



De duurwerking van Tagetes

Auteurs | Vervuurt, W., Visser, J. en Toren, M.



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Report WPR-OT 1128

De duurwerking van Tagetes

Vervuurt, W.¹, Visser, J.H.M.¹ en Toren, M.C.¹

¹ Wageningen University & Research – Open Teelten

Dit onderzoek is in opdracht van de Provincie Groningen uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), Open Teelten, in het kader van de Regiodeal Natuurinclusieve Landbouw (projectnummer 3750468500).

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

Lelystad, december 2024

Rapport WPR-OT-1128

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/683419>

Trefwoorden: Tagetes, zetmeelaardappelen, pratylenchus penetrans, schaderelatie curve, financiële doorrekening, Veenkoloniën

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; 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-1128

Foto omslag: Marjan Toren

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	8
2 Methode	10
2.1 Proefopzet	10
2.1.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën	10
2.1.2 Zaaitijdstippenproef	11
2.2 Metingen	11
2.2.1 Nematoden	11
2.2.2 Opbrengst	11
2.3 Data analyses	12
2.3.1 Nematoden	12
2.3.2 Opbrengst	12
2.3.3 Schaderelatie curves	12
2.3.4 Economische analyse	12
3 Resultaten	13
3.1 Plantenparasitaire nematoden	13
3.1.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën	13
3.1.2 Zaaitijdstippenproef	17
3.2 Opbrengst	18
3.2.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën	18
3.2.2 Zaaitijdstippenproef	20
3.3 Opbrengsteffect door besmetting	21
3.4 Economisch perspectief	22
4 Discussie	24
4.1 Methode	24
4.1.1 Proefopzet	24
4.1.2 Analyses	24
4.1.3 Prijzen en aannames	24
4.2 Resultaten	24
4.2.1 Opbrengsteffect	24
4.2.2 Schaderelatie curve	25
4.3 Perspectief	27
4.3.1 Potentie van de maatregel	27
4.3.2 Productprijzen	29
5 Conclusie	31
Literatuur	33
Bijlage 1 Proefopzet Bodemkwaliteit Veenkoloniën	35
Bijlage 2 Proefopzet Zaaitijdstippenproef	36
Bijlage 3 Verloop van <i>P. penetrans</i> per perceel	37
Bijlage 4 Verloop van <i>Meloidogyne</i> per perceel	39
Bijlage 5 Verloop van Trichodoriden aaltjes per perceel	41

Woord vooraf

Deze studie is tot stand gekomen in samenwerking met Agenda voor de Veenkoloniën en gefinancierd vanuit de Regiodeal Natuurinclusieve landbouw. Dit project bouwt voort op de proef 'Bodemkwaliteit Veenkoloniën' uit de PPS Beter Bodem Beheer en één van de drie vergroeningsproeven in opdracht van Innovatie Veenkoloniën. Door het combineren van data en ervaringen uit deze twee proeven zijn waardevolle inzichten verkregen wat betreft de werking van Tagetes als maatregel op de korte en lange termijn. Hiervoor gaat dank uit naar iedereen die hieraan bijgedragen heeft. Allereerst de financiers voor het mogelijk maken van deze studie. Daarnaast het proefbedrijf 't Kompas voor het secuur uitvoeren van de proeven en metingen. En tot slot Leendert Molendijk en Johan Specken voor het reviewen van dit verslag.

Wieke Vervuurt

Samenvatting

Op basis van twee proeven zijn de langdurige effecten van Tagetes op de populatie van verschillende plantparasitaire aaltjes, gewasopbrengst en de economische haalbaarheid onderzocht.

Achtergrond

De akkerbouw op dalgronden in Noordoost Nederland kent verschillende uitdagingen, waaronder de besmetting met het plantenparasitaire aaltje *Pratylenchus penetrans* die schade veroorzaakt in o.a. aardappel en uien. Uit verschillende proeven is inmiddels bekend dat de teelt van Tagetes de besmetting sterk kan reduceren. De vraag is hoe lang deze besmetting verlaagd blijft en hoeveel volgteelten van deze verlaagde besmetting profiteerden. Ook is het de vraag hoe Tagetes het beste ingepast kan worden in het bouwplan, en wat de financiële consequenties daarvan zijn. Op basis van proeven is het effect van de inpassing van Tagetes in een Veenkoloniaal bouwplan geëvalueerd op de plantenparasitaire aaltjes in de bodem, de gewasopbrengst en de financiële consequenties. Er is gekeken naar de vervanging van zomergerst met Japanse haver door Tagetes eens in de vier en eens in de acht jaar, en het telen van Tagetes na graan. Dit geeft telers praktische handvaten over het inpassen van Tagetes in het bouwplan.

Proefopzet

Er is data geanalyseerd van twee langjarige proeven op het proefbedrijf 't Kompas in Valthermond. Bodemkwaliteit Veenkoloniën had een looptijd van 2013 tot en met 2023, waarbij twee gewasrotaties op vier percelen zijn gevolgd. Tagetes werd geteeld ter vervanging van zomergerst en Japanse haver. De zaaitijdstippenproef startte in 2016 en de drie daaropvolgende teelten met aardappels en suikerbieten zijn geanalyseerd. Tagetes werd op verschillende momenten gezaaid. In beide proeven zijn metingen verricht aan o.a. de aaltjesbesmetting (*P. penetrans*, *meloidogyne chitwoodi* en *fallax*, *trichodoriden* en aardappelmoehed) en gewasopbrengsten.

Resultaten

De teelt van Tagetes, mits uiterlijk half augustus gezaaid voor, reduceerde de populatie van *P. penetrans* sterk. De besmetting bleef gemiddeld 3 aardappelteelten lager ten opzichte van de referentie. Tagetes is een geen of een slechte waardplant voor *meloidogyne*. In vergelijking met de referentie waarin Japanse haver werd geteeld, nam de besmetting af. Er werd geen sterke toename gevonden van trichodoriden door de teelt van Tagetes. Gemiddeld genomen lieten de zetmeelaardappels een opbrengstverhoging zien, dit effect trad echter niet bij elke aardappelteelt op. Gemiddeld genomen over de twee proeven was de opbrengstverhoging 13% voor een gevoelig ras (Seresta) en 9% bij een minder gevoelig ras (Festien). Een teelt van Tagetes 1:4 was effectiever dan een teelt van 1:8. Het effect op suikerbieten was wisselend. Wat betreft het financieel aantrekkelijk telen van Tagetes moet de maatregel 12.819 kg ha⁻¹ aardappels meer opleveren wanneer het de zomergerst met Japanse haver vervangt en 2.728 kg ha⁻¹ wanneer het alleen de Japanse haver vervangt.

Discussie

Voor Seresta en Festien wordt momenteel een schadedrempel van 1,5 aaltje per gram droge grond gehanteerd. De resultaten uit beide proeven lieten zien dat deze schadedrempel mogelijk lager ligt. Het opbrengsteffect bij de teelt van Tagetes deed zich echter niet in elke aardappelteelt voor, een eenduidige oorzaak hiervan is niet gevonden. Bovendien hangt de potentie van de maatregel van vele factoren af, zoals de beginbesmetting, het bouwplan, de prijs van gerst en zetmeel en de manier waarop Tagetes in het bouwplan wordt ingepast. Over het algemeen kan worden gesteld dat hoe hoger de graanprijs en hoe lager de zetmeelprijs, hoe hoger de besmetting moet zijn om financieel rendabel in te kunnen grijpen.

Conclusie

De teelt van Tagetes is een effectieve manier om een besmetting met *P. penetrans* te reduceren, wat leidt tot een verhoging van de aardappelopbrengst. Een teelt van Tagetes 1:4 was effectiever dan een teelt van 1:8. Dit kwam vermoedelijk omdat de besmetting met *P. penetrans* na 4 à 7 jaar weer op liep. Wanneer Tagetes een teelt van zomergerst met Japanse haver vervangt kan dat, bij de huidige prijzen, financieel niet uit. Bij een teelt van 1:8 was dat wel het geval. Ook het vervangen van Japanse haver door Tagetes, mits op tijd gezaaid, kon financieel uit. Of het financieel aantrekkelijk is om Tagetes te telen, hangt ook van de besmetting af.

1 Inleiding

De akkerbouw op dalgronden in Noordoost Nederland kent verschillende uitdagingen, waaronder de besmetting met het plantenparasitaire aaltje *Pratylenchus penetrans* (wortellessieaaltje) die schade veroorzaakt in o.a. aardappel en uien. Uit verschillende proeven is inmiddels bekend dat de teelt van Tagetes de besmetting sterk kan reduceren, waarbij de besmetting over verschillende jaren laag blijft (Visser et al., 2020; Korthals et al., 2014; Visser et al., 2023; Vervuurt et al., 2023).

Het project 'Bodemkwaliteit Veenkoloniën', afgekort BKV, is in 2013 van start gegaan. Dit systeemonderzoek is gericht op het ontwikkelen van praktisch toepasbare maatregelen die bijdragen aan duurzaam bodembeheer en economisch perspectief voor de akkerbouwers in de Veenkoloniën. Samen met de begeleidingscommissie (bestaande uit telers en het bedrijfsleven) zijn de belangrijkste bodemgebonden problemen en mogelijke oplossingsrichtingen geïnventariseerd. De meest perspectievolle maatregelen zijn vervolgens uitgewerkt en als onderzoeksobjecten opgenomen in een standaard Veenkoloniaal bouwplan met zetmeelaardappelen, suikerbiet en zomergerst met Japanse haver als groenbemester.

Een van de meest spraakmakende maatregelen van deze proef is Tagetes. Hierbij wordt de teelt van zomergerst met Japanse haver vervangen door de teelt van Tagetes om het wortellessie aaltje *P. penetrans* op een natuurlijke wijze te reduceren (de Haan et al., 2020; Vervuurt et al., 2023). Met de teelt van Tagetes kon de populatie worden gereduceerd tot onder de detectiegrens, wat leidde tot een opbrengstverhoging in de twee volgende aardappelteelten. Ook economisch is deze maatregel veelbelovend (de Wolf et al., 2019; Bijker et al., 2022).

Uit diverse proeven, waaronder BKV, is bekend dat een zomerteelt Tagetes, gezaaid voor half juli en met een groeidiur van minimaal 12 weken, een besmetting van *P. penetrans* sterk kan reduceren en dat de besmetting gedurende een aantal jaren, ook wanneer er waardgewassen worden geteeld, erg laag blijft. Een teelt van Tagetes in de zomer betekent dat dit ten kosten gaat van een hoofddeelt (*cash crop*). In de praktijk voelen telers er weinig voor om een commerciële teelt in te wisselen voor een Tagetes teelt om de besmetting met *P. penetrans* terug te dringen. Dat wordt gezien als een verloren teeltseizoen en een mogelijk verlies aan inkomsten, wanneer de meeropbrengsten in de volgteelten aardappel onvoldoende blijken te zijn om de investering van een zomerteelt Tagetes te compenseren. Alternatief is om Tagetes na een vroeg geoogst gewas als wintergerst te telen. Onduidelijk is hoe sterk een Tagetes-teelt gezaaid na wintergerst (eind juli/begin augustus) een besmetting met *P. penetrans* kan terugdringen en of er bij zo'n late teelt nog een duurwerking is. In 2016 is een meerjarige rotatie-proef gestart waarin het effect van zaaitijdstip van Tagetes op de ontwikkeling van de besmetting met *P. penetrans* en opbrengst en kwaliteit van de volgteelten zetmeelaardappelen (Seresta en Festien, 2017), suikerbiet (2018) en een tweede teelt zetmeelaardappelen (Seresta en Festien, 2019) zijn onderzocht.

In BKV werd Tagetes geteeld in plaats van zomergerst. Omdat er met deze maatregel een teelt van zomergerst wegvalt, wordt dit in de praktijk gezien als ingrijpende maatregel. Sinds de laatste economische analyse zijn er ontwikkelingen geweest in de graanprijzen, en is het de vraag in hoeverre het financieel voordeliger is om Tagetes één in de acht in plaats van vier jaar te telen of na de oogst van een winter- of zomergerst. Het is relevant om de duurwerking van deze natuurlijke bestrijding en de actuele financiële consequenties daarvan in beeld te brengen.

Met aanvullende data is de datareeks van BKV nu compleet, dat wil zeggen dat de gewasrotatie op alle vier de percelen rond is en dat er dus op alle percelen vier keer aardappel is geteeld na de eerste Tagetes-teelt. De duurwerking van Tagetes kan nu nader worden bekeken. Bovendien is de data van Visser et al. (2020) toegevoegd om een breder beeld te krijgen van het effect van Tagetes op de populatie *P. penetrans* en de opbrengst van de volgteelten.

Het doel van dit rapport is om de duurwerking van Tagetes op aaltjesbesmetting in kaart te brengen. Daarbij zal de relatie tussen de *P. penetrans* besmetting en de zetmeelaardappel opbrengst inzichtelijk gemaakt worden. Aanvullend wordt een economische analyse uitgevoerd, gebruik makend van actuele prijzen. Dit ondersteunt akkerbouwers om een onderbouwde afweging te maken of een teelt van Tagetes rendabel zal zijn. In dit rapport gaat het specifiek om Tagetes Patula.

Kort samengevat zal er antwoord worden gegeven op onderstaande vragen:

1. Wat is het effect van een Tagetes teelt op de populatie van plantenparasitaire aaltjes?
2. Wat is het effect van een Tagetes teelt op de opbrengst van de volggewassen?
3. Welk niveau aan besmetting leidt tot opbrengstderving?
4. Wat zijn de financiële gevolgen van de teelt van Tagetes?
 - a. Bij welk besmettingsniveau kunnen de kosten van een Tagetesteelt uit?

2 Methode

2.1 Proefopzet

In deze studie worden de resultaten meegenomen van twee veldexperimenten die zijn uitgevoerd op de WUR-proeflocatie 't Kompas te Valthermond (Drenthe), namelijk Bodemkwaliteit Veenkoloniën (BKV) en de zaaitijdstippenproef (ZT). De BKV-proef is aangelegd in het voorjaar van 2013 en is in 2023 afgerond. De ZT-proef had een looptijd van 2016 tot 2019. De opzet van de twee veldexperimenten wordt hieronder toegelicht.

2.1.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën

Deze proef werd aangelegd met als doel om praktisch toepasbare maatregelen te ontwikkelen die bijdragen aan een duurzaam bodembeheer in de Veenkoloniën (de Haan et al., 2020). In deze proef is een zestal maatregelen aangelegd:

- Niet-kerende grondbewerking
- Tagetes in plaats van zomergerst met Japanse haver
- De aanvoer van compost
- Een aangepaste kali-, calcium- en magnesiumbemesting
- De toediening van steenmeel
- Een combinatie van alle bovenstaande maatregelen

Er is ook een standaard object aangelegd als referent. Hierin wordt de grond gespit, gerst geteeld met Japanse haver als groenbemester en wordt in de aardappelteelt geen nematicide gebruikt. De proef is aangelegd in een standaard Veenkoloniaal bouwplan met 1:2 zetmeelaardappelen, 1:4 suikerbiet en 1:4 zomergerst. Elk gewas werd elk jaar geteeld, het proefveld is daarvoor in vier percelen opgedeeld. De vruchtwisseling is per perceel weergegeven in Tabel 1. Vóór aanvang van de proef (in 2012) stond op de percelen 70-3 en 70-4 zomergerst met Japanse haver als groenbemester en op de percelen 71-2 en 71-1 werden zetmeelaardappels geteeld. In elk gewas zijn de objecten aangelegd als gewarde blokkenproef, met uitzondering van de grondbewerkingsvarianten. Niet-kerende grondbewerking en spitten zijn als stroken over de overige objecten aangelegd, waardoor er van elk object een spitten en niet-kerende grondbewerking variant zijn (de Haan et al., 2020). Nadat de eerste vruchtwisseling was voltooid, zijn de Tagetes-veldjes opgeknipt in een Tagetes(4) en Tagetes(8) variant (Vervuurt et al., 2023). Bij Tagetes(4) werd elke zomergerstteelt met Japanse haver vervangen door Tagetes, bij Tagetes(8) was dit enkel de eerste teelt. Een overzicht van de proefopzet wordt weergegeven in Bijlage 1. In deze studie ligt de focus op de Tagetes-objecten ten opzichte van de controle, de overige objecten zijn buiten beschouwing gelaten.

Tabel 1 Overzicht van de vruchtwisseling per perceel. De volgteelten op de Tagetes zijn grijs gearceerd, de gewasopbrengst is dikgedrukt wanneer meegenomen in dit rapport. ZG = zomergerst, T = Tagetes, S = Seresta, SB = suikerbiet, F = Festien en ZT = zomertarwe.

		Jaar										
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Perceel	71-2	ZG/T	F	SB	S	ZG/T	F	SB	S	ZG	F	SB
	70-4	S	ZG/T	F	SB	S	ZG/T	F	SB	S	ZG	F
	71-1	SB	S	ZG/T	F	SB	S	ZG/T	F	SB	S	ZG
	70-3	F	SB	S	ZG/T	F	SB	S	ZT/T	F	SB	S

2.1.2 Zaaitijdstippenproef

Deze proef is aangelegd om vast te stellen hoe effectief een late zaai van Tagetes is, bijvoorbeeld na de oogst van een graangewas (Visser et al., 2020). De proef is aangelegd op een perceel met een besmetting met het wortellesieaaltje. Na de oogst van wintergerst (juli 2016) zijn half juli, half augustus en begin september verschillende groenbemesters ingezaaid (Tagetes, Japanse haver en een mengsel), en zijn veldjes zwart gehouden (braak). In het daaropvolgende jaar (2017) zijn de veldjes opgesplitst en zijn de zetmeelaardappelrassen Festien en Seresta geteeld, in het jaar daarna (2018) zijn er suikerbieten geteeld en het daaropvolgende jaar weer Festien en Seresta (2019). Festien op de veldjes waar in 2017 Seresta heeft gestaan en Seresta op de Festien-veldjes van 2017. De proef is aangelegd als een gewarde blokkenproef met 4 herhalingen. De plattegrond van de proef wordt weergegeven in Bijlage 2.

2.2 Metingen

2.2.1 Nematoden

BKV proef

Jaarlijks zijn in maart of april in een selectie van objecten grondmonsters voor analyse op plantparasitaire aaltjes genomen. Met een 13 mm grondboor zijn, verdeeld over het netto veld, 35 steken (bouwvoor diep, 25cm) in elke herhaling genomen. Per veldje is op deze manier circa 1,5 liter grond verzameld. Van elk grondmonster is een submonster van 100 ml genomen waarvan de samenstelling van de (niet cyste-vormde) aaltjesbesmetting bepaald is in het laboratorium van WUR-Open Teelten in Lelystad. Het 100 ml grondmonster is over een 180 µm zeef gespoeld. De nematoden in de opgevangen suspensie (<180 µm) zijn vervolgens opgespoeld met een Oosterbrink trechter (spoelfractie). De op de zeef achtergebleven grond en organisch materiaal (> 180 µm) is vier weken geïncubeerd bij 20°C om aanwezige eieren af te laten rijpen en de aaltjes uit de wortels te laten komen (incubatiefractie). Per fractie is in 2 x 10 ml suspensie het aantal nematoden geteld.

