

Beheersing *Meloidogyne minor* in bouwplanverband

DLV Plant

De Drieslag 25

8251 JZ Dronten

T 0321 38 88 41

F 0321 33 83 44

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

In opdracht van en gefinancierd door

Productschap Akkerbouw / Actieplan Aaltjesbeheersing
Postbus 908
2700 AX Zoetermeer

Uitgevoerd door

DLV Plant BV
Johan Wander
Harm Jan Russchen
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

BLGG AgroXpertus
SoilCares Research
Aad Termorshuizen
Postbus 170
6700 AD Wageningen

LIOS
Harm Keidel
Corridor 20
3893 BD Zeewolde



Projectnummer

PA 13085 / 459015

Versie

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



actieplan
aaltjesbeheersing

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding en doel	5
2 Materiaal en methode	6
2.1 Locaties proefvelden	6
2.2 Proefopzet	6
2.3 Aaltjesonderzoek	8
2.4 Dataverwerking	8
3 Resultaten en discussie	9
3.1 Literatuurstudie	9
3.2 Veldwaarnemingen en groeiverloop	11
3.3 Aaltjes	16
4 Conclusies en aanbevelingen	19
Bijlage 1. Literatuur	20
Bijlage 2. Proefschema locatie Den Burg	21
Bijlage 3. Proefschema locatie De Cocksdorp	22
Bijlage 4. Neerslag locatie Den Burg	23
Bijlage 5. Neerslag locatie De Cocksdorp	24

Samenvatting

Meloidogyne minor is een tamelijk weinig onderzocht wortelknobbelaaltje waarvan bekend is dat deze, behalve in sportvelden, problemen kan geven in de aardappelteelt. In deze studie is onderzocht hoe *M. minor* in bouwplanverband kan worden aangepakt. Tegelijk is een deskstudie gedaan naar de huidige stand van de kennis.

Deskstudie

Meloidogyne minor werd in 2004 beschreven aan de hand van in 2000 waargenomen wortelknobbels bij aardappelen op een perceel van gescheurd grasland in Drenthe. Uit bewaard materiaal blijkt dat *M. minor* zeker al sinds 1997 problematisch voorkomt in golfvelden in het Verenigd Koninkrijk en in Ierland. Momenteel is *M. minor* ook bekend van België en Washington State (V.S.). De natuurlijke habitat van *M. minor* omvat waarschijnlijk duinzand en heidegronden. Waardplanten zijn: aardappel, fioringras, rode en witte klaver, timotheegras en zwenkgras; experimenteel zijn als waardplant aangetoond tomaat, peen, sla, tarwe, gerst en haver. Zeker geen waardplanten zijn afrikaantje en maïs. In een Nederlandse veldexperiment bleek *M. minor* zich alleen te vermenigvuldigen op aardappel (cv. Bertina) ($Pf/Pi = 1,4$) en niet op suikerbiet, maïs, rogge en Italiaans raaigras ($Pf/Pi < 0,1$). Op basis van ditzelfde veldexperiment werd geconcludeerd dat de wintersterfte waarschijnlijk beperkt is.

Van de ruim 13.500 monsters die BLGG AgroXpertus onderzocht in 2008-2012 op *M. minor* was 1,1% besmet. De achtergrond van deze besmette monsters is echter onvolledig bekend. Wel is duidelijk dat veruit de meeste besmettingen gevonden zijn op dek- en duinzand, overeenkomstig de habitat van *M. minor*, en dat de meeste besmettingen zitten in sportvelden, incl. golfterreinen en gazons. Momenteel lijken de grondmonsters met *M. minor*-besmetting terug te lopen, de percentages besmette grondmonsters waren van 2008 t/m 2012 resp. 1,6, 1,0, 1,2, 0,9 en 0,3%. De situatie is onduidelijk voor graslanden in de veehouderij. Menig veehouder is zich er niet van bewust waarom graslandpercelen soms een slechte stand hebben. Het opnemen van drie jaar grasland in akkerrotatie wordt gepropageerd. Dit schept op zandgronden gunstiger omstandigheden voor *M. minor*, en de teelt van aardappel zou dan een risico kunnen gaan vormen.

Beheersing *M. minor* in bouwplanverband

Oorspronkelijk was dit onderzoek meerjarig van opzet (2013-2016). Door het opheffen van het Productschap Akkerbouw (PA) kon alleen het eerste jaar van het project worden uitgevoerd; hiervan wordt in dit rapport verslag gedaan. Het onderzoek is op twee met *M. minor* besmette graslandlocaties op Texel uitgevoerd. Op beide locaties werden in 5-voud de volgende behandelingen uitgevoerd: (1) onbehandeld, (2) zwarte braak (gras doodgespoten, gefreesd en braak gehouden), (3) Biomass Sugar (eenmalig spuiten over gras in dosering van 60 l/ha met spuitvolume van 600 l/ha), (4) bodemresetten (biologische grondontsmetting, inbrengen van gemakkelijk afbreekbare organische stof (onder de naam Herbie), het bevochtigen van de grond en het gedurende ca. 2-3 weken

afdekken van de grond met zuurstofdichte folie), (5) compost (25 ton/ha gestrooid over het gras gestrooid), (6) groenbemester (bladrammenas cv. Doublet). Voorafgaand (juni/juli) en na (november) de behandelingen zijn alle veldjes bemonsterd voor aaltjesonderzoek door met een gutsboor (diameter 14 mm) 30 steken per veldje te nemen (0-25 cm).

Op beide locaties trad een grote en significante reductie op bij de behandelingen zwarte braak en bodemresetten (Pf/Pi resp. 0,2-0,5 en (afgerond) 0,0). Andere aanwezige aaltjes in één of beide locaties bleken ook geheel of nagenoeg geheel te worden gereduceerd door bodemresetten (*Meloidogyne naasi*, *Paratrichodorus pachydermus**, *Pratylenchus crenatus**, *P. penetrans**, *Trichodorus similis*, *Trichodoridae** en *Tylenchorhynchus dubius*; * = geen of beperkt effect van zwarte braak). Bladrammenas leidde tot reductie op één locatie (Pf/Pi = 0,2) en enige vermeerdering op de andere locatie (Pf/Pi = 1,7). Biomass Sugar en compost hadden geen statistisch significante effecten ten opzichte van de controle.

1 Inleiding en doel

Na de eerste vondst van een onbekende *Meloidogyne*-soort in een aardappelveld in Drenthe (2000) is deze in 2004 beschreven als *M. minor* (Karssen et al., 2004). Deze soort bleek al vanaf 1997 te zijn gevonden op golfbanen in het Verenigd Koninkrijk, waar hij schade gaf aan het gras.

