



Effectiviteit van inundatie ter bestrijding van het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* op zware grond

Resultaten bakkenproef inundatie stengelaaltjes

Auteurs | J.H.M. Visser, P. Brinkman & L.P.G. Molendijk

WPR-OT 1052



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Effectiviteit van inundatie ter bestrijding van het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* op zware grond

Resultaten bakkenproef inundatie stengelaaltjes

Auteurs; J.H.M. Visser, P. Brinkman & L.P.G. Molendijk

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van BO Akkerbouw uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR).

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

Wageningen, oktober 2023

Rapport WPR-OT-1052



Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/641706>

Trefwoorden: stengelaaltjes, Ditylenchus dipsaci, bestrijding, inundatie, zware grond (klei)

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Wageningen; T 0317 29 11 11; 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-1052

Foto omslag: Wageningen Research (aaltjeswol, inundatie perceel, inoculum-containers, inundatie emmers)

Inhoud

Woord vooraf	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	7
2 Opzet en Uitvoering	8
2.1 Emmerproef inundatie	9
2.2 Statistische analyse	11
3 Resultaten en Discussie	12
4 Conclusie	13

Woord vooraf

Voor u ligt de rapportage over het onderzoek naar de effectiviteit van inundatie voor de bestrijding van stengelaaltjes op zware grond (project 3750414309), dat in opdracht van BO Akkerbouw is uitgevoerd. Mede op indicatie van de Stuurgroep Uireka en de aardappelwerkgroepen van LTO Nederland heeft de BO Akkerbouw dit onderzoek geïnitieerd. In de bollenteelt, op de geest- en zandgronden, wordt inundatie al decennia met succes ingezet voor de bestrijding van stengelaaltjes. Of inundatie ook op zwaardere gronden effectief is in bestrijding van stengelaaltjes is niet duidelijk. Bij effectieve (volledige) bestrijding van stengelaaltjes op zwaardere gronden worden percelen niet alleen weer geschikt voor de teelt van gevoelige gewassen als aardappel, ui en suikerbiet, maar ook voor uitgangsmateriaal zoals pootaardappelen en bloembollen. Een emmerproef (met verschillende grondsoorten) is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in het effect van inundatie voor de bestrijding van stengelaaltjes in zware grond.



Samenvatting

Inundatie lijkt ook op zware grond een effectieve techniek voor de bestrijding van stengelaaltjes. In een emmerproef was de doding van stengelaaltjes in zowel zand als zavel (tot 33% afslibbaar) meer dan 99%. Of het mogelijk is om een besmetting volledig te saneren is nog onduidelijk en zal in vervolgonderzoek (op praktijkpercelen) vastgesteld moeten worden.

Problemen met stengelaaltjes in bieten, uien en aardappelen lijken de afgelopen jaren steeds meer toe te nemen. In verband met verhuur voor bloembollenland is dit aaltje bij veel akkerbouwers een ongewenst en moeilijk bespreekbaar probleem. Akkerbouwers zijn eerder bereid om land te verhuren aan bollentelers als er bij onverhoopte introductie van een besmetting een maatregel beschikbaar is om de besmetting weer te saneren.

Stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) komen zowel op lichte als op zware gronden voor en kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in belangrijke gewassen als bieten, aardappelen, diverse bloembolgewassen en ook in (zaai)uien. Deze aaltjessoort kent een twintigtal verschillende 'rassen' die elk verschillende waardplantreeksen kennen. Deze verschillende stengelaaltjesrassen zijn niet van elkaar te onderscheiden, noch via de microscoop (morfologisch) noch via moleculaire technieken. Hierdoor is het vaststellen van de waardplantstatus van gewassen zeer lastig en praktisch gezien bijna onmogelijk. Omdat de kennis over waardplantstatus grotendeels ontbreekt is beheersing van stengelaaltjes door een goed gekozen vruchtwisseling nagenoeg niet mogelijk.

Bestrijding wordt hiermee voorlopig de belangrijkste maatregel in de beheersingsstrategie van stengelaaltjes. Bestrijding door chemische grondontsmetting is wegens verscherpte regelgeving en verbod van middelen amper meer mogelijk en is in het verleden technisch niet afdoende gebleken. In de bollenteelt, op de geestgronden, wordt inundatie al decennia met succes ingezet voor de bestrijding van stengelaaltjes. Voor een maximale bestrijding van de populatie stengelaaltjes moet de inundatie minimaal 12 weken duren bij bodemtemperaturen van minimaal 16graden. Aaltjes zijn waterdieren en sterven dan ook niet door de aanwezigheid van water, maar door de zuurstofloosheid en mogelijk ook door giftige (afbraak)producten die in de grond vrijkomen gedurende de inundatie.