Vanaf 2013 t/m 2017 en in 2023 is in de behandelingen Combi-NKG en Standard-SP ook de besmetting met het aardappelcysteaaltje bepaald. De besmetting is bepaald aan een tweede submonster van 500 ml grond. Met een Seinhorst-spoelkan zijn de cysten opgespoeld en verzameld op een 210 µm zeef. Het aantal cysten is geteld. De cysten zijn vervolgens gecrushed en het aantal levende en dode eitjes en larven bepaald.

Zaaitijdstippenproef

Voorafgaand aan de teelt van de groenbemesters (juli 2016), de zetmeelaardappelen (mrt-2017), de suikerbieten (mrt-2018) en de tweede teelt zetmeelaardappelen (mrt-2019) is de aaltjesbesmetting per veldje bepaald. Per netto veldje is de bovenste 25 cm van de bouwvoor bemonsterd. Verspreid over het netto veldje is met een 13 mm grondboor circa 1.5 L grond verzameld. De aaltjesanalyse aan deze grondmonsters is uitgevoerd zoals hierboven beschreven voor de monsters uit BKV.

2.2.2 Opbrengst

De opbrengst van de zetmeelaardappelen en suikerbieten zijn jaarlijks bepaald in netto-veldjes. Daarnaast zijn enkele kwaliteitsparameters bepaald. Voor aardappelen is o.a. het zetmeelpercentage bepaald, deze is gebruikt om de aardappelopbrengst om te rekenen naar de zetmeelopbrengst. Voor suikerbieten is o.a. het suikergehalte bepaald, deze is gebruikt om de suikerbietopbrengst om te rekenen naar de suikeropbrengst.

2.3 Data analyses

2.3.1 Nematoden

De methode van de statistische analyse van de plantenparasitaire aaltjes komt overeen met de aanpak van de Haan et al. (2020) en Vervuurt et al. (2023). De data zijn verwerkt met het statistische programma Genstat Windows 19th edition. De gegevens van de plantenparasitaire aaltjes zijn, na 10Log transformatie, met variantieanalyse (ANOVA) geanalyseerd. De op deze manier verkregen gemiddelden per object zijn teruggetransformeerd (de Haan et al., 2020). Bij een p-waarde kleiner dan 0,05 is het verschil significant.

2.3.2 Opbrengst

De opbrengstdata is geanalyseerd op dezelfde wijze zoals gedaan is door de Haan et al. (2020) en Vervuurt et al. (2023). Opbrengstdata zijn verwerkt met het statistisch programma Genstat Windows 19th edition. Opbrengstdata is geanalyseerd met ANOVA. Met de student T-test zijn de objectgemiddelden met elkaar vergeleken. Bij een p-waarde kleiner dan 0,05 is het verschil significant. Wat betreft BKV zijn de resultaten weergegeven per object en daarbij gemiddeld over de grondbewerkingsvarianten.

2.3.3 Schaderelatie curves

Informatie uit de schaderelatie, waarbij de opbrengstreductie wordt uitgezet tegen de besmetting, wordt gebruikt om vast te stellen bij welke besmetting een teelt van *Tagetes* financieel aantrekkelijk is. Om de schaderelatie tussen een aaltjesbesmetting en de gewasopbrengst vast te stellen, wordt er doorgaans gebruik gemaakt van het Seinhorst model (Hoek & Molendijk, 2010; Waweru et al., 2023). Uit een dergelijke curve is de maximale opbrengst zonder besmetting (Y_{max}) en schadedrempel af te lezen. De datasets verzameld binnen deze twee studies bleken niet geschikt om betrouwbare schaderelatie curves volgens het Seinhorst model vast te stellen. Dit kwam enerzijds doordat de data verzameld is over verschillende jaren en niet van elk jaar de opbrengst bij een 0-besmetting bekend was, het is dan onmogelijk om parameter Y_{max} uit het Seinhorst model voor de afzonderlijke jaren vast te stellen. Ook werd de opbrengst in de proeven niet enkel beïnvloed door de besmetting van *P. penetrans*, ook andere factoren speelden mee. Factoren die meespeelden waren onder andere een besmetting met *Trichodoride* aaltjes, aardappelmoeheid en *Verticillium*. Omdat er niet van elk jaar data beschikbaar was van deze besmetting, konden deze niet als factor opgenomen worden in een statistische analyse. Om deze redenen zijn schaderelatie curves overgenomen uit *NemaDecide*. *NemaDecide* is een adviesstelsel voor de aanpak van nematoden. Het programma is geschikt om bemonsteringsuitslagen in te lezen en de invloed van bouwplankeuzes en bestrijdingsmaatregelen op de aaltjesontwikkeling en de gewasschade inzichtelijk te maken (*NemaDecide*, n.d.). *NemaDecide* bevat zeer uitgebreide informatie over vrijwel alle, in Nederland geteelde, aardappelrassen (*NemaDecide*, n.d.). De schaderelatie tussen *P. penetrans* en zetmeelaardappels die in *NemaDecide* zit, is gebaseerd op diverse veldproeven.

2.3.4 Economische analyse

De KWIN 2022 is als basis gebruikt in de financiële doorrekening, deze cijfers zijn geactualiseerd met de meest recente cijfers (opbrengsten en marktprijzen) zoals bekend bij het proefbedrijf 't Kompas. In de economische analyse is uitgegaan van een gemiddelde prijs van € 110 euro per ton zetmeelaardappelen. Dit is tot stand gekomen door een gemiddelde zetmeelpercentage van 19% en een aantal prestatiecomponenten bij de basisprijs te verrekenen. In de meerkosten van de *Tagetes* teelt in vergelijking met Japanse haver is uitgegaan van het zaaien en twee keer een onkruidbestrijding uitgevoerd door een loonwerker. De kosten van de bemesting in de Japanse Haver en *Tagetes* zijn in de vergelijking gelijk gebleven. De kosten voor de teelt van brouwergerst zijn gebaseerd op gewasbeschermingskosten, zaai- en oogstkosten.

3 Resultaten

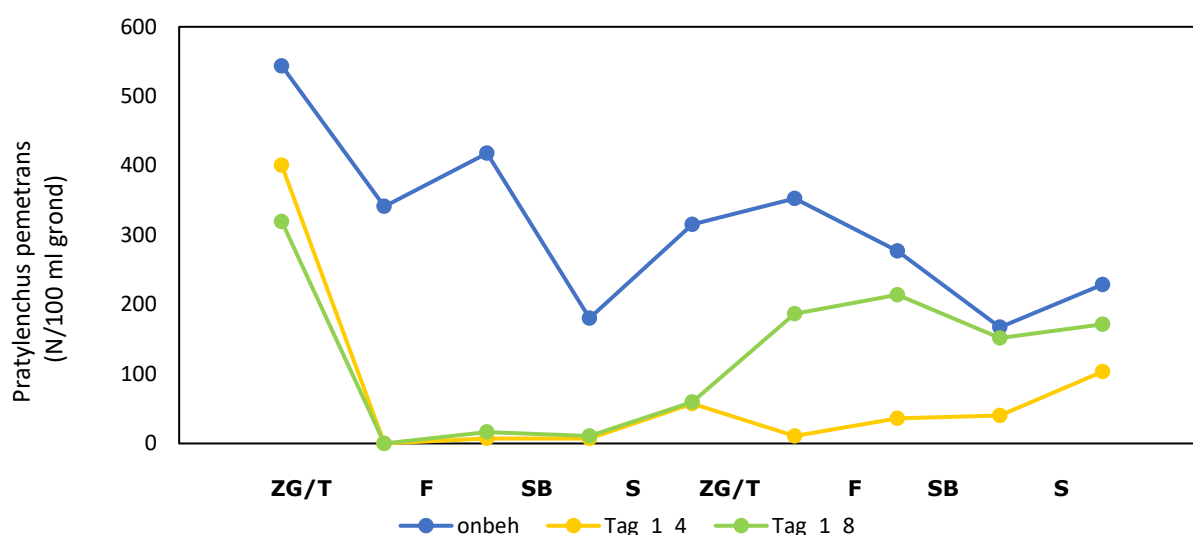
3.1 Plantenparasitaire nematoden

3.1.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën

3.1.1.1 *Pratylenchus penetrans*

Bij aanvang van de proef (maart 2013) varieerde de besmetting *P. penetrans* van 70 en 800 per 100 ml grond. De besmetting in perceel 70-4 was het laagst gemiddeld circa 100 *P. penetrans* per 100 ml grond. Dit komt vermoedelijk door de mengbesmetting met *P. crenatus* die de ontwikkeling van *P. penetrans* lijkt te onderdrukken. In de overige percelen was de besmetting met *P. penetrans* relatief hoog; 700-800 *P. penetrans* per 100 ml grond.

In Bijlage 3 is de populatieontwikkeling per perceel weergegeven. Figuur 1 geeft het gemiddelde effect van de rotatie op de *P. penetrans* besmetting weer. Door de besmetting op bouwplanniveau te bekijken wordt het effect van de Tagetes teelt en teelt van de verschillende gewassen inzichtelijk. Bij de teelt van zomergerst (waard) met Japanse haver als groenbemester (niet-waard) nam de besmetting gemiddeld licht af. Een uitzondering daarop waren de teelten met gerstopslag en onkruid in de groenbemester (de Haan et al., 2020). In de rotatie met zomergerst nam bij de eerste twee teelten van aardappelen de besmetting licht toe naar een besmetting na de teelt van 300-400 *P. penetrans* per 100 ml grond. Bij de twee volgende aardappelteelten varieerde de eindbesmetting van 225 (Seresta) tot 275 (Festien) *P. penetrans* per 100 ml grond. Suikerbiet is een vrij slechte waard voor *P. Penetrans*. In de rotatie met zomergerst nam de besmetting af naar een dichtheid van circa 200 *P. penetrans* per 100 ml grond. Door de teelt van Tagetes nam de *P. penetrans* besmetting zeer sterk af tot soms onder de detectiegrens. De besmetting nam in de daarop volgende jaren weer toe, maar bleef ondanks de teelt van waardgewassen zeer laag. Bij het object Tagetes(1:8) wordt zichtbaar dat de besmetting na de derde aardappelteelt, vijf jaar na de Tagetes teelt weer op het niveau van de controle ligt. Bij de teelt van Tagetes(1:4) bleef de besmetting laag.



Figuur 1 Verloop van de besmetting van *P. penetrans*, gemiddelde van de vier percelen in de periode 2013-2023.

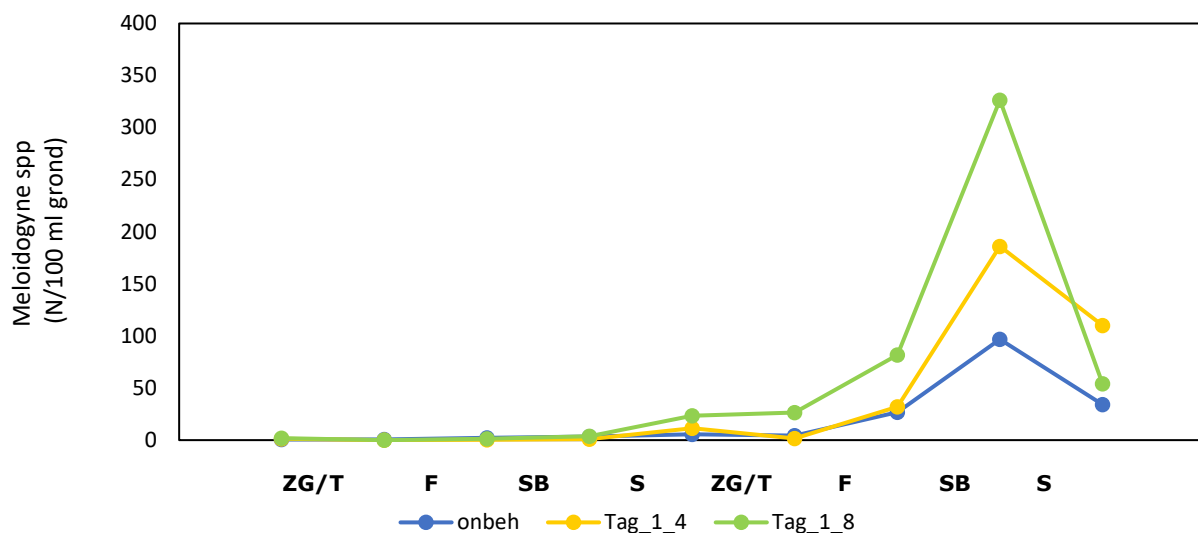
3.1.1.2 Meloidogyne

De percelen waren, naast *P. penetrans*, ook licht besmet met wortelknobbelaaltjes; het maiswortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en het bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje *M. fallax*. *M. chitwoodi* en *M. fallax* hebben een brede waardplantenreeks en kunnen zich op zomergerst, suikerbiet en aardappel matig tot goed vermeerderen. Japanse haver is een zeer goede waard voor zowel *M. chitwoodi* als *M. fallax*. Tagetes staat bekend als een zeer slechte waard voor deze beide aaltjessoorten. Zomergerst en suikerbiet zijn vrij ongevoelig voor *M. chitwoodi/fallax* (Mc/f). Bij aardappel kunnen deze soorten aanzienlijke kwaliteitsschade (knolaantasting) veroorzaken en bij hoge dichtheden ook opbrengstverlies (kilo's). Echter bij zetmeelaardappelen leidt een knolaantasting niet tot declassering van het product en treedt alleen schade (minder kilo's) op als het besmettingsniveau zeer hoog is.

De *Meloidogyne* besmetting was bij aanvang van de proef in 2013 op alle percelen zeer laag en varieerde van 0 tot 15 Mc/f per 100 ml grond, gemiddeld was dat minder dan 5 Mc/f per 100 ml grond. Op perceel 70.4 was de besmetting het laagst en deze bleef gedurende de gehele proefperiode ook zeer laag (zie Bijlage 4).

Op de drie overige percelen nam de *Meloidogyne* besmetting na de tweede teelt van Festien (aardappel is een vrij goede waard) in de rotatie licht toe (zie Figuur 2). Door de hierop volgende teelt van suikerbiet, een zeer goede waard voor *Meloidogyne*, nam de besmetting nog verder toe. In de rotatie met tagetes 1:8 nam de besmetting het sterkst toe en was gemiddeld hoger dan in de referentie rotatie. Een verklaring voor dit verschil is niet gevonden en berust waarschijnlijk op toeval doordat de percelen niet homogeen besmet zijn met *Meloidogyne*.

De populatieontwikkeling op perceel 70.3 (zie Bijlage 4) laat duidelijk zien dat Tagetes een niet/zeer slechte waard is voor Mc/f. In 2020 nam op dit perceel door de teelt van Tagetes de *Meloidogyne* besmetting af van 660 naar 6 Mc/f per 100 ml grond.



Figuur 2 Verloop van de besmetting van *Meloidogyne* (wortelknobbelaaltjes), gemiddelde van de percelen in de periode 2013-2023, de teelten na de eerste Tagetesteelt zijn dikgedrukt. In de eerste vier jaar van de rotatie zijn Tagetes(4) en Tagetes(8) aan elkaar gelijk.

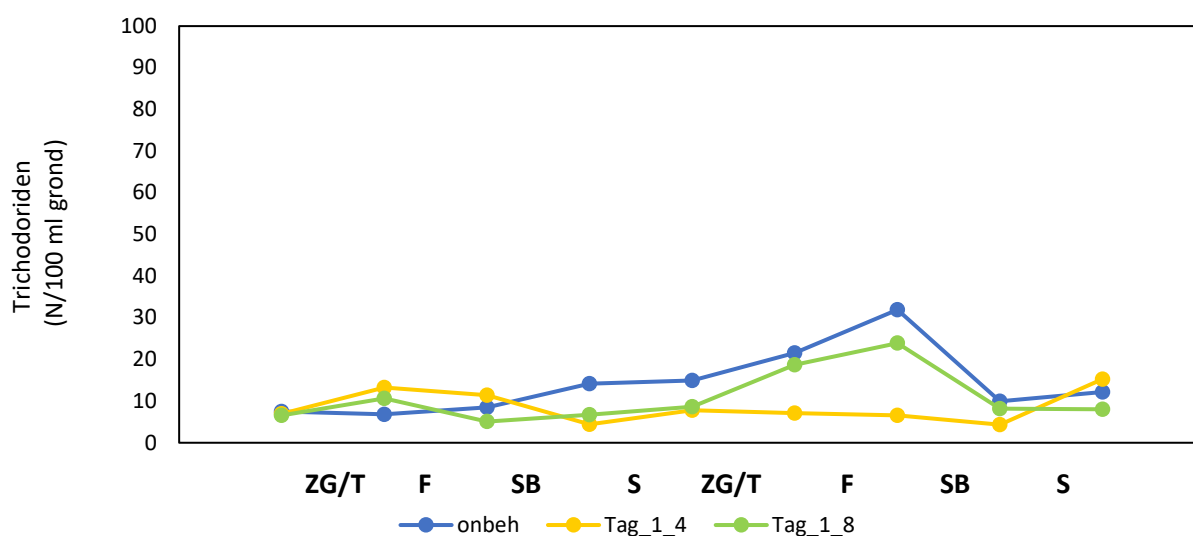
3.1.1.3 Trichodoriden

Trichodoride aaltjes kunnen zich op veel gewassen vermeerderen. De meeste trichodoriden-soorten vermeerderen zich vrij sterk bij de teelt van aardappel, suikerbiet en zomergerst, het effect van Japanse haver is onbekend. Aardappel en ook suikerbiet zijn gevoelig voor trichodoride aaltjes. De mate van schade die Trichodoride aaltjes kunnen veroorzaken is moeilijk te voorspellen. Jaar invloeden zijn vaak sterker dan niveau van besmetting. De risico's op (opbrengst)schade zijn in nattere en koudere voorjaren het grootst.

Bij aanvang van de proef in 2013 waren de percelen zeer licht besmet met trichodoriden. De besmetting was een mengbesmetting van de soorten *Paratrichodorus pachydermus* en *Trichodorus similis*, waarbij *P. pachydermus* veruit de dominante soort was.

De trichodoride-besmetting varieerde tussen de 5 en 35 trichodoride-aaltjes per 100 ml grond. Dit zijn dichtheden die voor aardappel en suikerbiet ver onder de schadedrempel liggen. De populatiedichtheid fluctueerde per jaar licht en nam toe tot maximaal 75 trichodoride per 100 ml grond op perceel 71.1 (zie Bijlage 5). Een, nog steeds vrij lage, dichtheid die naar verwachting geen schade heeft veroorzaakt. De besmetting blijft in de rotatie met Tagetes 1:4 gemiddeld erg laag. Bij de referentie rotatie en de rotatie met 1:8 Tagetes nam de besmetting na de tweede teelt Festien licht toe, tot dichtheden die betrouwbaar hoger waren dan in de rotatie met 1:4 Tagetes.