De huidige kennis over *M. minor* is beperkt. In 2006 is er een Pest Risk Assessment uitgevoerd (EPPO, 2006). Op basis hiervan is toen geadviseerd om voorlopig geen Q-status aan *M. minor* te geven. Vanaf 2008 onderzoekt PPO op welke planten *M. minor* zich kan vermeerderen (waardplanten). Uit de voorlopige resultaten blijkt dat aardappel een goede waardplant is. De besmetting na de teelt van bladrammenas, bladkool en struisgras is zeer laag en na klaver matig. Engels raaigras laat de hoogste besmetting achter. Verder is de eerste indruk dat lelie en dahlia geen waard lijken te zijn. Op gladiool is wel vermeerdering waargenomen (wageningen ur, 28 februari 2012).

Omdat *M. minor* nog maar kort als soort bekend is, is er bij telers, maar ook bij adviseurs en laboratoria, weinig kennis aanwezig over dit aaltje. Dit is reden voor het Productschap Akkerbouw om onderzoek te financieren dat bijdraagt om deze kennisleemte op te vullen. Hiervoor zijn organisaties gevraagd om in te schrijven op de kavel "Bestrijding *Meloidogyne minor* in bouwplanverband" (Productschap Akkerbouw, 2012).

Oorspronkelijk was het doel van het onderzoek om door een meerjarig onderzoek (2013-2016) kennis te ontwikkelen over de mogelijkheden om *Meloidogyne minor* te beheersen door diverse maatregelen. Door het opheffen van het Productschap Akkerbouw (PA) kon alleen het eerste jaar van het project worden uitgevoerd, dus de aanleg van de objecten en twee keer meten van de aaltjes (nulmeting en meting in het najaar 2013). Van deze werkzaamheden en de gevonden resultaten wordt in dit rapport verslag gedaan.

Het was niet mogelijk om verspreid over Nederland geschikte locaties met voldoende hoge besmettingen met *M. minor* te vinden. Uiteindelijk zijn er op Texel twee locaties geselecteerd met een bouwplan waarbij akkerbouw (aardappel) en grasland elkaar afwisselden.

2 Materiaal en methode

2.1 Locaties proefvelden

Het bleek in de praktijk erg lastig om geschikte locaties te vinden met een voldoende hoge besmetting. Uiteindelijk zijn op Texel twee locaties geselecteerd, respectievelijk bij Den Burg en bij De Cocksdorp. Voor het precies vaststellen van de percelen en de plaats van de proefvelden binnen de percelen werden steeds enkele grondmonsters op aaltjes onderzocht.

2.2 Proefopzet

De proeven werden in 2013 aangelegd in overjarig grasland. De planning was dat er in 2014 of 2015 pootaardappelen geteeld zouden worden. In onderstaand overzicht zijn de objecten weergegeven.

Objecten.

1. Onbehandeld
2. Zwarte braak
3. Biomass Sugar
4. Bodemresetten
5. Compost
6. Bladrammenas
7. Granulaat

Het object granulaat (object 7) was gepland voorafgaand aan de aanleg in het eerste aardappeljaar en is in 2013 dus niet uitgevoerd.

Toelichting per object

2. Zwarte braak

Het doodgespoten gras werd gefreesd op 17 juli. Vervolgens werden de veldjes handmatig schoon gehouden.

3. Biomass Sugar

Biomass Sugar is een natuurlijk product wat gewonnen wordt uit suikerriet.

Door haar samenstelling creëert Biomass Sugar een omgeving waar vrijlevende plantparasitaire aaltjes minder grip hebben op de plant. Hierbij dient gezegd dat een opvolging van doseringen van belang is daar de actieve stof na 3 weken volledig is afgebroken in de grond en geen residu nalaat. De hoeveelheid geconcentreerde suikers in de plant zorgen voor een biostimulerend effect en hebben een positieve invloed op wortel- en plantgroei.

De Biomass Sugar werd op 13 september over het gras gespoten. Het gras was vanwege de droge zomer vrij kort ondanks dat het niet beweid of gemaaid was. De dosering was 60 l/ha met een spuitvolume van 600 l/ha. Enige neerslag is nodig om het product in de grond te krijgen. De week voor toepassing was er op de zeer droge grond ongeveer 70 mm regen gevallen en ook in de week na toepassing viel ongeveer 70 mm (bijlagen 4 en 5).

4. Bodemresetten

Bodemresetten is een commerciële methode van biologische grondontsmetting, die ontwikkeld is door Thatchtec B.V. (www.thatchtec.com) op basis van eerdere publicaties over biologische grondontsmetting. Kortweg omvat de methode het inbrengen van gemakkelijk afbreekbare organische stof (onder de naam Herbie), het bevochtigen van de grond en het gedurende ca. 2-3 weken afdekken van de grond met zuurstofdichte folie. Gedurende deze tijd ontstaan er zuurstofloze omstandigheden in de grond waarbij de Herbie fermenteert. De tijdens deze fermentatie vrijkomende verbindingen zijn toxisch voor vele bodemgebondenplantenpathogenen. De methode wordt momenteel vooral veel uitgevoerd in kasgronden, maar is ook met succes in de praktijk gebracht in de vollegrond tegen o.a. *Pratylenchus penetrans* en *Verticillium dahliae* in aardbei en tegen *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi* in asperge. In kasgronden zijn met de methode ook diverse soorten wortelknobbelaaltjes met succes bestreden, maar de methode is nog niet getest op *M. minor*.

Op 17 juli werd het dode gras gefreesd. Op 30 juli werd de Herbie gestrooid in een dosering van 24 ton/ha. De bodem was na de neerslag van de afgelopen dagen iets vochtig. Vervolgens werd de grond intensief gespittfreesd tot een diepte van 25 cm zodat de Herbie goed verdeeld werd. De grond werd vervolgens aangedrukt door met een tractor heen en weer te rijden. Daarna werd ongeveer 15 mm beregend. De veldjes werden afgedekt met speciale folie die rondom de veldjes 20 cm diep werd ingegraven. Om schade door vogels te voorkomen werd daarover vliesdoek gelegd.

De folie werd verwijderd op 13 september. Ondanks het vliesdoek was er wel wat schade in het plastic opgetreden, wat ongunstig is voor het handhaven van zuurstofloze omstandigheden.

5. Compost

Gekozen werd voor Laco-compost klasse I van Attero. Het product werd over het gras gestrooid op 17 juli in een dosering van 25 ton/ha. Het idee is niet dat compost *M. minor* direct bestrijdt, maar dat door verhoging van het organische-stofgehalte het bodemleven gestimuleerd wordt, met als gevolg dat het gewas minder last van de aanwezige nematoden heeft.

