

Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

- Meloidogyne chitwoodi populaties op twee percelen opnieuw in beeld gebracht in 2019 en 2020, na eerdere bemonsteringen in 2012 en 2013
- Een bodemweerbaarheidstoets met grond van één van deze percelen.

Een onderzoek in opdracht van



Auteur
Project code
Rapportnummer
Datum

Tjarda Everaarts & Egbert Schepel
12054-2020
20-037
19 February 2021



HLB

research and consultancy in agriculture



Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT

Titel Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

Opdrachtgever Brancheorganisatie Akkerbouw
info@bo-akkerbouw.nl
Louis Braillelaan 80
2719 EK, Zoetermeer
079 3030330

Auteurs Tjarda Everaarts & Egbert Schepel
t.everaarts@hlbbv.nl
0593 582828 (kantoor)

HLB bv
Kampsweg 27
9418 PD Wijster
The Netherlands

HLB-project 12054-2020

HLB-report nummer 20-037

Afgedrukt op 19 February 2021

Op al onze dienstverlening zijn de algemene voorwaarden van HLB van toepassing. U vindt deze voorwaarden op onze website www.hlbbv.nl/nl/algemene-voorwaarden.



Disclaimer

Dit rapport is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Toch bestaat de mogelijkheid dat dit rapport informatie bevat die incorrect en/of incompleet is. Aan de inhoud kunnen geen rechten worden ontleend. HLB aanvaardt geen aansprakelijkheid voor directe of indirecte schade die het gevolg is van het gebruik van informatie die door of via dit rapport verkregen is.

De inhoud van dit rapport mag alleen worden gebruikt na melding op info@hlbbv.nl en met bronvermelding.

Op al onze dienstverlening zijn de algemene voorwaarden van HLB van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Kamer van Koophandel te Meppel onder nummer 52707768. Een exemplaar wordt u op verzoek (info@hlbbv.nl) kosteloos toegezonden.

Copyright

Tjarda Everaarts & Egbert Schepel
Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

© 2021, Tjarda Everaarts & Egbert Schepel

Uitgegeven in eigen beheer

info@hlbbv.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1 Introductie	8
2 Bemonstering perceel V	9
2.1 Bemonstering en analyse	9
2.2 Resultaten.....	9
2.3 Conclusie en vervolg	10
3 Bodemweerbaarheidstoets perceel V	11
3.1 Proefuitvoer	11
3.2 Resultaten.....	13
3.3 Discussie.....	20
3.4 Conclusies.....	21
4 Bemonstering perceel H	22
4.1 Bemonstering en analyse	22
4.2 Resultaten.....	22
4.3 Conclusie	24
5 Eindconclusie.....	25
5.1 Perceel V	25
5.2 Perceel H	25
Bijlage 1. Activiteiten uitgevoerd in 2012	27
Bijlage 2. Monsterlocaties perceel V in 2012, 2013 en 2019	28
Bijlage 3. Abiotische factoren in 2012 en 2013 perceel V.....	29
Bijlage 4. Bouwplan perceel V	30
Bijlage 5. Monsteruitslag perceel V in 2019	31
Bijlage 6. Monsterlocaties perceel V in 2020	32
Bijlage 7. Ruwe data potproef	33
Bijlage 8. Anova tabel potproef	35
Bijlage 9. Relaties tussen <i>M. chitwoodi</i> en plantontwikkeling	37
Bijlage 10. Monsterlocaties perceel H in 2012 en 2020	39

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II
RAPPORT

Bijlage 11. Bouwplan perceel H	40
Bijlage 12. Monsteruitslag perceel H in 2020	41

Samenvatting

Als vervolg op het in 2013 vroegtijdig afgebroken project 'Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel', uitgevoerd door HLB BV en destijds gefinancierd door Productschap Akkerbouw, is van twee percelen uit dit onderzoek in 2019 en 2020 de populatie *Meloidogyne chitwoodi* opnieuw in beeld gebracht.

Op één van de percelen, perceel V, werd in 2012 en 2013 een populatie *M. chitwoodi* gevonden die achterop het perceel heel hoog was, maar nog nauwelijks met de teeltrichting mee naar voren was verspreid. In 2019 bleek de populatie nog maar net aantoonbaar, ook achterop het perceel, ondanks twee aardappelteelten in 2015 en 2019. Vermoedelijk is de populatie sterk teruggelopen gedurende een teelt van daglelie in 2017, gevolgd door twee droge zomers in 2018 en 2019 zonder beregening.

Met grond van 6 locaties op perceel V, verzameld in maart 2020, is een potproef uitgevoerd waarin de bodemweerbaarheid tegen *M. chitwoodi* werd getoetst. Deze locaties bevonden zich achterop het perceel, waar de populatie *M. chitwoodi* erg hoog was in 2012 en 2013, en meer voorop het perceel, waar destijds geen hoge populatie gevonden werd. In de proef werden potten met grond afkomstig van de zes locaties in zes herhalingen ingezaaid met waardplant tomaat en enkele weken later geïnoculeerd met 0, 20 of 200 aaltjes *M. chitwoodi* per 100 ml grond.

Kort na inzetten van de proef werden al significante verschillen in opkomst en ontwikkeling van tomaat gezien. Ruim twee maanden na inoculatie werden de potten bemonsterd en geanalyseerd op vrijlevende nematoden. Er waren toen nog steeds significante verschillen aanwezig tussen objecten in de ontwikkeling van tomaat. Gemiddeld was de eindbesmetting van *M. chitwoodi* in de objecten die niet werden geïnoculeerd na de teelt van tomaat heel laag, vergelijkbaar met de aantallen *M. chitwoodi* die werden gevonden bij de veldbemonstering in het najaar van 2019. Er werden wel significante verschillen gevonden tussen objecten in vermeerdering en eindbesmetting van *M. chitwoodi* bij zowel de potten die waren geïnoculeerd met 20 aaltjes per 100 ml grond als de potten die waren geïnoculeerd met 200 aaltjes per 100 ml grond: met name in één object was de vermeerdering bijzonder laag. Er werden echter geen relaties gevonden tussen gewasontwikkeling enerzijds, en eindbesmetting of vermeerdering van *M. chitwoodi* anderzijds. Een verklaring voor de verschillen in eindbesmetting van *M. chitwoodi* kon ook niet worden gevonden in de abiotische factoren gemeten in 2012 en 2013.

Er bleken bij de eindanalyse ook significante verschillen tussen objecten te bestaan in aantallen saprofage en niet-plantparasitaire nematoden, aantallen *Trichodorus spp.* en aantallen *Heterodera spp.* Ook deze aantallen hielden geen verband met de verschillen in gewasontwikkeling en er werd eveneens geen relatie gevonden tussen de aantallen andere nematoden en de eindbesmettingen van *M. chitwoodi*.

Op het andere perceel, perceel H, werd de populatie *M. chitwoodi* in 2012 zeer intensief in beeld gebracht. De populatie was meer naar voren en meer naar rechts hoger dan meer naar achter en meer naar links, maar lokaal bleek er eveneens variatie te bestaan. In 2018, 2019 en 2020 stond er luzerne op dit perceel, met daartussen diverse onkruiden. De rechterkant van het perceel van het perceel is op 1 augustus 2020 geïnundeerd. Dit deel is kort voor inunderen bemonsterd. Er werd een duidelijke besmetting van *M. chitwoodi* aangetoond. Het linkerdeel van het perceel is in het najaar bemonsterd. In dit deel werd geen *M. chitwoodi* meer aangetoond in de genomen monsters. Wel werden in diverse monsters hoge aantallen met *Meloidogyne hapla* gevonden.

Het onderzoek uitgevoerd in 2019 en 2020 is een initiatief van de Stuurgroep Plan van Aanpak Meloidogyne.

1 Introductie

Deze rapportage is een vervolg op rapportage 14-071 'Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel' gepubliceerd door HLB BV in 2014, in opdracht van Productschap Akkerbouw.

Op 18 augustus 2011 nodigde Productschap Akkerbouw via Bestek Praktijkonderzoek Akkerbouw 2012, onderzoekinstellingen uit offertes uit te brengen voor de uitvoer van één of meer in het bestek geformuleerde opdrachten. Eén van de opdrachten was het doen van onderzoek naar vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* binnen een perceel.

Het maïswortelknobbelaaltje heeft een brede waardplanten-reeks en kan meerdere generaties per jaar vormen. Omdat bronnen van verspreiding bijna altijd aanwezig zijn, zou mogen worden verwacht dat een besmetting zich snel zou uitbreiden. In de praktijk blijken percelen echter zelden van voor tot achter te zijn besmet. Dit grillige voorkomen van het aaltje riep een aantal vragen op. Wat zijn omstandigheden waarbij *M. chitwoodi* zich gemakkelijk kan vermeerderen of verspreiden? Zijn er abiotische factoren of biotische componenten zoals natuurlijke vijanden die verspreiding of vermeerdering verminderen?

In opdracht van het Productschap Akkerbouw is HLB in 2012 gestart met project 'Vestiging en verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel'. Er waren werkzaamheden gepland van 2012-2015. Na aanvang van het project zijn de productschappen opgeheven. Het project moest daarom voortijdig worden afgerond waardoor er nauwelijks conclusies getrokken konden worden.

De eerste doelstelling in het oorspronkelijke onderzoek was het bepalen van de vestiging en mate van verspreiding van het maïswortelknobbelaaltje binnen een perceel in een 1:3 bouwplan met consumptieaardappelen. Dit is uitgevoerd in 2012, op twee percelen: perceel H en perceel V. Perceel H is zeer intensief bemonsterd, perceel V minder intensief. Een overzicht van de activiteiten die in 2012 zijn uitgevoerd wordt weergegeven in bijlage 1.

Omdat er in 2012 een zeer intensieve bemonstering heeft plaatsgevonden waarbij de bemonsteringsplekken destijds met GPS zijn vastgelegd en er tevens markeringspunten zijn ingegraven, gaf dat door herhaling van deze bemonstering de unieke mogelijkheid de ontwikkeling van de besmettingen op de percelen nauwkeurig in beeld te brengen. In 2019 en 2020 zijn daarom opnieuw bemonsteringen uitgevoerd. Net als in 2012 gebeurde dit na een teelt van aardappelen, waardoor de resultaten in de verschillende jaren zo goed mogelijk met elkaar zijn te vergelijken. Met grond van één van de percelen is tevens een potproef uitgevoerd waarin de bodemweerbaarheid tegen *M. chitwoodi* op verschillende monsterlocaties binnen het perceel werd getoetst. De bemonsteringen in 2019 en 2020, en uitvoering van de bodemweerbaarheidstoets zijn een initiatief van de Stuurgroep Plan van Aanpak Meloidogyne. De resultaten worden beschreven in de navolgende hoofdstukken van deze rapportage.

2 Bemonstering perceel V

2.1 Bemonstering en analyse

Op 17 oktober 2019 zijn op perceel V 24 grondmonsters gestoken. 18 monsterlocaties waren gelijk aan de monsterlocaties waar in 2012 en 2013 eveneens monsters zijn genomen voor bepaling van de *M. chitwoodi* populatie als ook bepaling van een aantal abiotische factoren. De blokken waren 2 x 2 m groot. Het aantal steken was 24 per blok, bouwvoordiep. 20 meter voor de voorste monsterblokken zijn 6 extra monsters genomen, om te kunnen controleren of de populatie zich mogelijk meer naar voren verspreid zou hebben.

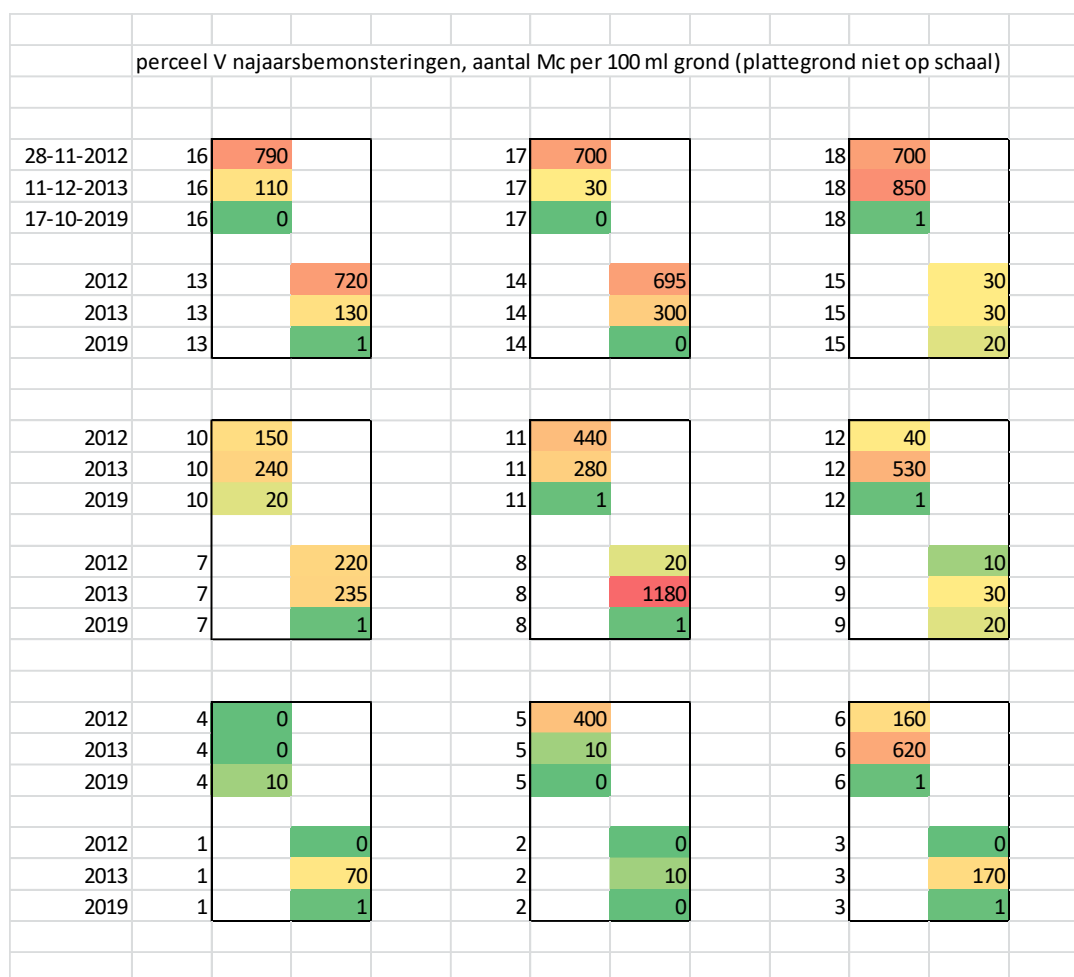


Foto 1. Rechterkant van perceel V. Achterop is het perceel natter.