De waardplantgeschiktheid van Tagetes voor de verschillende trichodoride-soorten is niet bekend. Er zijn aanwijzingen (maar geen harde gegevens) dat *P. pachydermus* zich redelijk tot goed op Tagetes kan vermeerderen en dat tagetes een vrij matige waard is voor *T. similis*. De vrees was dat door het opnemen van Tagetes in de rotatie de trichodoride-besmetting sterk zou kunnen toenemen. In deze proef vonden we, mogelijk doordat de besmettingsniveaus voorafgaand aan de Tagetes teelt zeer laag waren en de natuurlijke sterfte in de braak periode in het voorjaar voorafgaand aan het zaaien van de Tagetes, geen toename van de besmetting Trichodoriden door de teelt van Tagetes (zie Figuur 3).



Figuur 3 Verloop van de besmetting van trichodoriden, gemiddelde van de vier percelen in de periode 2013-2023.

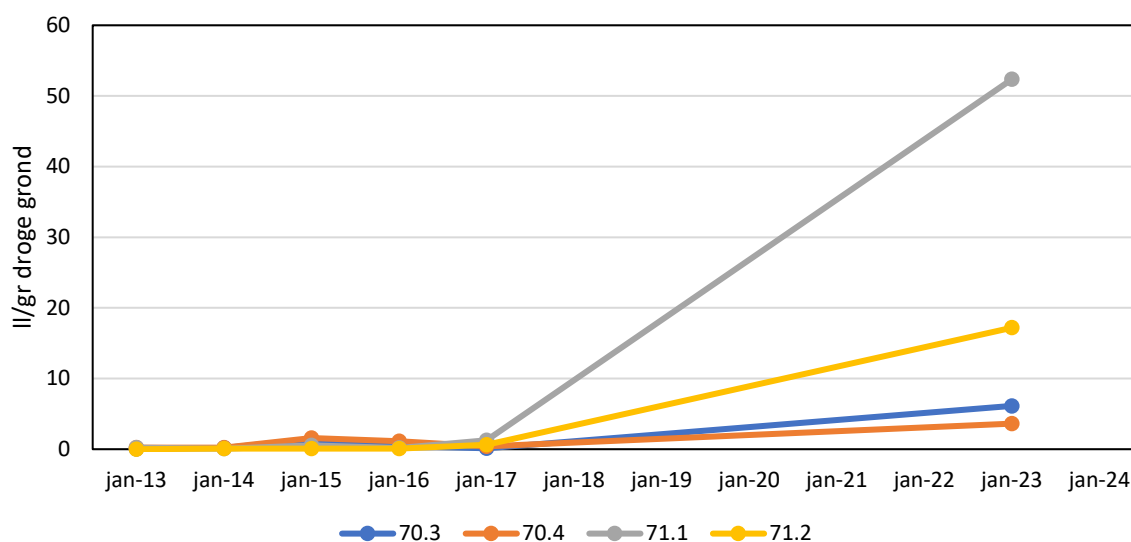
3.1.1.4 Aardappelmoetheid (aardappelcysteaaltjes)

Aardappelcysteaaltjes (*Globodera pallida* en *G. rostochiensis*) zijn zeer gespecialiseerde aaltjessoorten die in de volleggrondsteelten alleen aardappel als waardplant kennen en ook alleen in aardappel schade veroorzaken. In jaren dat er geen aardappel wordt geteeld neemt de besmetting door natuurlijke sterfte af (mits aardappelopslag goed wordt bestreden). Inzet van resistente aardappelrassen is de belangrijkste maatregel voor de beheersing van deze aaltjessoorten. De meeste zetmeelaardappelrassen, waaronder

Seresta en Festien, bezitten een zeer hoog niveau van resistentie tegen aardappelcysteeltjes. Echter de laatste jaren ontwikkelen zich steeds vaker zogeheten virulente aaltjespopulaties. Deze virulente populaties kunnen zich wel vermeerderen op de meeste resistente rassen die nu beschikbaar zijn.

Bij aanvang van de proef waren de percelen zeer licht besmet met dichtheden die ver onder de schadedrempel voor aardappel lagen. Tot en met 2017 is er jaarlijks bemonsterd op aardappelcysteeltjes. De besmetting nam in deze jaren niet toe, waarop besloten werd de jaarlijkse bemonstering te stoppen. In 2022 is op perceel 71.1 aardappel geteeld. In een aantal veldjes bleef het gewas sterk achter in ontwikkeling. Na voorzichtig uitgraven van enkele planten die in groei achterbleven bleek het wortelstelsel vrij zwaar besmet te zijn met aardappelcysteeltjes. Dit betekent dat het perceel besmet was met een virulente aaltjespopulatie en dat in een aantal veldjes de besmetting al was opgelopen tot schadelijke dichtheden (na twee aardappelteelten, 2018 en 2020). Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van de besmetting met aardappelcysteeltjes zijn alle vier percelen in 2023 opnieuw bemonsterd, zie Figuur 4. Vanaf de start van de proef in 2013 zijn op alle percelen vijf aardappelteelten uitgevoerd. Op de percelen 70.3 en 71.2 was dit drie keer het ras Festien en twee keer Seresta en twee keer Festien en drie keer Seresta op de percelen 70.4 en 71.1.

Op alle percelen bleek de gemiddelde besmetting met aardappelcysteeltjes te zijn toegenomen. De sterkste toename van de besmetting is waargenomen op de percelen 71.1 en 71.2. De besmetting op perceel 71.1 is toegenomen tot gemiddeld 52 levende larven (II) per gram droge grond. Een besmettingsniveau die ver boven de schadedrempel ligt. Bij een dichtheid van 50 II per gram droge grond wordt door de opbrengstmodellen in het programma *NemaDecide* de schade bij de rassen Seresta en Festien op respectievelijk 43 en 15% geschat. Ook in enkele veldjes van perceel 71.2 is de besmetting al toegenomen tot ver boven de schadedrempel (>50 II/g grond). Gemiddeld lag de besmetting op de percelen 70.3 en 70.4 nog onder de schadedrempel maar ook op deze percelen nam de besmetting toe en zijn in een aantal veldjes dichtheden gevonden die ook al ruim boven de schadedrempel liggen (> 35 II/g droge grond). De verwachting is dat er in de periode 2018 t/m 2023 in een aantal veldjes opbrengstschade was, als gevolg van een besmetting met aardappelcysteeltjes. Welke veldjes en in welke mate is onduidelijk omdat informatie over de exacte besmettingen ontbreekt.



Figuur 4 Verloop van de besmetting van het aardappelcysteeltje (*Globodera spp.*) op de vier percelen in de periode 2013-2023.

3.1.2 Zaaitijdstippenproef

3.1.2.1 *P. penetrans*

In juli 2016, na de oogst van de wintergerst, direct voorafgaand aan het zaaien van de groenbemesters was de besmetting met het wortellessieaaltjes gemiddeld 300 *P. penetrans* per 100 ml grond (zie Tabel 2). De natuurlijke (winter)sterfte was gering. De besmetting in de braak veldjes was in de periode juli-16 tot mrt-17 met circa 20% afgenomen naar ruim 250 *P. penetrans* per 100 ml grond. De besmetting met wortellessieaaltjes na de teelt van de niet-waard Japanse haver verschilde, zoals verwacht, niet van de zwarte braak.

De Tagetes die half juli en half augustus werden gezaaid hebben de besmetting wortellessieaaltjes sterk teruggedrongen; met respectievelijk 97 en 90 procent. Het derde zaaimoment van de Tagetes heeft geen effect gehad op de besmetting met wortellessieaaltjes; de besmetting in maart-2017 is vergelijkbaar met die van zwarte braak. De laatste zaai van Tagetes heeft zich echter nauwelijks kunnen ontwikkelen en is bij de vroege nachtvorst, eind oktober, afgevroren.

Door de teelt van het mengsel van groenbemesters nam de Pp besmetting zeer sterk toe, tot meer dan 1100 aaltjes per 100 ml grond. Wikke, klaver en bladrammenas vormen een belangrijk deel van dit mengsel en zijn gewassen die bekend staan als goede waard voor het wortellessieaaltje.

Na de groenbemesters zijn in 2017 zetmeelaardappelen geteeld. De wortellessieaaltjes besmetting na de aardappelteelt, gemeten in maart 2018, was bij het referentie object zwarte braak ruim 200 Pp per 100 ml grond. Op de veldjes waar in 2016 Tagetes was geteeld (gezaaid half juli en half augustus) bleef de besmetting met wortellessieaaltjes zeer laag, ondanks de teelt van de goede waard aardappel. De besmetting bij het vroegste zaaimoment van Tagetes was het laagst en betrouwbaar lager dan bij het tweede zaaimoment van half augustus. De Japanse haver en het mengsel van groenbemesters die in 2016 zijn geteeld hadden geen effect op de besmetting wortellessieaaltjes, gemeten na aardappel. De besmetting verschilde niet (meer) van de besmetting bij het referentie object zwarte braak.

In maart 2019, na de teelt van suikerbiet, wat een slechte waard is voor het wortellessieaaltje, is opnieuw de besmetting met plantenparasitaire aaltjes gemeten. De besmetting bij het referentie object zwarte braak was ruim 200 wortellessieaaltjes per 100 ml grond. De besmetting van het wortellessieaaltje bij de objecten Japanse haver, Tagetes gezaaid half september en het GB-mengsel verschilden niet van het object zwarte braak. In de veldjes waar in 2016 rond half juli en half augustus Tagetes is gezaaid was de besmetting met het wortellessieaaltje nog steeds betrouwbaar lager dan bij alle andere objecten; respectievelijk 17 en 90 Pp per 100 ml grond.

Tabel 2 *Pratylenchus penetrans* besmetting voorafgaand (juli-16) en na de teelt van groenbemesters (mrt-17), gezaaid op verschillende tijdstippen na de oogst van wintergerst (2016) en na de volgteelten van zetmeelaardappelen in 2017 en suikerbiet in 2018, Valthermond 2016-19.

Groenbemester	zaaitijdstip	Besmetting <i>Pratylenchus penetrans</i> (n/100 ml grond)					
		juli-16	mrt-17		mrt-18		
		mrt-19					
Zwarte braak	-----	323	a	253	.. c .	206	.. c
Japanse haver-T1	19-jul	305	a	279	.. c .	186	.. c
Japanse haver-T2	15-aug	295	a	331	.. c .	218	.. c
Japanse haver-T3	8-sep	364	a	257	.. c .	185	.. c
Tagetes-T1	19-jul	320	a	9	a . .	2	a . .
Tagetes-T2	15-aug	231	a	26	. b . .	42	. b .
Tagetes-T3	8-sep	294	a	268	.. c .	191	.. c
Gb-mengsel-I*	19-jul	336	a	1112	.. . d	315	.. c

*) groenbemestersmengsel: zomerwikke (35%), Japanse haver (20%), niger (15%), tillage rammenas (14%), alexandrijnse klaver (8%), vlas (7%), dedder (1%)

3.1.2.2 Meloidogyne

Het proefveld bleek bij aanvang van de proef ook zeer licht besmet te zijn met het bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje *Meloidogyne fallax* (zie Tabel 3). Voorafgaand aan het zaaien van de groenbemesters in juli-16 werden in drie van de tweeëndertig veldjes enkele *M. fallax* aaltjes gevonden. De teelt van de groenbemesters heeft geen meetbaar effect gehad op de *M. fallax* besmetting. Ook na de teelt van de groenbemesters (mrt-17) was de besmetting nog zeer laag. Na de teelt van de voor *M. fallax* goede waard aardappel in 2017 was de besmetting bij de vroegst gezaaide Japanse haver en het mengsel licht toegenomen tot respectievelijk 48 en 24 *M. fallax* aaltjes per 100 ml grond. Ook bij het tweede zaaimoment van Japanse haver leek de besmetting toe te nemen, maar deze versilde niet betrouwbaar van het braak object. Japanse haver staat bekend als een zeer goede waard voor *M. fallax*. Het mengsel bestaat onder andere uit wikke, alexandrijnse klaver en japanse haver; gewassen die goede waard zijn voor *M. fallax*.

Na de teelt van de voor *M. fallax* zeer goede waard suikerbiet (2018) was bij de Japanse haver die in juli werd gezaaid en het mengsel de besmetting verder toegenomen. Gemiddeld bijna 300 *M. fallax* per 100 ml grond bij de vroeg gezaaide japanse haver en 147 *M. fallax* per 100 ml grond bij het mengsel. Ook bij de Japanse haver die half augustus was gezaaid was de besmetting nog weer toegenomen maar versilde niet betrouwbaar van het braak-object. Bij Tagetes als groenbemester, wat een niet-waard is voor *M. fallax*, was de besmetting na suikerbiet nog steeds erg laag en versilde niet van het braak-object.

Tabel 3 *Meloidogyne fallax* besmetting (n/100 ml grond) voorafgaand (juli-16) en na de teelt van groenbemesters (mrt-17), gezaaid op verschillende tijdstippen na de oogst van wintergerst (2016) en na de volgteelten van zetmeelaardappelen (2017) en suikerbiet (2018), Valthermond 2016-19.

Groenbemester	zaaitijdstip	Besmetting <i>M. fallax</i> (n/100 ml grond)			
		juli-16	mrt-17	mrt-18	mrt-19
Zwarte braak	-----	0.0 a	0.0 a	0.0 a .	2 a
Japanse haver-T1	19-jul	0.0 a	3.1 a	47.8 . b	299 c
Japanse haver-T2	15-aug	0.0 a	0.0 a	6.3 a b	67 abc
Japanse haver-T3	8-sep	0.0 a	0.0 a	0.0 a .	2 a
Tagetes-T1	19-jul	0.0 a	0.0 a	0.3 a .	3 ab
Tagetes-T2	15-aug	0.6 a	0.0 a	0.8 a .	5 ab
Tagetes-T3	8-sep	0.4 a	0.8 a	1.4 a .	8 abc
Gb-mengsel-I	19-jul	0.6 a	0.6 a	23.8 . b	147 bc

*) groenbemestersmengsel: zomerwikke (35%), japanse haver (20%), niger (15%), tillage rammenas (14%), alexandrijnse klaver (8%), vlas (7%), dedert (1%)

3.2 Opbrengst

3.2.1 Bodemkwaliteit Veenkoloniën

3.2.1.1 Festien

De netto aardappelopbrengst van en de zetmeelopbrengst van Festien voor de Tagetes objecten en de controle zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 4 en Tabel 5.

Het effect van Tagetes(4) op de netto aardappelopbrengst bij Festien was duidelijk. In 7 van de 8 jaar leidde Tagetes(4) tot een significant hogere netto aardappelopbrengst dan de controle. Bij de teelt van Tagetes(4) was de netto aardappelopbrengst tot 20,9% hoger dan bij de controle. De zetmeelopbrengst was in vier van de acht jaar significant hoger bij Tagetes(4) ten opzichte van de controle. De zetmeelopbrengst bij Tagetes(4) was tot 18% (2,0 ton ha⁻¹) hoger dan bij de controle. Gemiddeld over 8 teelten was de opbrengst bij Tagetes(4) 12,8 ton ha⁻¹ jr⁻¹ ten opzichte van 11,8 ton ha⁻¹ jr⁻¹ bij de controle.

Het effect van Tagetes(8) op de netto aardappelopbrengst bij Festien was minder groot dan bij Tagetes(4). Festien liet enkel een opbrengstverhoging zien in het jaar nadat Tagetes werd geteeld. Bij de teelt van Festien 5 jaar na de teelt van Tagetes was de opbrengst gelijk aan de controle. Dit gold ook voor de

zetmeelopbrengst. Gemiddeld over 8 teelten was de opbrengst bij Tagetes(8) 12,4 ton ha⁻¹ jr⁻¹ ten opzichte van 11,8 ton ha⁻¹ jr⁻¹ bij de controle.

Tabel 4 Relatieve netto opbrengst (%) voor Festien in de periode 2014-2021.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Tagetes(4)	106,1 a	110,7 b	120,9 b	113,8 b	115,6 b	110,3 a	111,7 b	103,8 a
Tagetes(8)	*	*	*	*	101,4 ab	98,3 a	94,8 a	97,2 a
100%	53,6	53,8	44,4	51,3	44,0	45,6	48,9	57,3

Tabel 5 Relatieve zetmeelopbrengst (%) voor Festien in de periode 2014-2021.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Tagetes(4)	103,6 a	102,8 a	118,0 b	111,1 b	113,2 b	107,0 a	108,7 b	103,1 a
Tagetes(8)	*	*	*	*	104,9 ab	101,1 a	98,5 a	98,4 a
100%	12,2	12,8	11,2	12,3	10,1	11,0	11,2	13,8

3.2.1.2 Suikerbiet

De netto wortelopbrengst is weergegeven in Tabel 6 en de suikeropbrengst in Tabel 7.

De teelt van Tagetes(4) had geen invloed op de netto wortelopbrengst. Ook op de suikeropbrengst had de teelt van Tagetes(4) geen effect. Dit gold ook Tagetes(8). Zowel op de netto wortel- als suikeropbrengst had de teelt van Tagetes(8) geen effect.

Tabel 6 Relatieve netto opbrengst (%) voor suikerbiet in de periode 2015-2022.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0	100,0 a
Tagetes(4)	100,7 a	102,4 a	102,0 a	105,8 a	100,4 a	100,1 a	97,7	110,5 a
Tagetes(8)						100,6 a	95,4	105,4 a
100%	91,2	88,8	99,6	55,0	74,2	87,6	91,4	64,1

Tabel 7 Relatieve suikeropbrengst (%) voor suikerbiet in de periode 2015-2022.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	a	100,0 a	100,0	100,0 a
Tagetes(4)	101,3 a	101,9 a	102,6 a	104,5 a	a	99,2 a	97,3	110,7 a
Tagetes(8)						96,8 a	95,1	105,6 a
100%	17,4	16,4	18,0	10,9	13,1	14,9	17,5	12,1

3.2.1.3 Seresta

De netto aardappelopbrengst en de zetmeelopbrengst van Seresta horend bij de Tagetes objecten en de controle zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 8 en Tabel 9.

In 4 van de 8 teelten leidde Tagetes(4) tot een significant hogere netto aardappelopbrengst bij Seresta. In de periode 2016-2019 werd er wel een significant verschil in de aardappelopbrengst gevonden tussen Tagetes(4) en de controle, maar in de periode 2020-2023 niet. Hetzelfde gold voor de zetmeelopbrengst, met uitzondering van 2023. Gemiddeld over 8 teelten was de zetmeelopbrengst bij Tagetes(4) 11,4 ton ha⁻¹ jr⁻¹ ten opzichte van 10,3 ton ha⁻¹ jr⁻¹ bij de controle.

Seresta liet enkel een hogere netto aardappelopbrengst zien in het derde jaar nadat Tagetes werd geteeld. In het zevende jaar na de eerste Tagetesteelt was de opbrengst van Tagetes(8) gelijk aan de controle. Hetzelfde gold voor de zetmeelopbrengst. Gemiddeld over 8 teelten was de zetmeelopbrengst bij Tagetes(8) 10,9 ton ha⁻¹ jr⁻¹ ten opzichte van 10,3 ton ha⁻¹ jr⁻¹ bij de controle.