Door de grond mengen van extra organisch materiaal (gras of gewasresten) lijkt het inundatie-proces te versterken. Waarschijnlijk daalt het zuurstofgehalte in de bodem dan sneller en ontstaan er meer en/of andere afbraakproducten.

Of inundatie ook op zwaardere gronden effectief is in bestrijding van stengelaaltjes is niet duidelijk.

Om hier meer inzicht in te krijgen heeft WUR | OpenTeelten een emmerproef uitgevoerd met drie grondsoorten. Een lichte zandgrond (3% afslibbaar) en twee wat zwaardere grondsoorten met een afslibbaarheid van 27 en 33%. De grond met 33% afslibbaarheid was minder zwaar dan op basis van een al beschikbare bodemanalyse werd verwacht (circa 40%).

De grond is kunstmatig besmet met stengelaaltjes en aan een deel is extra organisch materiaal (40 of 80 ton gras/ha) toegevoegd.

Vervolgens is de grond 14 weken geïnundeerd bij een temperatuur van 18°C.

In niet geïnundeerde zandgrond was de besmetting met stengelaaltjes, in 14 weken tijd, door natuurlijke sterfte met 80% afgenomen. In de zwaardere gronden was de natuurlijke sterfte minder sterk en nam de besmetting met circa 60% af. De inundatie zonder toevoeging van extra organisch materiaal was in zowel de zandgrond als de zwaardere grondsoorten zeer effectief. De doding was in alle grondsoorten meer dan 99%, maar (nog) geen 100%. Het toevoegen van organisch materiaal heeft, door de al zeer hoge doding bij de inundatie zonder toevoegen van organisch materiaal, geen meetbaar aanvullend effect gehad. Deze resultaten bieden perspectief voor het succesvol toepassen van inundatie voor de bestrijden van stengelaaltjes op zwaardere grondsoorten. Binnen de PPS Bollen, Bodem en Aaltjes (gestart in 2022) wordt het onderzoek voortgezet en zullen er metingen worden uitgevoerd op een praktijk perceel dat wordt geïnundeerd.

1 Inleiding

Stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) zijn obligate endoparasieten met een brede waardplantreeks die meer dan 500 plantensoorten omvat. Ze bestaan uit verschillende 'rassen', die variëren in hun waardplantreeks (Botjes en Ritzema Bos, 1905; Sturhan en Brzeski, 1991). Sommige rassen hebben een zeer beperkt aantal waardplanten, terwijl andere polyfaag zijn. Van het 'uienras' is bekend dat het polyfaag is en zowel uien als haver, aardappel, maïs, suikerbiet, bonen, erwten en peen kan aantasten. Complicerende factor is dat deze aaltjes kunnen worden getransporteerd via zaad, bloembollen, aardappelpootgoed en plantgoed. De waardplantreeks van de 'rassen' vertoont sterke overlap. Naast akkerbouwgewassen zijn veel onkruiden waard voor stengelaaltjes, waarop ze tijdens de winter of een braakperiode kunnen overleven. De verschillende stengelaaltjesrassen zijn niet van elkaar te onderscheiden, noch via de microscoop (morfologisch) noch via moleculaire technieken. Hierdoor is het vaststellen van de waardplantstatus van gewassen zeer lastig en praktisch gezien bijna onmogelijk. Momenteel wordt hieraan gewerkt in de PPS Moleculaire karakterisering waardplantenstatus van stengelaaltjesrassen (LWV20.26)

Stengelaaltjes komen zowel op lichte als op zware gronden voor. Het is één van de weinige plantenparasitaire aaltjessoorten die bovengrondse plantendelen aantasten. Stengelaaltjes kunnen aanzienlijke schade veroorzaken in belangrijke gewassen als bieten, aardappelen, (zaai)uien en diverse bolgewassen. Stengelaaltjes kunnen lange perioden zonder waardgewas overleving. De overleving op zwaardere gronden (>30% afslibbaar) is langer dan tien jaar.

