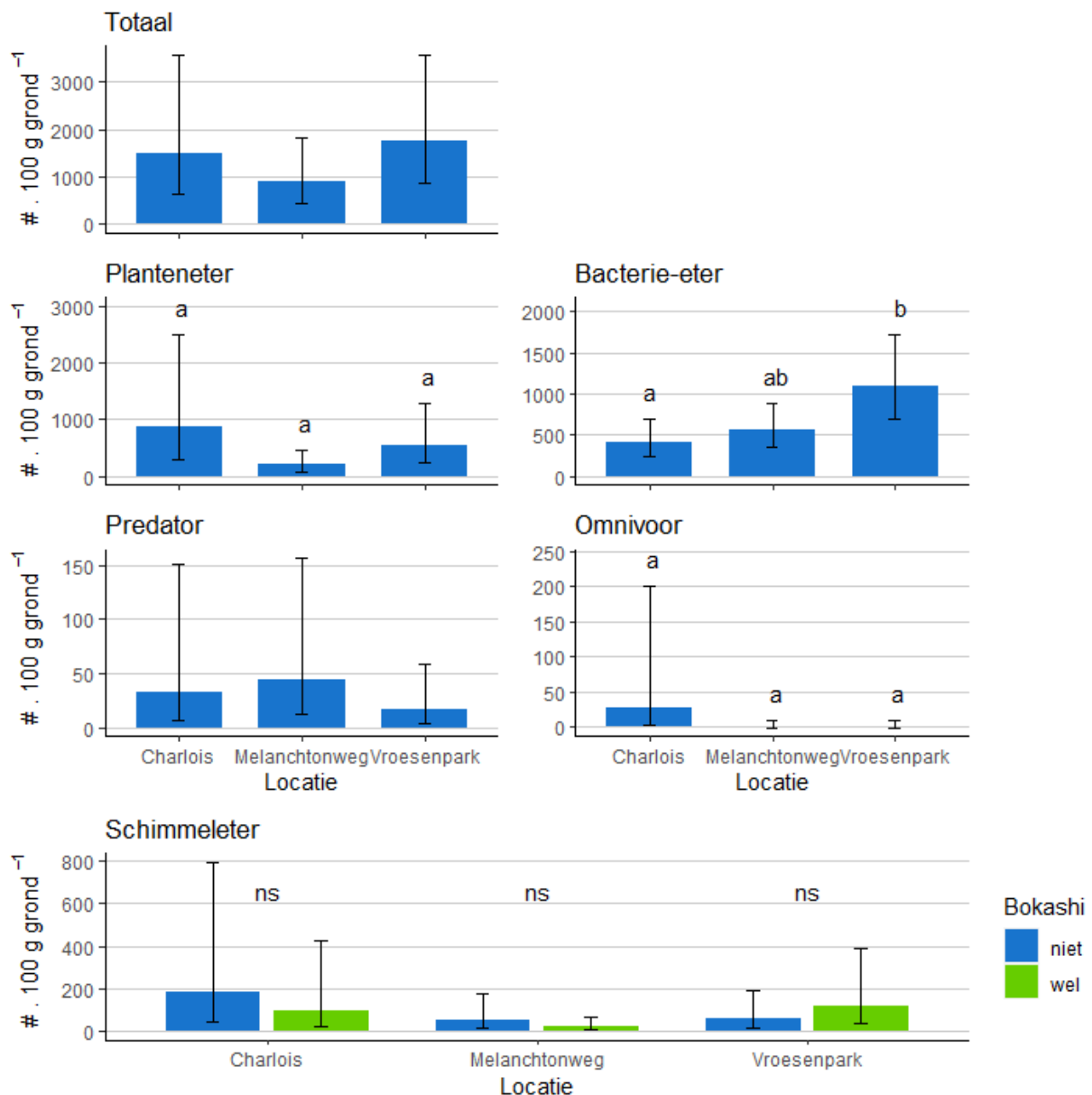


Figuur 3.1 Effect van locatie en wel of niet toedienen van bokashi op berekende indexen van de nematodengemeenschap. November 2023, Rotterdam.

Er was geen significant verschil in totaal aantal nematoden tussen de locaties en wel of niet opbrengen van bokashi, waarschijnlijk vanwege de grote spreiding in aantallen en een beperkt aantal monsters per locatie (Figuur 3.2). Voor de meeste voedselgroepen was tussen de locaties geen aantoonbaar verschil in effect van opbrengen van bokashi (niet-significante interactie). Voor deze groepen is in Figuur 3.3 per locatie het gemiddelde aantal aaltjes over de twee behandelingen met en zonder bokashi berekend. Het effect van toedienen van bokashi op het aantal schimmeleTERS verschilde wel per locatie, maar de onderlinge verschillen tussen plekken met en zonder bokashi waren niet significant (Figuur 3.3, Bijlage 2). Het aantal bacterie-eters was hoger in het Vroesepark dan op de andere locaties, maar er was geen aantoonbaar effect van opbrengen van bokashi op het aantal bacterie-eters (Figuur 3.3). De groep bacterie-eters was divers en bestond naast grote aantallen CP1- en CP2-aaltjes ook uit behoorlijke aantallen *Prismatolaimus* en *Diphtherophora* (beide CP3) en Alaimidae (CP4; Bijlage 4). Het aantal planteneters en omnivoren verschilde afhankelijk van de locatie, maar de onderlinge verschillen tussen de locaties waren niet significant (Figuur 3.3, bijlage 2). Het aantal predatoren verschilde niet aantoonbaar tussen locaties en plekken waar wel of niet bokashi was opgebracht (Figuur 3.3).

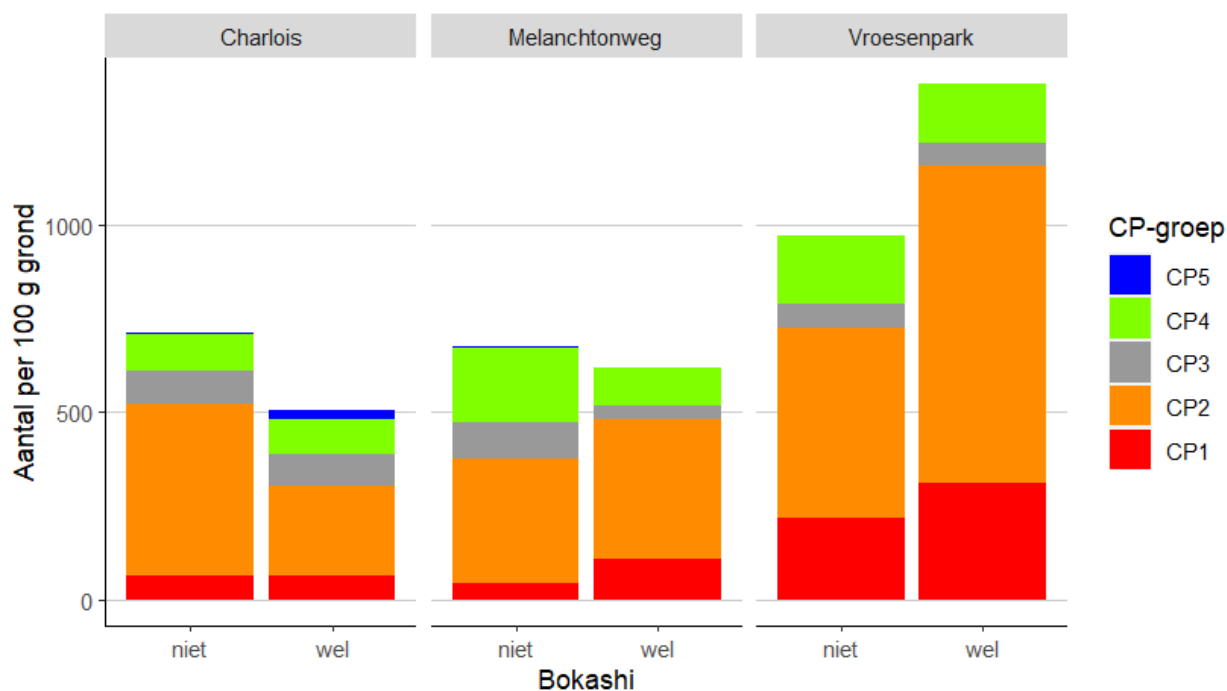


Figuur 3.2 Effect van wel of niet toedienen van bokashi op drie locaties op het aantal nematoden in vijf voedselgroepen. November 2023, Rotterdam.

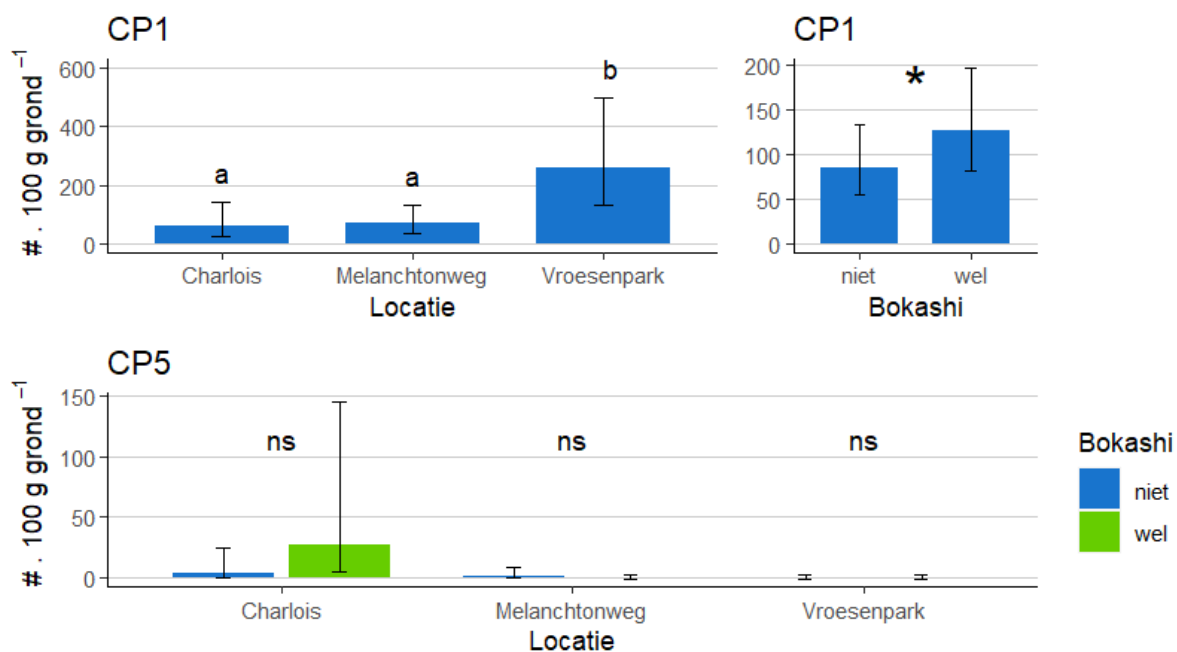


Figuur 3.3 Effect van locatie en/of toedienen van bokashi op nematoden in verschillende voedselgroepen. November 2023, Rotterdam.