In 2023 is de besmetting met AM meegenomen in de analyse, deze had een significant effect op de opbrengst (p=0,03) en het zetmeelpercentage (p<0,01) maar niet op de zetmeelopbrengst (p=0,34).

Tabel 8 Relatieve netto opbrengst (%) voor Seresta in de periode 2016-2023.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 ab	100,0 a	100,0 ab	100,0 a
Tagetes(4)	117,8 b	107,4 b	139,8 b	112,2 b	107,1 b	102,0 a	102,7 a	103,7 a
Tagetes(8)	*	*	*	*	98,3 a	91,3 a	94,4 b	100,0 a
100%	51,3	59,4	29,6	45,1	46,8	53,3	47,5	42,3

Tabel 9 Relatieve zetmeel opbrengst (%) voor Seresta in de periode 2016-2023.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Standaard	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 ab	100,0 ab	100,0 a	100,0 a
Tagetes(4)	118,4 b	106,8 b	138,7 b	111,0 b	107,0 b	103,1 b	103,5 a	106,1 b
Tagetes(8)					96,2 a	91,7 a	94,0 a	101,7 ab
100%	11,9	13,2	6,6	9,9	9,9	11,6	10,6	8,8

3.2.2 Zaaitijdstippenproef

3.2.2.1 Festien

Het telen van Tagetes had geen significant effect op de zetmeelopbrengst van Festien dat het daaropvolgende jaar werd geteeld, zie Tabel 10. In het derde jaar na de Tagetes-teelt was de zetmeelopbrengst van Festien, enkel bij het vroege tijdstip, wel significant verschillend van de Japanse haver (zie Tabel 11). De opbrengstverhoging was 3,2 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹ (32%; Visser et al., 2020). Het groenbemestermengsel had zowel in het eerste als derde jaar geen significant effect op de opbrengst wanneer vergeleken met de Japanse haver (Visser et al., 2020).

3.2.2.2 Suikerbiet

In het tweede jaar na de Tagetes teelt is er suikerbiet geteeld. Tussen de zwarte braak, Japanse haver en het groenbemestermengsel waren geen significante verschillen in de wortel- en suikeropbrengst (Visser et al., 2020). Enkel een vroege Tagetes teelt (19 juli) leidde tot een hogere wortelopbrengst van de suikerbieten ten opzichte van de andere objecten (zie Tabel 10). Dit gold ook voor de suikeropbrengst. Ten opzichte van de Japanse haver was de opbrengstverhoging 4,9 ton suiker ha⁻¹ jr⁻¹ (40,1%; Visser et al., 2020).

3.2.2.3 Seresta

Wanneer Seresta werd geteeld in het jaar direct na de Tagetes leidde dit tot een significant hogere zetmeelopbrengst ten opzichte van zwarte braak. Dit gold voor alle zaaitijdstippen van de Tagetes, zie Tabel 10. In de praktijk wordt doorgaans Japanse haver gezaaid na de oogst van het graan. Bezien per zaaitijdstip zorgde een Tagetes teelt ten opzichte van Japanse haver voor een hogere zetmeelopbrengst van Seresta bij de eerste twee zaaimomenten (19 juli en 15 augustus), maar niet bij het late zaaitijdstip (8 september). Ten opzichte van Japanse haver leidde Tagetes tot een opbrengstverhoging van 2,7 en 1,8 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹ bij een zaaimoment van respectievelijk 19 juli en 15 augustus. Het ging om een opbrengststijging van respectievelijk 21,1 en 13,8% (Visser et al., 2020). In het derde jaar na de Tagetes teelt was de zetmeelopbrengst van Seresta enkel bij het vroege tijdstip (19 juli) hoger dan wanneer er Japanse haver

werd geteeld (zie Tabel 11). De opbrengstverhoging was 2,0 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹ (17,9%; Visser et al., 2020).

Tabel 10 Het effect van de teelt van groenbemesters (in combinatie met zaaitijdstip; 2016) op de opbrengst van de volgteelten van zetmeelaardappelen (2017) en suikerbiet (2018). Uit Visser et al. (2020).

Groenbemester	Zaaitijdstip	Zetmeelaardappelen Zetmeel (ton/ha)		Suikerbiet Opbrengst (ton/ha)	
		SERESTA	FESTIEN	wortelopb.	suikeropbr.
Zwarte braak	-----	12,5 a b . . .	13,2 a b c . .	64,9 a .	12,4 a .
Japanse haver-T1	19-jul	12,8 a b c . .	13,1 a b c . .	63,8 a .	12,0 a .
Japanse haver-T2	15-aug	13,0 a b c . .	13,2 a b c . .	67,1 a .	12,7 a .
Japanse haver-T3	8-sep	13,1 a b c . .	13,4 . b c . .	66,4 a .	12,7 a .
Tagetes-T1	19-jul	15,5 e	14,0 . . c d .	87,7 . b	16,9 . b
Tagetes-T2	15-aug	14,8 . . . d e	13,7 . . c d .	70,1 a .	13,3 a .
Tagetes-T3	8-sep	13,7 . . c d .	13,3 . b c . .	73,4 a .	14,0 a .
Gb-mengsel-I	19-jul	12,1 a	12,5 a b . . .	66,4 a .	12,7 a .

*) groenbemestersmengsel: zomerwikke (35%), japanse haver (20%), niger (15%), tillage rammenas (14%), alexandrijnse klaver (8%), vlas (7%), deder (1%)

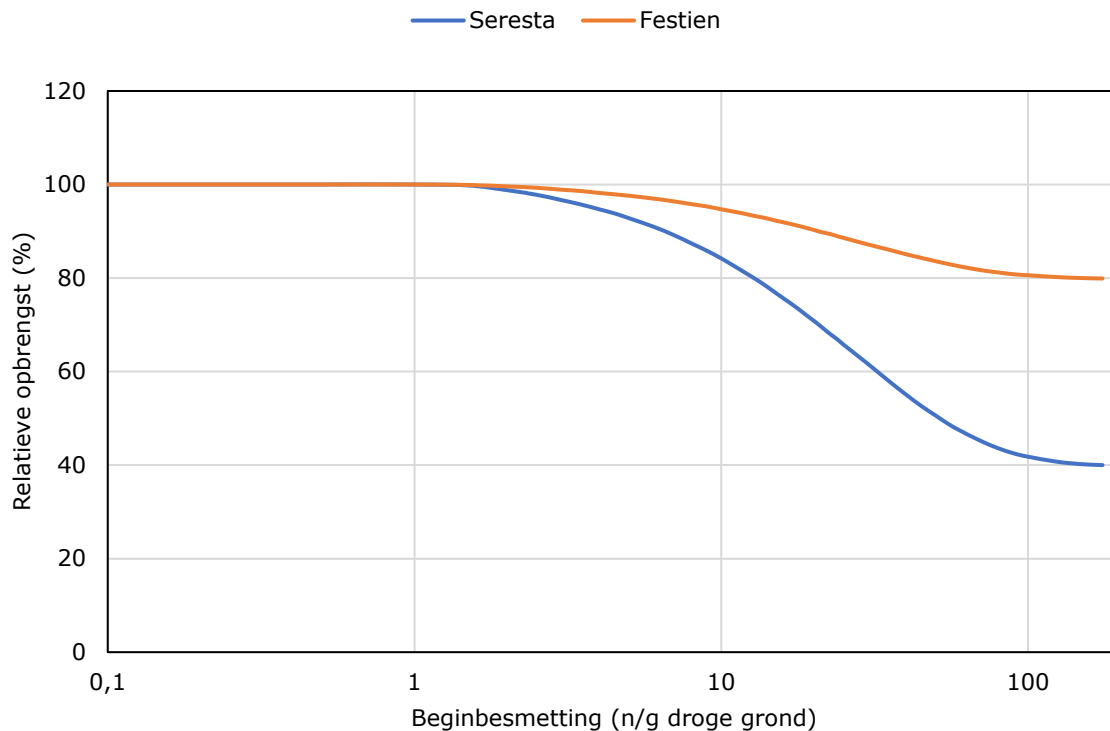
Tabel 11 Het effect van de teelt van groenbemesters (in combinatie met zaaitijdstip; 2016) op de opbrengst van de tweede volgteelt zetmeelaardappelen (2019). Uit Visser et al. (2020).

Groenbemester	Zaaitijdstip	knolopbrengst (ton/ha)		Zetmeel (ton/ha)	
		FESTIEN	SERESTA	FESTIEN	SERESTA
Zwarte braak	-----	53,1 cde	53,0 bcde	12,1 bcd	11,8 bcd
Japanse haver-T1	19-jul	46,7 a	50,1 abcd	9,9 a	11,2 abc
Japanse haver-T2	15-aug	48,2 ab	50,2 abcd	10,7 ab	11,2 abc
Japanse haver-T3	8-sep	55,0 de	53,5 cde	12,6 cd	12,1 bcd
Tagetes-T1	19-jul	60,4 f	60,1 f	13,1 d	13,2 d
Tagetes-T2	15-aug	54,5 de	56,3 ef	11,8 bcd	12,7 cd
Tagetes-T3	8-sep	51,1 abcd	53,9 cde	11,2 abc	11,8 bcd
Gb-mengsel-I	19-jul	47,8 a	49,2 abc	10,2 a	10,6 ab

*) groenbemestersmengsel: zomerwikke (35%), japanse haver (20%), niger (15%), tillage rammenas (14%), alexandrijnse klaver (8%), vlas (7%), deder (1%)

3.3 Opbrengsteffect door besmetting

In Figuur 5 wordt de schaderelatie tussen de besmetting met *P. penetrans* en de opbrengst van de zetmeelaardappels Seresta en Festien weergegeven. Zichtbaar is dat Seresta gevoeliger was voor een besmetting met *P. penetrans* dan Festien. De opbrengst van Seresta reageerde namelijk sterker op een aaltjesbesmetting dan Festien. Voor beide rassen geldt dat er een opbrengstdaling ontstond bij een besmetting vanaf 1,5 aaltje per gram droge grond. Dit wordt ook wel de schadedrempel genoemd. De maximale opbrengstderving lag op 60% bij Seresta en op 20% bij Festien.



Figuur 5 Schaderelatie tussen de besmetting met *P. penetrans* en de relatieve opbrengst voor de zetmeelaardappellrassen Seresta en Festien volgens de Seinhorst curve uit *NemaDecide*.

3.4 Economisch perspectief

Om een beeld te krijgen hoeveel zetmeelaardappels je meer zou moeten opbrengen van een hectare om de kosten van de Tagetes teelt te kunnen dekken, wordt in dit hoofdstuk het economische perspectief toegelicht.

1. Japanse haver vervangen door Tagetes

Door de teelt van Japanse Haver te vervangen door de teelt van Tagetes kan *P. penetrans* worden teruggedrongen. Om het zaaitijdstip gunstiger te maken, zo vroeg mogelijk te kunnen zaaien, wordt vaak gekozen voor een teelt van wintergerst voorafgaand aan de Tagetes.

Om Tagetes te telen in plaats van Japanse Haver zijn de kosten € 300 per hectare hoger dan bij een teelt van Japanse haver, zie Tabel 12. De meerkosten van de teelt van Tagetes moeten opwegen tegen de financiële meeropbrengst van zetmeelaardappelen. Tegen een prijs van € 0,11 per kg zetmeelaardappelen moet er $€ 300 / € 0,11 = 2.728$ kg meer zetmeelaardappelen worden geteeld in de rotatie. Afhankelijk van het bouwplan (i.e. hoe vaak er zetmeelaardappelen en Tagetes worden geteeld), moet men deze kosten en opbrengsten tegen elkaar wegstrepen.

In een bouwplan *wintergerst + Japanse haver - zetmeelaardappel - suikerbiet - zetmeelaardappel* waarin de Japanse haver wordt vervangen door Tagetes, zou men 2.728 kg zetmeelaardappelen in twee zetmeelaardappel teeltjaren meer moeten opbrengen om de meerkosten van de Tagetes teelt te kunnen dekken.

Tabel 12 Meerkosten Tagetes t.o.v. Japanse haver.

Meerkosten Tagetes ten opzichte van Japanse haver:		
Zaaizaad Tagetes	€ 22,5 per kg * 8 kg/ha	€ 180
Zaaizaad Japanse haver	€ 2 per kg * 70 kg/ha	€ 140
Meerkosten zaaizaad Tagetes		€ 40
Loonwerk zaaien		€ 140
Loonwerk spuiten		€ 50
Gewasbeschermingsmiddelen		€ 70
Totaal		€ 300

2. Zomergerst en Japanse haver vervangen door Tagetes

De teelt van zomergerst inclusief groenbemester Japanse haver kan worden vervangen door de teelt van Tagetes. Hierdoor kan de Tagetes vroegtijdig worden ingezaaid waardoor het aantal groeidagen wordt verlengd en de *P. penetrans* besmetting zeer sterk kan worden teruggedrongen (de Haan et al., 2020; Vervuurt et al., 2023). Het financiële saldo van de zomergerstteelt en de meerkosten van de Tagetes teelt ten opzichte van de Japanse haver teelt moet dan worden afgewogen tegen de financiële meeropbrengst uit zetmeelaardappelen.

Uit Tabel 13 blijkt dat het financiële saldo van zomergerst € 1.110 is. Hierbij is uitgegaan van brouwgerst en op basis van eigen mechanisatie. De meerkosten van Tagetes teelt t.o.v. Japanse haver is € 300 per hectare, zie Tabel 12. De financiële meeropbrengst van zetmeelaardappelen moet worden afgezet tegen zowel het financiële saldo van zomergerst als de meerkosten van de Tagetes teelt t.o.v. Japanse haver. Tegen een prijs van € 0,11 per kg zetmeelaardappelen moet er $(€ 300 + € 1.110) / € 0,11 = 12.819$ kg meer zetmeelaardappelen worden geteeld in de rotatie, tot het moment dat er weer Tagetes wordt geteeld. Afhankelijk van het bouwplan, moet men deze kosten en opbrengsten tegen elkaar wegstrepen. Bij een bouwplan van 1:2 zetmeelaardappelen en 1:4 Tagetes moet er $12.819 \text{ kg} / 2 \text{ jaar} = 6.409$ kg zetmeelaardappelen per hectare per jaar meeropbrengst worden behaald om de kosten van de Tagetes teelt en het weglaten van de gerstteelt te dekken.

Er kan ook worden gekozen om de zomergerst inclusief groenbemester Japanse haver eens in de acht jaar te vervangen door Tagetes. Bij een bouwplan van 1:2 zetmeelaardappelen en 1:8 Tagetes moet er $12.819 \text{ kg} / 4 \text{ jaar} = 3.205$ kg zetmeelaardappelen per hectare per jaar meeropbrengst worden behaald om de kosten van de Tagetes teelt te dekken.

Tabel 13 Saldo zomergerst (brouwgerst) o.b.v. eigen mechanisatie.

Saldo zomergerst (brouwgerst) o.b.v. eigen mechanisatie:		
Financiële opbrengst	€ 0,23 * 7.000 kg/ha	€ 1.610
Kosten		€ 500
Saldo		€ 1.110

4 Discussie

4.1 Methode

4.1.1 Proefopzet

In deze studie zijn twee proeven gecombineerd, namelijk de Zaai Tijden proef en BKV. Elk van deze proeven kent een andere, maar gedegen statistische, opzet. Bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen bleken enkele factoren de resultaten te beïnvloeden. De percelen van beide proeven waren besmet met *Verticillium*, trichodoriden, *M. chitwoodi* en *M. fallax*. In enkele jaren was er ook een schadelijke besmetting met aardappelmoeheid op een enkel perceel. Daardoor was het directe effect van *P. penetrans* op de gewasopbrengst van zetmeelaardappelen lastig vast te stellen.

Daarbij komt dat er geen nematicide is gebruikt in de controle veldjes. Het effect van een Tagetes teelt is vergeleken met een situatie waarin geen maatregel is toegepast om (het effect van) een besmetting met *P. penetrans* te reduceren. In de praktijk is het vrij gangbaar om in de aardappelteelt een nematicide te gebruiken om schade door nematoden te beperken. Een vergelijking tussen een Tagetes teelt en een praktijksituatie waarin andere maatregelen worden toegepast, niet gemaakt.

4.1.2 Analyses

Een statistische vergelijking tussen Tagetes(4) en Tagetes(8) in BKV was enkel bij de vier laatste volgteelten vast te stellen en niet over de gehele periode van volgteelten. Dit kwam doordat er in de eerste teelt van Tagetes geen opsplitsing was gemaakt naar Tagetes(4) en Tagetes(8) veldjes. Praktisch gezien was daar geen reden voor, deze objecten zijn namelijk bij de eerste teelt nog aan elkaar gelijk. Vanuit statistisch oogpunt was deze opsplitsing nodig om een aparte opbrengstbepaling te doen en verschillen over de gehele periode vast te stellen.

4.1.3 Prijzen en aannames

In de economische analyse is uitgegaan van een gemiddelde prijs van € 110,- per ton zetmeelaardappelen. Deze prijs is erg afhankelijk van het jaar, de rassen die je teelt en prestatiecomponenten zoals kwaliteitsaspecten. Ook de prijs van granen zijn de afgelopen jaren wisselend. Er is in de economische analyse een gemiddelde prijs van € 230,- per ton brouwergerst aangenomen met een gemiddelde opbrengst van 7 ton/ha. De prijs en opbrengst zal ook per teler en per jaar variëren, evenals de kosten die op € 500,- teeltkosten zomergerst per hectare zijn aangenomen.

4.2 Resultaten

4.2.1 Opbrengsteffect

In de proeven werd duidelijk zichtbaar dat de teelt van Tagetes een bestrijdend effect had op de populatie *P. penetrans* en een opbrengstverhogend effect op de zetmeelopbrengst van de volgteelten. Dit effect werd echter niet elk jaar en in gelijke grootte zichtbaar. Er waren dus meerdere factoren van belang bij de opbrengstreductie naast de besmetting met *P. penetrans*. Bekende factoren die de schade beïnvloeden zijn o.a. pH, bodem organische stof, vocht, temperatuur, ras, het gebruik van nematicide (in voorgaande jaren), combinatie aan aaltjessoorten, interactie tussen *P. penetrans* en de bodemschimmel *Verticillium* (verwelkingsziekte) en teeltduur (Wolfs, 2011). Enkele van deze factoren speelden een rol in deze proeven. Het was niet mogelijk om de relaties tussen deze mogelijke factoren (in combinatie met de besmetting) en

het opbrengsteffect in deze studie statistisch te toetsen. Enkele mogelijke factoren worden hieronder kwalitatief toegelicht.

Vervuurt et al. (2023) hebben in BKV in enkele jaren de biomassa van de Tagetes bepaald. In 2018 ontwikkelde de Tagetes zich slecht. In 2019 werd er dan ook geen significant verschil gevonden in de opbrengst van Festien tussen het Tagetes object en de controle. Ook bij de daaropvolgende teelt van Seresta in 2021 werd geen significant verschil vastgesteld. Dit was echter ook voor enkele andere jaren het geval. Een directe relatie tussen de ontwikkeling van de Tagetes en het opbrengsteffect werd niet vastgesteld.