6. Groenbemester

Bladrammenas kan, afhankelijk van het ras, vermindering van de besmetting geven van *M. chitwoodi*. Wat betreft *M. minor* zijn er geen gegevens over het effect van bladrammenasrassen. Gekozen werd voor het ras Doublet omdat bekend is dat dit ras breed resistent is. Gezaaid werd op 17 juli, 26 kg/ha nadat het doodgespoten gras iets ingefreesd was. Het zaad werd handmatig verdeeld en licht ingeharkt.

De proefveldschema's van de 2 proeflocaties zijn opgenomen als bijlagen 2 en 3. In onderstaand overzicht zijn enkele perceels- en proefgegevens opgenomen.

Perceels-, en proefgegevens per locatie.

Locatie	Den Burg	De Cocksdorp
Grondsoort	zandgrond	zandgrond
Hoofdgewas in 2013	grasland	grasland
Datum doodspuiten gras op de objecten 2, 4 en 6	04-07-2013	10-06-2013
Datum nematoden bemonsteringen		
- Pi	12-07-2013	12-06-2013
- Pf	08-11-2013	08-11-2013
Bodemanalyse		
- dd	8-11-2013	09-03-2011
- % klei	3	-
- % silt	8	-
- % o.s.	3,8	1,3
- pH	4,6	6,9
Veldjesgrootte		
- Bruto	6 x 9 = 54 m ²	6 x 9 = 54 m ²
- Netto	3 x 5 = 15 m ²	3 x 5 = 15 m ²

2.3 Aaltjesonderzoek

Alle veldjes werden twee keer bemonsterd voor aaltjesonderzoek. Hiervoor werd met een gutsboor (diameter 14 mm) 30 steken per veldje genomen. Er werd bemonsterd tot op bouwvoordiepte (25 cm) en alleen in het 'netto-gedeelte' van de veldjes. De monsters zijn onderzocht door BLGG AgroXpertus.

2.4 Dataverwerking

De aantallen nematoden werd statistisch verwerkt met het ANOVA statement van Genstat 14. Om een normale verdeling te krijgen, werden tweede- en vierde-machts worteltransformaties toegepast.

3 Resultaten en discussie

3.1 Literatuurstudie

Als voorbereiding op de veldproeven werd een deskstudie uitgevoerd. De geraadpleegde literatuurbronnen zijn vermeld in bijlage 1.

Meloidogyne minor werd in 2004 beschreven door Karssen et al. (2004). Deze nieuw beschreven soort veroorzaakte in 2000 wortelknobbelsymptomen bij aardappelen op een perceel in Drenthe. Uit bewaard materiaal blijkt dat *M. minor* zeker al sinds 1997 voorkomt in het Verenigd Koninkrijk en in Ierland (Karssen et al., 2007; Entwistle, 2003; Tabel 1). *M. minor* veroorzaakt daar *yellow patch disease* op golfvelden. De symptomen op aardappel waren duidelijk op de wortels zichtbaar; daarentegen waren de aardappelknollen goed van vorm en ook in het loof was de aantasting niet zichtbaar.

M. minor onderscheidt zich van andere *Meloidogyne*-soorten door de geringe lengte van het tweede juveniele stadium (gemiddeld 377 μm ; deze is voor *M. chitwoodi*, *M. hapla* en *M. naasi* gemiddeld resp. 390, 413 en 421 μm ; Karssen et al., 2004). Daarnaast zijn er nog andere morfologische kenmerken en zijn de soorten op DNA-niveau gemakkelijk van elkaar onderscheiden (de Weerd et al., 2011) en hebben ze een gedeeltelijk andere waardplantenreeks.

Van *M. minor* zijn de volgende waardplanten bekend: aardappel, fioringras (*Agrostis stolonifera* var. *stolonifera*), rode klaver (*Trifolium pratense*) en witte klaver (*T. repens*), timotheegras (*Phleum pratense*) en zwenkgras (*Festuca*). Daarnaast zijn experimenteel de volgende waardplanten aangetoond: tomaat, peen, sla, tarwe, gerst en haver. Zeker geen waardplanten zijn afrikaantje (*Tagetes patula*) en maïs. Het perceel in Drenthe waar bovenbeschreven aardappelaantasting uit 2000 werd aangetroffen betrof gescheurd grasland. Na scheuren is hier o.a. erwten en koolzaad geteeld. Deze gewassen zouden daarom mogelijk kunnen bijdragen aan vermeerdering van *M. minor*.

In het algemeen zijn problemen met aaltjes meer te verwachten als er waardplanten geteeld worden die een pathogeen aaltje sterk vermeerderen. Tot nu toe is er één veldexperiment gedaan waaraan specifiek voor *M. minor* in Nederland onderzoek is gedaan (Thoden et al., 2012). Van de onderzocht planten bleek *M. minor* zich alleen te vermenigvuldigen op aardappel (cv. Bertina) ($P_i/P_i = 1,4$) en niet op suikerbiet, maïs, rogge en Italiaans raaigras ($P_i/P_i < 0,1$). Hoewel *M. minor* hierop in beperkte mate vermeerderde, werden in dit veldexperiment op de ondergrondse delen van aardappel cv. Bertina geen ziektesymptomen of groeireductie waargenomen. Een jaar later werden wel wortelknobbels waargenomen op de wortels van aardappel cv. Asterix, en ook ziektesymptomen op de knollen van dit ras. In kasexperimenten werd een fors ernstiger aantasting aangetroffen op aardappelknollen dan in veldexperimenten, wat toegeschreven wordt aan de lagere temperaturen in het veld (Thoden et al., 2012). Ook op cv. Asterix en cv. Markies werd reproductie van *M. minor* waargenomen. De reproductiesnelheid op aardappel was één generatie per jaar (Thoden et al., 2012). Voor fioringras (*Agrostis stolonifera*) werden aan de rand van aantastingsplekken 158-193 wortelknobbels gevonden /100 ml grond. De auteurs suggereren dat dit mogelijk de dichtheid is waarboven ziektesymptomen zichtbaar worden (Morris et al., 2012). Uiteraard zal dit getal sterk waardplantafhankelijk zijn.

De wintersterfte is waarschijnlijk beperkt, vergelijkbaar met *M. naasi* en in tegenstelling tot *M. chitwoodi* (veldexperiment, Thoden et al., 2012).

Wat betreft het voorkomen van *M. minor* zal de verspreiding vooral bepaald zijn door de landen waarin daar onderzoek naar is gedaan: Verenigd Koninkrijk en Ierland (van beide van deze landen dateren de oudste meldingen), Nederland (waar het aaltje door Karssen voor het eerst beschreven werd), België en nu recent ook Washington State (V.S.) (Tabel 1). Daarnaast heeft BLGG AgroXpertus de beschikking over gegevens van aaltjesbesmettingen. Van de ruim 13.500 monsters die klanten in de periode 2008-2012 op *M. minor* lieten onderzoeken bleek 1,1% besmet met *M. minor*. Helaas is de achtergrond van deze monsters onvolledig bekend, zodat een gedetailleerd overzicht van besmettingen niet goed te geven is. Zo staat bijvoorbeeld vast dat een deel van de monsters onderzocht zijn in het kader van een project, waarbij meerdere malen van eenzelfde golfterrein monsters zijn genomen. Achteraf is niet meer na te gaan hoeveel dat er zijn geweest. Desondanks is duidelijk dat veruit de meeste besmettingen (naar schatting >95%) gevonden zijn op dekzand en duinzand, overeenkomstig de habitat van *M. minor*, en dat de meeste besmettingen zitten in sportvelden, incl. golfterreinen en gazons (naar schatting 66%).