Het is erg moeilijk om stengelaaltjes te bestrijden als ze eenmaal aanwezig zijn op een perceel. In de beheersing van stengelaaltjes is preventie dan ook de eerste belangrijke stap. Stengelaaltjes kunnen met zaad (uien, luzerne) en plantgoed (aardappelpootgoed, bollen) verspreid worden. Ook aanhangende grond aan machines is een bron van verspreiding. Schoon uitgangsmateriaal en een goede bedrijfshygiëne zijn belangrijk om insleep van (stengel)aaltjes te voorkomen.

Voor de beheersing van veel plantenparasitaire aaltjessoorten is een goed gekozen vruchtwisseling de basis, maar voor de beheersing van stengelaaltjes is dit lastig. Het gebrek aan kennis over waardplantstatus en de lange overleving maken de beheersing van stengelaaltjes door een goed gekozen vruchtwisseling nagenoeg onmogelijk. Op zware gronden met een kleipercantage boven 30% zijn de problemen in de uienteelt bij een besmetting met stengelaaltjes persistent en is (een krappe, 1:4) vruchtwisseling geen optie om schade door stengelaaltjes te voorkomen (Seinhorst, 1956)

Bestrijding wordt hiermee voorlopig de belangrijkste maatregel in de beheersingsstrategie van stengelaaltjes. Bestrijding door chemische grondontsmetting of door granulaten is niet meer mogelijk omdat er geen middelen meer beschikbaar zijn. Ook bleek deze techniek in het verleden niet afdoende te werken.



Figuur 1 Schade door stengelaaltjes in aardappel, uien en suikerbiet

Anaërobie, het zuurstofloos maken van de bodem, is een effectieve methode om een groot aantal bodemziekten te bestrijden.

De doding wordt veroorzaakt door de zuurstofloosheid van de bodem en de afbraakproducten die worden gevormd bij de anaërobe afbraak van organisch materiaal. Er zijn verschillende methoden van anaërobe grondontsmetting: "Anaerobic Soil Disinfestation" (ASD) en inundatie.

Bij ASD wordt makkelijk afbreekbaar organisch materiaal (bijvoorbeeld 40 ton/ha vers gras) ingewerkt. De grond wordt dichtgerold, beregend met maximaal 20 mm water (afhankelijk van de vochtigheid van de grond) en vervolgens, voor een periode van minimaal 6 weken, afgedekt met folie. In een emmerproef (Visser 2017), werden stengelaaltjes in zand- en zavelgrond door ASD goed bestreden (99% doding). In kleigrond van 37% afslibbaar was de ASD-behandeling minder effectief (70% doding).

Inundatie, het langdurig onder water zetten van een perceel, is ook een methode van anaërobe grondontsmetting en is zeer effectief om een groot aantal bodempathogenen waaronder nematoden te bestrijden (Ebrahimi, 2016, Roosjen 1990, Runia, 213/2014, Visser, 2021). Al vele jaren wordt deze methode in de bollenteelt, die in het verleden voornamelijk alleen op lichte gronden (geest- en zandgrond) plaats vond, ingezet, onder andere ter bestrijding van het stengelaaltje (Mulder, 1985, Vreeburg, 2011). Sinds een aantal jaren wordt inundatie ook door aardappeltelers steeds vaker ingezet voor de bestrijding van de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax*. Aaltjessoorten die ook voornamelijk op de wat lichtere gronden (zand, lichte zavel) voorkomen. Of inundatie ook op zwaardere gronden effectief is in bestrijding van (stengel)aaltjes is niet duidelijk.

1.1 Aanleiding

Problemen met stengelaaltjes in bieten, uien en aardappelen lijken de afgelopen jaren steeds meer toe te nemen. In verband met verhuur voor bloembollenland is dit aaltje bij veel akkerbouwers een ongewenst en moeilijk bespreekbaar probleem. Sinds eind 2019 heeft *D. dipsaci* de status van RNQP (Regulated Non-Quarantine Pest), waarbij zaad en plantgoed van onder andere bloembollen en uien vrij moeten zijn van stengelaaltjes (NVWA, 2023). Vanwege het vervallen van de quarantaine-status hoeft een besmetting van een perceel niet meer te worden gemeld, terwijl dit wel voor problemen kan zorgen in een volgteelt. De mogelijkheid om een besmetting te saneren, kan hier een uitkomst bieden. Akkerbouwers zijn eerder bereid om land te verhuren aan bollentelers als er bij onverhoopte introductie van een besmetting een maatregel beschikbaar is om de besmetting weer te saneren.