Van ieder monster is een submonster van 100 ml grond gespoeld en geanalyseerd op *M. chitwoodi*. Op twee tijdstippen werd 10% van de suspensie visueel beoordeeld. Op het eerste tijdstip werd de overige 90% van de suspensie met behulp van een PCR getoetst op *M. chitwoodi* en *Meloidogyne fallax*.

2.2 Resultaten

Figuur 1 toont het aantal *M. chitwoodi* per monsterblok in drie verschillende jaren per monsterlocatie. Het betreft hier een schematisch overzicht dat niet op schaal getekend is. Een plattegrond op schaal met daarin de monsterlocaties in 2012, 2013 en 2019 wordt getoond in bijlage 2. Bijlage 3 toont een tabel met resultaten van de abiotische bepalingen uitgevoerd in 2012 en 2013. Het bouwplan van perceel V wordt getoond in bijlage 4. De volledige uitslag van de 24 monsters genomen in 2019 wordt gepresenteerd in bijlage 5.



Figuur 1. Het aantal *M. chitwoodi* per 100 ml grond in monsterblokken van 2 x 2 m op drie verschillende monstertijdstippen. In 2012 en 2019 was de voorvrucht aardappel (respectievelijk Fontane en Hermes), in 2013 suikerbiet.

In 2019 was het aantal *M. chitwoodi* sterk gedaald ten opzichte van 2012 en 2013, tot niet of net aantoonbaar in vrijwel alle monsterblokken. Opvallend is dat juist in de drie monsterblokken waar in 2019 iets meer *M. chitwoodi* nematoden werden gevonden de populatie in 2012 en 2013 laag was. In drie van de zes monsters die meer naar voren zijn genomen werden eveneens lage aantallen van *M. chitwoodi* gevonden (bijlage 5). In geen van de monsters werd *M. fallax* gevonden.

2.3 Conclusie en vervolg

Ondanks een teelt van aardappel in 2015 en 2019 is de populatie *M. chitwoodi* in 2019 sterk gedaald in vergelijking met de gevonden populatie in 2012 en 2013. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn een teelt van daglelie (*hemerocallis*) in 2017, gevolgd door twee droge zomers in 2018 en 2019. Perceel V ligt op een locatie waar niet kan worden beregend.

Omdat de situatie in 2012 bijzonder was, met een hoge *M. chitwoodi* populatie achterop het veld die zich nog nauwelijks met de teeltrichting mee naar voren had verspreid, is in de stuurgroep chitwoodi van BO akkerbouw besloten om met grond van perceel V een toets uit te voeren om de potentiële vermeerdering van *M. chitwoodi* verder te onderzoeken. Het resultaat van deze toets wordt beschreven in hoofdstuk 3.

3 Bodemweerbaarheidstoets perceel V

3.1 Proefuitvoer

Op 18 maart 2020 werd van perceel V grond verzameld op steeds twee sub-locaties binnen zes monsterblokken van 10 x 20 m: drie monsterblokken achterop het perceel waar de besmetting met *M. chitwoodi* in 2012 hoog was, en drie monsterblokken voorop het perceel waar de besmetting in 2012 laag was. De twee sub-locaties binnen elk monsterblok betroffen de kleinere monsterblokken van 2 x 2 m waar in 2012, 2013 en 2019 eveneens monsters zijn gestoken voor diverse bepalingen, steeds linksachter en rechtsvoor in het grotere monsterblok. Deze monsterlocaties van 2020 zijn aangegeven op de plattegrond in bijlage 6. De grond van de twee sub-locaties binnen elk groot monsterblok zijn steeds samengevoegd. De verzamelde grond werd verzameld uit de laag van -5 tot -25 cm.

De bodemweerbaarheidstoets met grond van de verschillende monsterlocaties werd ingezet op 20 mei 2020. Tot die tijd werd de grond koel bewaard bij 4°C. Met de grond van iedere monsterlocatie zijn steeds 18 potten van twee liter gevuld en elk ingezaaid met 15 tomatenzaden van het ras Moneymaker. Alle potten werden gevuld en gezaaid door dezelfde persoon. Na het zaaien zijn de potten geward en in een kas geplaatst bij een temperatuur van 20°C.

Kort na opkomst op 2 juni 2020 en op de dag van inoculatie met *M. chitwoodi* drie weken na het zaaien op 11 juni 2020 werd het aantal planten per pot geteld. Tevens werd op 11 juni het relatieve percentage biomassa per pot geschat, waarbij de pot met de grootste biomassa op 100% werd gesteld. De inoculatie werd uitgevoerd met levende larven. De gebruikte populatie was populatie Smakt, verkregen via WUR_OT Lelystad en hierna een aantal generaties doorgekweekt op Moneymaker.

Inoculatie van de potten vond plaats in drie verschillende dichtheden in ieder zes herhalingen:

- 0 larven per pot
- 400 larven per pot (20 larven / 100 ml grond)
- 4000 larven per pot (200 larven / 100 ml grond)

Bij het inoculeren werden de aaltjes zo goed mogelijk verdeeld over de pot. Na het inoculeren zijn alle potten afgedekt met een laagje grove hydrokorrels om uitdroging te voorkomen. Het totaal aantal potten was 108.

Negen weken na inoculatie werd van iedere pot het aantal planten geteld en de bladmassa verwijderd en gewogen. Hierna werd elke pot bemonsterd door met een monsterboor (binnenmaat 13mm) een submonster te steken met een gezamenlijk volume van 100 ml grond. Na extractie van de nematoden uit de grond werd op twee tijdstippen 10% van de suspensie visueel beoordeeld. Wanneer bij de eerste telling geen *M. chitwoodi* werd waargenomen, werd de overgebleven suspensie met behulp van een PCR getoetst op *M. chitwoodi* en *M. fallax*.

Tabel 1. Toont een overzicht van alle activiteiten.

Tabel 1. Overzicht van activiteiten in de bodemweerbaarheidstoets

Datum	Activiteit
18 maart 2020	Grond verzameld, opslag bij 4°C
20 mei 2020	Potten gevuld en gezaaid.
2 juni 2020	Opkomstbepaling: telling van het aantal planten / pot.
11 juni 2020	Telling van het aantal planten / pot, biomassa bepaling en inoculatie met <i>M. chitwoodi</i>
17 aug 2020	Bepaling bladmassa en bemonstering van de potten.
17 aug – 14 okt 2020	Opspoelen en analyse van de grondmonsters

De data werden geanalyseerd met behulp van ARM door een ANOVA uit te voeren. Resultaten niet gevolgd door een letter of gevolgd door dezelfde letter worden gesteld niet significant van elkaar te verschillen (Tukey's HSD, $p=0.05$). Wanneer de dataset niet voldeed aan de voorwaarden voor een ANOVA werd in een aantal gevallen een datatransformatie uitgevoerd.

3.2 Resultaten

Tijdens het verzamelen van de grond op 18 maart 2020 viel op dat de grond van monsterlocatie 2 midden achterop het perceel tekenen vertoonde van anaërobe rotting. Dit is de locatie waar in 2012 de laagste porositeit werd gemeten en de verzadigingsgraad (= volumefractie water veldvochtig / volumefractie water verzadigd * 100%) het hoogst was (bijlage 3). Een doorsnede van de bodem achterop en voorop het perceel is te zien in onderstaande foto's.



Foto 2a en b. De grond midden achter en midden voor op het perceel. Achterop is de grond natter en in vergelijking met voorop het perceel eveneens donkerder in de laag van -5 tot -25 cm.

Tijdens de bodemweerstandstoets is een aantal gewasbeoordelingen uitgevoerd. De ruwe data hiervan worden getoond in bijlage 7. Een ANOVA tabel met de gemiddelden van alle beoordelingen is opgenomen in bijlage 8.

Kort na opkomst van de zaailingen op 2 juni 2020 en op de dag van inoculatie met *M. chitwoodi* op 11 juni is het aantal opgekomen planten geteld. De resultaten worden weergegeven in tabel 2.

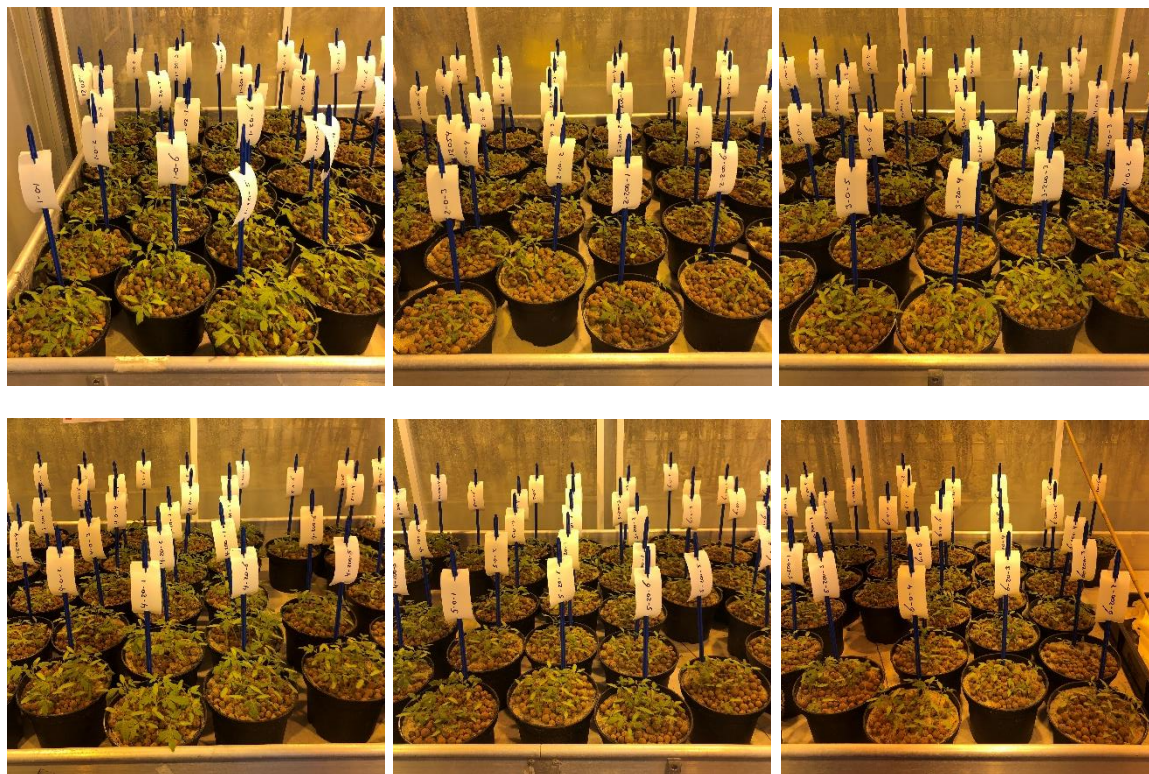
Tabel 2. Het gemiddeld aantal planten per pot na opkomst.

Monsterlocatie	2 juni	11 juni	11 juni
	#pl	#pl	%biomassa
1 links achter	11,8 a	14,0	100,0 a
2 midden achter	6,3 c	13,1	63,9 bc
3 rechts achter	8,9 bc	13,4	67,5 bc
4 links voor	11,7 a	13,6	89,4 a
5 midden voor	10,9 ab	13,1	72,8 b
6 rechts voor	7,1 c	12,8	56,1 c
transformatie	-	-	-
skew/kurt	s	s/k	k
CV	29,97	10,86	21,85
F.prob	0,0001	0,1836	0,0001

Kort na opkomst op 2 juni bleken er verschillen tussen objecten te zijn in het gemiddeld aantal opgekomen planten per pot. Vooral in de objecten 2 en 6, de potten met grond van respectievelijk midden achter en rechtsvoor op het perceel, bleef deze achter bij de potten met grond aan de linkerkant van het perceel, objecten 1 en 4. Op de dag van inoculatie met nematoden waren in alle objecten bijna alle zaailingen opgekomen.