Er was geen significante interactie van locatie en opbrengen van bokashi op het aantal aaltjes uit de groep CP1. Daarom zijn per locatie het gemiddelde aantal aaltjes in de behandelingen met en zonder bokashi weergegeven en voor de bokashi-behandeling het gemiddelde aantal over de drie locaties (Figuur 3.4). In het Vroesenpark kwamen meer nematoden uit de groep CP1 voor dan in de plantvakken in Charlois en aan de Melanchtonweg (Figuur 3.4, Figuur 3.5). Op plekken waar bokashi op de grond was opgebracht, kwamen gemiddeld meer nematoden uit deze CP1-groep voor dan op plekken waar geen bokashi was opgebracht (Figuur 3.5). Dit betrof vooral de bacterie-etende families Rhabditidae en Diplogastridae (Bijlage 4). Er was een significante interactie tussen locatie en opbrengen van bokashi op het aantal CP5-aaltjes, maar per locatie was er geen aantoonbaar verschil tussen plekken met of zonder bokashi (Figuur 3.5). Er waren geen aantoonbare verschillen tussen locaties en plekken met of zonder bokashi in aantal aaltjes uit de CP-groepen 2, 3 en 4 (Figuur 3.4, Bijlage 2).

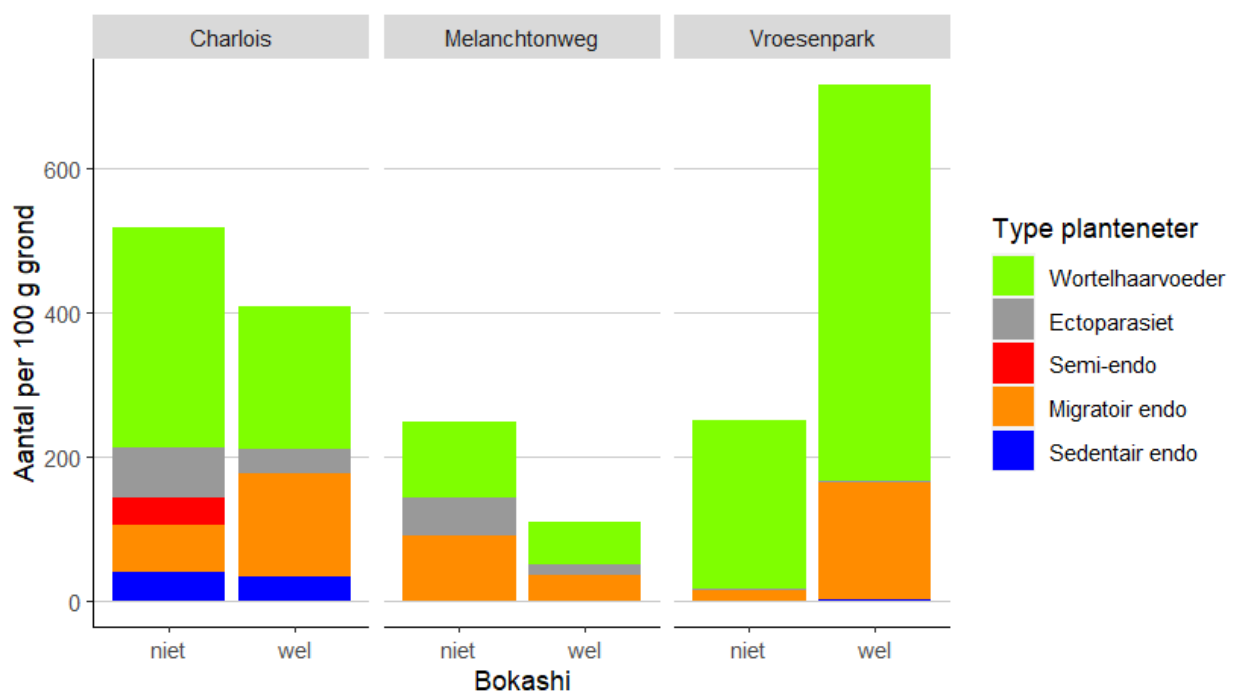


Figuur 3.4 Nematoden uit verschillende CP-(Colonizer-Persister-) groepen op drie locaties waar wel of niet bokashi is opgebracht. November 2023, Rotterdam.



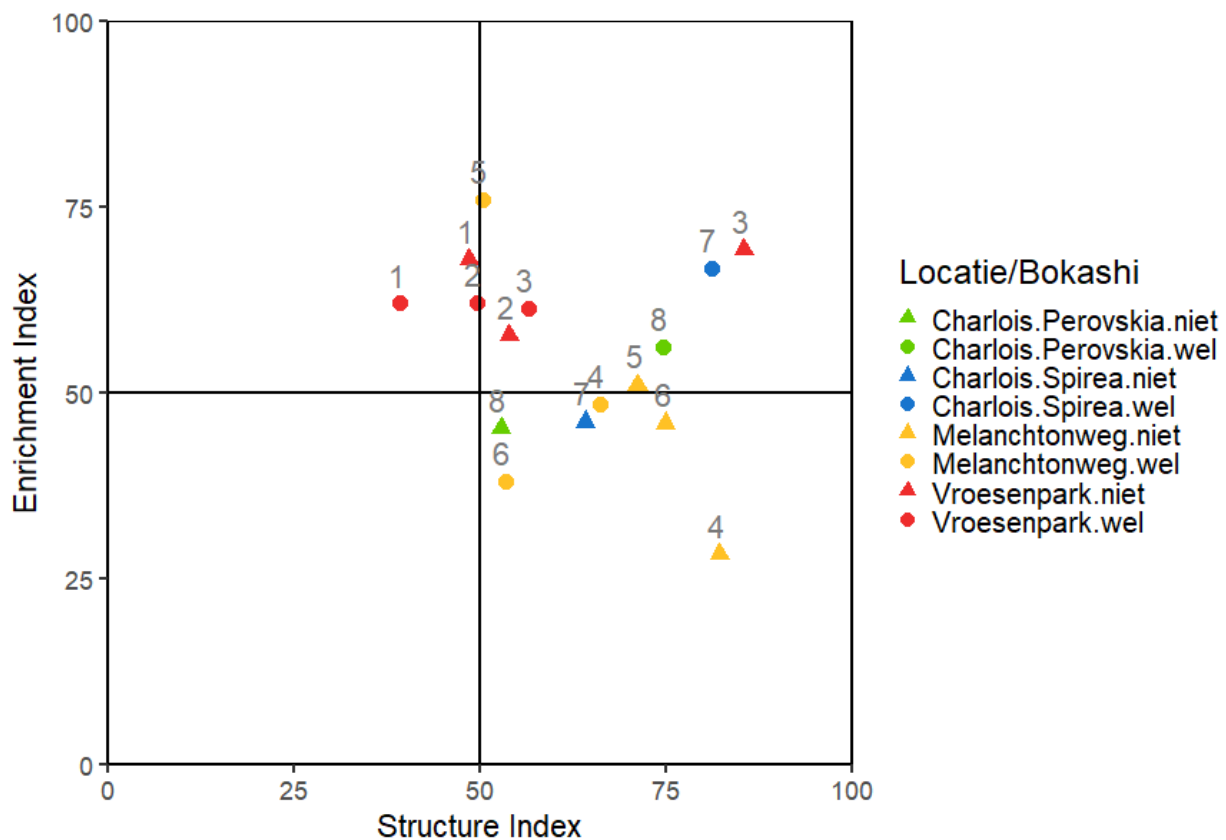
Figuur 3.5 Effect van locatie en/of toedienen van bokashi op nematoden uit de CP-(Colonizer-Persister-)groepen 1 en 5. November 2023, Rotterdam.

De groep planteneters bestaat uit nematoden met verschillende voedingswijze, waarvan sommige in de wortels leven (endoparasiet) en andere alleen de wortel aan de buitenkant aanprikken om te voeden (wortelhaarvoerders, ectoparasieten en semi-endoparasieten). De samenstelling van de groep planteneters verschilde per locatie, maar er was geen aantoonbaar effect van opbrengen van bokashi. In Charlois werden in het plantvak met *Perovskia* en kers hoge aantallen van het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) gevonden, een sedentaire endoparasiet (Figuur 3.6, Bijlage 4: ca. 1140-1570 per 100 mL grond). Het is bekend dat dit aaltje zich sterk kan vermeerderen op *Salvia* en *Prunus* (Bijlage 5). Aangezien *Perovskia* nu wordt geschaard onder het geslacht *Salvia*, geldt dit mogelijk ook voor deze botanische soort. Migratoire endoparasieten waren in Charlois en aan de Melanchtonweg vooral *Pratylenchus* spp. en daarnaast Anguinidae, in het Vroesepark vooral Anguinidae (Bijlage 4). Het is bekend dat *Pratylenchus penetrans* zich sterk kan vermeerderen op *Salvia*, *Rosa* en *Prunus* en matig op *Spirea*. In *Rosa* kan *P. penetrans* al in lage dichtheden sterke groeiremming veroorzaken, in *Prunus* minder en in *Spirea* niet (Bijlage 5). Voor hortensia is geen informatie beschikbaar in Aaltjesschema (www.aaltjesschema.nl). Semi-endoparasieten uit de familie Hoplolaimidae werden alleen gevonden in Charlois, waarschijnlijk toevallig alleen op plekken waar geen bokashi was opgebracht. Ectoparasieten waren vooral Dolichodoridae en *Paratylenchus*, vooral in Charlois en aan de Melanchtonweg. De wortelhaarvoerders waren in grotere aantallen aanwezig; van deze groep wordt gedacht dat ze weinig invloed hebben op de plantengroei.