Op dit moment lijken de grondmonsters met *M. minor*-besmetting terug te lopen, de percentages besmette grondmonsters waren van 2008 t/m 2012 resp. 1,6, 1,0, 1,2, 0,9 en 0,3%. De situatie is echter onduidelijk voor graslanden in de veehouderij. Menig veehouder is zich er niet van bewust waarom graslandpercelen soms een slechte stand hebben.

Karssen et al. (2007) suggereren dat *M. minor* haar natuurlijke habitat heeft in duinzand en heidegronden. Het veelvuldig gebruik hiervan voor de aanleg en het onderhoud van golf- en sportvelden kan de huidige verspreiding van *M. minor* verklaren (Karssen et al., 2007). Verspreiding kan plaatsvinden via bv. sportschoenen. In de duinen speelt verplaatsing van zand met de wind waarschijnlijk ook een rol. Aangezien *M. minor* ook is aangetroffen in meerjarig grasland lijkt het er op dat de soort in Nederland endemisch voorkomt. *M. minor* lijkt op basis van de gegevens van Karssen et al. (2007) nog maar een beperkte verspreiding gehad te hebben, maar dit kan ook komen doordat er toen nog maar zeer beperkte belangstelling voor was. Op basis van de gegevens van Karssen was *M. minor* nog niet aangetroffen in graszoden en nog maar één keer in pootaardappelen (Karssen et al., 2007). Vanuit oogpunt van bodemkwaliteit en onderdrukking van bodemgebonden ziekten en plagen wordt het opnemen van drie jaar grasland in akkerrotatie gepropageerd. Dit schept gunstiger omstandigheden voor *M. minor*, en de teelt van aardappel zou dan een risico kunnen gaan vormen.

Tabel 1. Vondsten van *Meloidogyne minor* uit literatuurbronnen.

land	beschrijving	tijd	bron
VK, Ierland	ca. 35 golfvelden	sinds 1997	Lammers et al., 2006
VK	3 voetbalvelden	sinds 1997	Lammers et al., 2006
Nederland	2 aardappelpercelen	2000, 2005	Lammers et al., 2006; Karssen et al., 2004
Nederland	3 golfvelden	2005	Lammers et al., 2006
Nederland	6 sportvelden, waarvan 1 in en 1 nabij de duinen	2004, 2005	Lammers et al., 2006
Nederland	5 weilanden (meerjarig)	2005	Lammers et al., 2006
België	1 golfveld	2007	Viaene et al., 2007
België	9 golfvelden	2011	Vandenbossche et al., 2011
V.S., Washington State	2 golfvelden	2012	McClure et al., 2012

3.2 Veldwaarnemingen en groeiverloop

1. Onbehandelde controle object

Als gevolg van de droge zomer was de groei van het gras beperkt. Op locatie Den Burg was het gras eind oktober 10-25 cm lang. Op 1 van de 5 veldjes stonden enkele onkruiden (herderstasje en perzikkruid).

Op locatie De Cocksdorp was het gras eind oktober 15 cm lang. Vanwege de langdurige droogte werd het gras gedurende de proef periode niet gemaaid.

2. Zwarte braak

Eind september was er op het object zwarte braak op beide locaties veel gras tot ontwikkeling gekomen (Tabel 2 en 3). Dezelfde dag werd een chemische onkruidbestrijding uitgevoerd. Eind oktober waren de veldjes nog zwart. Het gras kan enige verstoring gegeven hebben van de aantallen nematoden die later bemonsterd werden. Op locatie Den Burg was er ook sprake van herderstasje op 3 van de 5 veldjes. Van herderstasje is bekend dat het *M. chitwoodi* vermeerderd. Het zou dus mogelijk zijn dat ook *M. minor* vermeerderd wordt.

3. Biomass Sugar

De bespuiting met Biomass Sugar werd pas begin september uitgevoerd. Vermoedelijk zijn er in deze tijd van het jaar relatief veel larven in het gevoelige J2-stadium aanwezig. Tijdens het groeiseizoen werd geen verschil met het onbehandelde object geconstateerd wat betreft de groei van het gras.

4. Bodemresetten

Ondanks het vliesdoek werd de folie op enkel plaatsen door vogels kapot gemaakt. Zodoende stond er eind oktober op alle veldjes op beide locaties een klein beetje gras.

5. Compost

Het gras groeide goed door de compost heen zodat al vrij snel na toepassing niet veel meer van de compost te zien was. Tijdens het groeiseizoen werd geen verschil met het onbehandelde object geconstateerd wat betreft de groei van het gras.

6. Bladrammenas

Vanwege de droogte verliep de opkomst en ontwikkeling van de bladrammenas moeilijk. Op veel veldjes was de standdichtheid te laag (Tabel 4). Bij locatie Den Burg was de stand het beste op de herhalingen 2 en 4. Bij locatie De Cocksdorp was de stand het beste op de herhalingen 3 en 4. Op de veldjes met een minder goede stand kwam ook meer onkruid (vooral gras) tot ontwikkeling (Tabel 2 en 3). Op 31 oktober werd de beworteling beoordeeld. Op de locatie Den Burg was de beworteling vrij goed en kwam tot een diepte van 15 cm. Op de locatie De Cocksdorp was de beworteling niet intensief en kwam tot een diepte van 25 cm.

Tabel 2. Onkruidbezetting op de objecten 2 (zwarte braak) en 6 (bladrammenas) op 25-09-2013 in procenten of # = aantal, locatie Den Burg.

Object	Blok	Bodembedekking gras (%)	Melde (#)	Herders-tasje (#)	Perzik-kruid (#)	Klein kruis-kruid (#)	Muur (#)
2	1	90		20			
2	2	40	30	50			
2	3	60		30			
2	4	60		5			20
2	5	90	1	5			
6	1	60		3			
6	2	5	1	1			
6	3	70		2	1	1	
6	4	20	2	1			
6	5	54					

Tabel 3. Onkruidbezetting op de objecten 2 (zwarte braak) en 6 (bladrammenas) op 25-09-2013 in procenten of x = aanwezig in beperkte mate, locatie De Cocksdorp.