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT



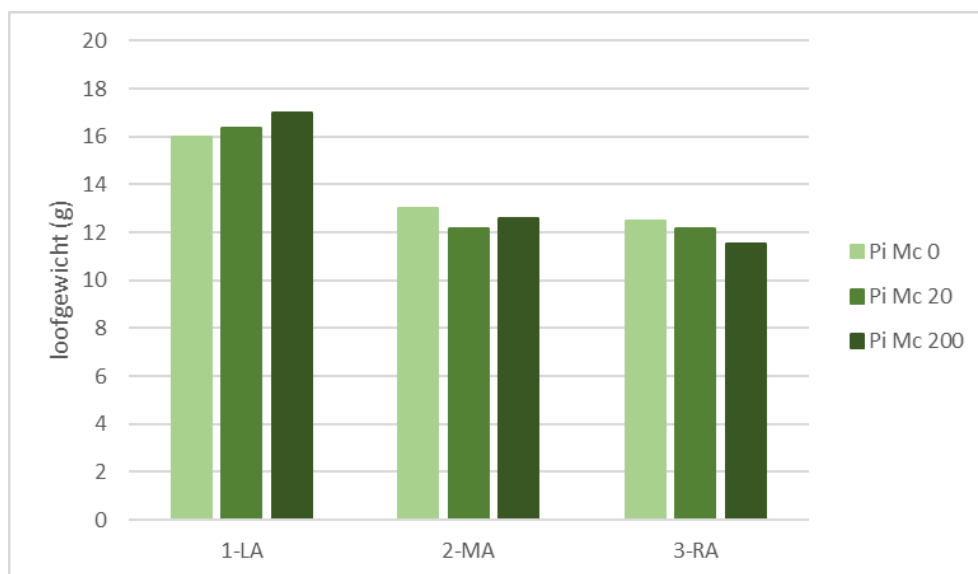
Foto's 3a t/m f. De potten per monsterlocatie op 16 juni 2020. De biomassa in de potten met grond van monsterlocaties 1 (links achter) en 4 (links voor) was hoger dan in de potten met grond van de andere monsterlocaties. Na het nemen van de foto's zijn de potten opnieuw gewaard.

Tabel 3 toont het gemiddelde loofgewicht per pot en het aantal planten op 17 augustus 2020, de dag van bemonstering van de potten. Grafiek 1a toont het loofgewicht van de potten met grond van de monsterlocaties achterop het perceel en grafiek 1b van de potten met grond afkomstig van de monsterlocaties voorop het perceel.

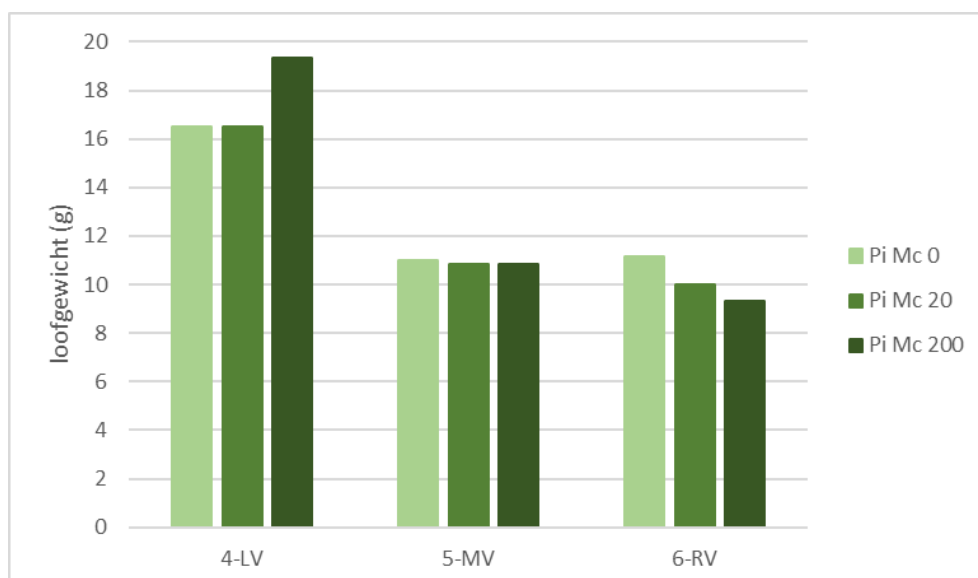
Tabel 3. Het gemiddeld loofgewicht (g) en het aantal planten per pot per monsterlocatie en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. AL = Automatische log transformatie X+1

	Pi Mc0	Pi Mc20	Pi Mc200	Pi Mc0	Pi Mc20	Pi Mc200
Monsterlocatie	Loof(g)	Loof(g)	Loof(g)	#pl	#pl	#pl
1 links achter	16,0 ab	16,3 a	17,0 a	13,3	13,8	13,2
2 midden achter	13,0 bc	12,2 b	12,8 b	12,7	13,5	12,8
3 rechts achter	12,5 c	12,2 b	11,5 bc	13,7	13,0	13,2
4 links voor	16,5 a	16,5 a	19,3 a	14,0	13,2	14,0
5 midden voor	11,0 c	10,8 b	10,8 bc	12,0	13,8	13,2
6 rechts voor	11,2 c	10,0 b	9,3 c	13,3	13,0	12,2
trans	AL	-	-	-	-	-
skew/kurt	-	-	-	s/k	-	-
CV	4,09t	12,93	13,76	9,07	10,33	10,80
F.prob	0,0001	0,0001	0,0001	0,0867	0,7901	0,4056

Op de grond afkomstig van de linkerkant van het perceel was het loofgewicht hoger dan op de grond rechts daarvan. Er waren geen verschillen in het gemiddeld aantal planten bij het afronden van de proef op 17 augustus 2020.



Grafiek 1a. Het gemiddeld loofgewicht per pot per monsterlocatie achterop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LA = links achter, MA = midden achter, RA = rechts achter.



Grafiek 1b. Het gemiddeld loofgewicht per pot per monsterlocatie voorop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LV = links voor, MV = midden voor, RV = rechts voor.

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT

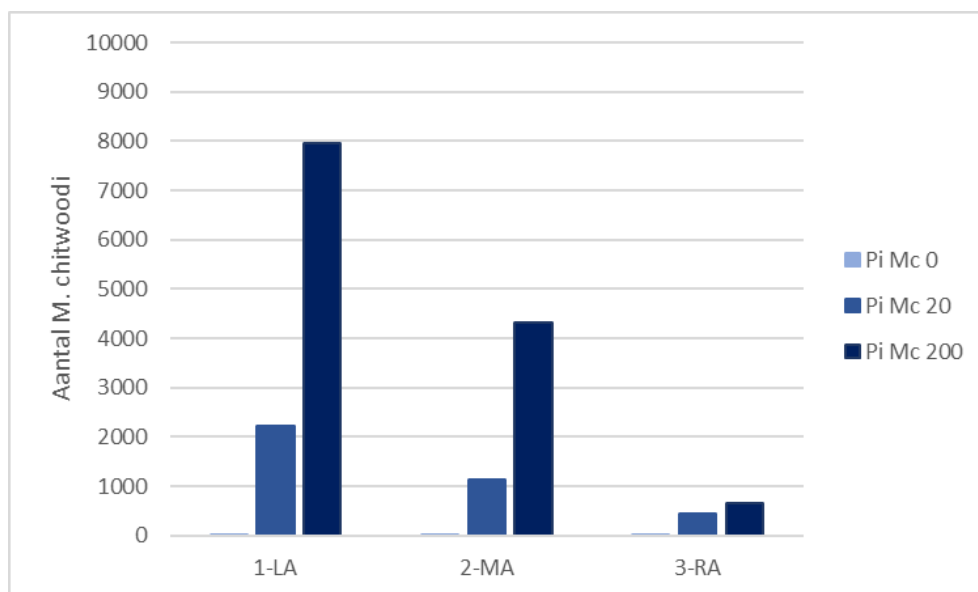
Tabel 4 toont het gemiddelde aantal *M. chitwoodi* nematoden per 100 ml grond per pot en de vermeerdering van *M. chitwoodi* op 17 augustus 2020, de dag van bemonstering van de potten. Grafiek 2a toont het aantal *M. chitwoodi* in de potten met grond van de monsterlocaties achterop het perceel en grafiek 2b van de potten met grond afkomstig van de monsterlocaties voorop het perceel.

Tabel 4. Het gemiddeld aantal *M. chitwoodi* per 100 ml grond en de vermeerdering van *M. chitwoodi* per pot per monsterlocatie en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. AL = Automatische log transformatie $X+1$
AS = Automatische vierkantwortel transformatie $X+0.5$

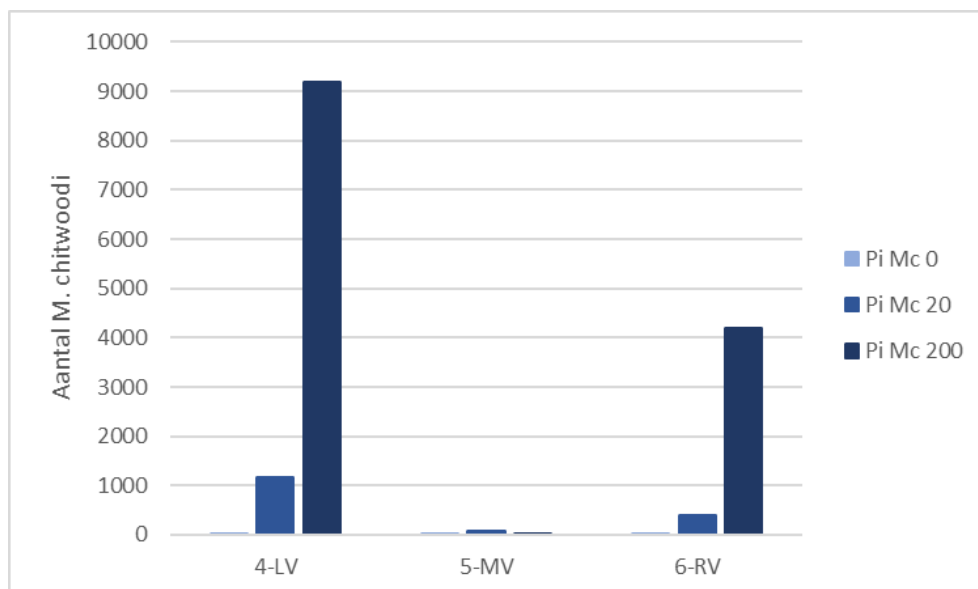
	Pi Mc0	Pi Mc20	Pi Mc200	Pi Mc20	Pi Mc200
Monsterlocatie	Pf Mc	Pf Mc	Pf Mc	Pf/Pi Mc	Pf/Pi Mc
1 links achter	0,8	2215,0 a	7963,3 a	108,0 a	39,7 a
2 midden achter	5,0	1140,0 ab	4318,3 a	57,0 ab	21,6 a
3 rechts achter	10,0	448,3 ab	652,2 b	14,7 b	3,1 b
4 links voor	1,7	1161,7 ab	9176,7 a	45,6 ab	44,7 a
5 midden voor	7,5	81,7 b	9,5 b	4,1 b	0,0 b
6 rechts voor	1,7	395,0 ab	4195,0 a	18,8 ab	20,9 a
trans	AL	AS	AS	AS	AL
skew/kurt	s	s	-	s	-
CV	159.5t	76.6t	37.3t	73.8t	25.6t
F.prob	0.6322	0.0210	0.0001	0.0162	0.0001

In de potten die niet waren geïnoculeerd met *M. chitwoodi* werden heel lage aantallen *M. chitwoodi* aangetoond. Deze aantallen lagen in dezelfde grootte-orde als de aantallen die in het najaar van 2019 werden gevonden in de geanalyseerde grondmonsters uit het veld.

Op grond van vier monsterlocaties heeft de populatie *M. chitwoodi* zich goed vermeerderd bij beide populatiedichtheden. De vermeerdering van van *M. chitwoodi* was lager in de objecten 3 en 5, op grond afkomstig rechtsachter en midden voor op het perceel. Dit waren niet dezelfde monsterlocaties waar begin juni de opkomst van de tomaat het meest langzaam verliep, dat was namelijk op grond van de monsterlocaties 2 en 6.



Grafiek 2a. Het gemiddeld aantal *M. chitwoodi* per 100 ml grond per monsterlocatie achterop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LA = links achter, MA = midden achter, RA = rechts achter.



Grafiek 2b. Het gemiddeld aantal *M. chitwoodi* per 100 ml grond per monsterlocatie voorop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LV = links voor, MV = midden voor, RV = rechts voor.