Figuur 3.6 Plantenetende nematoden met verschillende voedingswijzen op drie locaties waar wel of niet bokashi is opgebracht. November 2023, Rotterdam.

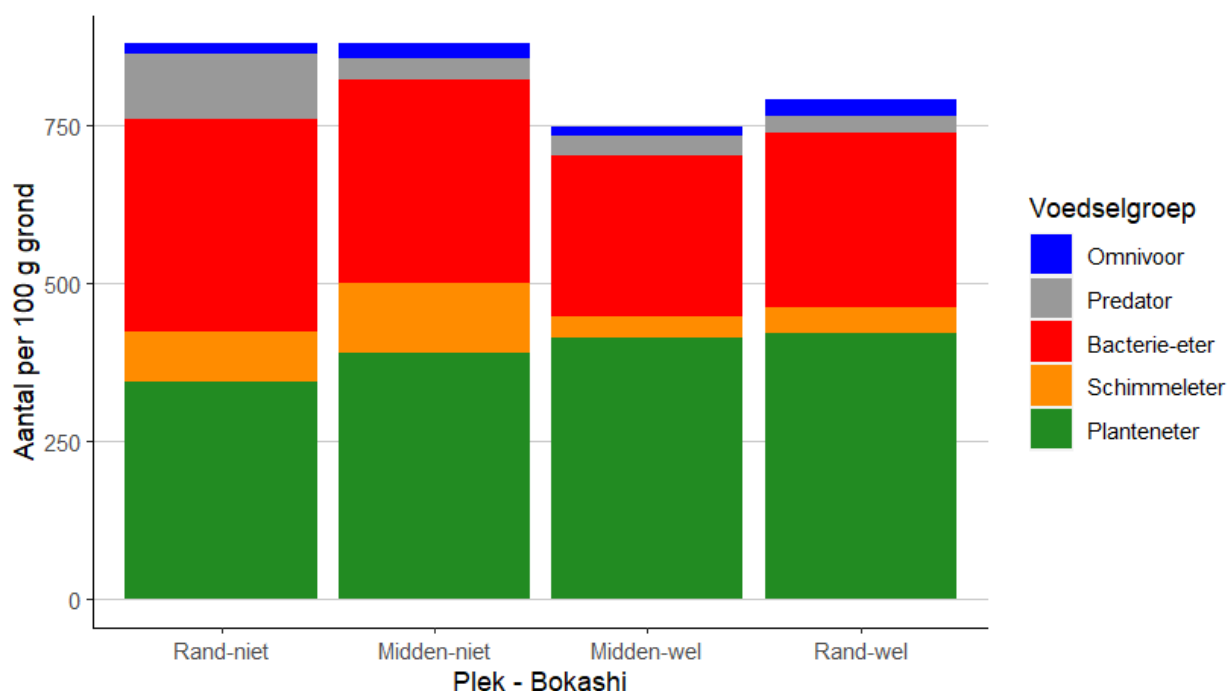
In het voedselwebanalysesdiagram lagen de meeste punten aan de rechterkant, wat een aanduiding is voor een complexer voedselweb (Figuur 3.7). De punten van het Vroesenpark lagen in het algemeen wat hoger, wat een hogere beschikbaarheid van voedsel aangeeft. In een deel van de plantvakken verschoven de punten wel omhoog op plekken waar bokashi was opgebracht, maar dat gold niet overal. Dit kwam ook tot uiting in niet significante effecten van opbrengen van bokashi op de Enrichment Index (Figuur 3.1).



Figuur 3.7 Voedselwebanalysesdiagram van nematoden uit grondmonsters in plantvakken (nr. 1-8) met verschillende beplanting waar op de ene helft wel en de andere helft geen bokashi werd opgebracht op drie locaties in Rotterdam, november 2023.

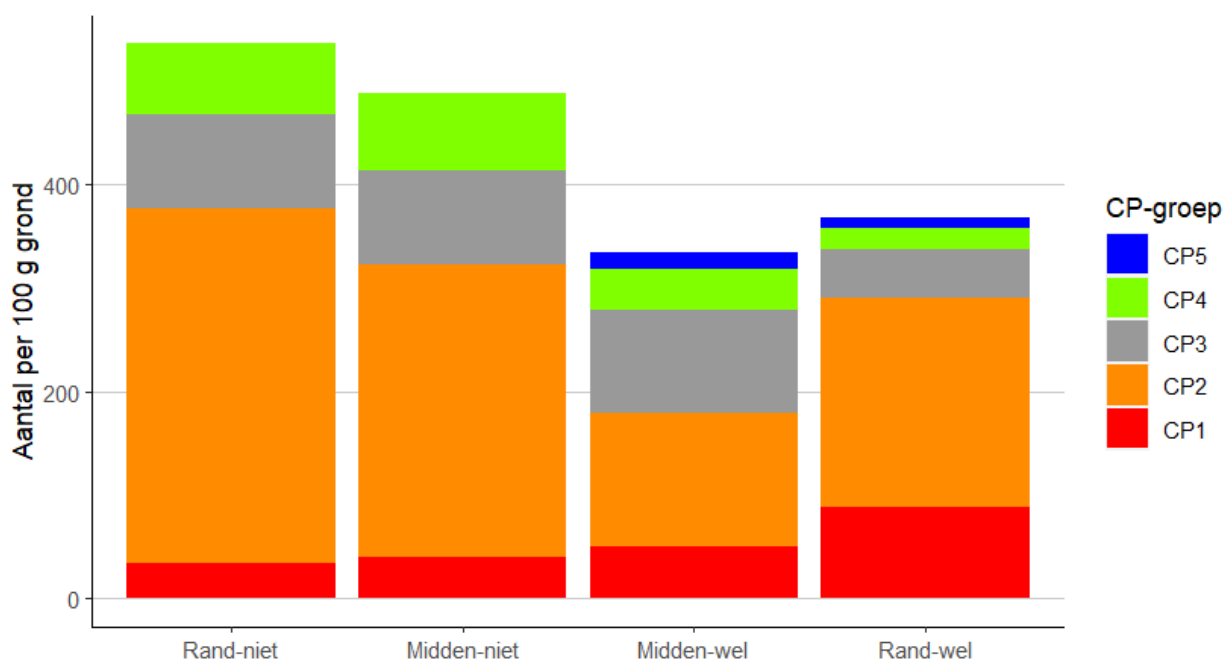
3.2 Plantvak met spirea in een woonwijk in Charlois

Van het plantvak met spirea kunnen wel patronen beschreven worden, maar kunnen geen stellige uitspraken worden gedaan over het effect van opbrengen van bokashi. Op de helft waar geen bokashi was opgebracht, werden iets hogere aantallen schimmeleters gevonden dan op de plak waar wel bokashi was opgebracht (Figuur 3.8). Deze schimmeleters hoorden vooral tot de geslachten *Aphelenchus* en *Aphelenchoides*. Het aantal planteneters op de plak waar bokashi was opgebracht was iets hoger dan op de plek waar geen bokashi was opgebracht.



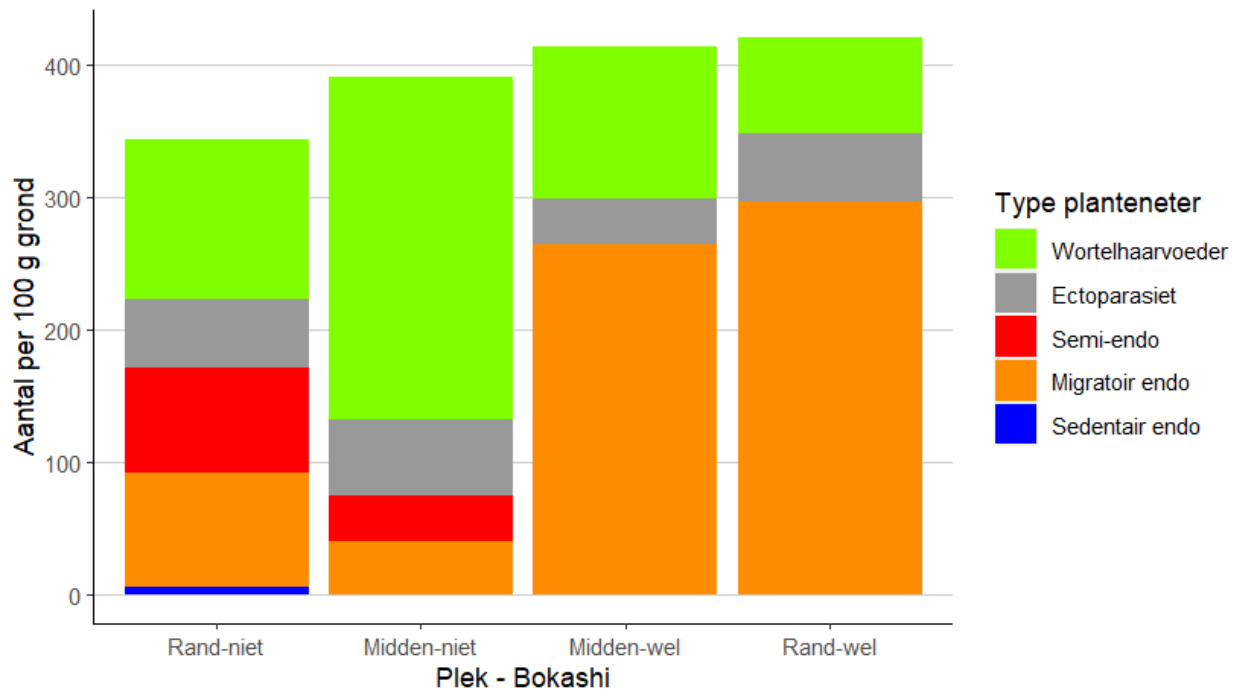
Figuur 3.8 Verdeling van nematoden in vijf voedselgroepen op vier plekken (aan de rand en in het midden) in een plantvak met spirea, waar op de ene helft wel en op de andere helft geen bokashi was opgebracht. November 2023, Rotterdam.