Object	Blok	Bodembedekking gras	Ooievaars-bek	Klein kruiskruid	Zwarte nachtschad-e	Melde	Herderstasje	Perzikkruid
2	1	50	30%	x	x			x
2	2	80	x	x	x	20		
2	3	70	30%	x		x		x
2	4	60	30%	x	x	30	x	
2	5	80	1	x	x	x		
6	1	40	x	x	x	x	x	
6	2	20		x		x		
6	3	1				x	x	
6	4	10	x	x		x	x	
6	5	20	x			xxx		

Tabel 4. Waarnemingen groei bladrammenas.

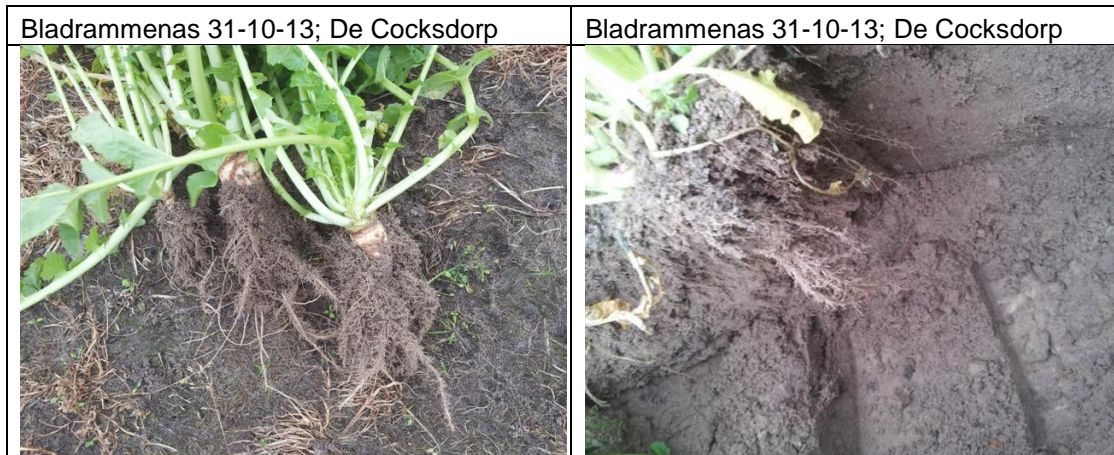
	blok	stand	25-9-2013		31-10-2013	
			% grondbedekking	hoogte (cm)	stand	% grondbedekking
Den Burg	1	2	30	10	4	30
	2	4	70	10		75
	3	2	30	10	2	20
	4	5	70	20	6	75
	5	4	40	20		30
De Cocksdorp	1	3	50	15	4	30
	2	3	45	20	5	40
	3	9	90	40	8	40
	4	7	90	25	6	70
	5	4	60	18	4	35

Diverse foto's van beide proefveldlocaties op verschillende tijdstippen die de objecten en objectbehandelingen weergegeven.

Onbehandeld 17-7-13; De Cocksdorp	Zwarte braak 17-7-13, De Cocksdorp
	
Zwarte braak 25-9-13; Den Burg	Zwarte braak 25-9-13; De Cocksdorp
	
Zwarte braak 31-10-13; De Cocksdorp	Bodemresetten 30-7-13; Den Burg
	

<p>Bodemresetten 30-7-13; Den Burg</p> 	<p>Bodemresetten 30-7-13; De Cocksdorp</p> 
<p>Bodemresetten 30-7-13; Den Burg</p> 	<p>Bodemresetten 25-9-13; Den Burg</p> 
<p>Bodemresetten 25-9-13; De Cocksdorp</p> 	<p>Bodemresetten 31-10-13; De Cocksdorp</p> 
<p>Compost 17-7-13; De Cocksdorp</p> 	<p>Bladrammenas 30-7-13; De Cocksdorp</p> 

Bladrammenas 25-9-13; Den Burg	Bladrammenas 25-9-13; De Cocksdorp
	
Bladrammenas 31-10-13; De Cocksdorp	Bladrammenas 31-10-13; Den Burg
	
Bladrammenas 31-10-13; Den Burg	Bladrammenas 31-10-13; De Cocksdorp
	



3.3 Aaltjes

De eerste bemonstering van de proefvelden vond plaats op 12 juni (De Cocksdorp) en 12 juli (Den Burg), en de laatste bemonstering voor beide locaties op 8 november 2013. In de bemonstering van juni en juli, toen de uitgangssituatie werd vastgelegd, was het veldgemiddelde voor *M. minor* in De Cocksdorp 234 aaltjes per 100 ml grond en in Den Burg 108 aaltjes per 100 ml grond; er waren geen veldjeseffecten (Tabel 5 en 6). Daar waar objecten bestonden uit waardplanten is het belang van incubatie groot om een goede indruk te krijgen van de vermeerdering: zonder incubatie was de besmetting in de controle respectievelijk 279 en 260 /100ml in De Cocksdorp en Den Burg, en met incubatie respectievelijk 1241 en 684 aaltjes per 100 ml grond. Dit betekent, dat 62-78% van de populatie in de graswortels zat op het moment van bemonstering.

Grote en significante reductie trad op bij de behandelingen zwarte braak en bodemresetten, met P_f/P_i van resp. 0,2-0,5 en (afgerond) 0,0 (Tabel 5 en 6). Het is bekend dat wortelknobbelaaltjes goed kunnen worden bestreden met zwarte braak, en dat blijkt dus ook het geval te zijn voor *M. minor*. Bodemresetten had een groot effect. Het is bekend dat bodemresetten in het algemeen betere effecten heeft op aaltjes dan op plantenpathogene schimmels, maar dit grote waargenomen effect werd niet verwacht omdat er op het moment van het inzetten van het experiment problemen waren met de beschikbaarheid van water om de grond voldoende te bevochtigen en omdat de sterke waterdoorlaatbaarheid van het duinzand de omstandigheden voor bodemresetten ongunstig zou beïnvloeden. Bovendien was het plastic aan het eind hier en daar beschadigd. Voor goede omstandigheden van bodemresetten is namelijk zuurstofloosheid in de bodem een voorwaarde. Dat de sterfte in bodemresetten toch zo sterk is geweest heeft uiteraard ook te maken met de grote gevoeligheid voor zwarte braak. In feite is bodemresetten een vorm van zwarte braak met extra ongunstige omstandigheden. Deze extra ongunstige omstandigheden zorgden voor een significant extra reducerend effect op beide locaties.

Bladrammenas leidde tot reductie in De Cocksdorp ($P_f/P_i = 0,2$; Tabel 6) en enige vermeerdering in Den Burg ($P_f/P_i = 1,7$; Tabel 5).