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

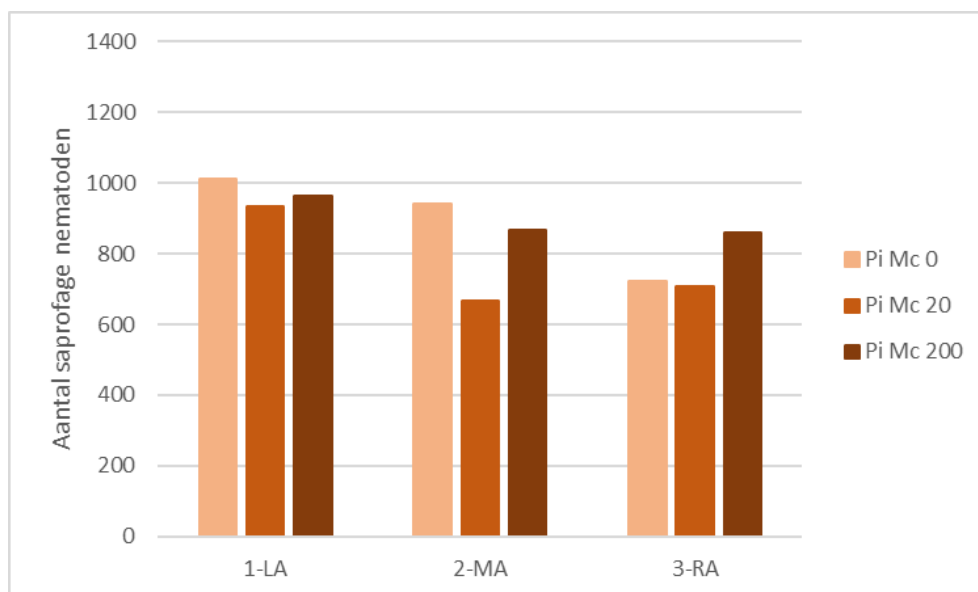
RAPPORT

Tabel 5 toont het gemiddelde aantal saprofage en overige niet-plantparasitaire nematoden per 100 ml grond per pot op 17 augustus 2020, de dag van bemonstering van de potten. Grafiek 3a toont het aantal saprofagen in de potten met grond van de monsterlocaties achterop het perceel en grafiek 3b van de potten met grond afkomstig van de monsterlocaties voorop het perceel.

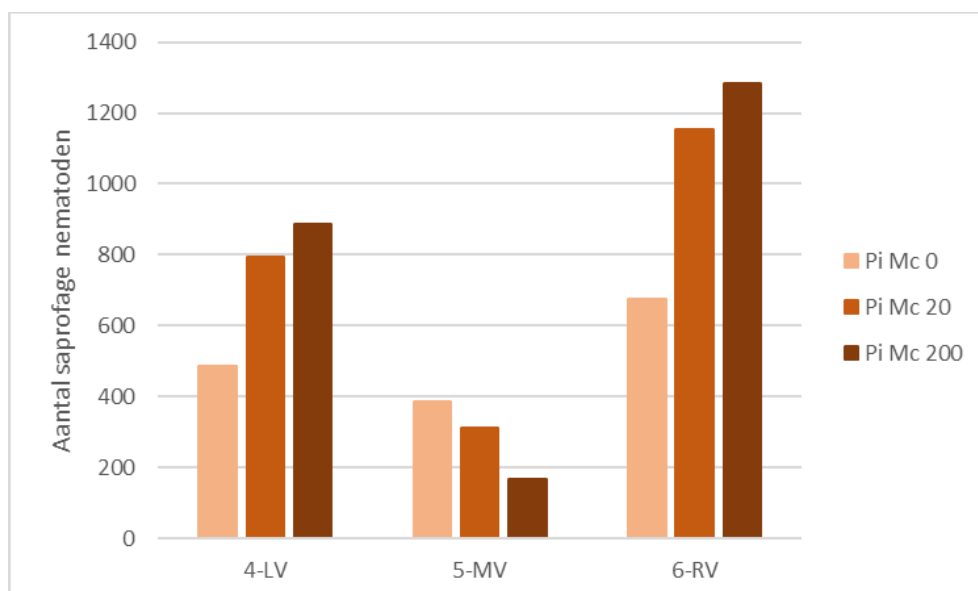
Tabel 5. Het gemiddeld aantal saprofage en overige niet-plantparasitaire nematoden per 100 ml grond per pot per monsterlocatie en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. AL = Automatische log transformatie $X+1$.

Monsterlocatie	Pi Mc0	Pi Mc20	Pi Mc200
	Pf Sap	Pf Sap	Pf Sap
1 links achter	1010,0 a	935,0 ab	963,3 a
2 midden achter	941,7 a	668,3 ab	866,7 ab
3 rechts achter	723,3 ab	706,7 ab	860,0 ab
4 links voor	486,7 ab	793,3 ab	886,7 ab
5 midden voor	386,7 b	313,3 b	166,7 b
6 rechts achter	676,7 ab	1153,3 a	1283,3 a
trans	AL	-	-
skew/kurt	-	-	s/k
CV	6,97	46,3	49,5
F.prob	0,0082	0,0103	0,0038

In de grafieken is zichtbaar dat er sprake is van variatie in het aantal saprofage nematoden per monsterlocatie. Soms lijkt deze hoger bij de potten die niet zijn geïnoculeerd met *M. chitwoodi*, en soms lijkt deze hoger bij de potten die geïnoculeerd zijn met het hoogste aantal *M. chitwoodi*. In vergelijking met de overige monsterlocaties leek het aantal saprofage nematoden lager in de potten met grond van monsterlocatie 5, midden voor op het perceel, de grond waarop ook de vermeerdering van *M. chitwoodi* het laagst was.



Grafiek 3a. Het gemiddeld aantal saprofage nematoden per 100 ml grond per monsterlocatie achterop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LA = links achter, MA = midden achter, RA = rechts achter.



Grafiek 3b. Het gemiddeld aantal saprofage nematoden per 100 ml grond per monsterlocatie voorop het perceel en per inoculatie-dichtheid op 17 augustus 2020. LV = links voor, MV = midden voor, RV = rechts voor.

In de meeste monsters kwamen ook redelijke aantallen voor van vrijlevende *Heterodera spp* nematoden en *Trichodorus spp*. De aantallen worden vermeld in de tabel met ruwe data in bijlage 7. De gemiddelde aantallen worden vermeld in de ANOVA tabel in bijlage 8. Bij beide typen nematoden werden significante verschillen tussen objecten gevonden.

Bij de verschillende inoculatie-dichtheden (0 – 2 - 200 *M. chitwoodi* per 100 ml grond) varieerde het aantal *Heterodera spp* van 70 – 57 – 53 per 100 ml grond in de objecten 1 – 4 – 4, tot 207 – 169 – 158 per 100 ml grond in objecten 3 – 3 – 2. Na analyse van cysten uit één van de potten bleek dat het hier ging om bietencystenaaltjes waarvoor tomaat geen waardplant is.

Het aantal *Trichodorus spp*. varieerde van 3 – 3 – 7 per 100 ml grond in object 1 tot 41 – 40 – 34 per 100 ml grond in object 3.

3.3 Discussie

Kort na zaaien was er sprake van verschillen in opkomst tussen verschillende objecten. Het is niet aannemelijk dat deze opkomstverschillen werden veroorzaakt door verschillen in het zaaien zelf, daar alle potten gezaaid zijn door dezelfde persoon.

Opvallend is dat de eindbesmetting van *M. chitwoodi* nul was in de potten met grond van monsterlocatie 5 en geïnoculeerd met 200 larven per 100 ml grond. We zien ook een zeer lage besmetting in de potten met grond van dezelfde locatie geïnoculeerd met de lagere dosis van 20 larven per 100 ml grond. Het is daarom niet aannemelijk dat de eerstgenoemde set potten vergeten is te inoculeren.

Er was geen duidelijke relatie tussen het aantal opgekomen planten op 2 juni 2020 en de vermeerdering van *M. chitwoodi*. Er kan daarom niet zonder meer worden geconcludeerd dat de hogere eindbesmetting van *M. chitwoodi* in de objecten 1 en 4 verklaard kan worden door een snellere opkomst van tomaat in onder meer de objecten 1 en 4. Een snelle opkomst van tomaat werd tevens gezien in object 5, het object met de laagste eindbesmetting van *M. chitwoodi*. Spreidingsgrafieken met het aantal opgekomen planten op 2 juni 2020 en de eindbesmettingen en vermeerdering van *M. chitwoodi* gemeten op 17 augustus 2020 worden getoond in bijlage 9.

Er was eveneens geen duidelijke relatie tussen het loofgewicht op 17 augustus 2020 en de eindbesmetting van *M. chitwoodi*. Het is daarom niet aannemelijk te veronderstellen dat *M. chitwoodi* de groei van de planten sterk heeft beïnvloed. Een spreidingsgrafiek met het loofgewicht en de eindbesmetting van *M. chitwoodi* wordt eveneens getoond in bijlage 9.

Er werd ook geen relatie gevonden tussen aantal planten opgekomen kort na zaaien op 2 juni 2020 of loofgewicht op 17 augustus enerzijds en de eindbesmettingen van de aantallen *Trichodorus spp*, het aantal vrijlevende *Heterodera spp* of het aantal saprofage en overige niet-plantparasitaire nematoden anderzijds.

Ofschoon zowel de laagste eindbesmettingen van *M. chitwoodi*, als de laagste aantallen saprofage en overige niet-plantparasitaire nematoden werden gevonden in object 5, was er geen duidelijke relatie tussen de eindbesmettingen van *M. chitwoodi* en de aantallen saprofagen. In object 3 waren de eindbesmettingen van *M. chitwoodi* immers eveneens laag, terwijl de aantallen saprofagen gemiddeld waren in vergelijking met andere objecten.

3.4 Conclusies

Op grond van de resultaten in deze potproef kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- Er werden significante verschillen gevonden tussen de objecten in het aantal opgekomen planten kort na zaaien op 2 juni 2020. Deze varieerde van 6,3 in object 2 tot 11,8 in object 1.
- Er werden geen verschillen meer gezien in aantallen opgekomen planten op de dag van inoculatie en op de dag van eindbemonstering op 17 augustus 2020.
- Er werden significante verschillen gevonden tussen de objecten in de geschatte percentages biomassa op de dag van inoculatie op 11 juni 2020. Dit percentage varieerde van 56% in object 6 tot 100% in object 1.
- Ruim twee maanden na inoculatie was er nog steeds sprake van significante verschillen in biomassa. Bij de verschillende inoculatie-dichtheden (0 - 20 - 200 *M. chitwoodi* per 100 ml grond) varieerde het loofgewicht van 11,2 - 10,0 - 9,3 gram in object 6, tot 16,5 - 16,5 - 19,3 gram in object 4.
- In alle objecten werden in één of meer potten die niet waren geïnoculeerd met *M. chitwoodi*, lage eindbesmettingen met *M. chitwoodi* gevonden. Er werden hierin geen significante verschillen tussen objecten gevonden.
- Er werden significante verschillen gevonden tussen de objecten in het aantal *M. chitwoodi* op 17 augustus 2020.
Na inoculatie met 20 *M. chitwoodi* per 100 ml grond varieerde de eindbesmetting van 82 per 100 ml grond in object 5 tot 2215 per 100 ml grond in object 1. Na inoculatie met 200 *M. chitwoodi* per 100 ml grond varieerde deze van 10 per 100 ml grond in object 5 tot 9177 per 100 ml grond in object 4.
- Er werden eveneens significante verschillen gevonden tussen de objecten in het aantal saprofage nematoden op 17 augustus 2017. Bij de verschillende inoculatie-dichtheden (0 - 20 - 200 *M. chitwoodi* per 100 ml grond) varieerde het aantal van 387 - 313 - 167 nematoden per 100 ml grond in object 5 tot 1010 - 1153 - 1283 nematoden per 100 ml grond in de objecten 1 - 6 - 6.
- In de grond van perceel V werden redelijke aantallen gevonden van *Trichodoridae* en *Heterodera spp.*
- Er kon geen relatie worden gevonden tussen de eindbesmettingen of de vermeerdering van *M. chitwoodi* enerzijds en plantontwikkeling of overige waargenomen nematoden anderzijds.
- Er kon geen relatie worden gevonden tussen de eindbesmetting of de vermeerdering van *M. chitwoodi* enerzijds en één van de abiotische factoren gemeten in 2012 en 2013 anderzijds.

4 Bemonstering perceel H

4.1 Bemonstering en analyse

De besmetting op perceel H is in 2012 zeer intensief in beeld gebracht door over een aantal lijnen of gradiënten monsters te nemen van blokken van 1 x 1 m. Totaal betrof het 197 monsters. Tussen 2012 en 2020 was het bouwplan gericht op verlaging van de besmetting met *M. chitwoodi*. In 2020 is besloten om nogmaals tien monsters te steken op perceel H om een idee te krijgen van de ontwikkeling van de populatie. Omdat de teler een deel van het perceel onder water wilde zetten, zijn van dat deel twee grondmonsters gestoken op 30 juli 2020. Deze locaties bevonden zich aan de rechterkant van het perceel. Van het gedeelte dat niet onder water werd gezet zijn op 14 oktober 2020 acht monsters gestoken. De gekozen monsterlocaties lagen verspreid over het perceel, zowel op plekken waar in 2012 een hoge populatie van *M. chitwoodi* werd gevonden als op plekken waar *M. chitwoodi* destijds niet aantoonbaar was. De blokken waren 1 x 1 m groot. Het aantal steken was 24 per blok, bouwvoordiep.



Foto 4. Perceel H. Op het perceel staat luzerne (pas gemaaid) met diverse onkruiden. Rechts is het geïnundeerde deel zichtbaar.