Op de helft waar geen bokashi was opgebracht, was het aantal aaltjes uit de groep CP1 iets lager en het aantal CP2- en CP4-aaltjes iets hoger dan op de helft waar wel bokashi was opgebracht (Figuur 3.9). Aaltjes uit de groep CP5 kwamen juist alleen voor op de helft waar wel bokashi was opgebracht. Aangezien er van tevoren geen grondmonsters zijn genomen, is geen oorzakelijk verband te leggen. Op beide helften was het aantal aaltjes aan de randen iets hoger dan in het midden. Dit betrof vooral de CP2-aaltjes, waarvan het grootste deel bestond uit bacterie-etters.



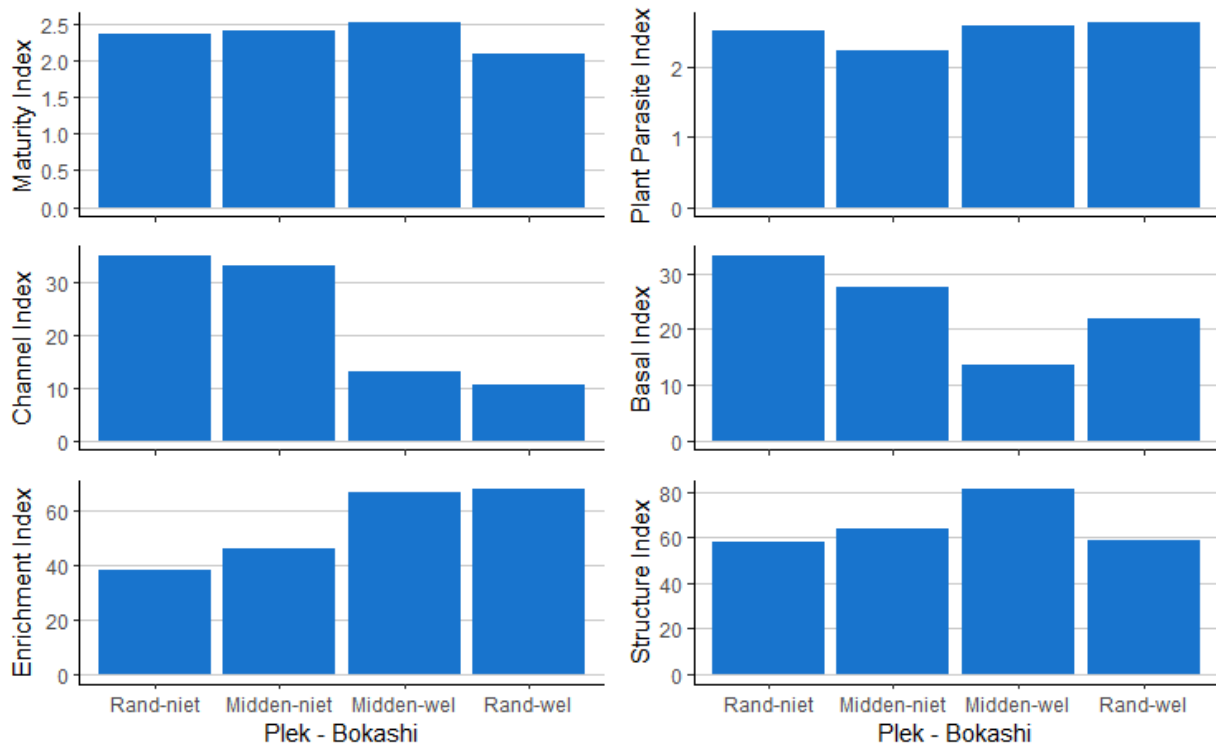
Figuur 3.9 Verdeling van nematoden in vijf CP-(Colonizer-Persister) groepen op vier plekken (aan de rand en in het midden) in een plantvak met spirea, waar op de ene helft wel en op de andere helft geen bokashi was opgebracht. November 2023, Rotterdam.

In de helft van het plantvak spirea waar geen bokashi was opgebracht, werden semi-endoparasieten gevonden, in de andere helft niet (Figuur 3.10). Omdat niet bekend is welke soorten aaltjes hier voorafgaand aan het opbrengen van de bokashi aanwezig waren, is niet uit te sluiten dat dit te maken heeft met de plaatselijke spreiding. Op de helft waar wel bokashi werd opgebracht, werd een hogere dichtheid migratoire endoparasieten (*Pratylenchus*) aangetroffen.



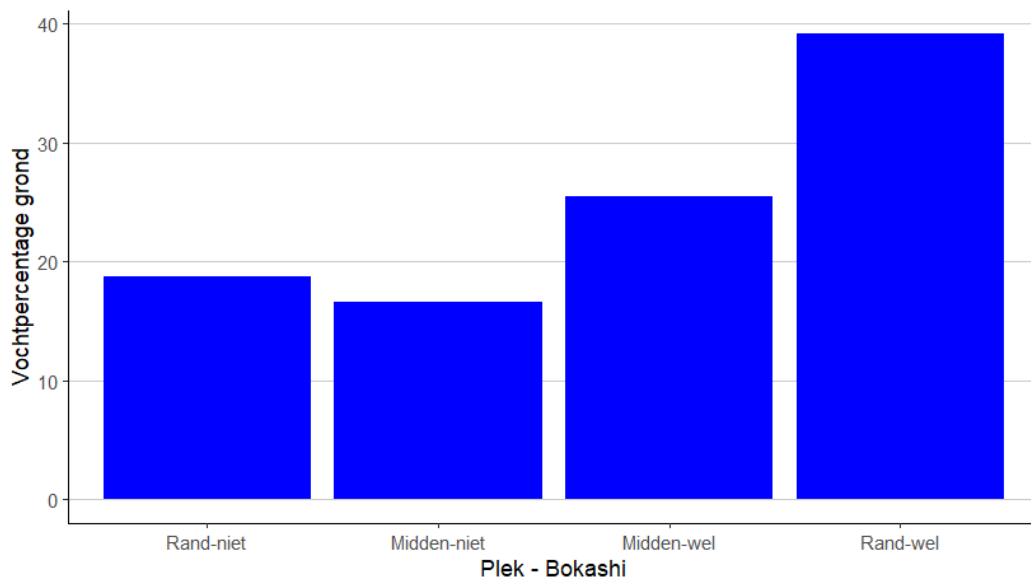
Figuur 3.10 Verdeling van nematoden in vijf groepen planteneters op vier plekken (aan de rand en in het midden) in een plantvak met spirea, waar op de ene helft wel en op de andere helft geen bokashi was opgebracht. November 2023, Rotterdam.

In het plantvak met spirea was de Maturity Index iets lager aan de rand van de helft waar bokashi was opgebracht (Figuur 3.11). De Channel Index was lager op de plek waar bokashi was opgebracht en de Enrichment Index hoger. De Basal Index en de Structure Index leken wat te verlopen van de randen naar het midden van het plantvak. Aan de randen was de Basal Index iets hoger en de Structure Index iets lager dan in het midden van het plantvak.



Figuur 3.11 Berekende Indexen van de nematodengemeenschap op vier plekken (aan de rand en in het midden) in een plantvak met spirea, waar op de ene helft wel en op de andere helft geen bokashi was opgebracht. November 2023. Rotterdam.

Het vochtpercentage van de grond was hoger in de helft waar bokashi was opgebracht en was ook iets hoger aan de randen dan in het midden van het plantvak (Figuur 3.12). Het hogere vochtpercentage van grond waar bokashi was opgebracht kwam ook naar voren op de andere locaties.



Figuur 3.12 Vochtpercentage van de grond op vier plekken (aan de rand en in het midden) in een plantvak met spirea, waar op de ene helft wel en op de andere helft geen bokashi was opgebracht. November 2023, Rotterdam.

4 Conclusie en discussie

Op plekken waar bokashi was opgebracht, was het vochtgehalte van de grond aantoonbaar hoger dan op plekken zonder bokashi. Op plekken waar bokashi in plantvakken was toegediend, was er een tendens dat de nematodengemeenschap anders was ten opzichte van plekken waar geen bokashi was opgebracht. Tegen de verwachting in was het totale aantal aaltjes op plekken met bokashi meestal lager dan op plekken zonder bokashi, met uitzondering van het Vroesepark. Dit werd deels veroorzaakt door een verschil in aantallen planteneters, maar ook door de aaltjes die betrokken zijn bij het verteren van organisch materiaal, zoals bacterie- en schimmeleeters. Het was opvallend dat vooral bacterie-etende aaltjes uit de groep CP1 stelselmatig in hogere aantallen aanwezig waren op plekken met bokashi. Deze groep aaltjes reageert sterk op een toename van het aantal bacteriën. Andere groepen bacterie-eters uit hogere CP-groepen reageerden niet duidelijk op toedienen van bokashi. Na aanbrengen van organisch materiaal reageren gedurende de tijd verschillende groepen aaltjes op veranderingen in het bodemleven, maar er is slechts beperkt onderzoek gedaan naar deze veranderingen in de tijd (Ettema & Bongers, 1993).

