



# Bodem Resetten: stap naar praktijktoepassing nieuwe methode van anaerobe grondontsmetting

Auteurs: Willemien Runia, Leendert Molendijk, Johnny Visser; PPO-AGV  
Hetty Regeer; Agrifirm Plant  
Herman Feil, Henk Meints; Thatchtec



# Bodem Resetten: stap naar praktijktoepassing nieuwe methode van anaerobe grondontsmetting

Auteurs: Willemien Runia, Leendert Molendijk, Johnny Visser; PPO-AGV  
Hetty Regeer; Agrifirm Plant  
Herman Feil, Henk Meints; Thatchtec

© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken



Ministerie van Economische Zaken

Projectnummer: 3250305000

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, 8219PH Lelystad  
Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : +31 320 291111  
Fax : +31 320 230479  
E-mail : leendert.molendijk@wur.nl  
Internet : www.ppo.wur.nl

# Inhoudsopgave

pagina

BELEIDSSAMENVATTING .....	5
TECHNISCHE SAMENVATTING .....	7
Inleiding .....	7
Proefopzet .....	7
Resultaten .....	8
<i>Meloidogyne chitwoodi</i> en andere schadelijke aaltjes .....	8
<i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	8
<i>Globodera pallida</i> en andere schadelijke aaltjes .....	8
Nutriënten .....	8
Onkruiden .....	9
Conclusie en vervolgonderzoek 2015 .....	9
1  INLEIDING .....	11
2  MATERIAAL EN METHODEN .....	13
2.1  Schadelijke aaltjes .....	13
2.2  Behandelingen .....	13
2.3  Zuurstofmetingen .....	14
2.4  Aaltjesanalyses en nutriënten .....	15
2.5  Statistiek .....	15
2.6  Perceel in Limburg met <i>Meloidogyne chitwoodi</i> .....	16
2.7  Perceel in Noord-Holland .....	16
2.8  Perceel in Drenthe .....	17
3  RESULTATEN EN DISCUSSIE .....	19
3.1  Perceel in Limburg met <i>Meloidogyne chitwoodi</i> .....	19
3.1.1  Temperatuurmetingen .....	19
3.1.2  Zuurstofmetingen .....	19
3.1.3  Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes .....	20
3.1.4  Effect Bodem Resetten op nutriënten .....	21
3.1.5  Onkruidwaarneming .....	21
3.2  Perceel in Noord-Holland met <i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	23
3.2.1  Temperatuurmetingen .....	23
3.2.2  Zuurstofmetingen .....	23
3.2.3  Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes .....	24
3.3  Perceel in Drenthe met <i>Globodera pallida</i> .....	26
3.3.1  Temperatuurmetingen .....	26
3.3.2  Zuurstofmetingen .....	26
3.3.3  Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes .....	27
3.3.4  Effect Bodem Resetten op nutriënten .....	30
3.3.5  Onkruidwaarneming .....	30
4  CONCLUSIE .....	31
4.1  BR effect tegen <i>Meloidogyne chitwoodi</i> en andere schadelijke aaltjes .....	31
4.2  BR effect tegen <i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	31
4.3  BR effect tegen <i>Globodera pallida</i> en andere schadelijke aaltjes .....	31
4.4  BR effect op nutriënten .....	31
4.5  BR effect op onkruiden .....	32
BIJLAGE 1 PROEFVELD LIMBURG – <i>MELOIDOGYNE CHITWOODI</i> .....	35

BIJLAGE 2 PROEFVELD NOORD-HOLLAND – <i>DITYLENCHUS DIPSACI</i> .....	36
BIJLAGE 3 PROEFVELD DRENTHE – <i>GLOBODERA PALLIDA</i> .....	37
BIJLAGE 4 PROEFVELD LIMBURG – EFFECT BR OP OVERIGE AALTJES.....	38
BIJLAGE 5 PROEFVELD LIMBURG – EFFECT BR OP NUTRIËNTEN .....	39
BIJLAGE 6 PROEFVELD NOORD-HOLLAND – EFFECT BR OP OVERIGE AALTJES .....	40
BIJLAGE 7 PROEFVELD NOORD-HOLLAND – EFFECT BR OP NUTRIËNTEN.....	41
BIJLAGE 8 PROEFVELD DRENTHE – EFFECT BR OP CYSTEN EN LEVENDE LARVEN (LL) VAN AARDAPPELCYSTEAAALTJES ( <i>ACA-GLOBODERA PALLIDA</i> ) - VELDBESMETTING .....	42
BIJLAGE 9 PROEFVELD DRENTHE – EFFECT BR OP <i>MELOIDOGYNE</i> SPP. EN OVERIGE AALTJES.....	43
BIJLAGE 10 PROEFVELD DRENTHE – EFFECT BR OP NUTRIËNTEN.....	44
BIJLAGE 11 PROEFVELD LIMBURG – EFFECT BR OP ONKRUID .....	45