1.2 Doelstelling

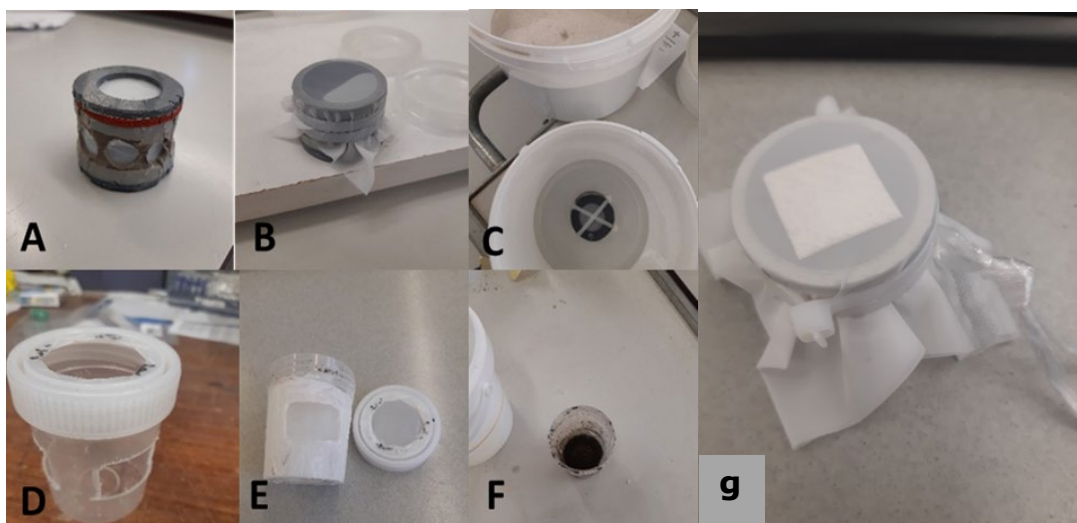
Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de effectiviteit van inundatie voor de bestrijding van stengelaaltjes op de zwaardere gronden en het effect van toevoegen van (vers) organisch materiaal op de effectiviteit van de inundatie.

Wanneer inundatie ook op zwaardere gronden stengelaaltjes effectief bestrijdt, worden percelen niet alleen weer geschikt voor de teelt van gevoelige gewassen als aardappel, ui en suikerbiet, maar ook voor uitgangsmateriaal zoals bloembollen en uien.

2 Opzet en Uitvoering

Om betrouwbaar het effect van inundatie op een aaltjesbesmetting te kunnen meten, dient het perceel besmet te zijn met vrij hoge dichtheden van het doelaaltje. Is de besmetting (te) laag, dan kan met onvoldoende zekerheid het effect van de inundatie worden vastgesteld. De natuurlijke sterfte is vaak zo sterk dat de besmetting onder de detectiegrens van de bemonstering zou kunnen zakken, zodat er 'valse' nullen worden gemeten. Om met meer nauwkeurigheid het effect van een inundatie vast te kunnen stellen kan er, gecontroleerd, een kunstmatige besmetting worden aangebracht. Voor een aantal aaltjessoorten is dit een beproefde methode. Voor cysten-aaltjes kunnen fijnmazige zakjes met cysten worden ingegraven. Voor het aanbrengen van een kunstmatige besmetting met wortelknobbelaaltjes kunnen gaaszakjes met besmette wortels van tomaat worden gebruikt. Voor het gecontroleerd inbrengen van een kunstmatige besmetting met stengelaaltjes is deze techniek niet beschikbaar.

In laboratoriumexperimenten is gezocht naar een methode en gaastype waar de stengelaaltjes niet doorheen of uit kunnen kruipen, maar waarbij nog wel uitwisseling van vloeistof en gassen tussen de aaltjes en de omgeving mogelijk is. Diverse combinaties van frame (raamwerk, ring, potjes e.d.) en gaastype zijn getoetst (figuur 2). Hoewel het gas dat gebruikt is in de verschillende "opstellingen" een veel fijnere maaswijdte had (tot 5 μm) dan de lichaamsdiameter van een stengelaaltje (21 – 35 μm), bleek dat de aaltjes met grote regelmaat uit de zakjes/potjes wisten te ontsnappen. Dit is enerzijds te verklaren door het feit dat de werkelijke maaswijdtes groter blijken dan door de producenten aangegeven. Het betreft namelijk geweven gaas waarvan de individuele draden gaan schuiven, waardoor er grotere openingen ontstaan. Anderzijds konden de aaltjes zich toch door een maaswijdte die kleiner is dan hun kopdiameter wringen.