In deze studie was er een significant lagere Maturity Index en Channel Index na opbrengen van bokashi aan de Melanchtonweg, maar niet op de andere locaties. De Enrichment Index veranderde niet aantoonbaar, mogelijk door verschillende tendensen per locatie. Er was juist wel effect op de Structure Index, die na toedienen van bokashi hoger was in Charlois, maar lager aan de Melanchtonweg en in het Vroesepark. Toedienen van organisch materiaal geeft in het algemeen een lagere Maturity Index en een hogere Enrichment Index, maar er wordt weinig effect verwacht op de Structure Index (Du Preez *et al.*, 2022). De Channel Index zou kunnen af- of toenemen naar gelang het materiaal meer wordt afgebroken door bacterie- of schimmeleeters.

Er was grote variatie in bodem en vegetatie tussen de locaties en slechts een beperkt aantal waarnemingen per locatie, wat het lastig maakt om stellige uitspraken te kunnen doen. De drie locaties verschilden op het oog in bodemtextuur en organisch stofgehalte en beplanting. Deze factoren hebben grote invloed op de samenstelling van de nematodengemeenschap. Aangezien er vóór aanvang geen bodemmonsters zijn genomen, is niet bekend wat de oorspronkelijke aanwezigheid en de plaatselijke verdeling van de aaltjes was. Hierdoor is het niet mogelijk om vast te stellen of bepaalde groepen toe- of afnamen.

Advies:

Aanpassingen in bodembeheer worden vaak gedaan om bepaalde effecten of doelen te bereiken. Metingen kunnen inzicht geven of de beoogde effecten worden bereikt.

- Stel voor aanvang van veranderingen in bodembeheer vast welke effecten worden verwacht.
- Stel een doordacht plan van waarnemingen op, inclusief wanneer deze zullen worden uitgevoerd.
- Met aanvullende metingen kan beter inzicht worden verkregen in veranderingen in de bodem. Naast metingen aan de nematodengemeenschap valt te denken aan bodemchemie (bemesting), microbiologie door middel van PLFA (polylipid fatty acids) of NGS (next generation sequencing) en mesofauna (protocol bodemdierendagen.nl).
- Met betrekking tot functies van de bodem kunnen metingen worden verricht aan bijvoorbeeld vochtvasthoudend vermogen, bodemrespiratie en biotoetsen om bodemweerbaarheid te toetsen.

Literatuur

Aaltjesschema. URL www.aaltjesschema.nl

Bezooijen, J. van, en C. Ettema, (1996). *Practicumhandleiding nematologie (gedeeltelijk herziene versie)*. Wageningen: Vakgroep Nematologie.

Bongers, T., 1988. *De nematoden van Nederland: een identificatietabel voor de in Nederland aangetroffen zoetwater- en bodembewonende nematoden*. Utrecht: Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.

Bongers, T., 1990. The Maturity Index - an Ecological Measure of Environmental Disturbance Based on Nematode Species Composition. *Oecologia* 83, 14-19.

Bongers, T. en G. Korthals, 1994. The behaviour of maturity index and plant parasite index under enriched conditions. *Proceedings 22nd International Symposium European Society of Nematologists*, Gent, België.

Du Preez, G., Daneel, M., De Goede, R., Du Toit, M.J., Ferris, H., Fourie, H., Geisen, S., Kakouli-Duarte, T., Korthals, G., Sanchez-Moreno, S., Schmidt, J.H., 2022. Nematode-based indices in soil ecology:

Application, utility, and future directions. *Soil Biology and Biochemistry* 169, article number 108640. Doi: 10.1016/j.soilbio.2022.108640

Ettema, C.H., Bongers, T., 1993. Characterization of Nematode Colonization and Succession in Disturbed Soil Using the Maturity Index. *Biology and Fertility of Soils* 16(2), 79-85.

Ferris, H., T. Bongers en R.G.M. de Goede, 2001. A framework for soil food web diagnostics: Extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18(1), 13-29.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

RStudio Team (2022). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/>

Sieriebriennikov, B., Ferris, H. en R.G.M. de Goede, 2014. NINJA: An automated calculation system for nematode-based biological monitoring. *European Journal of Soil Biology* 61, 90-93.

Bijlage 1 Achtergrondinformatie

Op diverse plekken in de stad zijn proeven gedaan met toedienen van bokashi in plantvakken: steeds een deel wel en een deel niet (gepaarde waarnemingen).

Gekozen voor bemonstering op woensdag 8 november 2023 in het Vroesepark, aan de Melanchtonweg en in Charlois, Rotterdam. Droge dag na periode met erg veel regen. Grasveld in Vroesepark was zompig op de laagste plekken. Bemonstering milieuaaltjes met 1,3 cm gutsboor tot 25 cm diepte.

Tabel 1. Plaats, type van de locatie, omschrijving van de grond, beplanting en het wel of niet aanbrengen van bokashi op achttien bemonsterde plekken in Rotterdam, november 2024.

Nummer	Plaats	Type locatie	Grond	Bepanting	Bokashi
RD 1	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	wel
RD 2	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	niet
RD 3	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	wel
RD 4	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	niet
RD 5	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	niet
RD 6	Vroesepark	Plantvak in oud gemeentepark	Humusrijk	Hortensia	wel
RD 7	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	niet
RD 8	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	wel
RD 9	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	niet
RD 10	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	wel
RD 11	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	niet
RD 12	Melanchtonweg	Plantvak langs doorgaande weg	Humusarm zand	Roos	wel
RD 13	Charlois	Plantvak in woonwijk	Humusarm zand	Spirea	wel
RD 14	Charlois	Plantvak in woonwijk	Humusarm zand	Spirea	wel
RD 15	Charlois	Plantvak in woonwijk	Humusarm zand	Spirea	niet
RD 16	Charlois	Plantvak in woonwijk	Humusarm zand	Spirea	niet
RD 17	Charlois	Plantvak in woonwijk	Zand	Perovskia	wel
RD 18	Charlois	Plantvak in woonwijk	Zand	Perovskia	niet

Nematoden onderzoek
Assortiment: *Spiraea japonica* 'Golden Princess'

Met bokashi 
Zonder bokashi 



Figuur 1a Overzicht van de plekken in de plantvakken met *Spiraea* waar grondmonsters werden genomen te Charlois, Rotterdam. Nr. 1-4 op de plattegrond komt overeen met nr. RD 13-16 in de tabel.



Figuur 1b Overzicht van de plekken in de plantvakken met *Spiraea* waar grondmonsters werden genomen te Charlois, Rotterdam. De locatie van nr. 1-4 is aangegeven op de plattegrond in Fig. 1a en komt overeen met nr. RD 13-16 in de tabel.

Nematoden onderzoek

Assortiment: *Perovskia atriplicifolia* 'Blue Spire'

Met bokashi



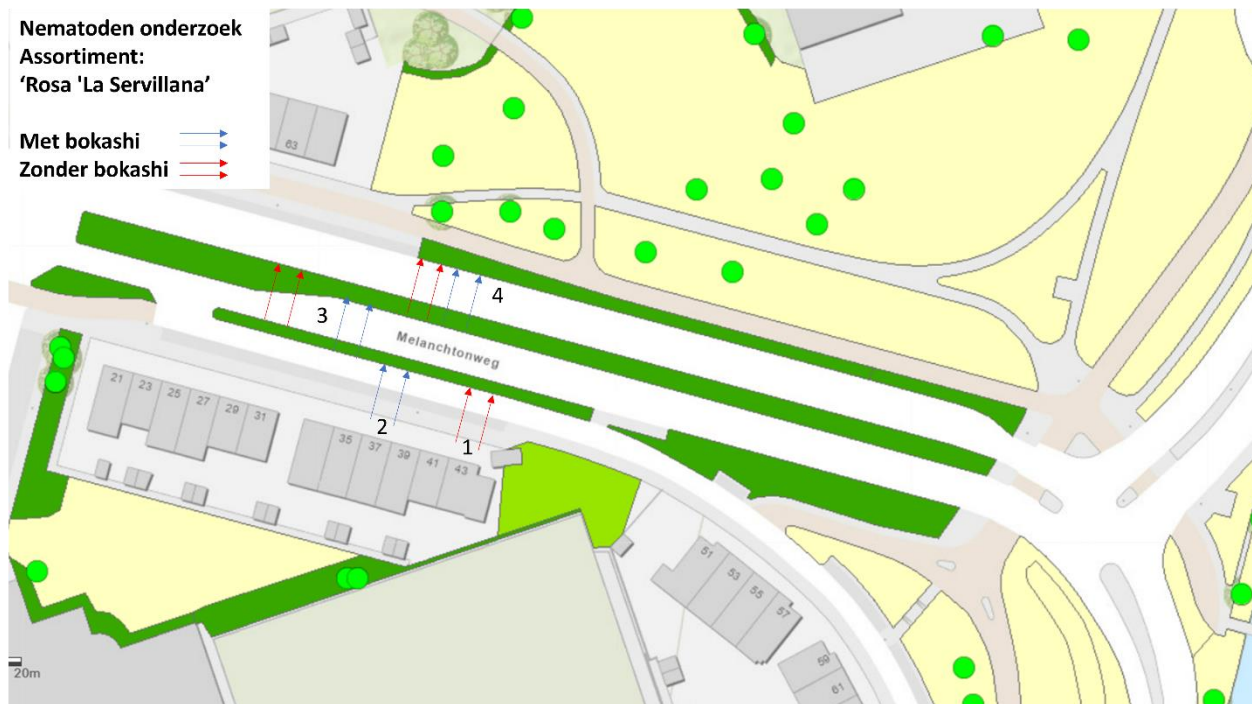
Zonder bokashi



Figuur 1c Overzicht van de plekken in de plantvakken met *Perovskia* waar grondmonsters werden genomen te Charlois, Rotterdam. Nr. 1-2 op de plattegrond komt overeen met nr. RD 17-18 in de tabel.