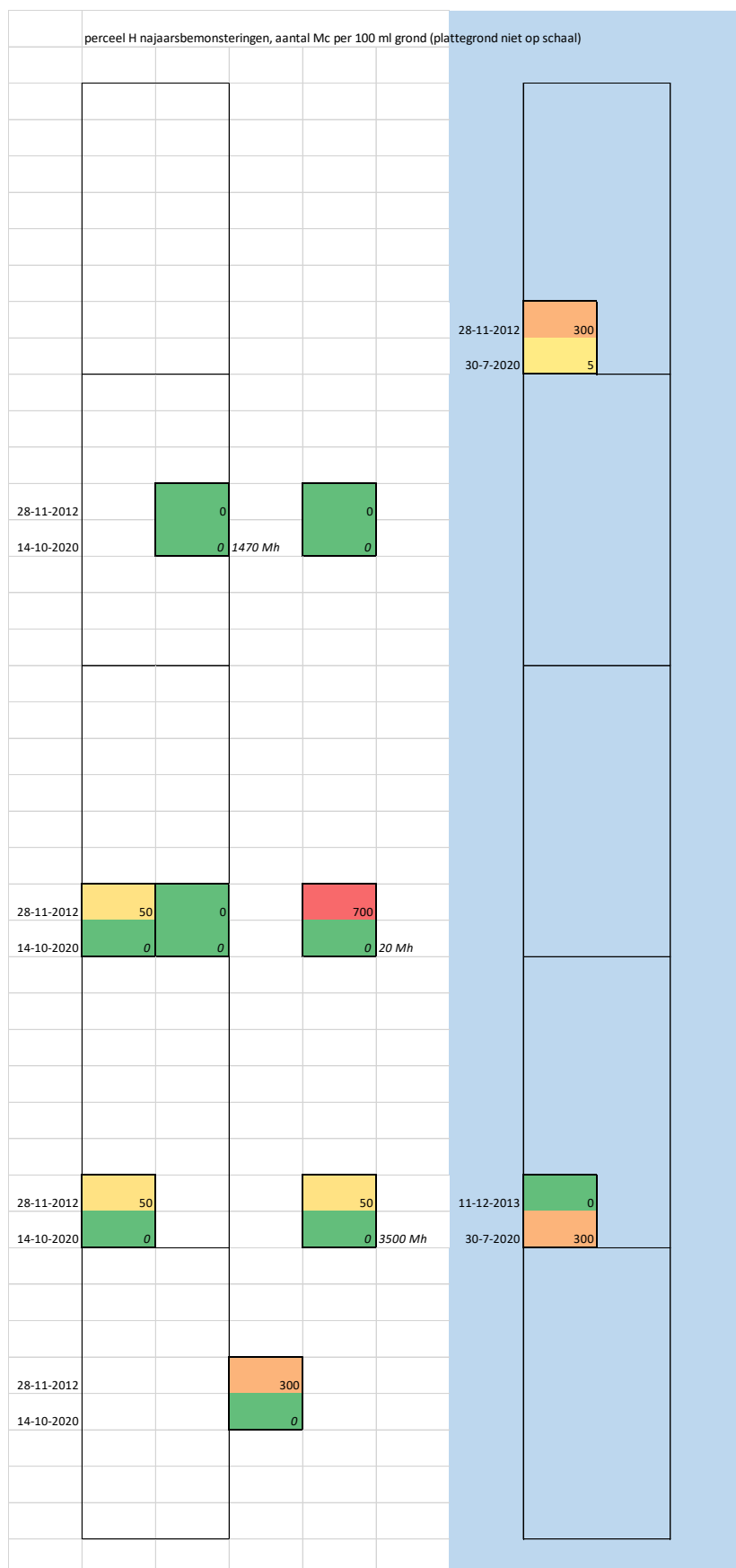
Van ieder monster is een submonster van 100 ml grond gespoeld en geanalyseerd op *M. chitwoodi*. Op twee tijdstippen werd 10% van de suspensie visueel beoordeeld. Op het eerste tijdstip werd de overige 90% van de suspensie met behulp van een PCR getoetst op *M. chitwoodi* en *M. fallax*.

4.2 Resultaten

Figuur 2 toont het aantal *M. chitwoodi* per monsterblok in twee verschillende jaren per monsterlocatie. Het betreft hier een schematisch overzicht dat niet op schaal getekend is. Het rechter gedeelte van het perceel is op 1 augustus 2020 onder water gezet. Een plattegrond op schaal met daarin de monsterlocaties in 2012 en 2020 wordt getoond in bijlage 10. Het bouwplan van perceel H wordt getoond in bijlage 11. De volledige uitslag van de 10 monsters genomen in 2020 wordt gepresenteerd in bijlage 12.

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT



Figuur 2. Het aantal *M. chitwoodi* per 100 ml grond in monsterblokken van 1 x 1 m op twee verschillende monstertijdstippen. In 2012 was de voorvrucht aardappel, in 2020 stond er luzerne op het perceel. Het blauwe gedeelte is 1 augustus 2020 onder water gezet.

In 2020 was de besmetting met *M. chitwoodi*, gemeten in de zomer vlak voor inundatie, nog steeds aanwezig op het rechter gedeelte van het perceel. Op het linker gedeelte, gemeten in het najaar, was de populatie sterk gedaald ten opzichte van 2019, tot niet meer aantoonbaar. Wel werd er op het linker gedeelte van het perceel in een aantal monsterblokken een besmetting met het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* gevonden. Luzerne is een matige waardplant voor *M. hapla* (bron: aaltjesschema.nl).

4.3 Conclusie

Ondanks een bouwplan gericht op verlaging van *M. chitwoodi* was dit aaltje nog steeds aanwezig op een deel van het perceel.

5 Eindconclusie

5.1 Perceel V

Een weerbaarheidstoets uitgevoerd met grond van perceel V toonde aan dat vermeerdering van een toegediende *M. chitwoodi* populatie op waardplant tomaat sterk afhankelijk was van de plaats binnen het perceel waar de grond voor de toets verzameld was. Geconcludeerd kan worden dat er voor *M. chitwoodi* verschillen in ziekte-onderdrukkend vermogen bleken te bestaan binnen het perceel.

Er werden in de toets ook verschillen tussen de objecten gevonden in de ontwikkeling van de waardplant. Er werd echter geen relatie gevonden tussen biomassa per pot en de vermeerdering van de toegediende *M. chitwoodi* populatie.

De verschillen in vermeerdering van *M. chitwoodi* konden ook niet worden gerelateerd aan populaties van andere nematoden gemeten op de verschillende locaties in 2012, 2013 en 2019 en verschillen in abiotische factoren (zoals porositeit, verzadiging en pH) gemeten in 2012 en 2013.

Het verdient aanbeveling te onderzoeken of de verschillen in vermeerdering van *M. chitwoodi* verklaard kunnen worden door de aanwezigheid en activiteit van antagonisten van *M. chitwoodi* in het microbioom van de bodem op de verschillende locaties waarvan grond verzameld is voor de bodemweerbaarheidstoets. Wanneer dit zo is kan dit aanknopingspunten bieden voor beïnvloeding van het bodemmicrobiom en daarmee de ziekte-werendheid van de bodem met teeltmaatregelen.

Tevens verdient het aanbeveling een nutriëntenanalyse uit te laten voeren op grond afkomstig van de verschillende locaties van perceel V, om te onderzoeken of verschillen hierin de verschillen in ontwikkeling van waardplant tomaat, waargenomen in de toets, kunnen verklaren.

5.2 Perceel H

Uit de resultaten van de laatste bemonstering op perceel H, uitgevoerd in luzerne in 2020, kan worden geconcludeerd dat de besmetting met *M. chitwoodi* nog steeds aanwezig was op een deel van het perceel, ondanks een bouwplan gericht op verlaging van de besmetting. Dit perceelsdeel is in 2020 geïnundeerd. Op het andere deel werd in een aantal monsters een besmetting van *M. hapla* gevonden. Luzerne is een waardplant voor *M. hapla*. De aantallen varieerden van niet aantoonbaar in het monster tot een hoge besmetting.

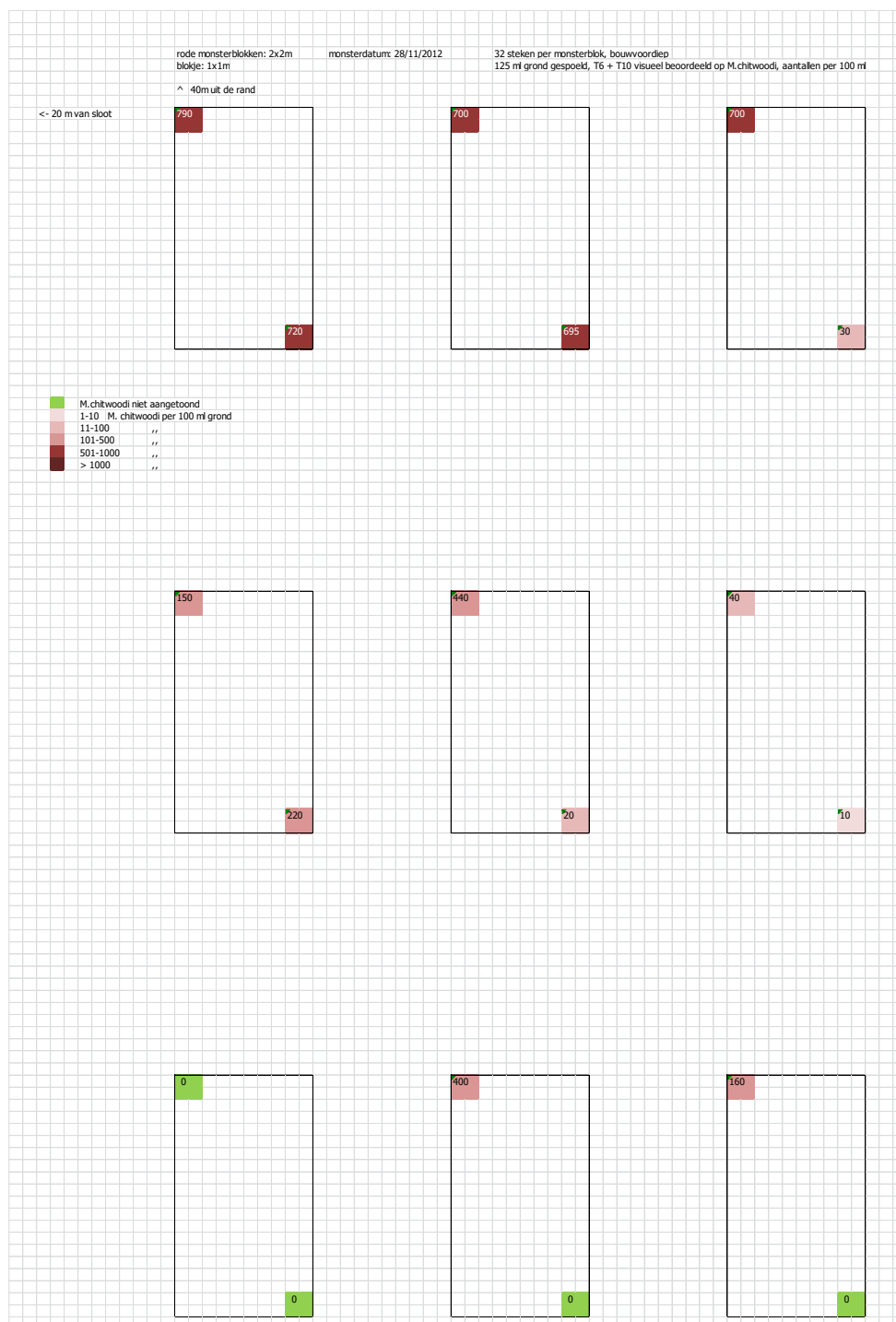
Het verdient aanbeveling om de Meloidogyne populatie op perceel H nogmaals in beeld te brengen na het volgende teeltseizoen in 2021, om te zien of de *M. chitwoodi* besmetting dan op het gehele perceel gezakt is naar niet aantoonbaar. Wanneer na een volgende bemonstering blijkt dat er nog steeds duidelijke verschillen bestaan in de besmettingen over het perceel, zou een onderzoek naar het microbiom op dit perceel extra informatie kunnen opleveren naar de oorzaak van bodemweerbaarheid ten aanzien van besmettingen met Meloidogyne nematoden en de beïnvloeding van de bodemweerbaarheid.

Bijlage 1. Activiteiten uitgevoerd in 2012

Onderzoekjaar 1. Uitgevoerd in 2012

1. In de eerste drie maanden van 2012 is in overleg met de Werkgroep Chitwoodi in Noord-Holland een aantal percelen geselecteerd die geschikt leken voor dit onderzoek.
2. Na de aardappel oogst en na bemonstering zijn de meest geschikte percelen geselecteerd voor verder onderzoek, iom commissie onderzoek aaltjesactieplan.
3. Op één perceel (H) is een intensief bemonsteringsplan (± 197 monsters, blokken 1x1m) gemaakt aan de hand van de eerdere monsteruitslagen.
4. De intensieve bemonstering is hierna uitgevoerd. De monsters zijn door het HLB beoordeeld op *Meloidogyne* spp. De monsterplekken zijn met GPS vastgelegd.
5. Op 2 percelen (H en V) zijn in totaal 40 monsters (blokken 2x2m) genomen om abiotische aspecten vast te leggen. Van deze blokken zijn ook grondmonsters genomen die op door HLB op *Meloidogyne* spp zijn beoordeeld. Diverse abiotische factoren zijn bepaald door de Grontmij.