Figuur 2 Test-opstellingen getoetst als houder voor inoculum van stengelaaltjes

Er werden geen percelen met een voldoende zware stengelaaltjesbesmetting gevonden. Ook bleek het niet mogelijk om een methodiek te ontwikkelen waarmee, op een gecontroleerde manier, een kunstmatige besmetting met stengelaaltjes in praktijkpercelen kon worden aangebracht. Het was om die reden niet verantwoord om de inundatie op praktijkpercelen uit te voeren. Het inundatie-onderzoek aan zware grond is daarom uitgevoerd onder geconditioneerde omstandigheden in emmers.

2.1 Emmerproef inundatie

De effectiviteit van inundatie voor de bestrijding van *D. dipsaci* in zware grond is in een emmerproef onder geconditioneerde omstandigheden onderzocht. Om het maximale effect van een inundatie te kunnen behalen is de proef uitgevoerd onder, voor zover bekend, optimale omstandigheden. In de bollenteelt wordt voor bestrijding van stengelaatjes een inundatieperiode van 14 weken bij een bodemtemperatuur van minimaal 16°C geadviseerd. In deze proef is daarom gekozen voor een continue temperatuur van 18°C en een inundatieduur van 14 weken.

Om inzicht te krijgen in het effect van het toevoegen van organische stof op de effectiviteit van de inundatie zijn drie behandelingen gekozen: geen, of toedienen van omgerekend 40 of 80 ton vers gras per ha. Alle behandelingen zijn uitgevoerd in vier herhalingen.

Grondsoorten:

De proef is uitgevoerd met drie grondsoorten; een (duin) zandgrond, een zavelgrond met een percentage afslibbaar van 27% en een zavelgrond met percentage afslibbaar van 33% (zie tabel 1). De zandgrond, afkomstig van een perceel te Alkmaar, had een pH van 7,2, een organisch stofgehalte van 3% en een percentage afslibbaar van 3%. Beide zavelgronden zijn verzameld van percelen van WUR | OT te Lelystad. De lichtste zavelgrond had een pH van 7,6 en een organisch stofgehalte van 2,4%. De wat zwaardere zavelgrond een pH van 7,4 en een organisch stofgehalte van 3,4%. Deze grond is minder zwaar dan werd aangenomen. Op basis van resultaten van een al beschikbare bodemanalyse is dit perceel geselecteerd. De plek waar de grond is verzameld, is duidelijk lichter dan op basis van de analyse (circa 40% afslibbaar) werd verwacht.



Figuur 3 Emmer-proef inundatie, Lelystad 2021

Organisch materiaal:

Emmers met een inhoud van 10 liter ($h = 27 \text{ cm}$, $\varnothing = 25 \text{ cm}$) zijn gevuld met 5 L onbehandelde grond, of grond waar omgerekend 40 of 80 ton/ha vers gras door is gemengd. Voor de berekening van de hoeveelheid organisch materiaal per liter grond is uitgegaan van een behandeling van de bouwvoor met een bouwvoordiepte van 25 cm. Bij een bouwvoor van 25 cm is het volume van één hectare 2.500.000 liter grond ($1000 \text{ dm} * 1000 \text{ dm} * 2.5 \text{ dm}$). Het gras had een droge stofgehalte (ds) van circa 10% (100 gram ds/1kg vers gras) met een ruw eiwitgehalte (RE) van 230 g/kg ds en een stikstofgehalte van 37 g/kg ds. Het ruw eiwitgehalte is met 23 g/kg vers gras relatief vrij laag (gemiddeld gangbaar: 35 g RE/kg vers gras).