Zowel de behandelingen Biomass Sugar als compost hadden geen statistisch significante effecten ten opzichte van de controle. De compostbehandeling had op beide locaties een tendens tot hogere P_f/P_i dan de controle. Beide behandelingen werden uitgevoerd in het bestaande gras. Hiermee weken beide behandelingen

sterk af van die van bodemresetten en bladrammenas, waar het gras werd verwijderd. De tegenvallende werking van Biomass Sugar kan te maken hebben met de vrij grote hoeveelheid neerslag van 24 mm tot 8:00 uur de andere ochtend direct na toepassing. Het product kan daardoor te ver ingespoeld zijn.

Tabel 5. Den Burg: aantallen *Meloidogyne minor* (#/100 ml grond). P_i = initiële dichtheid in juli; $P_{f(z)}$ = finale dichtheid in november zonder incubatie; P_f = finale dichtheid in november met incubatie.

Behandeling	P_i	$P_{f(z)}$	P_f	P_f/P_i
Controle	143 a ¹	260 a ²	684 ab ²	5,2 ab ²
Zwarte braak	137 a	65 b	75 c	0,5 c
Biomass Sugar	154 a	304 A	1082 A	16 a
Bodemresetten	62 a	0,2 c	0,2 d	0 d
Compost	54 a	106 ab	552 abc	8,1 ab
Bladrammenas	100 a	85 ab	108 bc	1,7 b

¹ resp. ²: statistiek op basis van resp. $x^{0,5}$ en $x^{0,25}$ -transformatie.

Tabel 6. De Cocksdorp: aantallen *Meloidogyne minor* (#/100 ml grond). P_i = initiële dichtheid in juni; $P_{f(z)}$ = finale dichtheid in november zonder incubatie; P_f = finale dichtheid in november met incubatie.

Behandeling	P_i	$P_{f(z)}$	P_f	P_f/P_i
Controle	157 a ¹	279 a ¹	1241 ab ¹	9,2 a ¹
Zwarte braak	268 a	22 b	40 c	0,2 b
Biomass Sugar	211 a	153 a	585 b	4,7 a
Bodemresetten	243 a	0,8 c	0,8 d	0 c
Compost	328 a	266 a	1738 a	13 a
Bladrammenas	195 a	27 b	38 c	0,2 b

¹: statistiek op basis van $x^{0,25}$ -transformatie.

Verder werden bij de eerste bemonstering in De Cocksdorp nog andere schadelijke aaltjes aangetroffen: *Meloidogyne naasi* (gemiddeld 654 aaltjes per 100 ml grond), *Paratrichodorus pachydermus* (6,2), *Paratylenchus bukowinensis* (0,9), *P. nanus* (0,4), *P. projectus* (1,5), *P. teres* (0,07), *Pratylenchus neglectus* (0,2), *P. penetrans* (39), *Trichodorus similis* (0,7), *T. viruliferus* (0,8), Trichodoridae (4,8) en *Tylenchorhynchus dubius* (1433). Waar mogelijk is voor deze pathogenen de P_f/P_i berekend (Tabel 7).

Tabel 7. De Cocksdorp: effecten op P_f/P_i van de overige plantpathogene aaltjes die in alle of praktisch alle veldjes aanwezig waren.

Behandeling	<i>M. naasi</i>	<i>P. pachydermus</i>	<i>P. penetrans</i>	<i>T. dubius</i>
Controle	5,5 a ¹	31 ab ¹	15 a ²	0,3 a ²
Zwarte braak	0,3 b	14 ab	11 a	0,2 a
Biomass Sugar	4,5 a	23 a	10 a	0,3 a
Bodemresetten	0,0 c	0,0 c	0,1 c	0,0 b
Compost	8,1 a	7,0 b	16 a	0,3 a
Bladrammenas	0,4 b	3,6 ab	1,5 b	0,3 a

¹ resp. ²: statistiek op basis van $x^{0,5}$ en $x^{0,25}$ -transformatie.

In Den Burg werden bij de eerste bemonstering ook andere schadelijke aaltjes aangetroffen: *Helicotylenchus pseudorubustus* (afgerond 0,0 aaltjes per 100 ml grond), *Meloidogyne naasi* (288), *Paratrichodorus pachydermus* (3,5), *Pratylenchus crenatus* (257), *P. penetrans* (1,0), *Trichodorus similis* (16), *T. viruliferus* (0,4), Trichodoridae (15) en *Tylenchorhynchus dubius* (3349). Waar mogelijk is voor deze pathogenen de P_f/P_i berekend (Tabel 8).

Tabel 8. Den Burg: effecten op P_f/P_i van de overige plantenpathogene aaltjes die in alle of praktisch alle veldjes aanwezig waren.

Behandeling	<i>M. naasi</i>	<i>P. pachydermus</i>	<i>P. crenatus</i>	<i>T. similis</i>	<i>T. dubius</i>	Trichodoridae spp.
Controle	16,4 a ¹	9,1 a ¹	8,2 a ²	4,5 ab ²	0,2 a ²	4,7 a
Zwarte braak	1,7 b	2,0 ab	4,1 a	2,2 b	0,1 b	1,4 a
Biomass Sugar	12,8 a	4,6 a	4,7 a	8,0 ab	0,2 a	14 a
Bodemresetten	0,0 c	0,0 b	0,2 b	0,0 c	0,0 c	0,0 b
Compost	5,7 ab	0,5 ab	14 a	1,5 b	0,2 a	0,9 ab
Bladrammenas	2,1 b	2,9 a	6,3 a	13 a	0,2 ab	8,7 a

¹ resp. ²: statistiek op basis van $x^{0,5}$ en $x^{0,25}$ -transformatie.

De resultaten van de behandelingen op de andere aaltjes (Tabel 7 en 8) geven aan dat alle aanwezige aaltjes waarvan de P_f/P_i bepaald konden worden meestal geheel of praktisch geheel door bodemresetten gereduceerd werden ten opzichte van de onbehandelde controle. Hiervan werden diverse soorten (*Paratrichodorus pachydermus*, *Pratylenchus crenatus*, *P. penetrans* en Trichodoridae spp.) niet door zwarte braak maar wel door bodemresetten bestreden (Tabel 7 en 8).

Naast de plantenpathogene aaltjes zijn ook de 'overige aaltjes' bepaald (Tabel 9). Deze groep bestaat vooral uit aaltjes die bacteriën en schimmels eten. Deze totale aantallen gaven geen effecten van bodemresetten te zien: in Den Burg waren in de controle gemiddeld 3884 aaltjes /100 ml, bij bodemresetten was dit 5599; in De Cocksdorp was dit resp. 1544 en 6020 (Tabel 9). Weliswaar zijn tijdens het Bodemresetten wel veel 'overige aaltjes' afgestorven, maar hebben ze, nadat de heftigste effecten van Bodemresetten voorbij waren, de grond weer geherkoloniseerd vanuit iets diepere bodemlagen. Het is overigens waarschijnlijk dat de opbouw van de aaltjesfauna voor en na de toepassing van Bodemresetten wel is veranderd. Dat de totale aantallen overige aaltjes geen effecten laten zien, komt waarschijnlijk omdat bepaalde groepen (r-strategen) snel weer tot hoge aantallen kunnen komen.