Bijlage 2. Monsterlocaties perceel V in 2012, 2013 en 2019



Bijlage 3. Abiotische factoren in 2012 en 2013 perceel V

nr(2020)	nr(2012)	locatie	locatie	diepte(cm)	M w.	M. verz.	M dr.	w	θ vv.	θ verz.	verz.gr.	por_1	por_2	ρ	pH
1a	16	links	achter	10	1798	1976	1605	12,0	0,19	0,37	52,0	37,2	39,4	2,55	6,63
1b	13	links	achter	10	1887	2003	1674	12,7	0,21	0,33	64,7	33,0	36,8	2,50	6,74
2a	17	midden	achter	10	1991	2021	1713	16,2	0,28	0,31	90,3	30,9	35,4	2,48	6,68
2b	14	midden	achter	10	1955	1995	1694	15,4	0,26	0,30	86,7	30,2	36,1	2,43	6,75
3a	18	rechts	achter	10	1905	1998	1655	15,1	0,25	0,34	72,9	34,4	37,5	2,52	6,82
3b	15	rechts	achter	10	1876	2003	1649	13,8	0,23	0,35	64,1	35,5	37,8	2,56	6,73
	7	links	midden	10	1875	1988	1652	13,5	0,22	0,34	66,4	33,7	37,7	2,49	6,96
	8	midden	midden	10	1827	1979	1633	11,9	0,19	0,35	56,1	34,7	38,4	2,50	6,90
	9	rechts	midden	10	1814	1975	1609	12,7	0,21	0,37	56,0	36,7	39,3	2,54	6,83
	10	links	midden	10	1820	1978	1613	12,8	0,21	0,37	56,7	36,6	39,1	2,54	6,91
	11	midden	midden	10	1820	1983	1631	11,6	0,19	0,35	53,7	35,3	38,5	2,52	6,88
	12	rechts	midden	10	1883	1985	1657	13,6	0,23	0,33	68,9	32,9	37,5	2,47	6,79
4a	4	links	voor	10	1815	2002	1622	11,9	0,19	0,38	50,8	38,1	38,8	2,62	6,66
4b	1	links	voor	10	1821	1978	1609	13,2	0,21	0,37	57,5	37,0	39,3	2,55	6,63
5a	5	midden	voor	10	1855	1990	1638	13,2	0,22	0,35	61,6	35,3	38,2	2,53	6,64
5b	2	midden	voor	10	1854	1997	1639	13,1	0,22	0,36	60,1	35,9	38,2	2,56	6,68
6a	6	rechts	voor	10	1814	1998	1626	11,6	0,19	0,37	50,5	37,3	38,6	2,59	6,91
6b	3	rechts	voor	10	1784	1965	1582	12,8	0,20	0,38	52,7	38,4	40,3	2,57	6,79

- M w. massa grond in veldvochtige toestand
- M. verz. massa grond in verzadigde toestand
- M dr. massa grond in stoofdrome toestand
- w watergehalte (veldvochtig) als percentage van de stoofdrome massa
- θ vv. volumefractie water in veldvochtige toestand
- θ verz. volumefractie water in verzadigde toestand
- verz.gr. =volumefractie water veldvochtig / volumefractie water verzadigd * 100%
- por_1 porositeit o.b.v. het watergehalte in verzadigde toestand
- por_2 porositeit o.b.v. de droge massa, uitgaande van een soortelijke massa van 2,65 kg/dm³ voor de vaste fase
- ρ berekende soortelijke massa voor de vaste fase o.b.v. droge massa en por_1
- pH maat voor de zuurgraad

Bijlage 4. Bouwplan perceel V

jaar	teelt	
2012	aardappel (Fontane)	
2013	suikerbiet	veel onkruiden aanwezig
2014	plantuien	
2015	aardappelen Hermes	
2016	suikerbiet	
2017	vaste planten	hemerocallis, verschillende soorten
2018	gerst + bladrammenas	direct rechts van proefblokken vaste planten
2019	aardappel (Hermes)	Vydate in de rij 10 kg/ha
		2018 en 2019 waren een droge jaren, op deze locatie mocht niet worden berekend.

Bijlage 5. Monsteruitslag perceel V in 2019

monster	nr	locatie	locatie	P. crenatus	P. neglectus	Tylenchorhynchus	Heterodera spp	M. chitwoodi	M. fallax	Trichodoridae	Saprotagen & overig
1	(2000721)	links	voor	0	57	0	210	1	0	50	1900
2	(2000722)	midden	voor	0	20	10	490	0	0	20	3000
3	(2000723)	rechts	voor	0	70	0	270	1	0	0	2200
4	(2000724)	links	voor	0	90	0	80	10	0	10	2300
5	(2000725)	midden	voor	0	20	0	140	0	0	40	2700
6	(2000726)	rechts	voor	0	193	0	10	1	0	30	2700
7	(2000727)	links	midden	0	10	0	100	1	0	20	2240
8	(2000728)	midden	midden	0	0	10	190	1	0	37	1900
9	(2000729)	rechts	midden	10	0	0	310	20	0	10	1900
10	(2000730)	links	midden	0	50	0	20	20	0	20	2900
11	(2000731)	midden	midden	0	157	0	100	1	0	57	3100
12	(2000732)	rechts	midden	0	280	0	100	1	0	70	3740
13	(2000733)	links	achter	0	20	0	350	1	0	10	2700
14	(2000734)	midden	achter	0	40	20	140	0	0	10	2520
15	(2000735)	rechts	achter	0	40	0	170	20	0	40	2400
16	(2000736)	links	achter	0	0	0	80	1	0	0	2100
17	(2000737)	midden	achter	0	10	0	60	1	0	0	2200
18	(2000738)	rechts	achter	0	0	0	110	1	0	10	2200
101	(2000739)	links	voor proefveld	0	60	0	120	20	0	60	2200
102	(2000740)	links	voor proefveld	0	30	10	230	10	0	40	3540
103	(2000741)	midden	voor proefveld	0	40	10	40	0	0	40	2320
104	(2000742)	midden	voor proefveld	0	50	0	210	7	0	0	2800
105	(2000743)	rechts	voor proefveld	0	300	0	0	0	0	80	2900
106	(2000744)	rechts	voor proefveld	0	90	0	60	0	0	54	3300

Bijlage 6. Monsterlocaties perceel V in 2020

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0										
witte monsterblokken: 10x20m gele monsterblokken: 2x2m cel in excel: 1x1m										monsterdatum: 18-3-2020										analyse: visueel + PCR bij een visuele uitslag van 0																			
^ 40 m uit de rand < 20 m van sloot																																							
monster 1 LA 2 MA 3 RA 4 LV 5 MV 6 RV										1a+1b zijn samengevoegd tot monster 1. 2a+2b tot monster 2, enz. Van monsters 1, 2 en 3 was de grond op 18-3-2020 iets natter dan van monsters 4, 5 en 6. De nattere grond achterop lijkt iets zwaarder, de laag van -25 tot -5 cm was wat donkerder. Van monster 2 stonk de grond (anaërobe rotting meer dan van de overige monsters).																													

Bijlage 7. Ruwe data potproef

monster locatie	Mc / 100 ml grond toegevoegd	herhaling	pl_0602	pl_0611	pl_0817	% biomassa 0817	loofgew 0817	monster locatie	Mc / 100 ml grond toegevoegd	herhaling	pl_0602	pl_0611	pl_0817	% biomassa 0817	loofgew 0817
1	0	1	11	14	13	100	15	4	0	1	10	14	15	70	18
1	0	2	11	14	13	100	18	4	0	2	16	15	15	100	20
1	0	3	12	14	13	100	16	4	0	3	12	13	13	95	16
1	0	4	12	14	12	100	19	4	0	4	11	15	15	70	18
1	0	5	14	15	15	100	12	4	0	5	9	12	12	85	14
1	0	6	10	15	14	100	16	4	0	6	10	14	14	85	13
1	20	1	13	15	12	100	13	4	20	1	11	13	13	95	15
1	20	2	11	13	13	100	20	4	20	2	14	13	14	95	19
1	20	3	15	16	16	100	16	4	20	3	8	13	12	80	15
1	20	4	13	13	13	100	17	4	20	4	10	12	12	95	18
1	20	5	15	16	16	100	15	4	20	5	7	13	13	50	17
1	20	6	13	13	13	100	17	4	20	6	14	14	15	100	15
1	200	1	11	13	12	100	16	4	200	1	13	15	15	100	23
1	200	2	12	14	14	100	16	4	200	2	14	13	13	95	19
1	200	3	9	13	13	100	18	4	200	3	11	12	12	95	21
1	200	4	12	14	14	100	19	4	200	4	14	16	16	100	18
1	200	5	12	12	12	100	17	4	200	5	14	14	14	100	19
1	200	6	7	14	14	100	16	4	200	6	13	14	14	100	16
2	0	1	9	14	14	60	14	5	0	1	10	12	12	80	11
2	0	2	13	13	13	95	15	5	0	2	8	11	11	80	11
2	0	3	7	13	13	20	13	5	0	3	12	12	12	100	10
2	0	4	5	9	9	50	13	5	0	4	13	13	13	100	13
2	0	5	8	12	12	95	12	5	0	5	12	12	12	80	10
2	0	6	4	14	15	50	11	5	0	6	12	12	12	80	11
2	20	1	3	14	12	30	11	5	20	1	12	14	14	60	10
2	20	2	7	13	12	50	13	5	20	2	11	14	14	60	10
2	20	3	5	15	15	50	13	5	20	3	12	13	13	60	12
2	20	4	9	13	13	95	15	5	20	4	15	15	14	100	12
2	20	5	7	15	15	95	12	5	20	5	7	14	14	50	10
2	20	6	4	14	14	50	9	5	20	6	8	14	14	60	11
2	200	1	5	10	10	60	12	5	200	1	10	14	15	40	10
2	200	2	10	14	14	95	15	5	200	2	13	14	14	50	11
2	200	3	5	15	15	60		5	200	3	12	12	12	60	13
2	200	4	10	12	12	95	13	5	200	4	9	12	12	80	9
2	200	5	1	12	12	50	12	5	200	5	6	14	13	70	8
2	200	6	2	14	14	50	11	5	200	6	14	13	13	100	14
3	0	1	9	14	14	60	13	6	0	1	11	14	13	60	10
3	0	2	11	14	14	60	11	6	0	2	5	14	14	50	12
3	0	3	8	13	13	60	12	6	0	3	10	13	13	60	12
3	0	4	11	14	14	60	15	6	0	4	11	14	12	70	10
3	0	5	11	14	14	60	13	6	0	5	7	14	14	50	10
3	0	6	10	13	13	60	11	6	0	6	16	14	14	90	13
3	20	1	10	12	12	95	13	6	20	1	7	14	14	50	12
3	20	2	8	15	15	60	13	6	20	2	5	13	13	50	10
3	20	3	8	13	13	50	14	6	20	3	8	13	13	50	9
3	20	4	9	12	12	95	12	6	20	4	8	15	14	60	9
3	20	5	1	11	11	40	10	6	20	5	5	13	13	50	8
3	20	6	11	15	15	80	11	6	20	6	1	11	11	50	12
3	200	1	10	14	14	80	11	6	200	1	5	13	13	50	12
3	200	2	4	14	13	60	11	6	200	2	10	14	14	60	7
3	200	3	14	14	14	95	12	6	200	3	1	6	10	30	9
3	200	4	9	12	12	60	12	6	200	4	7	11	11	80	12
3	200	5	8	12	11	80	11	6	200	5	4	12	12	50	8
3	200	6	9	15	15	60	12	6	200	6	7	13	13	50	8