Figuur 1d Overzicht van de plekken in de plantvakken met *Perovskia* waar grondmonsters werden genomen te Charlois, Rotterdam. De locatie van nr. 1-2 is aangegeven op de plattegrond in Fig. 1c en komt overeen met nr. RD 17-18 in de tabel.



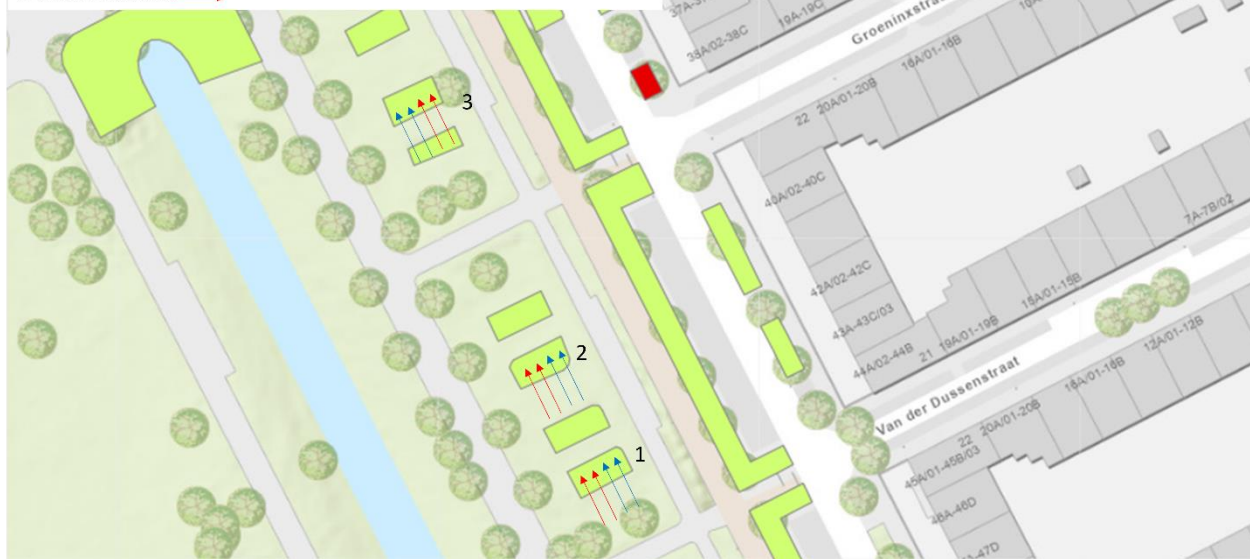
Figuur 2a Overzicht van de plekken in de plantvakken met Roos (nr. 1-4 op de plattegrond komt overeen met nr. RD 7-12 in de tabel) waar grondmonsters werden genomen aan de Melanchtonweg, Rotterdam.



Figuur 2b Foto's van de plekken in de plantvakken met Roos waar grondmonsters werden genomen aan de Melanchtonweg, Rotterdam. Blauwe pijlen geven de bemonsterde plekken in de plantvakken waar bokashi was opgebracht aan, rode pijlen de bemonsterde plekken zonder bokashi. De locatie van nr. 1-4 is aangegeven op de plattegrond in Fig. 2a en komt overeen met nr. RD 7-12 in de tabel.

Nematoden onderzoek
Assortiment: *Hydrangea arborescens* 'Annabelle'

Met bokashi 
Zonder bokashi 



Figuur 3a Overzicht van de plekken in de plantvakken met *Hortensia* (nr. 1-3 op de plattegrond komt overeen met nr. RD 1-6 in de tabel) waar grondmonsters werden genomen in het Vroesepark, Rotterdam. Aan de Zuidwestkant van de plantvakken is een rij elzen gelegen. Er is hoogteverloop in het park: de grond loopt zowel af richting het water als in Zuidelijke richting. De grond in het gedeelte van plantvakken 1 en 2 was daardoor vochtiger dan in het gedeelte van plantvak 3.



Figuur 3b Grondbemonstering van een plantvak met *Hortensia* in het Vroesepark, Rotterdam (links). Duizendpoten in de bovenlaag van de grond (rechts).

Zonder bokashi



Met bokashi



Figuur 4a Grondmonsters (0-25 cm) in het plantvak met *Perovskia*, links zonder en rechts met bokashi. November 2023 te Charlois, Rotterdam.

Zonder bokashi



Met bokashi



Figuur 4b Grondmonsters (0-25 cm) in het plantvak met rozen, links zonder en rechts met bokashi. November 2023 aan de Melanchtonweg, Rotterdam.

Zonder bokashi



Met bokashi



Figuur 4c Grondmonsters (0-25 cm) in het plantvak met Hortensia, links zonder en rechts met bokashi. November 2023 te Vroesenpark, Rotterdam.

Bijlage 2 Resultaten Anova

Tabel 1. Resultaten van een geneste Anova met Locatie (Vroesepark, Melanchtonweg, Charlois), Bokashi (wel of niet opbrengen) en de interactie Loc. x Bokashi als fixed effecten, en Blok genest binnen Locatie als random effect. Per blok is in een deel wel en een deel geen bokashi opgebracht.

Parameter	Locatie (2 df)		Bokashi (1 df)		Loc. x Bokashi (2 df)	
	Chisq	P-waarde	Chisq	P-waarde	Chisq	P-waarde
Vochtpercentage	5.82	0.054	57.11	<0.001	1.24	0.54
Maturity Index (MI)	4.10	0.13	7.90	<0.01	15.89	<0.001
Maturity Index 2-5 (MI2-5)	2.29	0.32	5.36	0.02	22.61	<0.001
Plant Parasite Index (PPI)	6.37	0.04	0.05	0.82	1.07	0.58
Channel Index (CI)	22.79	<0.001	7.97	<0.01	17.93	<0.001
Basal Index (BI)	0.10	0.95	0.38	0.54	11.43	<0.01
Enrichment Index (EI)	4.55	0.10	2.90	0.09	3.62	0.16
Structure Index (SI)	2.42	0.30	6.68	<0.01	27.33	<0.001
Aantal taxa (getelde groepen)	2.49	0.29	0.83	0.36	4.20	0.12
Biomassa (mg · 100 g grond ⁻¹)	2.10	0.35	2.12	0.15	3.84	0.15
Dauer larven (# · 100 g grond ⁻¹)	1.73	0.42	1.12	0.29	4.72	0.09
Totaal (zonder dauer larven; # · 100 g grond ⁻¹)	3.31	0.19	0.00	0.97	4.87	0.09
Planteneters	6.05	0.048	0.00	0.97	2.80	0.25
Niet-planteneters	8.81	0.01	0.01	0.91	4.09	0.13
Schimmeleeters	4.26	0.12	0.77	0.38	6.73	0.03
Bacterie-eters	14.41	<0.001	0.02	0.90	1.91	0.38
Predatoren	2.06	0.36	0.21	0.65	2.41	0.30
Omnivoren	8.52	0.01	0.01	0.90	0.30	0.86
Sedentaire endoparasieten	3.17	0.21	0.73	0.39	1.79	0.41
Migratoire endoparasieten	0.45	0.80	0.87	0.35	3.17	0.21
Semi-endoparasieten‡	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ectoparasieten	13.30	<0.01	1.24	0.27	0.51	0.77
Wortelhaarvoeders	16.69	<0.001	0.00	0.98	4.28	0.12
CP1-aaltjes	17.32	<0.001	4.75	0.03	3.12	0.21
CP2-aaltjes	4.51	0.10	0.15	0.70	5.28	0.07
CP3-aaltjes	0.37	0.83	1.66	0.20	2.29	0.32
CP4-aaltjes	1.83	0.40	2.44	0.12	1.61	0.45
CP5-aaltjes	10.77	<0.01	0.04	0.83	6.01	0.049
PP2-aaltjes	14.62	<0.001	0.01	0.93	5.49	0.06
PP3-aaltjes	5.40	0.07	0.12	0.73	2.64	0.27
PP4-aaltjes	7.72	0.02	0.26	0.61	12.91	<0.01
PP5-aaltjes	NA	NA	NA	NA	NA	NA

‡ Semi-endoparasieten werden slechts op twee plekken gevonden, beide in Charlois waar geen bokashi was opgebracht. De resultaten voldeden niet aan de voorwaarden om een Anova te mogen uitvoeren.

Zonder log-transformatie:

```
model<-lmer(dat2[i] ~ Locatie + Bokashi + Locatie:Bokashi + (1|Locatie:Blok), data=dat2)
```

Met log-transformatie (voor biomassa is het niet nodig om één bij de waarden op te tellen):

```
model<-lmer(log10(dat2[i]+1) ~ Locatie + Bokashi + Locatie:Bokashi + (1|Locatie:Blok), data=dat2)
```

```
Anova(model)
```


Bijlage 3 Gemiddelden

Tabel 1. Gemiddelde en 95%-betrouwbaarheidsinterval van het vochtpercentage, berekende indexen, aantal getelde taxa, biomassa en aantal aaltjes in verschillende groepen op drie locaties (Charlois, Melanchtonweg, Vroesepark), op plekken waar wel of geen bokashi was opgebracht. De waarden van CI, biomassa en aantal aaltjes zijn terug getransformeerde gemiddelden van $^{10}\log$ -getransformeerde waarden.