Ook leek het effect niet gerelateerd aan het perceel. Het gebrek aan effect trad op elk perceel wel eens op. Daarbij speelt ook de hoogte van de besmetting met *P. penetrans* een rol, zoals op te maken valt uit de schaderelatie-curve. Bij een groter verschil in de besmetting tussen het Tagetes object en de controle, is een groter effect te verwachten in de zetmeelopbrengst. Dit is voor BKV en ZT niet per jaar per perceel bekeken.

In de ZT proef is er een duidelijke factor aan te wijzen. De aardappel opbrengst bij de objecten Japanse haver (zaai half juli) en het GB-mengsel was significant lager dan bij het referentie object zwarte braak. In een aantal veldjes van deze objecten is een zeer hoge besmetting met het bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne fallax*) waargenomen. Japanse haver staat bekend als een zeer goede waard voor *M. fallax* en in het mengsel zit wikke, alexandrijnse klaver en ook Japanse haver; gewassen die goede waard zijn voor *M. fallax*. De gemiddelde *M. fallax* besmetting lag bij de Japanse haver (T1) en het mengsel niet op een voor aardappel schadelijk niveau. Echter in een aantal veldjes was de besmetting zo hoog (> 2000 *M. fallax* aaltjes/100 ml grond) dat deze wel boven de shadedrempel van aardappel lag en daardoor de aardappelopbrengst in deze veldjes sterk heeft gereduceerd. De *M. fallax* besmetting was in juli 2016, voorafgaand aan het zaaien van de groenbemesters, erg laag. De teelt van de verschillende groenbemesters hadden niet een direct meetbaar effect op de *M. fallax* besmetting. Pas na de teelt van suikerbiet, wat een goede waard is voor deze aaltjessoort, werd het effect van de vroege zaai Japanse haver (langste teeltduur) en het GB-mengsel (met waardgewassen) zichtbaar. De *M. fallax* besmetting is bij deze groenbemester-objecten tijdens de teelt (najaar 2016) in een aantal veldjes zeer licht toegenomen en vervolgens na de teelt van de zeer goede waard suikerbiet (2018) tot voor aardappel schadelijke dichtheden.

Bovendien kunnen de weersomstandigheden effect hebben op de effectiviteit van Tagetes als natuurlijke bestrijding. Dit werkt tweeledig. Enerzijds heeft een mooie nazomer, met voldoende temperatuur en vocht, een effect op de ontwikkeling van de Tagetes en doorworteling door het bodemprofiel. Bij voldoende temperatuur ontwikkelt een Tagetes gewas zich sterker en zijn aaltjes actiever, waardoor meer aaltjes de wortels binnendringen en zullen sterven en neemt de besmetting sterker af. Zoals hierboven beschreven werd een directe relatie tussen de ontwikkeling van Tagetes en het opbrengsteffect niet vastgesteld. Daarnaast zijn de weersomstandigheden tijdens de aardappelteelt van belang. Bij droogte, of andere stresssituaties, ontstaat er een versterkend effect van de schade die aaltjes toebrengen aan het wortelstelsel. In 2016, 2018, 2019, 2020 en 2022 werd het seizoen gekenmerkt door moeizame groeiomstandigheden en relatief gezien lagere opbrengsten. Uit de data werd niet zichtbaar dat het opbrengsteffect in deze jaren groter was.

Waarschijnlijk zijn meerdere factoren van invloed op het opbrengsteffect van Tagetes op de volgteelt. Op basis van de proefdata werd geen direct verband vastgesteld tussen de ontwikkeling van de Tagetes, het perceel en de weersomstandigheden enerzijds en het opbrengsteffect van de zetmeelaardappelen anderzijds. Dit is echter alleen kwalitatief bekeken, er is geen (regressie)analyse gedaan naar het samenspel van deze factoren op de effectiviteit van de Tagetes teelt.

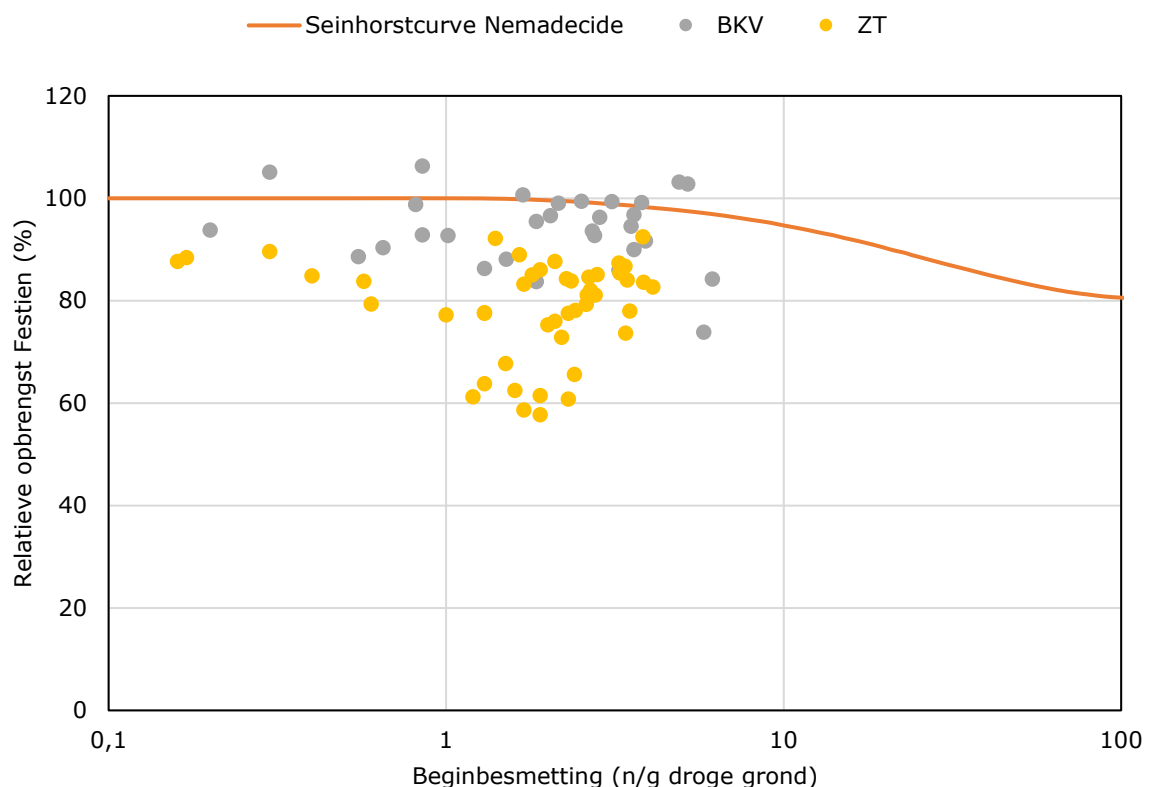
4.2.2 Schaderelatie curve

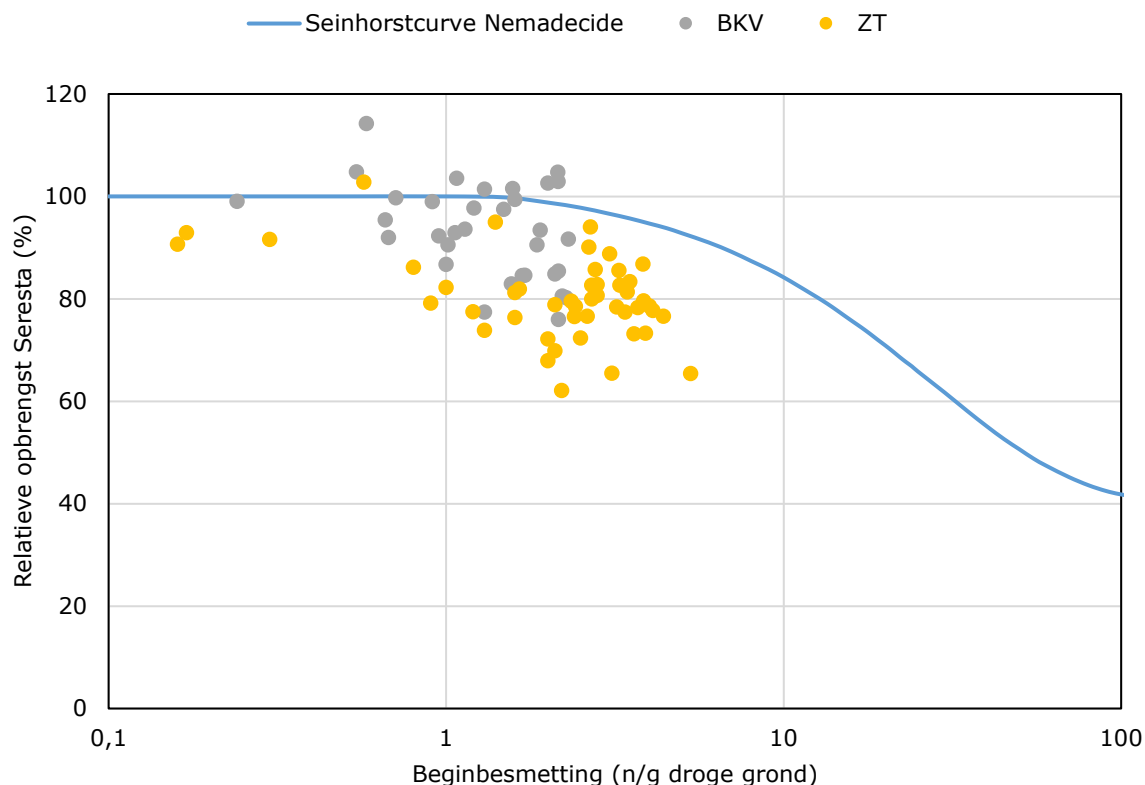
In Figuur 6 is de Seinhorstcurve uit *NemaDecide* aangevuld met data uit de BKV en ZT proeven. Dit is gedaan door de opbrengst van de objecten te delen op de opbrengst bij het Tagetes(4) en Tagetes(Z1) object bij BKV en ZT respectievelijk. Deze objecten zijn als referentie genomen omdat daarbij de besmetting lager was dan 1 aaltje per gram droge grond. Bij Festien lijkt zichtbaar te worden dat de schade bij een lagere besmetting ontstond in vergelijking met *NemaDecide*. Bovendien lijkt de opbrengstreactie groter bij een oplopende besmetting dan volgens *NemaDecide*. Ook bij Seresta lijkt de opbrengstreactie te ontstaan bij

een besmetting met minder dan 1 aaltje per gram droge grond. De opbrengstreactie (vorm van de curve) lijkt wel overeen te komen met de resultaten uit *NemaDecide*. Door een gebrek aan datapunten bij een besmetting met meer dan 10 aaltjes per gram droge grond, zowel bij Festien als Seresta, is het lastig te beoordelen hoe de curve precies zou lopen op basis van de datapunten uit de twee proeven.

Naast *NemaDecide* zijn er nog andere studies waarin de schaderelatie is vastgesteld. Schomaker et al. (2018) vonden een schadedrempel van 3 *P. penetrans* per gram grond en een maximale schade van 17%. De schadedrempel die zij vonden lag dus hoger dan de schadedrempel in *NemaDecide*, en dus nog hoger dan de data uit BKV en ZT aan lijkt te geven. De maximale schade uit Schomaker et al. (2018) is vergelijkbaar met de die voor Festien uit *NemaDecide*, en veel lager in vergelijking met Seresta. Een vergelijking is lastig te maken, omdat Schomaker et al. (2018) het ras niet hebben benoemd. In de praktijk wordt er vaak uitgegaan van een schadedrempel van 1 *P. penetrans* per gram grond en een maximale schade van 30-50% (Kuijstermans, 2008; Wolfs, 2011). Een vergelijking met BKV en ZT is niet te maken, omdat de maximale schade op basis van BKV en ZT niet vast te stellen is door een gebrek aan datapunten bij hoge besmettingen.

Een mogelijke verklaring waarom de opbrengstreductie op basis van BKV en ZT sterker lijkt dan uit *NemaDecide* is de mengbesmetting van *P. penetrans* met *G. pallida* en *Verticillium*. Schomaker et al. (2018) lieten namelijk zien dat er meer schade is door *P. penetrans* als er ook *P. pallida* aanwezig was. De maximale schade veranderde daarmee van 17% bij enkel een besmetting met *P. penetrans* naar een maximale schade van 44% bij een mengbesmetting. Daarnaast wordt het gewas bij een besmetting met *P. penetrans* nog gevoeliger voor *Verticillium* en is het effect op de opbrengst nog groter (Aasman et al., 2013). Een aantasting met *P. penetrans* maakt ook de gevoeligheid voor andere schimmels en bacteriën groter (Aasman et al., 2013, MacGuidwin, 2022).





Figuur 6 Een vergelijking tussen de Seinhorstcurve uit Nema-decide en de datapunten uit BKV en ZT voor Festien (boven) en Seresta (onder). De opbrengst is relatief gesteld ten opzichte van de opbrengst na een Tagetes teelt vanwege de lage besmetting (<1 n/g droge grond).

4.3 Perspectief

4.3.1 Potentie van de maatregel

De teelt van Tagetes is op verschillende manieren onderdeel geweest van de proeven. De manier waarop Tagetes onderdeel is van de vruchtwisseling en het bouwplan heeft effect op de opbrengst van de volgteelten. Het maken van de juiste keuzes is belangrijk. Ook is het potentieel van de maatregel in andere situaties mogelijk anders. Hieronder zijn een aantal aspecten uitgelicht.

4.3.1.1 Rassen

Zoals ook de analyse liet zien, zie paragraaf 3.3, is het ras Seresta gevoeliger voor een besmetting met *P. penetrans* dan Festien. In de praktijk wordt er na de teelt van gerst met Japanse haver een minder gevoelig ras gekozen, omdat de besmetting met *P. penetrans* dan doorgaans nog vrij hoog is. Na de teelt van suikerbiet wordt doorgaans een gevoeliger ras geteeld, omdat suikerbiet een vrij slechte waardplant is voor *P. penetrans* en lage(re) besmettingen van *P. penetrans* nalaat. Dit was ook de opzet van BKV. Wanneer er Tagetes wordt geteeld (al dan niet na de oogst van een graangewas), is het logischer om juist een gevoelig ras te telen, omdat de besmetting met *P. penetrans* dan juist het laagst is. Uit de resultaten van de zaaitijdstippenproef kan het verschil in rasvolgorde worden afgeleid. Het rekenvoorbeeld in Tabel 14 laat zien dat het inderdaad voordelig is om bij een teelt van wintergerst met Japanse haver te kiezen voor een minder gevoelig ras (Festien) na de graanteelt en een gevoeliger ras (Seresta) met een wat hogere maximale opbrengst na de suikerbietenteelt. Bij een teelt met Tagetes wordt duidelijk dat het voordeliger is om een

gevoelig (en meer productiever) ras te telen na de Tagetes (Seresta) en een minder gevoelig ras na de suikerbieten (Festien), het verschil was 1,4 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹.

Tabel 14 Opbrengsten bij verschillende vruchtwisselingen, gebaseerd op de resultaten zoals verkregen uit de proefjaren 2017-2019. Uit Visser et al. (2020).

Vruchtwisseling	Zetmeelopbrengst Festien (ton.ha)	Zetmeelopbrengst Seresta (ton.ha)	Suikeropbrengst (ton.ha)	Totale zetmeelopbrengst (ton.ha)
WG+JH; F; SB; S	13,1	11,2	12,0	24,3
WG+JH; S; SB; F	12,8	9,9	12,0	22,7
WG+T; F; SB; S	14,0	13,2	16,9	27,2
WG+T; S; SB; F	15,5	14,4	16,9	29,9

4.3.1.2 Bouwplan

In beide proeven is er gekeken naar een bouwplan met granen (zomer- en wintergerst), twee zetmeelaardappel rassen en suikerbieten. In de Veenkolonien wordt daarnaast op het moment ook een aanzienlijk areaal uien geteeld. Naast zetmeelaardappels zijn ook uien gevoelig voor schade door *P. penetrans* en zelf ook een waardplant. Uien zijn erg gevoelig voor *P. penetrans*, naar schatting loopt de schade uiteen tussen de 6% en 45% bij een besmetting van 1 en 7,5 aaltjes per gram droge grond respectievelijk. Het opnemen van uien in de vruchtwisseling betekent daarmee dat het onderdrukken van een besmetting met *P. penetrans* door de teelt van Tagetes een nog groter effect heeft op het saldo van het bouwplan. Uitgaande van een maximale opbrengst van 50 ton/ha en een prijs van 150 euro per ton zou bij een besmetting van 5 aaltjes per gram droge grond een teelt van Tagetes een schade van 15 ton (30%) à 2250 euro worden voorkomen.

In het 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt op zand- en lössgronden vanaf 2027 verplicht gesteld dat er 1:3 rustgewassen geteeld moeten worden. Onder rustgewassen vallen o.a. wintertarwe en -gerst, zomertarwe en -gerst, groenbemesters waaronder Tagetes, enkele eiwitgewassen waaronder bonen en erwten, gras, kolen en enkele bloembollen (RVO, 2024). Veel van deze gewassen zijn een waardplant voor *P. penetrans*. Op de effectiviteit van Tagetes als maatregel om de schade van *P. penetrans* heeft deze ontwikkeling op drie manieren effect. Ten eerste de ontwikkeling van de besmetting. Het vervangen van de ene waardplant door de andere maakt niet zoveel uit voor de ontwikkeling van de populatie. Het vervangen van suikerbieten (vrij slechte waard) door een goede waardplant maakt wel uit voor de besmetting met *P. penetrans*. In een waardplant intensief bouwplan kan Tagetes een nog belangrijkere rol spelen. Ten tweede zijn veel van deze rustgewassen zelf niet of weinig gevoelig voor schade door *P. penetrans* (m.u.v. lelies, erwten en bonen), bij een zeer extensief bouwplan is de schade door *P. penetrans* daarom beperkter. Ten derde geldt dat bij een extensief bouwplan minder hoogsalderende gewassen worden geteeld. Dit verlaagt het gehele saldo, maar ook de terugverdientijd van een maatregel zoals Tagetes wordt daarmee langer.

Daarnaast heeft een Tagetes teelt mogelijk ook invloed op stikstofverliezen. Een gewas met een gezond wortelstelsel kan stikstof beter opnemen dan een gewas met een aangetast wortelstelsel. Wanneer een Tagetes teelt de en resulteert in een reductie van *P. penetrans* en daardoor een gezond wortelstelsel is de stikstofbenutting van aardappels hoger. Daarnaast neemt een goed ontwikkeld gewas meer stikstof op en blijft er minder stikstof achter in het bodemprofiel.