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT

monsterloc.	herhaling	0 Mc / 100 ml grond toegevoegd				20 Mc / 100 ml grond toegevoegd				200 Mc / 100 ml grond toegevoegd					
		Pf Mc-0	Pf Het-0	Pf Trich-0	Pf sapro-0	Pf Mc-20	Pf/Pi Mc-20	Pf Het-20	Pf Trich-20	Pf sapro-20	Pf Mc-200	Pf/Pi Mc-200	Pf Het-200	Pf Trich-200	Pf sapro-200
1	1	0	190	0	340	80	4	120	0	400	4960	25	50	10	1160
1	2	0	70	0	1360	2620	128	40	0	1200	9790	49	40	0	1020
1	3	0	120	0	1020	2600	127	140	10	840	4980	25	100	20	920
1	4	5	20	0	540	2390	117	70	0	1270	2770	14	150	10	960
1	5	0	50	20	1040	2920	142	180	10	660	7630	38	50	0	1020
1	6	0	30	0	1760	2680	131	20	0	1240	17650	88	40	0	700
2	1	0	160	20	1100	30	2	100	50	840	3840	19	190	20	660
2	2	0	220	20	520	0	0	110	60	400	940	5	220	20	640
2	3	10	90	47	1020	420	21	70	40	260	6220	31	70	60	620
2	4	0	60	50	1110	110	6	210	0	850	2360	12	110	60	1160
2	5	10	70	10	1040	5750	288	220	0	640	6890	34	270	40	780
2	6	10	450	20	860	530	27	40	50	1020	5660	28	90	0	1340
3	1	0	100	40	860	1230	40	270	70	1460	2580	12	180	33	1500
3	2	0	260	40	500	10	0	80	40	400	100	0	120	40	620
3	3	0	230	30	800	790	26	160	70	280	410	2	50	30	720
3	4	40	270	53	960	50	2	100	20	240	380	2	110	50	440
3	5	20	190	40	500	20	1	230	20	800	270	1	180	40	980
3	6	0	220	40	720	590	19	290	20	1060	173	1	190	10	900
4	1	0	10	0	720	1050	41	50	20	1100	5300	26	50	0	900
4	2	10	200	0	420	360	14	70	20	1400	17820	87	80	20	820
4	3	0	50	20	420	1480	58	60	0	440	4020	20	30	10	1080
4	4	0	70	10	380	590	23	40	10	740	6690	33	30	0	1020
4	5	0	140	20	340	130	5	80	30	540	5660	28	50	10	920
4	6	0	110	0	640	3360	132	50	20	540	15570	76	80	50	580
5	1	25	310	10	660	240	12	80	30	400	32	0	110	30	200
5	2	0	130	20	240	20	1	240	50	300	0	0	170	10	200
5	3	10	90	40	200	0	0	150	0	300	5	0	130	0	180
5	4	10	110	50	360	220	11	70	10	380	20	0	70	10	160
5	5	0	140	20	460	0	0	140	10	280	0	0	110	10	40
5	6	0	170	10	400	10	1	80	10	220	0	0	100	30	220
6	1	0	210	60	1380	260	12	110	10	1080	4470	22	260	10	620
6	2	5	120	20	700	420	20	70	50	1400	2930	15	190	50	1200
6	3	5	30	20	560	140	7	40	50	1280	1130	6	80	60	1300
6	4	0	60	0	340	1290	61	50	40	1600	5210	26	0	10	560
6	5	0	250	0	240	250	12	170	10	920	5700	28	120	10	1180
6	6	0	260	40	840	10	0	200	70	640	5730	29	90	40	2840
1		1	80	3	1010	2215	108	95	3	935	7963	40	72	7	963
2		5	175	28	942	1140	57	125	33	668	4318	22	158	33	867
3		10	212	41	723	448	15	188	40	707	652	3	138	34	860
4		2	97	8	487	1162	46	58	17	793	9177	45	53	15	887
5		8	158	25	387	82	4	127	18	313	10	0	115	15	167
6		2	155	23	677	395	19	107	38	1153	4195	21	123	30	1283

Grond van één pot met een hoger aantal *Heterodera* spp. (object 2 geïnoculeerd met 200 *M. chitwoodi* per 100 ml grond, herhaling 5) is gespoeld met een methode geschikt voor de extractie van cysten. In de pot werd een ruime hoeveelheid cysten van bietencystenaaltjes gevonden.

Bijlage 8. Anova tabel potproef

Assessment Date	Jun-2-2020	Jun-11-2020	Jun-11-2020
Assessment Type	COUPLA	COUPLA	BIOMAS
Assessment Unit	NUMBER	NUMBER	percent
Number of Subsamples	1	1	1
Trt Treatment			
No. Name	1*	2*	3*
1LA	11,8a	14,0-	100,0a
2MA	6,3c	13,1-	63,9bc
3RA	8,9bc	13,4-	67,5bc
4LV	11,7a	13,6-	89,4a
5MV	10,9ab	13,1-	72,8b
6RV	7,1c	12,8-	56,1c
Tukey's HSD P=.05	2,76	1,41	15,92
Standard Deviation	2,84	1,45	16,38
CV	29,97	10,86	21,85
Levene's F	1,203	0,491	5,757
Levene's Prob(F)	0,313	0,782	0,001*
Skewness	-0,5117*	-1,552*	-0,2372
Kurtosis	-0,1775	5,9902*	-1,276*
Replicate F	0,874	0,664	0,950
Replicate Prob(F)	0,6049	0,8286	0,5208
Treatment F	12,667	1,548	18,459
Treatment Prob(F)	0,0001	0,1836	0,0001

Assessment Type
 COUPLA = count - plant / emergence - objective
 BIOMAS = biomas
Assessment Unit
 NUMBER = number

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Tukey's HSD).
 Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.
 * Adjusted means

Description	Pf Mc-0	Pf Mc-20	Pf Mc-200	Pf/Pi Mc-20	Pf/Pi Mc-200	Pf Het-0	Pf Het-20
Assessment Date	Aug-17-2020	Aug-17-2020	Aug-17-2020	Aug-17-2020	Aug-17-2020	Aug-17-2020	Aug-17-2020
SE Group No.	2	6	13	13	20	1	5
Number of Subsamples	1	1	1	1	1	1	1
ARM Action Codes	AL	AS	AS	AS	AL	AS	AL
Number of Decimals	1	1	1	1	1	1	1
Trt No.	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
1	0,3-	1963,0a	7303,9a	96,0a	33,6a	69,9-	74,7-
2	2,3-	514,1ab	3975,6a	26,8ab	18,1a	153,4-	106,2-
3	2,1-	290,6ab	470,6b	10,0b	2,0b	207,1-	168,8-
4	0,5-	935,5ab	8448,8a	36,8ab	38,1a	84,3-	56,8-
5	2,8-	42,9b	5,5b	2,6b	0,0b	151,5-	114,6-
6	0,8-	297,0ab	3968,6a	14,4ab	18,6a	138,6-	90,0-
Tukey's HSD P=.05	3,46 - 12,75	1402,68 - 1797,75	1491,21 - 5349,53	66,34 - 85,93	2,03 - 25,85	146,83 - 154,70	101,58 - 108,22
Standard Deviation	0,57t	17,67t	20,37t	3,69t	0,26t	3,72t	0,25t
CV	159,51t	76,55t	37,31t	73,81t	25,64t	32,54t	12,45t
Levene's F	1,305	0,751	1,60	0,726	1,009	1,045	1,50
Levene's Prob(F)	0,288	0,592	0,19	0,609	0,429	0,41	0,22
Skewness	0,9964*	0,8926*	0,2078	1,0962*	-0,5165	0,0778	-0,143
Kurtosis	-0,6469	-0,0016	-0,5902	0,5271	-1,1717	-0,3321	-0,6067
Replicate F	0,414	0,376	1,195	0,411	0,886	1,244	1,431
Replicate Prob(F)	0,8348	0,8604	0,3400	0,8366	0,5050	0,3186	0,2475
Treatment F	0,695	3,266	18,189	3,469	35,073	2,165	2,540
Treatment Prob(F)	0,6322	0,0210	0,0001	0,0162	0,0001	0,0905	0,0544

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Tukey's HSD).
 t=Mean descriptions are reported in transformed data units, and are not de-transformed.
 Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.
 Due to missing data, larger Tukey's HSD values (col. 20: >=3,31 and <=3,65) are used for mean comparisons of treatment pairs with missing data.
 * Adjusted means

Vestiging en verspreiding van het maiswortelknobbelaaltje binnen een perceel, deel II

RAPPORT

Description	Pf Het-200 Aug-17-2020	Pf Tricho-0 Aug-17-2020	Pf Tricho-20 Aug-17-2020	Pf Tricho-200 Aug-17-2020	Pf sapro-0 Aug-17-2020	Pf sapro-20 Aug-17-2020	Pf sapro-200 Aug-17-2020	# planten - 0 Aug-17-2020
Assessment Date								
SE Group No.	13	3	7	13	4	8	13	14
Number of Subsamples	1	1	1	1	1	1	1	1
ARM Action Codes					AL			
Number of Decimals	1	1	1	1	1	1	1	1
Trt No.	8*	9*	10*	11*	12*	13*	14*	15*
1	71,7ab	3,3b	3,3b	6,7-	880,7a	935,0ab	963,3a	13,3-
2	158,3a	27,8ab	33,3ab	33,3-	913,0a	668,3ab	866,7ab	12,7-
3	138,3ab	40,6a	40,0a	33,9-	701,3ab	706,7ab	860,0ab	13,7-
4	53,3b	8,3b	16,7ab	15,0-	468,0ab	793,3ab	886,7ab	14,0-
5	115,0ab	25,0ab	18,3ab	15,0-	357,9b	313,3b	166,7b	12,0-
6	123,3ab	23,3ab	38,3a	30,0-	577,6ab	1153,3a	1283,3a	13,3-
Tukey's HSD P=.05	101,22	27,43	33,82	33,13	437,46 - 502,12	627,79	738,22	2,13
Standard Deviation	56,89	15,41	19,01	18,62	0,19t	352,82	414,89	1,19
CV	51,71	72,07	76,04	83,44	6,97t	46,32	49,52	9,07
Levene's F	2,505	1,348	1,558	2,063	1,122	2,228	1,80	1,262
Levene's Prob(F)	0,052	0,271	0,202	0,098	0,37	0,077	0,143	0,306
Skewness	0,7178	0,4198	0,6482	0,6164	-0,1711	0,3771	1,5981*	-0,854*
Kurtosis	-0,0703	-1,0164	-0,8095	-0,8697	-0,6718	-1,1258	6,1262*	1,8348*
Replicate F	1,580	0,492	1,513	0,358	1,019	0,795	0,634	0,794
Replicate Prob(F)	0,2021	0,7792	0,2215	0,8724	0,4274	0,5634	0,6759	0,5639
Treatment F	2,975	4,654	3,506	2,306	4,017	3,829	4,660	2,196
Treatment Prob(F)	0,0305	0,0039	0,0154	0,0746	0,0082	0,0103	0,0038	0,0867

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Tukey's HSD).

t=Mean descriptions are reported in transformed data units, and are not de-transformed.

Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.

Due to missing data, larger Tukey's HSD values (col. 20: >=3,31 and <=3,65) are used for mean comparisons of treatment pairs with missing data.

* Adjusted means

Description	loofgewicht - 0 Aug-17-2020	# planten - 20 Aug-17-2020	loofgewicht - 20 Aug-17-2020	# planten - 200 Aug-17-2020	loofgewicht - 2> Aug-17-2020
Assessment Date					
SE Group No.	15	16	17	18	19
Number of Subsamples	1	1	1	1	1
ARM Action Codes	AL				
Number of Decimals	1	1	1	1	1
Trt No.	16*	17*	18*	19*	20*
1	15,8ab	13,8-	16,3a	13,2-	17,0a
2	12,9bc	13,5-	12,2b	12,8-	12,8b
3	12,4c	13,0-	12,2b	13,2-	11,5bc
4	16,3a	13,2-	16,5a	14,0-	19,3a
5	11,0c	13,8-	10,8b	13,2-	10,8bc
6	11,1c	13,0-	10,0b	12,2-	9,3c
Tukey's HSD P=.05	2,54 - 3,04	2,46	2,99	2,51	3,31
Standard Deviation	0,05t	1,38	1,68	1,41	1,85
CV	4,09t	10,33	12,93	10,8	13,76
Levene's F	0,715	1,389	0,503	0,627	1,152
Levene's Prob(F)	0,617	0,257	0,772	0,68	0,356
Skewness	0,4878	0,1753	0,4962	-0,2811	0,4974
Kurtosis	-0,6721	-0,426	-0,4635	-0,246	-0,4628
Replicate F	2,573	0,442	1,604	1,027	0,925
Replicate Prob(F)	0,0520	0,8150	0,1956	0,4234	0,4820
Treatment F	12,976	0,477	16,321	1,060	26,380
Treatment Prob(F)	0,0001	0,7901	0,0001	0,4056	0,0001

Means followed by same letter or symbol do not significantly differ (P=.05, Tukey's HSD).

t=Mean descriptions are reported in transformed data units, and are not de-transformed.