Parameter	Locatie	Bokashi niet			Bokashi wel		
		Gem.	Btbh-int		Gem.	Btbh-int	
Vochtpercentage	C	23.1	4.6	-	41.6	29.7	11.2 - 48.1
Vochtpercentage	M	24.1	9.1	-	39.2	33.9	18.8 - 48.9
Vochtpercentage	V	41.1	26.1	-	56.2	50.4	35.3 - 65.5
Maturity Index (MI)	C	2.34	1.97	-	2.71	2.59	2.22 - 2.95
Maturity Index (MI)	M	2.70	2.40	-	3.00	2.19	1.89 - 2.49
Maturity Index (MI)	V	2.26	1.96	-	2.56	2.06	1.76 - 2.36
Maturity Index 2-5 (MI2-5)	C	2.48	2.19	-	2.76	2.81	2.52 - 3.09
Maturity Index 2-5 (MI2-5)	M	2.82	2.58	-	3.05	2.47	2.24 - 2.70
Maturity Index 2-5 (MI2-5)	V	2.59	2.35	-	2.82	2.36	2.13 - 2.59
Plant Parasite Index (PPI)	C	2.52	2.09	-	2.94	2.67	2.24 - 3.09
Plant Parasite Index (PPI)	M	2.44	2.09	-	2.79	2.45	2.10 - 2.80
Plant Parasite Index (PPI)	V	2.24	1.89	-	2.59	2.06	1.71 - 2.41
Channel Index (CI)	C	32.16	17.09	-	59.77	24.26	12.78 - 45.29
Channel Index (CI)	M	22.57	13.37	-	37.65	4.49	2.35 - 8.01
Channel Index (CI)	V	6.40	3.51	-	11.13	8.78	4.96 - 15.04
Basal Index (BI)	C	30.6	20.9	-	40.3	16.4	6.7 - 26.1
Basal Index (BI)	M	19.8	11.9	-	27.7	27.1	19.2 - 35.0
Basal Index (BI)	V	21.3	13.3	-	29.2	27.9	20.0 - 35.8
Enrichment Index (EI)	C	45.7	28.3	-	63.1	61.5	44.0 - 78.9
Enrichment Index (EI)	M	41.8	27.6	-	56.0	54.2	40.0 - 68.4
Enrichment Index (EI)	V	65.0	50.8	-	79.2	61.9	47.7 - 76.1
Structure Index (SI)	C	58.5	39.8	-	77.3	77.8	59.1 - 96.5
Structure Index (SI)	M	76.1	60.8	-	91.4	56.6	41.3 - 71.9
Structure Index (SI)	V	62.7	47.4	-	77.9	48.5	33.2 - 63.7
Aantal taxa (getelde groepen)	C	40.5	32.5	-	48.5	35.0	27.0 - 43.0
Aantal taxa (getelde groepen)	M	34.0	27.5	-	40.5	30.3	23.8 - 36.8
Aantal taxa (getelde groepen)	V	31.0	24.5	-	37.5	34.0	27.5 - 40.5
Biomassa (mg · 100 g grond-1)	C	8.38	1.45	-	48.28	6.91	1.20 - 39.84
Biomassa (mg · 100 g grond-1)	M	1.90	0.46	-	7.95	2.06	0.49 - 8.60
Biomassa (mg · 100 g grond-1)	V	2.68	0.64	-	11.19	4.46	1.07 - 18.66
Dauer larven (# · 100 g grond-1)	C	49.6	7.4	-	302.9	35.3	5.0 - 217.0
Dauer larven (# · 100 g grond-1)	M	29.7	6.1	-	131.9	7.2	0.9 - 34.3
Dauer larven (# · 100 g grond-1)	V	28.1	5.7	-	124.6	47.5	10.2 - 208.8
Totaal (zonder dauer larven; # · 100 g grond-1)	C	1691.5	713.2	-	4010.0	1349.1	568.7 - 3198.4
Totaal (zonder dauer larven; # · 100 g grond-1)	M	997.5	492.6	-	2018.7	806.5	398.2 - 1632.3

Parameter	Locatie	Bokashi niet			Bokashi wel		
		Gem.	Btbh-int		Gem.	Btbh-int	
Totaal (zonder dauer larven; # · 100 g grond-1)	V	1465.1	723.8	- 2964.7	2137.8	1056.3	- 4325.3
Planteneters	C	727.8	377.6	- 1402.2	530.6	275.1	- 1022.4
Planteneters	M	693.2	405.7	- 1184.2	648.0	379.2	- 1107.0
Planteneters	V	1067.4	624.8	- 1822.9	1387.5	812.3	- 2369.5
Niet-planteneters	C	920.8	298.7	- 2834.0	811.4	263.2	- 2497.7
Niet-planteneters	M	268.1	106.5	- 672.3	141.7	56.0	- 356.1
Niet-planteneters	V	395.2	157.3	- 990.5	744.4	296.9	- 1864.5
SchimmeleTERS	C	186.6	43.2	- 795.0	99.8	22.7	- 426.5
SchimmeleTERS	M	53.5	15.8	- 176.5	20.2	5.5	- 68.0
SchimmeleTERS	V	58.9	17.4	- 194.1	118.7	35.8	- 388.6
Bacterie-eters	C	482.2	259.5	- 895.3	332.8	179.0	- 618.2
Bacterie-eters	M	534.9	322.6	- 886.6	577.1	348.1	- 956.4
Bacterie-eters	V	973.4	587.3	- 1612.7	1225.7	739.7	- 2030.6
Predatoren	C	28.0	3.5	- 185.3	37.2	4.9	- 244.7
Predatoren	M	66.8	13.8	- 309.1	29.7	5.7	- 139.5
Predatoren	V	8.0	1.0	- 40.0	32.7	6.4	- 153.0
Omnivoren	C	22.8	1.8	- 204.6	34.5	3.1	- 305.2
Omnivoren	M	1.8	-0.5	- 15.0	1.0	-0.7	- 10.4
Omnivoren	V	1.0	-0.7	- 10.5	1.6	-0.6	- 14.1
Sedentaire endoparasieten	C	38.7	-0.4	- 2741.3	32.8	-0.5	- 2334.9
Sedentaire endoparasieten	M	0.0	-1.0	- 30.8	0.0	-1.0	- 30.8
Sedentaire endoparasieten	V	0.0	-1.0	- 30.8	1.6	-0.9	- 81.9
Migratoire endoparasieten	C	65.5	4.1	- 860.9	143.7	10.2	- 1874.6
Migratoire endoparasieten	M	90.1	10.2	- 736.6	35.5	3.5	- 294.9
Migratoire endoparasieten	V	13.8	0.8	- 118.9	161.5	19.1	- 1315.4
Semi-endoparasieten	C	38.6	35.6	- 41.9	0.0	-0.1	- 0.1
Semi-endoparasieten	M	0.0	-0.1	- 0.1	0.0	-0.1	- 0.1
Semi-endoparasieten	V	0.0	-0.1	- 0.1	0.0	-0.1	- 0.1
Ectoparasieten	C	69.7	7.6	- 577.3	33.3	3.2	- 279.1
Ectoparasieten	M	52.7	8.7	- 297.9	13.7	1.6	- 80.6
Ectoparasieten	V	2.3	-0.4	- 17.2	1.7	-0.5	- 14.0
Wortelhaarvoeders	C	306.0	110.4	- 845.2	198.6	71.4	- 549.0
Wortelhaarvoeders	M	104.9	45.3	- 241.4	60.5	25.9	- 139.8
Wortelhaarvoeders	V	234.0	101.7	- 536.7	550.3	239.9	- 1260.4
CP1-aaltjes	C	65.4	27.4	- 154.1	62.5	26.2	- 147.3
CP1-aaltjes	M	44.7	21.8	- 90.4	107.7	53.4	- 216.5
CP1-aaltjes	V	217.5	108.2	- 435.9	308.8	153.9	- 618.5
CP2-aaltjes	C	457.6	203.0	- 1029.9	238.2	105.4	- 536.8
CP2-aaltjes	M	330.4	170.0	- 641.0	372.8	191.9	- 723.3
CP2-aaltjes	V	506.4	260.9	- 982.0	850.2	438.3	- 1648.1
CP3-aaltjes	C	88.1	20.9	- 361.8	88.5	21.0	- 363.1
CP3-aaltjes	M	99.5	30.9	- 315.0	35.3	10.6	- 113.3
CP3-aaltjes	V	64.8	19.9	- 205.9	60.7	18.6	- 193.0
CP4-aaltjes	C	97.8	38.7	- 244.9	90.2	35.6	- 225.9
CP4-aaltjes	M	199.2	94.1	- 420.5	101.3	47.6	- 214.3
CP4-aaltjes	V	183.1	86.5	- 386.6	157.2	74.1	- 332.0

Parameter	Locatie	Bokashi niet			Bokashi wel		
		Gem.	Btbh- int		Gem.	Btbh- int	
CP5-aaltjes	C	3.8	-0.1	-	24.0	26.8	4.3 - 144.7
CP5-aaltjes	M	1.6	-0.3	-	8.9	0.0	-0.7 - 2.9
CP5-aaltjes	V	0.0	-0.7	-	2.9	0.0	-0.7 - 2.9
PP2-aaltjes	C	372.3	131.3	-	1051.8	271.4	95.6 - 767.2
PP2-aaltjes	M	149.0	63.3	-	348.8	72.7	30.6 - 170.8
PP2-aaltjes	V	257.7	109.9	-	602.2	702.7	300.8 - 1639.8
PP3-aaltjes	C	355.6	16.7	-	7177.2	525.5	25.2 - 10596.6
PP3-aaltjes	M	118.4	9.3	-	1384.2	36.2	2.2 - 431.1
PP3-aaltjes	V	6.3	-0.4	-	83.6	34.8	2.1 - 414.6
PP4-aaltjes	C	16.4	2.6	-	82.9	3.1	-0.1 - 18.8
PP4-aaltjes	M	0.0	-0.7	-	2.6	3.0	0.1 - 13.4
PP4-aaltjes	V	0.0	-0.7	-	2.6	0.0	-0.7 - 2.6
PP5-aaltjes	C	0				0	
PP5-aaltjes	M	0				0	
PP5-aaltjes	V	0				0	

Bijlage 4 Nematodentellingen

Aantal nematoden in verschillende taxonomische groepen per 100 g droge grond. November 2023, Rotterdam. Voor monsternummers wordt verwezen naar bijlage 1.