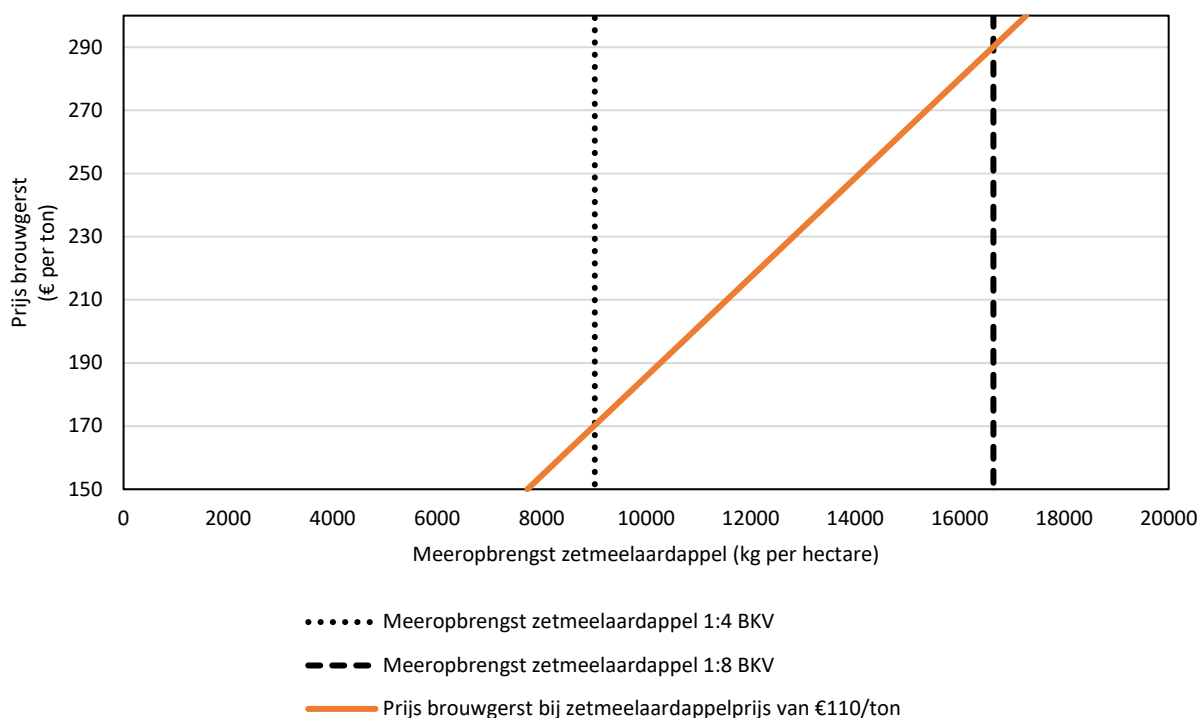
Bovendien past Tagetes binnen een boost-jaar, waarin aan andere bodemgebonden problemen gewerkt wordt. Een voorbeeld daarvan is een combinatie van aardappel als lokgewas voor het bestrijden van een besmetting met aardappelmoeheid. Ook kan de drainage worden vervangen, het perceel vlak gelegd worden, onkruiden worden bestreden of extra organische stof worden toegevoegd (Booij et al., 2022). De intentie van een boost-jaar is om teelt- en bodemmaatregelen te stapelen om de bodemkwaliteit en bodemgezondheid een flinke impuls te geven (Booij et al., 2022), waarin een Tagetes teelt goed past.

4.3.1.3 Nematicide

In het onderzoek was er geen vergelijking opgenomen tussen een Tagetes teelt en een situatie waarin andere maatregelen werden toegepast om schade door *P. penetrans* te voorkomen/beperken. In de praktijk is het vrij gebruikelijk om in de aardappelteelt een nematicide te gebruiken om schade door nematoden te beperken. De beschikbare nematiciden werken als nematostatica. Dit wil zeggen dat ze de nematoden niet doden maar tijdelijk verlammen, waardoor het gewas in deze periode min of meer ongestoord kan groeien. Met een nematicide kan de schade door nematoden worden beperkt. Het effect van een nematicide op de vermeerdering van nematoden is vaak gering omdat de nematoden niet worden gedood maar verlamd en na een aantal weken weer actief worden. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen waaronder ook nematiciden staat onder (maatschappelijke) druk. Ook de beschikbaarheid van nematiciden neemt verder af. Het aantal effectieve middelen dat nu nog beschikbaar is, is beperkt. Doordat de beschikbaarheid van goed werkende nematiciden afneemt en de wens/noodzaak om het gebruik van nematiciden (gewasbeschermingsmiddelen) terug te dringen neemt de noodzaak voor milieuvriendelijke alternatieven voor de beheersen van nematoden, zoals de teelt van Tagetes, verder toe.

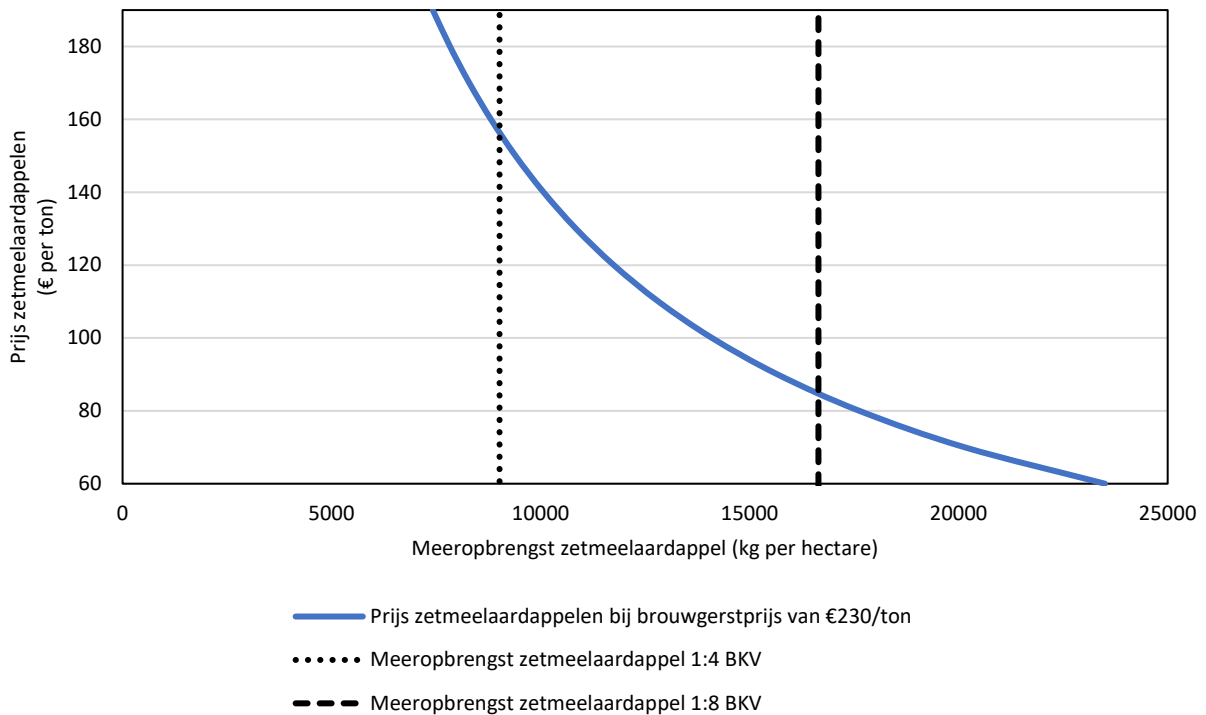
4.3.2 Productprijzen

Als de prijs van brouwerst oploopt en de prijs voor zetmeelaardappelen gelijk blijft (€ 110,- per ton) moet er in verhouding hogere zetmeelaardappel opbrengsten behaald worden om de Tagetes teelt als vervanging voor zomergerst economisch rendabel te kunnen blijven telen, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** De meeropbrengst in Figuur 7 is gebaseerd op de meeropbrengst die moet worden behaald in de jaren dat er zetmeelaardappels groeien, totdat er weer Tagetes wordt geteeld. In de stippellijnen is te zien welke meeropbrengst er in totaal in de proef werd behaald bij een Tagetes teelt eens in de vier jaar en eens in de acht jaar, met een bouwplan van 1:2 zetmeelaardappelen. Wanneer de prijs van brouwerst daalt en de prijs voor zetmeelaardappelen gelijk blijft (€ 110,- per ton) hoeft er in verhouding minder hoger meeropbrengsten van zetmeelaardappelen worden behaald om de Tagetes teelt als vervanging voor zomergerst economisch rendabel te kunnen telen, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** De afgelopen jaren varieerde de zomergerstprijs bij verkoop in augustus tussen € 162,- per ton en € 286,- per ton (de Beurs, n.d.).



Figuur 7 Relatie tussen brouwerstprijs en meeropbrengst zetmeelaardappelen bij vervanging zomergerst door Tagetes teelt met een zetmeelaardappelprijs van €110/ton.

Anders is het wanneer de prijs van zetmeelaardappelen stijgt. Indien de prijs van zetmeelaardappelen oploopt en de brouwerstprijs gelijk blijft (€ 230,- per ton) is het economisch aantrekkelijker om de zomergerst te vervangen door de Tagetesteelt, zie Figuur 8. De afgelopen jaren varieerde de basisprijs voor een ton zetmeelaardappelen tussen € 93,- en 133,- (Oppewal, 2023; AVEBE, 2021).



Figuur 8 Relatie tussen zetmeelaardappelprijzen en de meeropbrengst van zetmeelaardappelen bij vervanging zomergerst door Tagetes teelt met een brouwerstprijs van €230/ton.

5 Conclusie

Het effect van Tagetes op plantenparasitaire aaltjes

De teelt van Tagetes bleek een effectieve manier om de besmetting met *P. penetrans* te reduceren. Na een geslaagde teelt van Tagetes was de besmetting teruggedrongen tot onder de detectiegrens (minder dan 1 aaltje per 100 ml grond). In een standaard Veenkoloniaal bouwplan met 1:2 zetmeelaardappel bleef de besmetting enkele jaren laag. Bij de 4 à 7 opvolgende teelten was deze besmetting nog steeds verlaagd, afhankelijk van het perceel. Gemiddeld was de *P. penetrans* besmetting na de derde aardappelteelt weer op het niveau van de referentie rotatie (zomergerst + Japanse haver). Dit betekent dat het in enkele gevallen nodig was om Tagetes 1:4 te telen, terwijl in andere gevallen Tagetes 1:8 voldoende effectief was. Ook de zaai van Tagetes na een wintergraan reduceerde de besmetting met *P. penetrans* sterk wanneer gezaaid in half juli en half augustus. Een latere zaai bleek niet effectief. Bij de zaai van Tagetes in half juli en augustus bleef de besmetting laag in de drie daaropvolgende teelten (aardappel – suikerbiet – aardappel). De duurwerking na de derde teelt (de tweede aardappelteelt) van een late(re) Tagetes zaai is niet bekend. Tagetes is een niet of zeer slechte waard voor de wortelknobbelaltjes *M. chitwoodi* en *M. fallax*. De teelt van Tagetes zal een besmetting met deze aaltjessoorten terugdringen, vergelijkbaar met het effect van zwarte braak. Aandachtspunt zijn trichodoride aaltjes. Tagetes lijkt een vrij slechte tot matige waard voor *T. similis*. Voor andere (para) trichodoriden is de waardplantstatus onvoldoende bekend.

Het effect van Tagetes op de opbrengst van de volggewassen

Een teelt van Tagetes verhoogde de opbrengst van de zetmeelaardappelen die daarna werden geteeld. Het opbrengst verhogend effect liep op tot 39% zetmeel. Gemiddeld genomen over de twee proeven was het effect 13% voor een gevoelig ras (Seresta) en 9% bij een minder gevoelig ras (Festien). Bezien over een periode van 8 jaar was een teelt van Tagetes 1:4 effectiever dan een teelt van 1:8. Bij Festien scheelde dit gemiddeld over de twee teelten 0,4 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹. Bij Seresta was dat 0,6 ton zetmeel ha⁻¹ jr⁻¹. Dit kwam vermoedelijk omdat de besmetting met *P. penetrans* na 4 à 7 jaar weer op liep. Het opbrengstverhogende effect deed zich niet elk jaar voor. Onduidelijk is nog welke factoren (zoals weersomstandigheden, andere aaltjessoorten en Verticillium) in welke mate een rol hebben gespeeld in het optreden van een opbrengsteffect.

De teelt van Tagetes had een wisselend effect op de opbrengst van suikerbieten. In de BKV proef had deze maatregel in geen enkel jaar een significant opbrengst verhogend effect op de wortel- of suikeropbrengst. In de ZT proef had een vroege teelt van Tagetes wel een opbrengst verhogend effect op zowel de wortel- als suikeropbrengst. Het is onduidelijk waardoor dit kwam. Suikerbiet staat bekend als weinig tot niet gevoelig voor *P. penetrans*.

Schaderelatie van *P. penetrans* en de opbrengst van zetmeelaardappelen

Op basis van de data uit deze twee proeven bleek het niet mogelijk een schade-relatie op te stellen. De data uit deze proeven is echter wel vergeleken met enkele bestaande schade-relaties. Hieruit bleek dat de schadedrempel mogelijk lager ligt dan de 1 of 3 aaltjes per gram droge grond die vanuit de literatuur aangehouden wordt. Ook leek de schade bij Festien groter dan tot dusver bekend. Een mogelijke oorzaak van een lagere schadedrempel en sterkere schaderelatie was een mengbesmetting met aardappelmoehed en/of Verticillium.

De financiële aspecten van Tagetes in een Veenkoloniaal bouwplan

Wanneer de teelt van zomergerst met Japanse haver werd vervangen door Tagetes ging dit gepaard met meerkosten van €1.410 ha⁻¹. Dit betekende dat er in de twee opvolgende aardappelteelten een meeropbrengst van 12,8 ton aardappelen ha⁻¹ nodig was om de kosten te dekken. Uit de BKV proef bleek dat

deze meeropbrengst gemiddeld genomen niet werd behaald. Gemiddeld genomen was de meeropbrengst namelijk 8,2 ton aardappels ha⁻¹. Op één van de vier percelen werd de benodigde meeropbrengst wel gehaald. Tagetes 1:4 als boost-jaar is dus niet altijd interessant. Ook hangt dit sterk af van de graan- en zetmeelprijzen. Bij een teelt van Tagetes 1:8 was een meeropbrengst van 12,8 ton aardappelen ha⁻¹ verdeeld over vier aardappelteelten benodigd om de meerkosten te dekken. Op basis van de BKV proef werd vastgesteld dat dit wel werd behaald. Tagetes 1:8 als boost-jaar is dus een interessante optie. De financiële meeropbrengst bedroeg €105,24 ha⁻¹ jr⁻¹ per aardappelteelt. Wanneer Tagetes werd geteeld in plaats van Japanse haver, zou de meeropbrengst in de twee opvolgende aardappelteelten 2,7 ton ha⁻¹ jr⁻¹ zetmeelaardappels moeten zijn om de kosten te dekken. De zaaitijdenproef liet zien dat, uitgaande van de volgorde Seresta-Festien, deze meeropbrengst ruimschoots werd behaald bij het eerste zaaitijdstip (19 juli) en het tweede zaaitijdstip (15 augustus). Op een later zaaitijdstip (8 september) werd de meeropbrengst niet behaald om de kosten van de Tagetes teelt te dekken. Nateelt Tagetes na zomergerst mits geteeld voor 15 augustus is daarmee een rendabele groenbemesterkeuze.

Aan de hand van de schaderelatie kan worden vastgesteld bij welk besmettingsniveau een Tagetes teelt financieel aantrekkelijk is. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat de meeropbrengst evenredig over de twee rassen behaald moet worden, terwijl in de praktijk het effect groter zal zijn bij de eerste aardappelteelt of een gevoelig ras. Bij een Tagetes 1:4 in plaats van zomergerst met Japanse haver lag de grens op 7 en 30 aaltjes per gram droge grond voor Seresta en Festien respectievelijk. Bij een teelt van Tagetes 1:8 in plaats van zomergerst met Japanse haver was dat 4 en 12 aaltjes per gram droge grond respectievelijk voor Seresta en Festien. Bij de teelt van Tagetes 1:4 in plaats van Japanse haver was dat 3,5 en 10 aaltjes per gram droge grond respectievelijk voor Seresta en Festien. Deze aantallen doen zich in de getoetste vruchtwisseling snel voor zodat Tagetes al snel rendabel wordt. Opvallend is dat de grens voor elke maatregel (ver) boven de shadedrempel lag. Hoe duurder de maatregel, hoe hoger de besmetting moet zijn om financieel rendabel in te kunnen grijpen. In de praktijk zal de benadering omgekeerd zijn: wat is de besmetting op het betreffende perceel en welke maatregel is dan (financieel) passend?

Bovendien kunnen er tijdens een boost-jaar met Tagetes, vanwege de braakperiode in het voorjaar, meerdere grondgebonden problemen worden aangepakt. Door een combinatie van maatregelen kan een boost-jaar met Tagetes financieel voordeliger zijn.