Tabel 9. Gemiddeld aantal overige aaltjes per behandeling (#/100 ml grond).

Behandeling	De Cocksdorp		Den Burg	
	juni	november	juli	november
Controle	1916	1544	3974	3884
Zwarte braak	2226	4356	3912	4322
Biomass Sugar	1684	2020	5864	4744
Bodemresetten	1550	6020	5672	5599
Compost	1650	1760	4234	3718
Bladrammenas	1840	3722	5572	4635

4 Conclusies en aanbevelingen

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat het natuurlijke habitat van *M. minor* grasland op duinzand is. Het is redelijk waarschijnlijk dat *M. minor* zich verspreid heeft vanuit duinzand dat gebruikt is voor de aanleg of het onderhoud van sportvelden, en dan met name van golfvelden. Hiervan lijkt een geleidelijke verspreiding plaats te vinden naar omliggende terreinen. Schade lijkt er alleen op te kunnen treden in aardappel, hoewel dit in het veld nog niet is aangetoond. Verspreiding van *M. minor* via pootgoed is een risico en daarom is teelt van pootaardappelen op gescheurd grasland op zandgrond niet aan te raden. Meer in het algemeen zou het kunnen zijn dat waar op zand grasland in rotaties wordt opgenomen wellicht meer problemen met *M. minor* te verwachten zijn, hoewel een flink aantal gewassen geen waardplant lijkt te zijn (Thoden et al., 2011).

De experimenten op de twee locaties op Texel laten vergelijkbare resultaten zien. Zwarte braak heeft een sterk reducerend effect op *M. minor* ($P_f/P_i = 0,2-0,5$) en bodemresetten heeft een significant additioneel effect ($P_f/P_i = 0$). Het effect is additioneel op zwarte braak, omdat Bodemresetten ook een behandeling is waarbij de grond niet wordt beteeld. Op andere plantenpathogene aaltjessoorten waarop zwarte braak geen of een beperkt effect had (*Paratrichodorus pachydermus*, *Pratylenchus crenatus*, *Pratylenchus penetrans* en *Trichodoridae* spp.), had Bodemresetten wel een sterk tot zeer sterk reducerend effect. De totale aantallen overige aaltjes laten geen effecten zien.

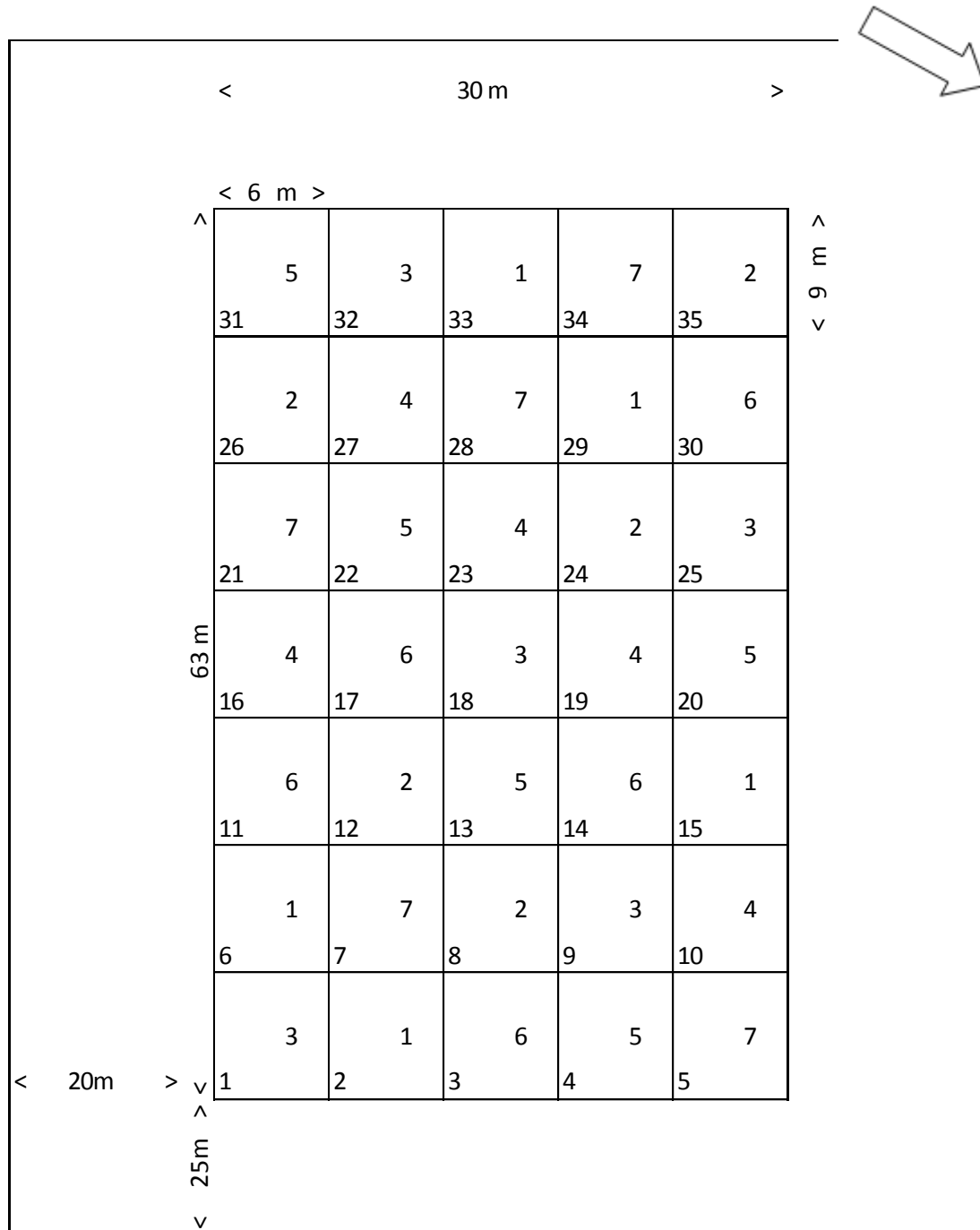
De behandelingen met compost en Biomass Sugar hadden na één jaar geen effect.

Bladrammenas reduceerde in 1 locatie *M. minor* significant en in het andere perceel was er een beperkte vermeerdering.