# Beleidsamenvatting

**In het najaar van 2014 zijn op een aantal percelen proeven uitgevoerd met Bodem Resetten, een nieuwe methode van anaerobe grondontsmetting. Deze proeven hebben veel informatie opgeleverd over de randvoorwaarden van toepassing van deze vorm van grondontsmetting in buitenteelten.**

Door de toenemende problemen met schadelijke aaltjes in diverse teelten wordt naarstig gezocht naar alternatieve mogelijkheden om de grond te ontsmetten. Uitgangspunt van Wageningen UR en Agrifirm Plant is daarvoor een “groene” manier van grondbehandeling, die past in het algemene beleid van een duurzame gewasbescherming. Bodem Resetten is een nieuwe en unieke manier van anaerobe grondontsmetting en kan mogelijk een milieuvriendelijk en voor omwonenden veilig alternatief bieden.

In vollegrondsteelten wordt grondontsmetting op basis van zuurstofloosheid (anaerobe grondontsmetting) al toegepast. Dit gebeurt door inwerken van grote hoeveelheden organisch materiaal, meestal gras, in de bodem waarna de bodem wordt afgedekt. De methode is onpraktisch en de resultaten zijn afhankelijk van de grondsoort. Bovendien vereist de toepassing zes weken in de zomerperiode. Dit kost een teeltseizoen en dus inkomsten voor bedrijven.

Een verbeterde versie van anaerobe grondontsmetting is ontwikkeld door Thatchtec BV, samen met Wageningen UR. Hierbij wordt het middel Herbie®, een gemakkelijk afbreekbaar eiwit met een constante en bekende kwaliteit, ingewerkt in de bodem. Dit middel is afkomstig van plantaardige reststromen uit de agro-industrie. Het product is zowel beschikbaar in korrel- als in vloeibare vorm. De bodem wordt vervolgens gedurende twee tot drie weken afgedekt. Vanaf 2006 tot 2014 zijn talloze emmerproeven uitgevoerd door PPO-AGV onder geconditioneerde omstandigheden (foto A). De resultaten lieten zien dat Herbie® producten zeer effectief (> 90% doding) waren tegen diverse schadelijke aaltjes en schimmels uit de akker- en tuinbouw bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16°C. Bovendien konden deze goede resultaten op alle relevante Nederlandse grondsoorten worden bereikt. De benodigde dosering en behandeltijd waren afhankelijk van het te doden organisme. Deze resultaten hebben inmiddels geleid tot toepassing in de glastuinbouw onder de naam Bodem Resetten. Toepassing van deze verbeterde methode van anaerobe grondontsmetting in de vollegrond zoals in de bloembollenteelt, akkerbouw en vollegrondsgroenten is nieuw.

Het onderzoek (PPO-AGV) en het bedrijfsleven (Agrifirm Plant) zien mogelijkheden voor Bodem Resetten voor deze buitenteelten maar willen antwoord op de volgende vragen:

1. Is de methode ook betrouwbaar effectief in buitenteelten
2. Is folie-afdekking voor buitenteelten wel een reële optie?
3. Is de methode economisch acceptabel te maken voor telers van open teelten?

In september 2014 stelde staatssecretaris Dijkema, na overleg met LTO, KAVB en Plantum, geld beschikbaar voor versneld onderzoek naar de mogelijkheden van Bodem Resetten in buitenteelten.