Literatuur

- Aasman, B., Arends, S., van Beers, T., Hoek, H., Schepel, E., Wolfs, A. en Bossers, A. (2013). Aaltjesmanagement in de akkerbouw. Actieplan aaltjesbeheersing. Beschikbaar via: https://kennisakker.nl/storage/5115/Aaltjesmanagement_in_de_Akkerbouw2013.pdf
- AVEBE (2021). Prestatieprijs Royal Avebe naar 93,30 euro. Beschikbaar via: <https://www.avebe.nl/nieuws/prestatieprijs-royal-avebe-naar-9330-euro/>
- de Beurs (n.d.). Notering granen. Beschikbaar via: <https://beursgroningen.nl/konvereniging-de-beurs/noteringen>
- Bijker, W., van der Burgt, E., van den Berg, W. en Selin-Norén, I. (2022). Bedrijfseconomische prestaties van bodemmaatregelen: opbrengststabiliteit en kosten-batenverhouding van bodemmaatregelen. Wageningen Universiteit en Research, nr. WPR-OT-929. doi: 10.18174/567217
- Booij, J., de Wolf, P., Vellinga, T. en Sterenborg, G. (2022). Ontwerp Boerderij van de Toekomst Veenkoloniën. Wageningen University and Research, WPR-OT-976. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/583599>
- de Haan, P., van Asperen, P., Visser, J., van der Burgt, G.J., Smit, E., Dawson, A. en Klompe, K. (2020). Bodemmaatregelen op dalgrond in de Veenkoloniën: effect op bodemkwaliteit, opbrengst en financiële meerwaarde. Wageningen Universiteit en Research, nr. WPR-831. doi: 10.18174/520429
- Hoek, J. en Molendijk, L.P.G. (2010). Schadeonderzoek *Trichodorus similis*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/189494>
- Korthals, G.W., Thoden, T.C., van den Berg, W. en Visser, J.H.M. (2014). Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *verticillium dahliae* in agro-ecosystems. *Applied Soil Ecology*, 76, pp. 112-123. doi: 10.1016/j.apsoil.2013.12.016
- Kluijsternans, A. (2008). Schadewijzer: vrijlevende- en wortelknobbelaaltjes in de akkerbouw. Actieplan aaltjesbeheersing. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/173052>
- MacGuidwin, A. (2022). *Pratylenchus penetrans* and the potato early dying disease. Integrated Nematode Management: State-of-the-art and visions for the future (eds R.A. Sikora et al.) doi: 10.1079/9781789247541.0050, chapter 50, p362-367
- Oppewal, J. (2023). Recordjaar voor Avebe, prestatieprijs €133,34. De Boerderij, beschikbaar via: <https://www.boerderij.nl/recordjaar-voor-avebe-prestatieprijs-e-13334>
- Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland [RVO] (2024). Gewascodelijst. Beschikbaar via: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/rustgewassen>
- NemaDecide* (n.d.). *NemaDecide 2: Voor een aardappelteelt met toekomst*. Beschikbaar via: <http://www.nemadecide.com/Portals/38/downloads/Eindrapport%20NemaDecide%202%20bijlagen.pdf>
- de Wolf, P., Dawson, A. en Klompe, K. (2019). Kosten en baten van bodemmaatregelen: Grondbewerking, organische stof aanvoer en *Tagetes patula* als aaltjesvanggewas. Wageningen Universiteit en Research, nr. WPR-819. doi: 10.18174/511834
- Visser, J., Specken, J. en Hoekzema, G. (2020). Effect van groenbemesters en mengsels van groenbemesters op de besmetting met plant parasitaire aaltjes en gewasopbrengsten, in een veenkoloniaal bouwplan: resultaten van vergroeningsproef 1 (factsheet). Wageningen University and Research.
- Visser, J., Brinkman, P., Molendijk, L. en Korthals, G. (2023). Bodemgezondheidsproef 2017-2020: langjarig onderzoek aan het effect van (bodem)maatregelen en teeltsystemen op plantenparasitaire nematoden, gewasopbrengst en bodemvruchtbaarheid (nutriënten). Wageningen University and Research, nr. WPR-OT986. doi: 10.18174/585735
- Vervuurt, W., Toren, M., Visser, J.H.M., Brinkman, E.P., Kurm, V., Sprangers, T., Specken, J.W., van Asperen, P., van den Berg, W., van Geel, W.C.A., Schnabel, S.K., Korthals, G.W., Wesselink, M. en de Haan, J.J. (2023). The effect of soil measures on ecosystem services in the long-term experiment 'Bodemkwaliteit Veenkoloniën'. Wageningen Universiteit en Research, nr. WPR-OT 1024. doi: 10.18174/633362

- Waweru, B.W., Pili, N.N., Wesemael, W.M.L., Wanjau, C., Teklu, M.G., en Gheysen, G. (2023). Population dynamics and damage thresholds of *pratylenchus* n. sp. and *meloidogyne javanica* on finger Millet. *Nematology* 25, pp. 1157-1168. doi: 10.1163/15685411-bja10283
- Wolfs, A. (2011). Aaltjesbesmettingen en te verwachten schade. Hilbrands Laboratorium voor Bodemziekten [HLB], Landelijke aaltjesdag Lelystad. Beschikbaar via:
https://kennisakker.nl/storage/2760/Blok3_landelijke_aaltjesdag_2011.pdf

Bijlage 1 Proefopzet Bodemkwaliteit Veenkoloniën

Perceel 71-2							
60	Compost	72	Compost	84	Ca/Mg	96	Ca/Mg
59	Standaard	71	Standaard	83	Compost	95	Compost
58	Steenmeel	70	Steenmeel	82	Combi	94	Combi
57	T4	T8	69	T8	T4	81	T4
56	Combi	68	Combi	80	Standaard	92	Standaard
55	Ca/Mg	67	Ca/Mg	79	Steenmeel	91	Steenmeel
54	Compost	66	Compost	78	Compost	90	Compost
53	Standaard	65	Standaard	77	Steenmeel	89	Steenmeel
52	T4	T8	64	T8	T4	76	Combi
51	Ca/Mg	63	Ca/Mg	75	Ca/Mg	87	Ca/Mg
50	Steenmeel	62	Steenmeel	74	Standaard	86	Standaard
49	Combi	61	Combi	73	T4	85	T8

NKG

spitten

NKG

spitten

Perceel 71-1													
12	Steenmeel		24	Steenmeel		36	Tagetes - 4		Tagetes - 8	48	Tagetes - 8		Tagetes - 4
11	Combi		23	Combi		35			Steenmeel	47			Steenmeel
10	Compost		22	Compost		34			Compost	46			Compost
9	T4	T8	21	T8	T4	33			Combi	45			Combi
8	Ca/Mg		20	Ca/Mg		32			Standaard	44			Standaard
7	Standaard		19	Standaard		31			Ca/Mg	43			Ca/Mg
6	Combi		18	Combi		30			Standaard	42			Standaard
5	Ca/Mg		17	Ca/Mg		29			Compost	41			Compost
4	Compost		16	Compost		28			Steenmeel	40			Steenmeel
3	T4	T8	15	T8	T4	27			Combi	39			Combi
2	Standaard		14	Standaard		26	T4	T8		38	T8	T4	
1	Steenmeel		13	Steenmeel		25			Ca/Mg	37			Ca/Mg

NKG

spitten

spitten

NKG

Perceel 70-4									
156	Ca/Mg	168	Ca/Mg	180	Tagetes - 4	Tagetes - 8	192	Tagetes - 8	Tagetes - 4
155	Steenmeel	167	Steenmeel	179	Combi		191	Combi	
154	Compost	166	Compost	178	Steenmeel		190	Steenmeel	
153	Standaard	165	Standaard	177	Ca/Mg		189	Ca/Mg	
152	Combi	164	Combi	176	Standaard		188	Standaard	
151	T4	T8	163	T8	T4	175	Compost	187	Compost
150	Standaard	162	Standaard	174	Combi		186	Combi	
149	T4	T8	161	T8	T4	173	Ca/Mg	185	Ca/Mg
148	Compost	160	Compost	172	Steenmeel		184	Steenmeel	
147	Combi	159	Combi	171	Compost		183	Compost	
146	Ca/Mg	158	Ca/Mg	170	Tagetes - 4	Tagetes - 8	182	Tagetes - 8	Tagetes - 4
145	Steenmeel	157	Steenmeel	169	Standaard		181	Standaard	

spitten

NKG

spitten

NKG

Perceel 70-3									
108	Standaard	120	Standaard	132	Ca/Mg	144	Ca/Mg		
107	Steenmeel	119	Steenmeel	131	Compost	143	Compost		
106	Combi	118	Combi	130	Tagetes - 4	Tagetes - 8	142	Tagetes - 8	Tagetes - 4
105	Ca/Mg	117	Ca/Mg	129	Standaard	141	Standaard		
104	Compost	116	Compost	128	Combi	140	Combi		
103	T4	T8	115	T8	T4	127	Steenmeel	139	Steenmeel
102	T4	T8	114	T8	T4	126	Ca/Mg	138	Ca/Mg
101	Standaard	113	Standaard	125	Compost	137	Compost		
100	Ca/Mg	112	Ca/Mg	124	Steenmeel	136	Steenmeel		
99	Combi	111	Combi	123	Standaard	135	Standaard		
98	Steenmeel	110	Steenmeel	122	Tagetes - 4	Tagetes - 8	134	Tagetes -8	Tagetes - 4
97	Compost	109	Compost	121	Combi	133	Combi		

NKG

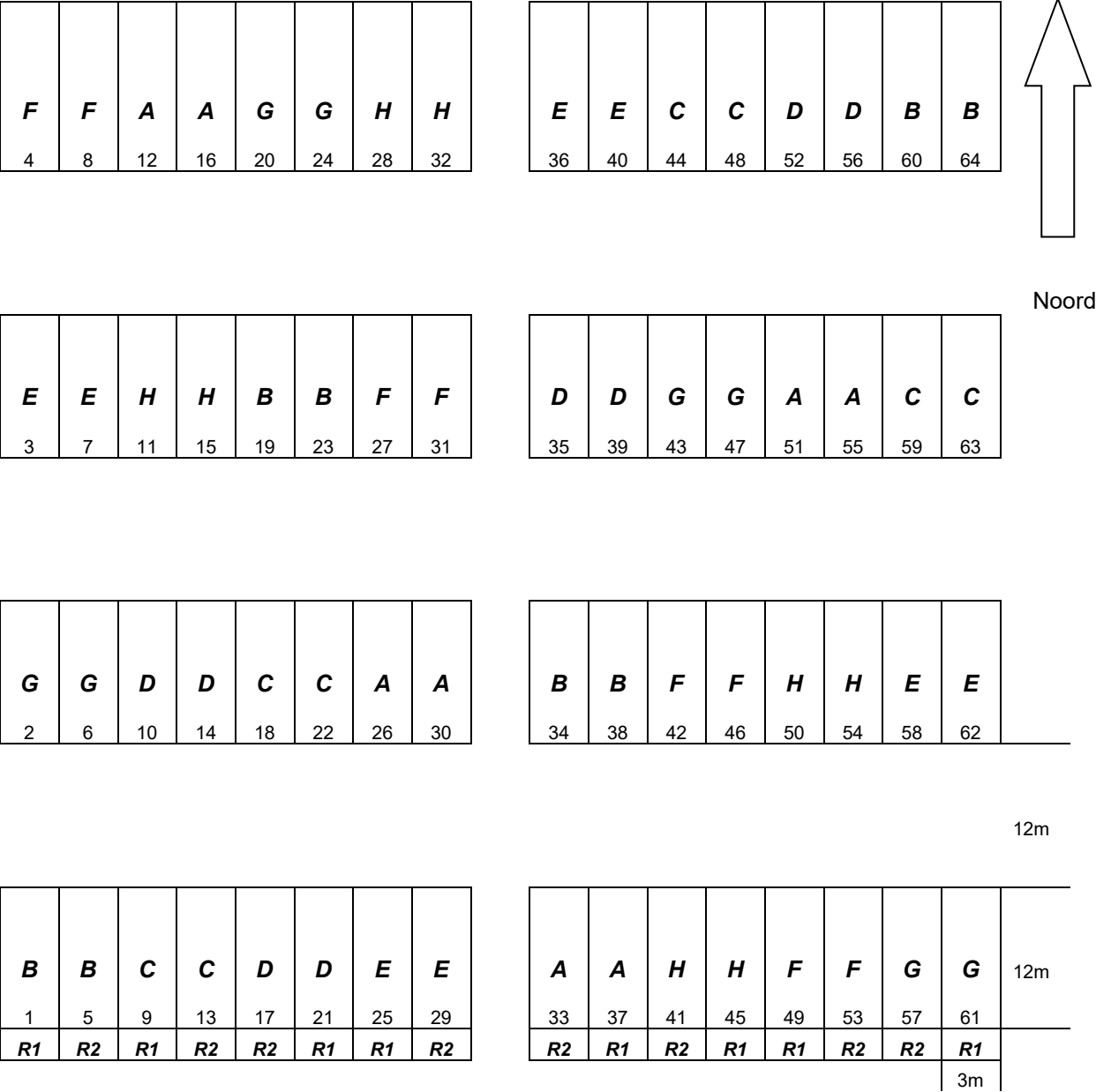
spitten

spitten

NKG

Bijlage 2 Proefopzet Zaaitijdstippenproef

Teeltschema 2017



- A

B

C

D

E

F

G

H

R1

R2
- Zwarte braak

Tagetes

Tagetes

Tagetes

Japanse haver

Japanse haver

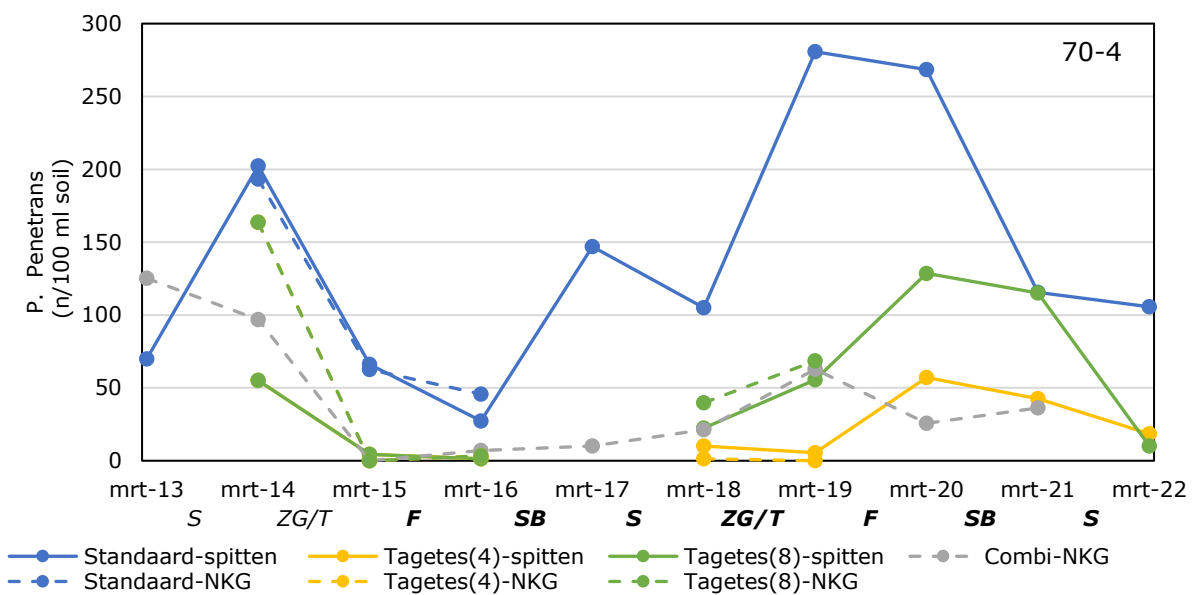
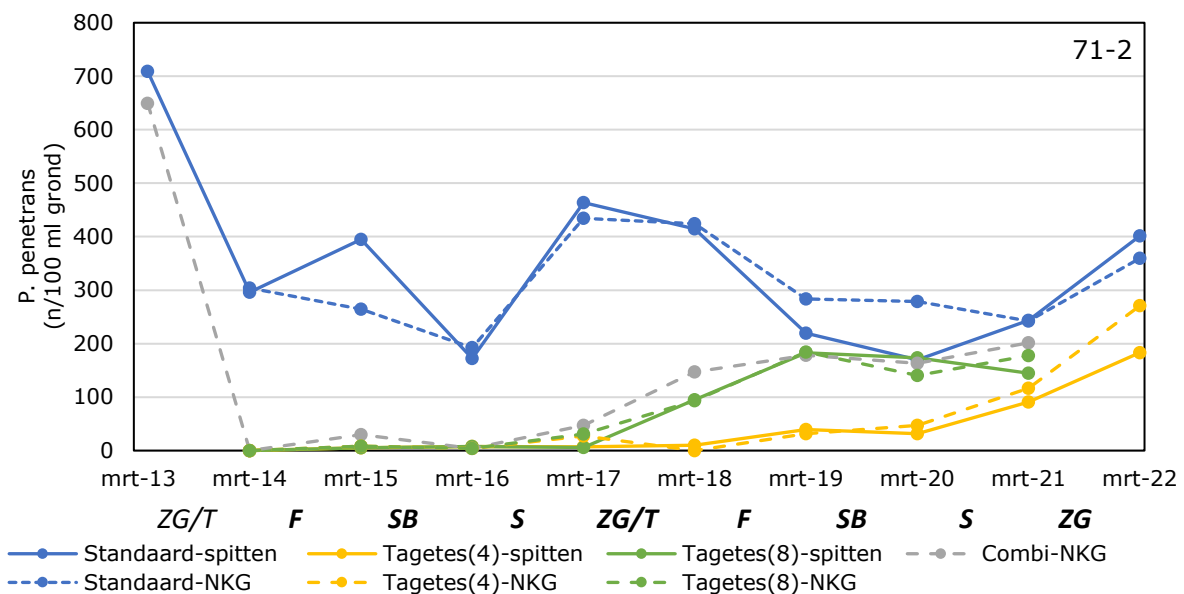
Japanse haver

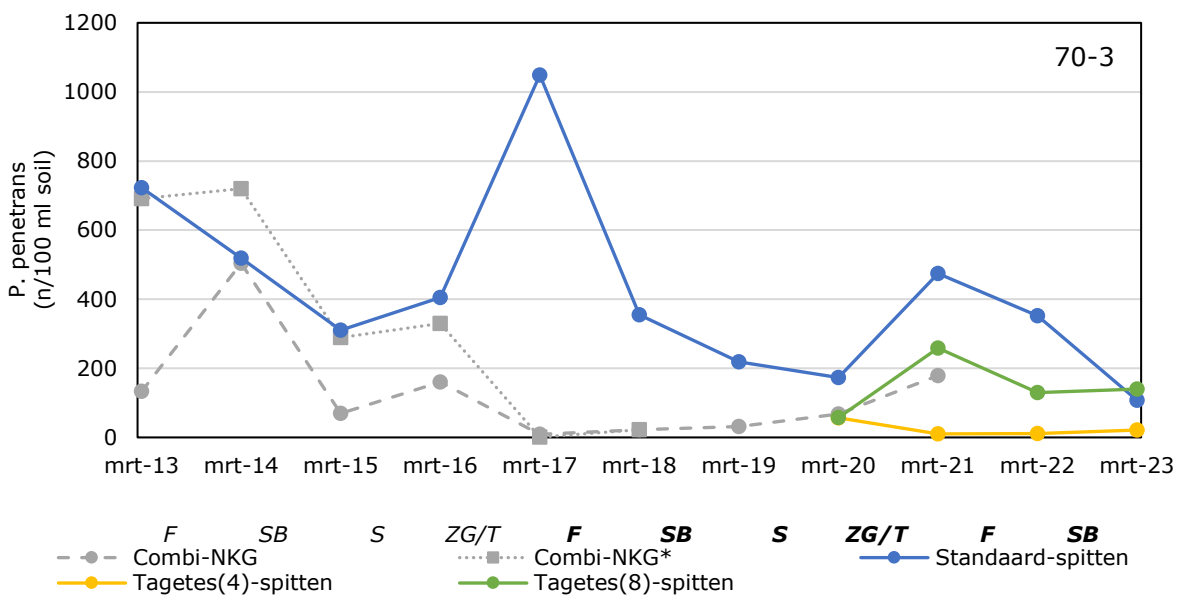
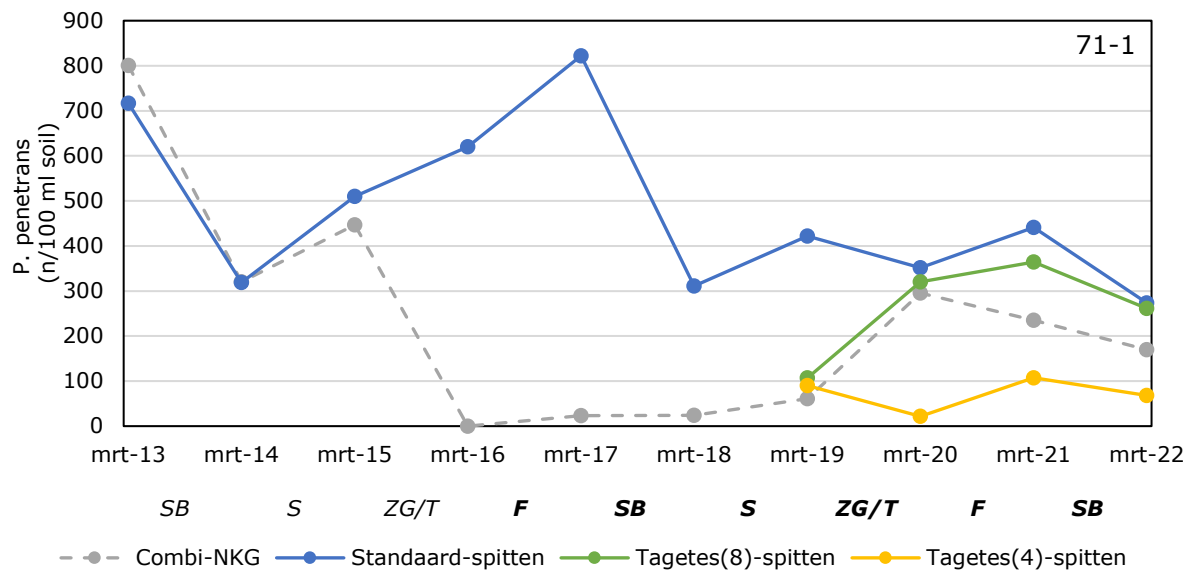
DSV Terralife