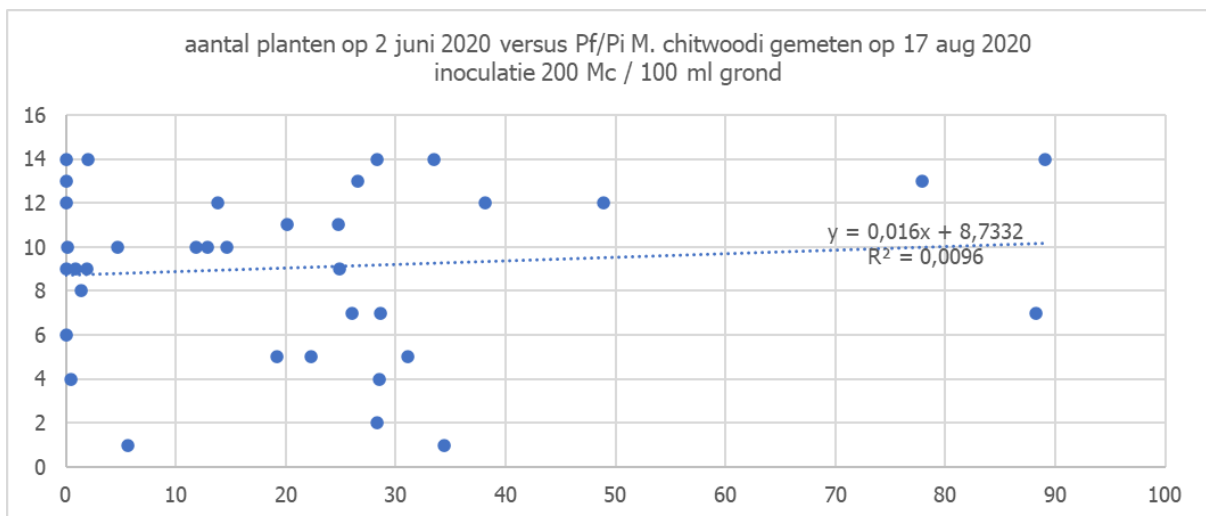
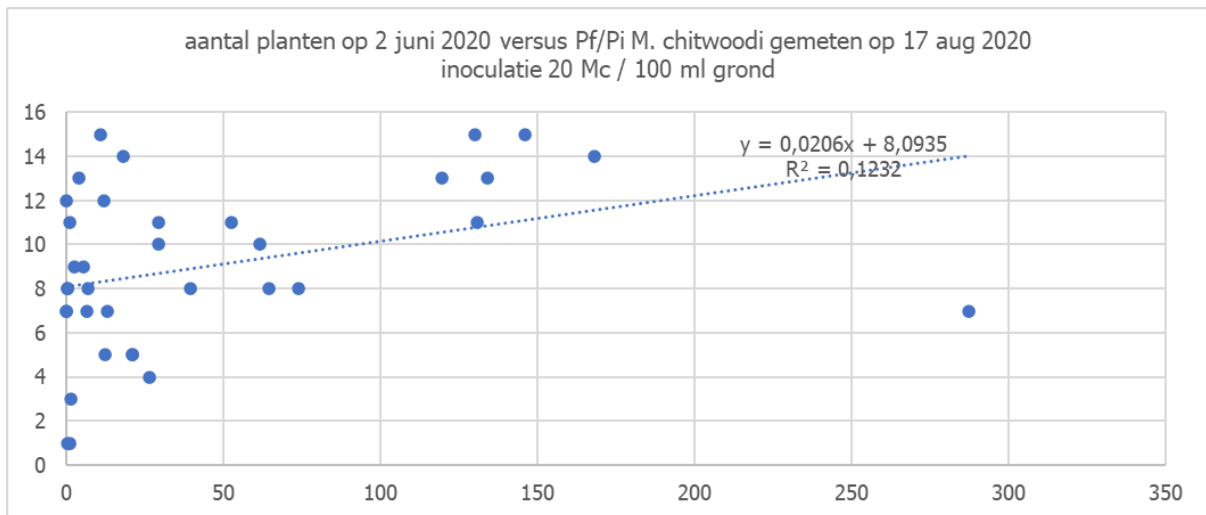
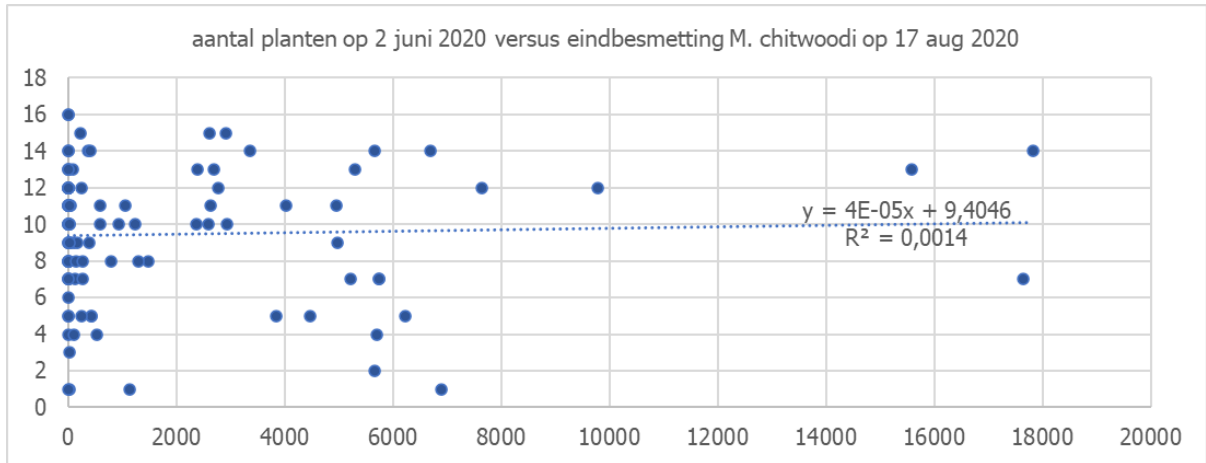
Mean comparisons performed only when AOV Treatment P(F) is significant at mean comparison OSL.

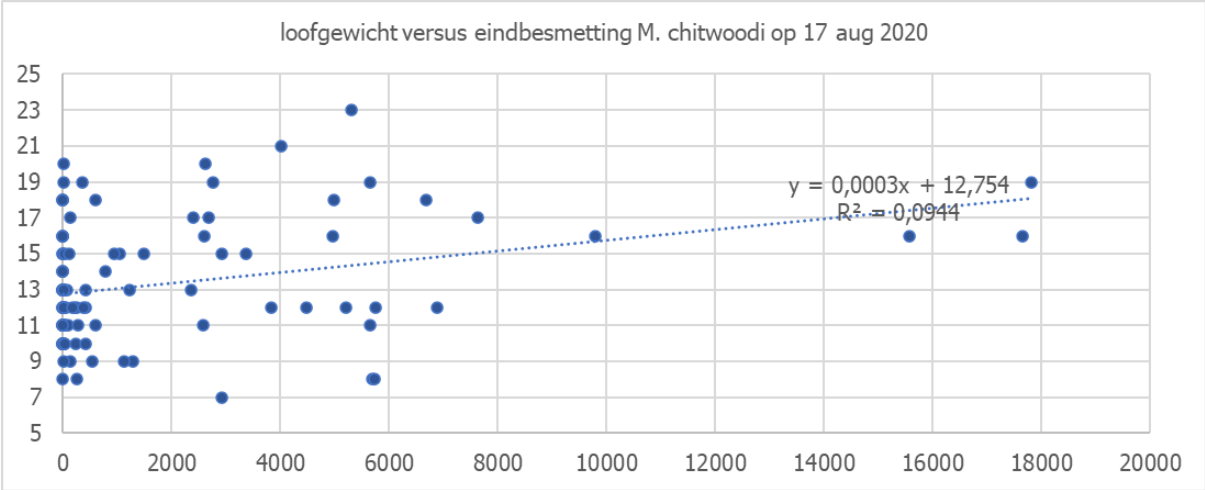
Due to missing data, larger Tukey's HSD values (col. 20: >=3,31 and <=3,65) are used for mean comparisons of treatment pairs with missing data.

* Adjusted means

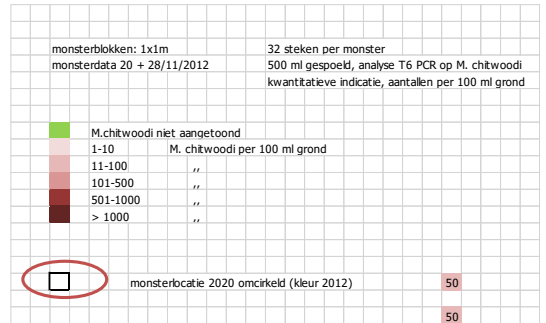
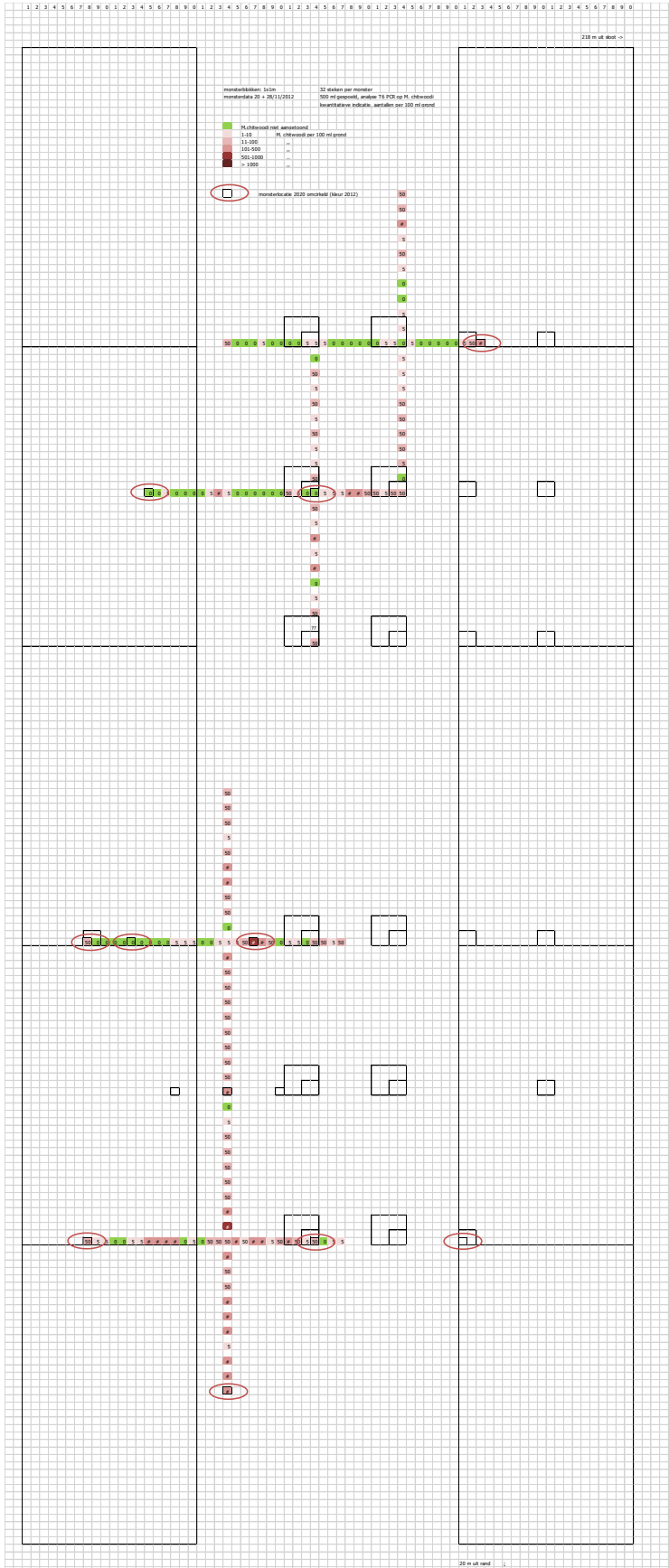
ARM Action Codes
AL = Automatic log transformation of X+1
AS = Automatic square root transformation of X+0.5

Bijlage 9. Relaties tussen *M. chitwoodi* en plantontwikkeling





Bijlage 10. Monsterlocaties perceel H in 2012 en 2020



Bijlage 11. Bouwplan perceel H

jaar	teelt	
1989	aardappel	
1990	wintertarwe	
1991	suikerbiet	
1992	tulpen	
1993	aardappel	
1994	witlof + suikerbiet	witlof voorop
1995	wintertarwe	zomertarwe voorop (250m)
1996	zomertarwe + tulp	
1997	aardappel	
1998	lelie	
1999	witlof	
2000	wintertarwe + tulp	
2001	tulp + bladrammenas	bladrammenas niet resistent tegen Mc
2002	aardappel	
2003	suikerbiet	
2004	wintertarwe	
2005	aardappel	
2006	spinazie	
2007	lelie	
2008	cichorei	
2009	aardappel	
2010	suikerbiet	
2011	wintertarwe	herfst ontsmet met Monam
2012	aardappel	
2013	japanse haver, luzerne, zomertarwe, tulpen	
2014	tulp + bladrammenas	
2015	aardappel	
2016	spinazie	
2017	winterpeen	
2018	luzerne	
2019	luzerne	
2020	luzerne	

Bijlage 12. Monsteruitslag perceel H in 2020

monster	nr	monsterdatum	locatie	locatie	P. penetrans	Tylenchorhynchus	Heterodera spp	M. chitwoodi	M. fallax	M. hapla	Hemicyclophora	Trichodoridae	Saprotagen & overig
1	(2100528)	31-07-20	rechts	voor	230	30	930	300	0	0	0	10	6900
2	(2100529)	31-07-20	rechts	achter	20	30	810	5	0	0	0	0	9820
1	(2101961)	14-10-20	midden	voor	340	410	110	0	0	0	0	0	5060
2	(2101962)	14-10-20	links	voor	630	450	0	0	0	0	0	10	5320
3	(2101963)	14-10-20	midden	voor	70	310	0	0	0	3500	180	0	8200
4	(2101964)	14-10-20	links	midden	427	140	110	0	0	0	0	10	4260
5	(2101965)	14-10-20	links	midden	720	350	10	0	0	0	60	0	5580
6	(2101966)	14-10-20	midden	midden	470	460	10	0	0	20	0	10	3800
7	(2101967)	14-10-20	links	achter	40	130	20	0	0	1470	0	0	36000
8	(2101968)	14-10-20	midden	achter	290	110	0	0	0	0	0	0	11640