Besmetting stengelaaltjes (inoculum):

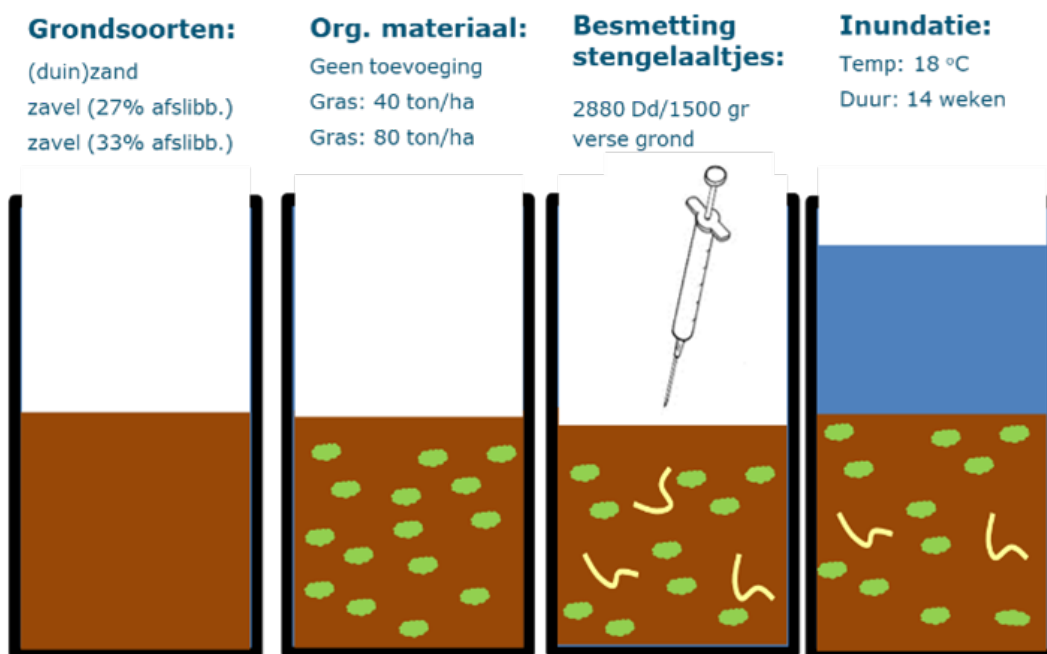
Na het vullen van de emmers met de verschillende grondsoorten is de grond kunstmatig besmet met stengelaaltjes. Met stengelaaltjes besmette narcissenbollen zijn fijn gesneden en in de mistkast geplaatst. De uit de bollen gekropen stengelaaltjes zijn opgevangen en verzameld. Met een injectienaald is per emmer 12 keer 4 ml suspensie met een aaltjesdichtheid van 200 stengelaaltjes/mL geïnoculeerd (192 stengelaaltjes/100 mL grond). Na inoculatie van de stengelaaltjes zijn de emmers gevuld met water tot enkele cm onder de rand. Emmers met alleen grond die niet werden geïnundeerd zijn ingezet om de natuurlijke sterfte te bepalen.

Eindbesmetting:

Veertien weken na de start van de inundatie is het water afgegoten en is de grond teruggedroogd tot veldcapaciteit. Na mengen van de grond is aan een submonster van 1,5 L grond de besmetting met stengelaaltjes bepaald. De monsters zijn door het laboratorium van Eurofins Agro te Wageningen verwerkt. De nematoden in het 1,5L-grondmonster zijn opgespoeld met een Oosterbrinktrechter. Het aantal stengelaaltjes in de opgevangen suspensie is met moleculaire (DNA) analyse bepaald (Eigen methode Eurofins: SADN: Oostenbrink + moleculaire detectie Q, geaccrediteerd door Raad van Accreditatie).

Tabel 1 Details bakkenproef inundatie.

Inundatie-condities				
Inundatietemperatuur	continu 18°C			
Inundatieduur	14 weken			
Emmer	Polypropyleen, 10 L, h=27 cm, Ø=25 cm			
Organische stof	Geen organisch materiaal toevoegen			
	40 ton/ha vers gras (16 g/L grond)			
	80 ton/ha ver gras (32 g/L grond)			
Grondsoorten				
Herkomst	Alkmaar	Lelystad (perceel G104-1)	Lelystad (perceel G133-1)	
Grondsoort	(duin)zand	Zavel	Zavel	
Zuurgraad (pH)	7.2	7.6	7.4	
Organische stof (%)	3.0	2.4	3.4	
Afslibbaar (%)	3	27	33	
Toetsorganisme		Ditylenchus dipsaci		
Herkomst	Alkmaar; besmette narcissenbollen (gedroogd)			
Type besmetting	Kunstmatige besmetting (juvenielen uit narcissenbollen)			
Beginbesmetting	2880 J2/1500 q verse grond			



Figuur 4 *Schematische weergave emmerproef inundatie*

2.2 Statistische analyse

De data zijn verwerkt met het statistisch programma Genstat Windows, Genstat 18th Edition.