Bijlage 1. Literatuur

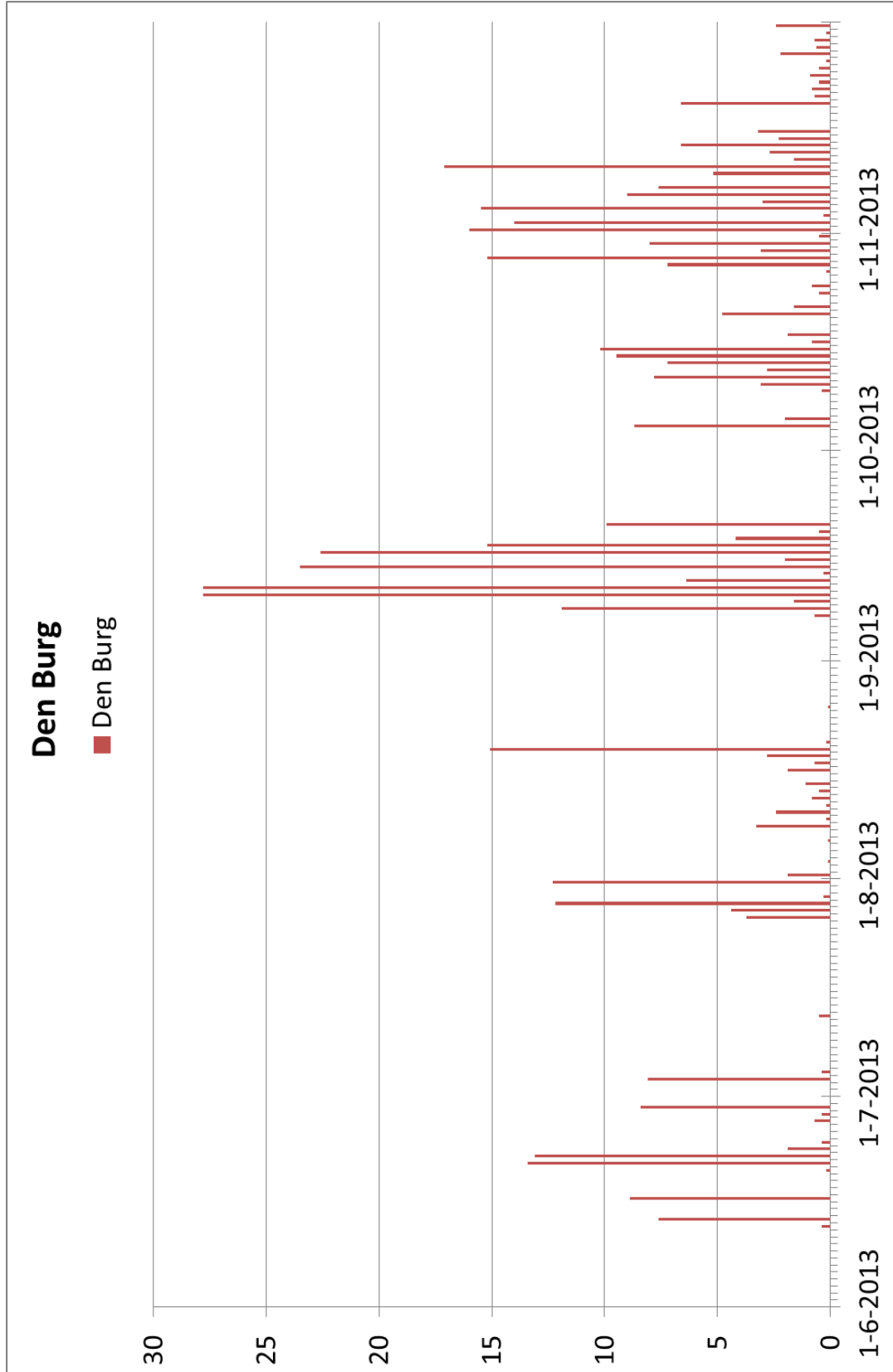
- Das, S., Wesemael, W.M.L., Perry, R.N. 2011. Effect of temperature and time on the survival and energy reserves of juveniles of *Meloidogyne* spp. *Agricultural Science Research Journal* 1(5): 102-112.
- Entwistle, K. 2003. Root-knot nematode infection of creeping bentgrassgreens. *Greenkeeper International*, februari 21-22.
- Karssen, G., Bolk, R.J., Aelst, A.C. van, Beld, I. van den, Kox, L.F.F., Korthals, G., Molendijk, L., Zijlstra, C., Hoof, R. van & Cook, R., 2004. Description of *Meloidogyne minor* n. sp. (*Nematoda: Meloidogynidae*), a root-knot nematode associated with yellow patch disease in golf courses. *Nematology* 6: 59 – 72.
- Lammers, W., Karssen, G., Jellema, P., Baker, R., Hockland, S., Fleming, C. & Turner, S., 2006. Pest Risk assessment – *Meloidogyne minor*, 52 pp. <https://www.vwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/dossier/meloidogyne-minor>
- Lammers, W., Karssen, G., Hendriks, H. 2007. *Meloidogyne minor*: een nieuw beschreven *Meloidogyne*-soort. *Gewasbescherming* 38: 1-3.
- McClure, M.A., Nischwitz, C., Skantar, A.M., Schmitt, M.E., Subbotin, S.A. 2012. Root-knot nematodes in golf course greens of the western United States. *Plant Disease* 96: 635-647.
- Morris, K., Horgan, F.G., Griffin, C.T. 2012. Spatial and temporal dynamics of *Meloidogyne minor* on creeping bentgrass golf greens. *Plant Pathology* #.
- Thoden, T.C., Korthals, G.W., Visser, J., van Gastel-Topper, W. 2012. A field study on the host status of different crops for *Meloidogyne minor* and its damage potential on potatoes. *Nematology* 14: 277-284.
- Turner, S.J., Fleming, C.C. 2005. *Meloidogyne minor*: a threat to temperate crops? *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences*, Ghent University 70(4): 885-887.
- Viaene, N.M., Wiseborn, D.B., Karssen, G. 2007. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne minor* on turfgrass in Belgium. *Plant Disease* 91: 908.
- Vandenbossche, B., Viaene, N., de Sutter, N., Maes, M., Karssen, G., Bert, W. 2011. Diversity and incidence of plant-parasitic nematodes in Belgian turf grass. *Nematology* 13: 245-256.
- Wageningen UR, 2012. <http://www.wageningenur.nl/nl/show/Meloidogyne-minor-schadelijk-voor-de-landbouw.htm>
- Weerd, M. de, Kox, L., Waeyenberge, L., Viaene, N., Zijlstra, C. 2011. A real-time PCR assay to identify *Meloidogyne minor*. *Journal of Phytopathology* 159: 80-84.

Bijlage 2. Proefschema locatie Den Burg



Bijlage 4. Neerslag locatie Den Burg

Bron: KNMI



Bijlage 5. Neerslag locatie De Cocksdorp

Bron: KNMI