Kleurcode: groen=planteneter, blauw=schimmeleter, wit=bacterie-eter, geel=predator, oranje=omnivoor, grijs=onbekend (niet geïdentificeerd).

monsternummer	Tylenchidae	Coslenchus	Lelenchus	Boleodorus	Boleodorus thylactus	Boleodorus vultus	Neopsilenchus	Aglenchus	Tylenchus	Filenchus	Psilenchus	Psilenchus hilarulus	Dolichodoridae	Merlinius	Hoplaimidae	Rotylenchus	Pratylenchus	Pratylenchus crenatus	Pratylenchus penetrans	Pratylenchus vulnus	Meloidogyne	Meloidogyne hapla	Criconeematidae	Hemicyclophora	Paratylenchus	Anguinidae	Ditylenchus	Aphelenchus avenae	Aprutides	Aphelenchoides	Aphelenchoides bicaudatus	Aphelenchoides saprophilus
1	456	0	0	98	98	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	212	33	0	0	0	0	0	0
2	423	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
3	295	0	0	74	9.2	0	9.2	0	0	55	0	0	0	0	0	0	18	0	9.2	0	0	0	0	0	18	28	0	0	0	28	9.2	0
4	163	0	22	67	15	0	0	0	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.4	7.4	15	0	0	0	0	7.4
5	68	0	0	23	11	0	11	0	0	23	0	0	11	0	0	0	319	0	11	46	0	0	0	0	23	11	11	23	11	0	0	0
6	267	0	0	18	18	0	338	0	0	71	18	0	0	0	0	0	71	0	0	18	0	0	0	0	267	53	0	0	18	18	0	0
7	32	0	0	44	20	0	0	0	0	0	0	16	4	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
8	12	0	0	6.2	0	0	0	0	0	6.2	0	0	12	6.2	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	6.2	0	0
9	19	25	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	25	6.3	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	0
10	139	0	0	0	0	0	16	0	0	40	0	0	7.9	0	0	7.9	0	0	7.9	0	0	0	0	0	7.9	0	4	0	4	7.9	0	0
11	137	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	11	0	0	0	275	11	0	46	0	0	0	23	195	80	0	92	0	11	0	0
12	70	0	0	0	0	0	5.9	0	0	5.9	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9	0	0	0	0	0
13	62	0	0	10	0	0	0	0	0	16	0	0	10	0	0	0	228	0	5.2	26	0	0	0	42	36	16	0	0	10	0	0	0
14	75	0	0	30	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	224	0	10	5	0	0	0	35	25	5	10	0	5	0	0	0
15	201	0	0	23	23	0	5.8	0	0	17	0	5.8	29	0	35	0	12	0	0	0	0	0	0	23	29	0	35	0	29	0	0	0
16	63	0	0	46	0	5.7	0	0	0	0	5.7	0	29	0	46	34	40	0	5.7	5.7	5.7	0	11	0	11	34	0	40	0	34	0	0
17	250	0	0	16	16	0	0	31	16	62	16	0	0	0	0	0	0	16	0	0	1140	0	0	16	62	78	78	31	0	0	0	0
18	212	0	0	0	21	0	64	64	0	0	0	0	21	0	42	0	42	0	0	0	1572	0	0	21	64	0	149	0	21	21	0	0

monsternummer	Seinura	Rhabditidae	dauer	Rhabditis	Cuticularia oxycerca	Mesorhabditis	Cruzema tripartitum	Diploscapter coronatus	Cephalobidae	Cephalobus persegnis	Eucephalobus	Eucephalobus oxyuroides	Eucephalobus striatus	Heterocephalobus	Heterocephalobus longicaudatus	Acrobeles	Acrobeles ciliatus	Acrobeles complexus	Acrobeles mariannae	Acroboloides	Acroboloides nanus	Acroboloides tricornis	Acrobolophis	Acrobolophis minimus	Cervidellus	Cervidellus serratus	Chiloplacus	Zeldia	Panagrolaimidae	Teratocephalus	Diplogastridae	Monhysteridae
1	33	244	33	0	0	0	0	0	33	98	33	0	0	130	49	0	0	0	0	163	33	0	33	0	0	16	16	0	0	0	147	163
2	0	155	41	62	0	10	0	10	52	52	41	0	0	134	52	0	0	0	0	144	10	0	0	10	10	10	0	0	0	10	93	10
3	0	111	46	18	0	0	0	0	74	18	55	0	18	18	0	0	0	0	0	101	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	92
4	0	140	7.4	30	0	0	0	0	59	67	30	0	7.4	67	0	0	0	0	0	118	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
5	23	114	68	46	0	11	0	0	57	11	11	0	0	46	0	0	0	0	0	68	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	57
6	18	178	71	36	0	18	0	0	178	36	107	0	0	53	18	0	0	0	0	89	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	142
7	0	12	36	0	0	4	0	0	12	28	20	4	12	0	0	0	0	0	0	44	7.9	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	32
8	6.2	56	12	37	6.2	0	0	0	68	0	118	12	6.2	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	
9	0	63	63	6.3	0	13	0	0	0	0	6.3	0	19	0	0	0	0	0	0	163	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
10	0	119	40	4	0	0	0	0	4	4	0	0	7.9	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	87
11	0	23	11	23	0	11	11	0	11	0	34	0	34	0	0	57	23	0	11	23	11	23	0	0	0	11	0	0	0	0	0	92
12	0	29	0	0	12	5.9	12	0	41	0	5.9	5.9	0	5.9	0	0	0	0	0	5.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	421
13	16	73	31	10	0	0	5.2	0	21	0	10	31	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	10	0	0	0	0	0	0	5.2	0	21
14	15	35	40	0	0	0	0	0	15	10	0	5	5	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	10	25
15	0	5.8	29	5.8	0	0	5.8	0	17	5.8	5.8	0	12	0	0	17	5.8	0	0	40	12	12	0	0	0	5.8	0	0	23	0	0	46
16	0	29	34	0	0	0	0	0	5.7	5.7	0	5.7	0	0	0	40	0	11	0	80	0	0	0	0	5.7	0	23	5.7	0	0	74	
17	0	16	31	47	0	0	0	0	47	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
18	0	21	85	21	0	21	0	0	149	42	0	42	0	64	0	0	0	0	0	64	0	0	21	0	0	0	0	0	42	0	0	149

monsternummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Eumonhystera	16	0	0	15	0	18	4	0	13	12	0	29	0	5	17	17	0	0
Plectidae	0	0	28	7.4	0	18	4	6.2	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Anaplectus	16	0	9.2	7.4	0	0	0	0	0	0	0	5.9	0	0	0	0	0	0
Plectus	98	52	28	30	23	89	4	19	19	4	11	12	0	0	5.8	0	16	21
Plectus armatus	16	0	28	0	0	36	0	0	0	7.9	0	5.9	0	0	0	0	0	0
Wilsonema	0	0	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wilsonema otophorum	0	0	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cylindrolaimus	0	0	37	22	11	53	0	6.2	0	0	11	5.2	0	65	17	5.7	0	0
Cylindrolaimus communis	0	0	0	0	0	18	4	0	0	0	0	5.2	0	5	12	0	0	0
Rhabdolaimus terrestris	16	10	0	7.4	23	36	12	6.2	6.3	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Achromadora	33	0	0	0	68	0	0	0	31	4	34	18	0	10	29	0	16	21
Achromadora rutila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aulolaimus oxycephalus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8	0	0	0
Bastania	0	0	0	0	34	0	12	0	0	0	23	5.9	0	10	5.8	0	16	0
Bastania gracilis	0	0	0	0	0	18	0	6.2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0
Prismatolaimus	0	0	0	7.4	205	0	40	62	38	7.9	80	0	5.8	5	5.8	0	16	21
Prismatolaimus intermedius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tripylidae	0	0	0	0	0	0	0	6.2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Trischistoma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Alaimidae	98	134	65	74	137	125	40	87	138	24	92	53	12	15	12	5.7	47	0
Alaimus	0	10	18	15	68	71	0	6.2	13	0	11	5.9	0	15	0	0	31	21
Amphidelus	0	0	28	37	114	36	20	19	56	7.9	115	23	5.8	5	5.8	16	62	0
Paramphidelus	33	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mononchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	5	0	0	0	0
Prionchulus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.2	0	18	5.8	0	5.8	0	0	0
Clarkus papillatus	0	9.2	0	0	0	0	83	6.2	6.3	0	23	0	0	0	0	0	0	0
Mylonchulus	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mylonchulus brachyuris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0
Anatonchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Anatonchus tridentatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Nygalaimidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0

monsternummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Thornemematidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesodorylaimus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qudsiemematidae	0	0	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discolaimus texanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptonchidae	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0
Dorylaimoides	0	0	0	0	0	0	0	6.2	0	0	0	0	0	0	0	5.7	0	0
Diphtherophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12	5.8	0	0
Trichodorus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Trichodorus primitivus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichodorus vario papillatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Onbekend	0	0	9.2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 5 Aaltjesschema voor een aantal relevante gewas-aaltjescombinaties

www.aaltjesschema.nl (geraadpleegd op 09-02-2024)

Wortelknob		Wortelstelselaaltjes			
<i>Meloidogyne hapla</i> Noordelijk wortelknobbelaaltje		<i>Pratylenchus crenatus</i> Graanwortelstelselaaltje	<i>Pratylenchus penetrans</i> Wortelstelselaaltje	<i>Pratylenchus vulnus</i> Houtwortelstelselaaltje	
Z D		Z D ZV	Z D ZV	Z	
Salvia	●●● i	?	●●● i	?	Salvia
Rosa	●●● i	?	●●●●	●●● i	Rosa
Prunus	?	?	●●●	?	Prunus
Spiraea	?	?	●● R	?	Spiraea

© 2024. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Legenda Schade	
	onbekend
	geen
	weinig 0-15%
	matig 16-35%
	zwaar 36-100%

Legenda Vermeerdering	
?	onbekend
--	actieve afname
-	natuurlijke afname
●	weinig
●●	matig
●●●	sterk
R	Rasafhankelijk
S	Serotypeafhankelijk
i	enige informatie

Legenda Grondsoort	
Z	Zand
D	Dalgrond
ZV	Zavel
K	Klei
L	Löss



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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1076

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.