De nematodentellingen zijn, na $10\log(x+1)$ -transformatie, met variantieanalyse (ANOVA) geanalyseerd.

Met de student T-test (Genstat procedure ATTEST) zijn de objectgemiddelden met elkaar vergeleken.

Wanneer de F-probability kleiner is dan 0,05 zijn de gevonden verschillen tussen de objecten betrouwbaar bevonden. Significante verschillen tussen objecten worden in de tabellen weergegeven door verschillende letters. Objecten met gemeenschappelijke letters zijn, met 95% zekerheid, niet verschillend van elkaar. In de tabellen zijn de terug-getransformeerde waarden, de medianen, weergegeven.

3 Resultaten en Discussie

In niet-geïnundeerde zandgrond is de besmetting met stengelaaltjes, in 14 weken tijd, door natuurlijke sterfte met bijna 85% afgenomen (zie tabel 2). In de zwaardere gronden was de natuurlijke sterfte iets minder sterk en nam de besmetting met circa 70% af. Er was geen betrouwbaar verschil in natuurlijke sterfte tussen de twee zwaardere gronden. Het is bekend dat de overleving van stengelaaltjes in zware grond hoger is dan op de zandgronden. In klei met afslibbaarheidspercentage hoger dan 30% kunnen stengelaaltjes een periode van meer dan 10 jaar zonder waardplant overleven.

De inundatie, zonder toevoeging van extra organisch materiaal, was in zowel de zandgrond als de zwaardere grondsoorten zeer effectief. De doding was in alle grondsoorten hoger dan 99%. Het toevoegen van organisch materiaal heeft, door de al zeer hoge doding bij de inundatie zonder toevoegen van organisch materiaal, geen meetbaar aanvullend effect gehad.

Tabel 2 Eindbesmetting stengelaaltjes ($n/1500$ ml grond) in kunstmatig besmette gronden ($P_i = 2880$ Dd/1500 mL grond) na 14 weken incuberen in niet-geïnundeerde grond en na inundatie bij 18°C, met en zonder toevoeging van vers organische materiaal (OM in twee doseringen).

Grondsoort	Afslibbaar (%)	Onbehandeld (geen inundatie)	Inundatie, zonder extra OM	Inundatie met 40 ton/ha vers gras	Inundatie met 80 ton/ha vers gras
Zand	3	387 . b .	0.4 a . .	0 a . .	0.3 a . .
Zavel	27	781 . . c	0.8 a . .	0.3 a . .	0 a . .
Zavel	33	854 . . c	0 a . .	0.3 a . .	0 a . .

In alle gronden, zowel de lichte zandgrond als de zavelgronden, werd na de inundatie nog een lichte besmetting met stengelaaltjes waargenomen. Dit zou erop duiden dat het in deze emmerproef niet mogelijk was om de besmetting volledig te saneren. Echter, met de gebruikte moleculaire analysemethode op basis van DNA, worden ook dode (en niet meer infectieuze) stengelaaltjes gedetecteerd, waardoor de analyse een vals positieve uitslag op kan leveren.

De proef is uitgevoerd met gronden die kunstmatig besmet zijn met stengelaaltjes geëxtraheerd uit besmette narcissenbollen. De aaltjes-suspensie waarmee de grond is besmet bevat alleen actieve juvenielen van verschillende stadia. In deze emmerproef is derhalve alleen het effect van een inundatie op juvenielen van stengelaaltjes bepaald en niet op eieren en dauerlarven (ruststadium), stadia/overlevingsvormen die in praktijkpercelen ook voorkomen.

4 Conclusie

Inundatie lijkt ook op zware grond een effectieve techniek voor de bestrijding van stengelaaltjes. In de emmerproef was de doding van stengelaaltjes in zowel zand als zavel (tot 33% afslibbaar) meer dan 99%. Of het mogelijk is om een besmetting volledig te saneren is nog onduidelijk en zal in onderzoek op praktijkpercelen vastgesteld moeten worden. In de emmerproef werd in alle grondsoorten nog een (zeer lichte) besmetting na inundatie gevonden. Echter, door de gebruikte moleculaire analysetechniek (op basis van DNA) is niet met zekerheid te zeggen of de na de inundatie aangetoonde besmetting ook daadwerkelijk levende en infectieuze stengelaaltjes zijn geweest.