Seresta

Festien

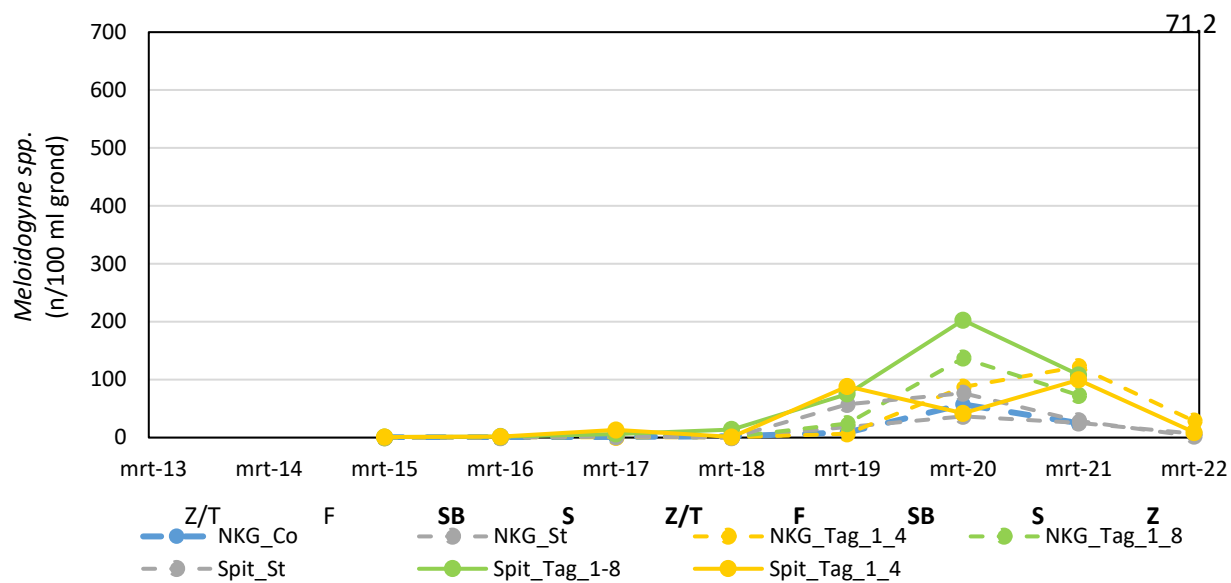
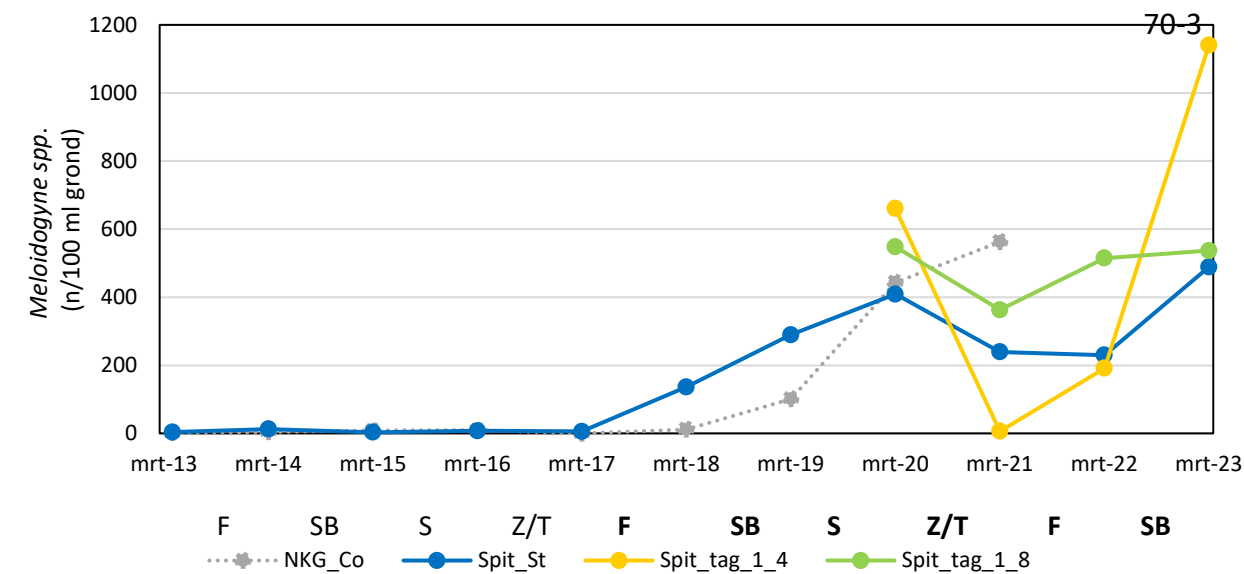
Bijlage 3 Verloop van *P. penetrans* per perceel

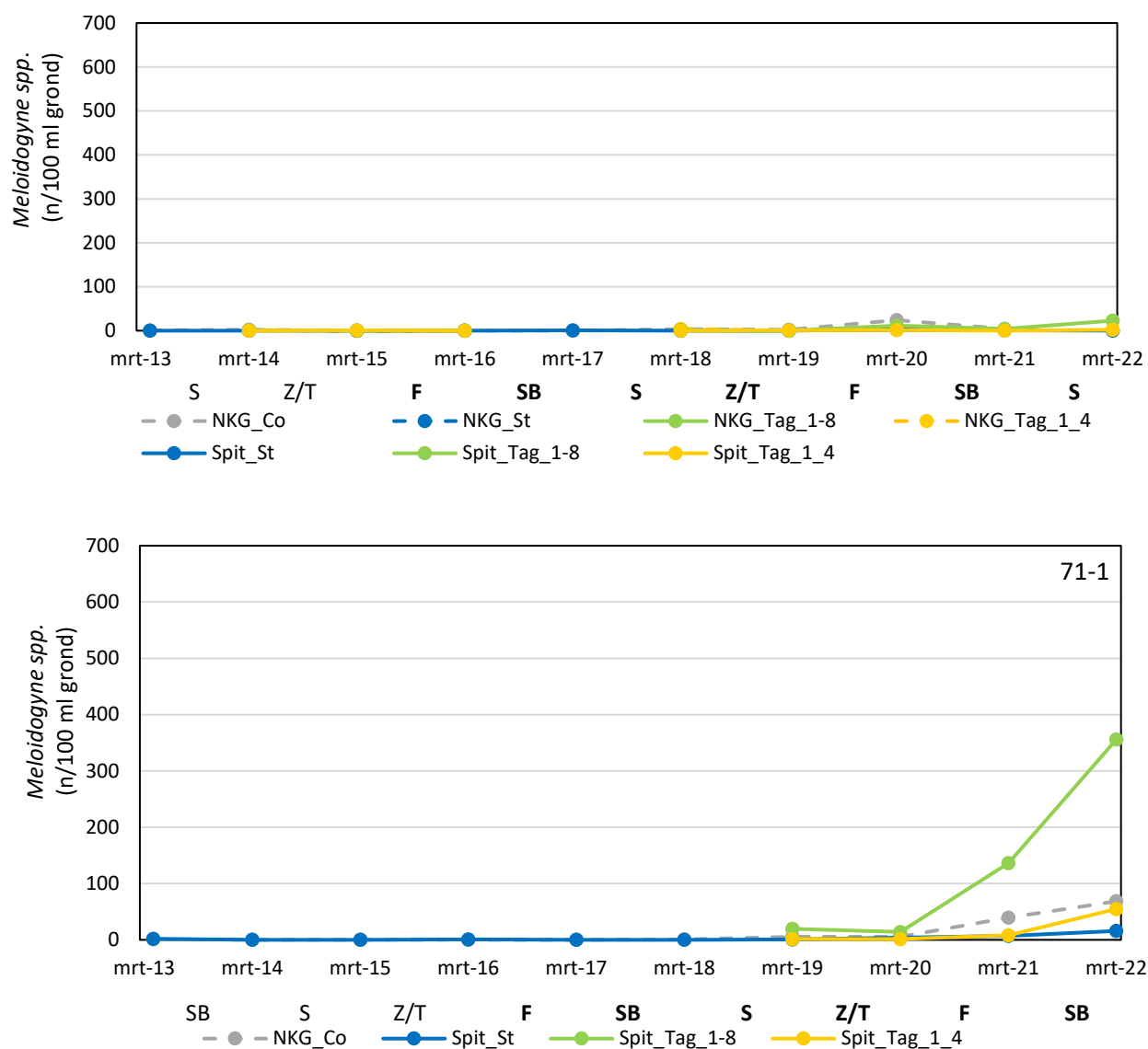




Figuur 9 Verloop van de besmetting van *P. penetrans* op de vier percelen in de periode 2013-2023, de teelten na de eerste Tagetesteelt zijn dikgedrukt. In de eerste vier jaar van de rotatie zijn Tagetes(4) en Tagetes(8) aan elkaar gelijk. (*incl. uitschieter met zeer lage dichtheid).

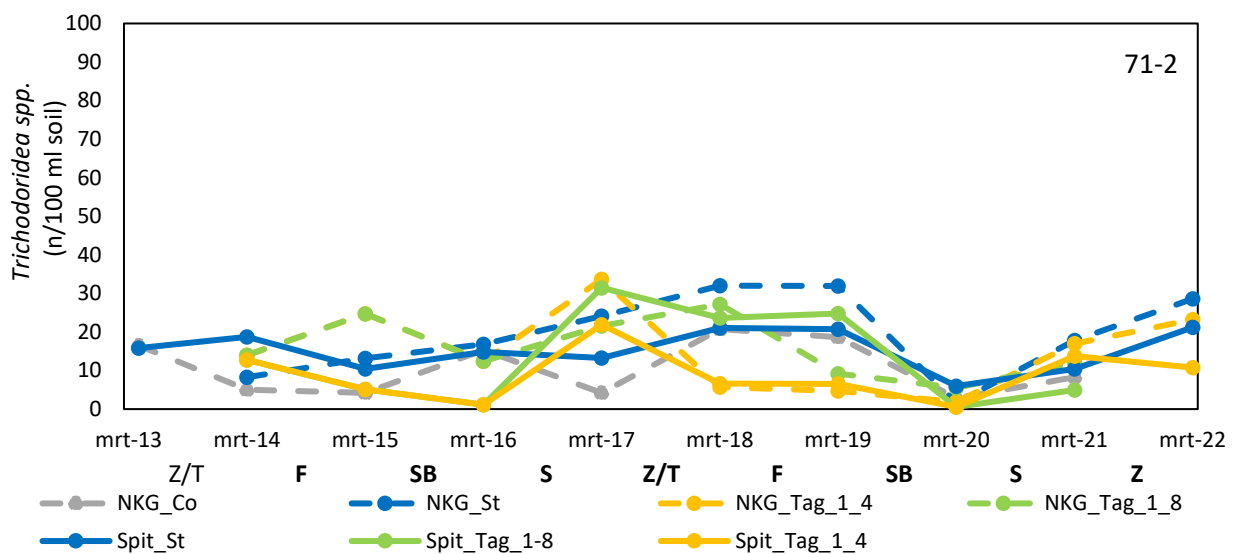
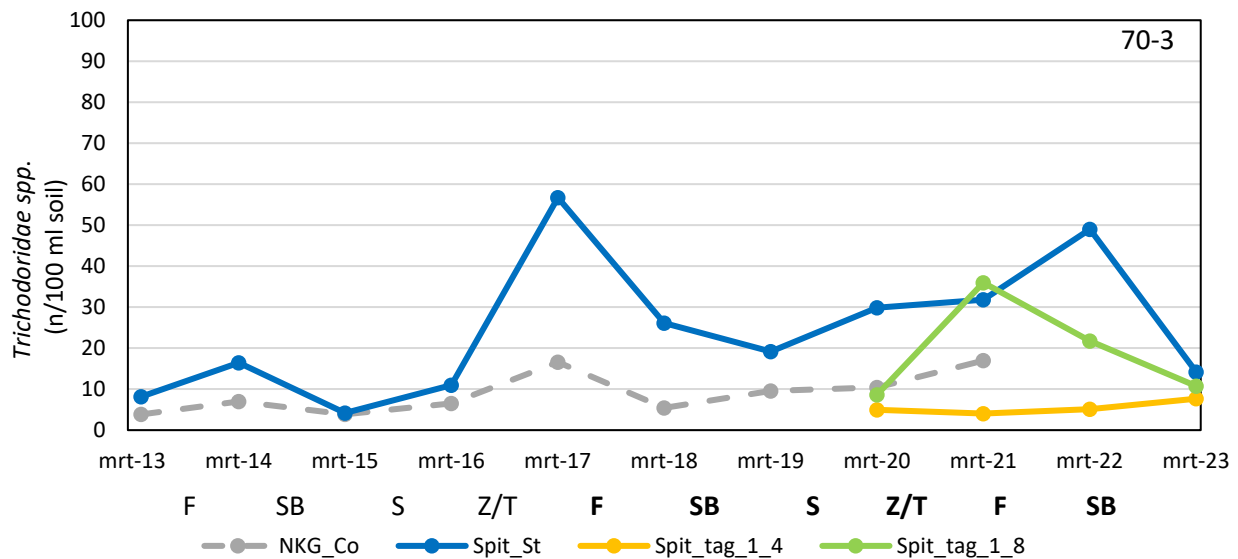
Bijlage 4 Verloop van *Meloidogyne* per perceel

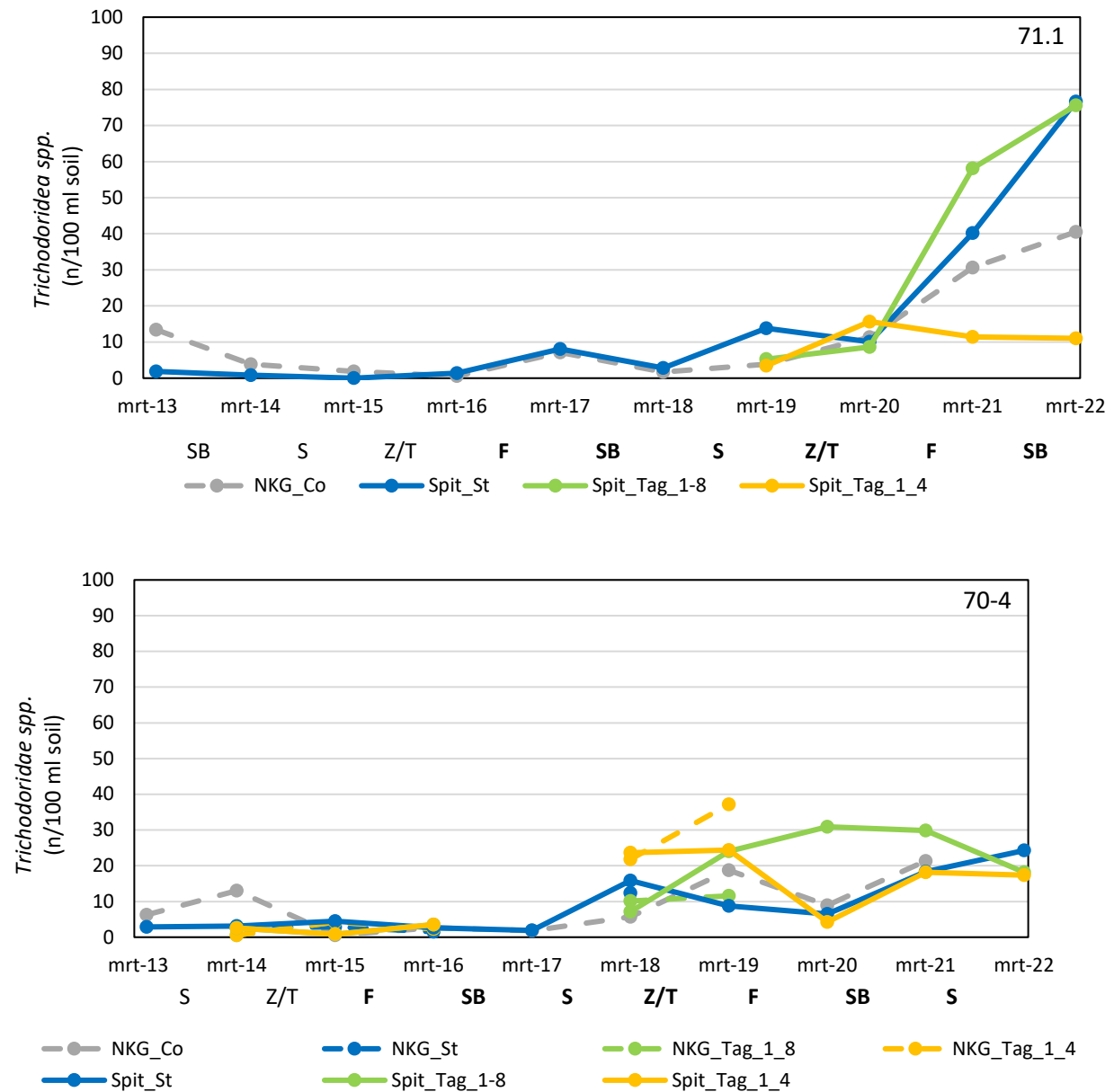




Figuur 10 Verloop van de besmetting van *Meloidogyne* op de vier percelen in de periode 2013-2023, de teelten na de eerste Tagetes teelt zijn dikgedrukt. In de eerste vier jaar van de rotatie zijn Tagetes(4) en Tagetes(8) aan elkaar gelijk.

Bijlage 5 Verloop van Trichodoriden aaltjes per perceel





Figuur 11 Verloop van de besmetting van *Trichodoridae* op de vier percelen in de periode 2013-2023, de teelten na de eerste Tagetes teelt zijn dikgedrukt. In de eerste vier jaar van de rotatie zijn Tagetes(4) en Tagetes(8) aan elkaar gelijk.

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 1128

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.