Door de al zeer sterke doding bij inunderen zonder toevoeging van vers gras kan geen uitspraak worden gedaan over het effect van toedienen van extra organisch materiaal op de effectiviteit van een inundatie.

Deze resultaten bieden perspectief voor het succesvol toepassen van inundatie voor de bestrijden van stengelaaltjes op zwaardere grondsoorten. In de emmerproef is het effect van inundatie op juvenielen van stengelaaltjes bepaald. In een natuurlijke stengelaaltjes-besmetting zoals die op praktijkpercelen voorkomt, komen meerdere stadia/overlevingsvormen van stengelaaltjes voor. Naast juveniele ook eieren en dauerlarven. Uitgebreider onderzoek in bakken en op praktijkpercelen met zware grond met een natuurlijke stengelaaltjes-besmetting is daarom nodig om uiteindelijk een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van inundatie voor de bestrijding van stengelaaltjes in zware grond en de mogelijk toegevoegde waarde van het toedienen van extra organisch materiaal.

Literatuur

- Botjes, J.O. en Ritzema Bos, J. (1905). Proefnemingen omtrent de bestrijding van het stengelaaltje (*Tylenchus devastatrix*) en het bieten- of haveraaltje (*Heterodera schachtii*). III Rapport over het proefveld in den Nieuwlandschen polder ter opsporing van bestrijdingsmiddelen tegen het stengelaaltje; 1905. Tijdschrift over Plantenziekten, 11: 149-162.
- Ebrahimi, N., Viaene, N., Aerts, J., Debode, J. en Moens, M. (2016). Agricultural waste amendments improve inundation treatment of soil contaminated with potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. European Journal of Plant Pathology, 145: 755-775.
- Elberse, I. en Visser, J. (2013). Bestrijding van wortelknobbelaaltjes in de bodem; Inundatie. Projectrapport, PPO nr. 32 361438 00/ PT nr. 14739.
- Muller, P.J. en Aartrijk, J. van (1985). Flooding reduces the soil population of stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Khun) in sandy soil. Acta Horticulturae, 255: 261-264.
- NVWA (2023). <https://www.nvwa.nl/documenten/export/fytosanitair/voorschriften/algemeen/register-regulated-non-quarantine-pests-rnqps>. Geraadpleegd op 26-10-2023
- Roosjen, J. en Boerma, M. (1990). Effecten van inundatie op de populatie van de nematoden *Globodera pallida*, *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus spp.* en de schimmels *Rhizoctonia solani* en *Sclerotinia sclerotiorum*. Jaarverslag Stichting Interprovinciaal Onderzoekcentrum voor de Akkerbouw op zand- en veenkoloniale grond in Middenoost- en Noordoost-Nederland, p. 64-67.
- Runia, W.T. en Molendijk, L.P.G. (2013). Effectiviteit inundatie voor de bestrijding van *Globodera pallida* en *Verticillium dahliae*. PPO-AGV (nu WUR-Open Teelten) projectrapport 3250224101.
- Runia, W.T., Molendijk, L.P.G., Stevens, L.H., Postma, J. en Schilder, M.T. (2014). Inundation as tool for management of *Globodera pallida* and *Verticillium dahliae*. Proc. VIIIth IS on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation. Eds: M.L. Gullino et al. Acta Horticulturae 1044, ISHS.
- Seinhorst, J. W. (1956). Population studies on stem eelworms. *Nematologica*, 1(2), 159-164.
- Sturhan, D. en Brzeski, M.W. (1991). Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. In: Nickle, W.R. (ed.), Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York, New York, p. 423-464.
- Visser, J.H.M., Molendijk, L.P.G., Feil, H., Meints, H. en Beers, T. van (2017). Bodem Resetten: Innovatieve anaerobe grondontsmetting (ASD) tegen schadelijke bodemorganismen. WUR | Open Teelten, Projectnummer 3750312500 Rapport WPR-746.
- Visser, J.H.M., Postma, J., Brinkman, P., Geel, W. van. en Molendijk, L.P.G. (2021). Effectiviteit van inundatie voor de bestrijding van *Meloidogyne chitwoodi*, WUR | Open Teelten, Projectnummer 3750377500 Rapport WPR-914, <https://doi.org/10.18174/561880>
- Vreeburg, P.J.M. en Korsuize, C.A. (2011). Twaalf weken inundatie noodzakelijk tegen stengelaaltjes. Bloembollenvisie, 224: 20-21.

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 1052

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.