Dit tegen de achtergrond van de wens om samen met de sector biologische, natuurvriendelijke of andere alternatieven te ontwikkelen voor grondontsmetting met middelen op basis van metam-natrium. Agrifirm Plant heeft samen met PPO-AGV, als onderdeel van Wageningen UR, Thatchtec en BLGG en in nauw overleg met LTO, KAVB en Plantum, dit versnelde onderzoek uitgevoerd vanaf eind september tot december 2014 op drie percelen die besmet waren met quarantaine aaltjes: wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*), stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) of aardappelcysteaaltjes (*Globodera pallida*). Daarnaast waren ook wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en trichodoride aaltjes aanwezig in het laatste perceel (Foto B).

## Resultaten onderzoek 2014

Het onderzoek in 2014 heeft veel bruikbare kennis opgeleverd over Bodem Resetten in de buitenteelten:

1. Voor voldoende effectiviteit moet de gemiddelde etmaaltemperatuur minimaal 16°C zijn.
2. Folie-afdekking is kwetsbaar. Wind, wild en vogels kunnen de folie beschadigen, waardoor weer zuurstof in de grond kan indringen.

3. Een op kleine schaal geteste plantaardige coating is mogelijk een alternatief op termijn; de zuurstofbarrière was even goed als van plastic folie (Foto C).
4. De vloeibare formulering van Herbie® lijkt het meeste perspectief te bieden.

#### Voortzetting onderzoek 2015

In 2015 wordt het onderzoek binnen de Publieke Private Samenwerking (PPS Bodem Resetten) voortgezet. Doel is Bodem Resetten betrouwbaar en technisch en economisch haalbaar te maken voor buitenteelten.



Foto A – Emmerproeven met Herbie® producten door grond gemengd in cellen



Foto B – Veldtoepassing van Bodem Resetten met Herbie® producten ingewerkt in grond onder folie



Foto C – Veldtoepassing van Bodem Resetten met testen van coating als mogelijk alternatief voor folie

# Technische samenvatting

## Inleiding

Door de toenemende problemen met schadelijke aaltjes in diverse teelten wordt naarstig gezocht naar alternatieve mogelijkheden om de grond te ontsmetten. Uitgangspunt van Wageningen UR en Agrifirm Plant is daarvoor een “groene” manier van grondbehandeling, die past in het algemene beleid van een duurzame gewasbescherming. Bodem Resetten is een nieuwe en unieke manier van anaerobe grondontsmetting en kan mogelijk een milieuvriendelijk en voor omwonenden veilig alternatief bieden.

In vollegrondsteelten wordt grondontsmetting op basis van zuurstofloosheid (anaerobe grondontsmetting) al toegepast. Dit gebeurt door inwerken van grote hoeveelheden organisch materiaal, meestal gras, in de bodem waarna de bodem wordt afgedekt. De methode is onpraktisch en de resultaten zijn afhankelijk van de grondsoort. Bovendien vereist de toepassing zes weken in de zomerperiode. Dit kost een teeltseizoen en dus inkomsten voor bedrijven.

Een verbeterde versie van anaerobe grondontsmetting is ontwikkeld door Thatchtec BV, samen met Wageningen UR. Hierbij wordt het middel Herbie®, een gemakkelijk afbreekbaar eiwit met een constante en bekende kwaliteit, ingewerkt in de bodem. Dit middel is afkomstig van plantaardige reststromen uit de agro-industrie. Het product is zowel beschikbaar in korrel- als in vloeibare vorm. De bodem wordt vervolgens gedurende twee tot drie weken afgedekt. Vanaf 2006 tot 2014 zijn talloze emmerproeven uitgevoerd door PPO-AGV onder geconditioneerde omstandigheden (foto A). De resultaten lieten zien dat Herbie® producten zeer effectief (> 90% doding) waren tegen diverse schadelijke aaltjes en schimmels uit de akker- en tuinbouw bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16°C. Bovendien konden deze goede resultaten op alle relevante Nederlandse grondsoorten worden bereikt. De benodigde dosering en behandelingsduur waren afhankelijk van het te doden organisme. Deze resultaten hebben inmiddels geleid tot toepassing in de glastuinbouw onder de naam Bodem Resetten. Toepassing van deze verbeterde methode van anaerobe grondontsmetting in de vollegrond zoals in de bloembollenteelt, akkerbouw en vollegrondsgroenten is nieuw.

Het onderzoek (PPO-AGV) en het bedrijfsleven (Agrifirm Plant) zien mogelijkheden voor Bodem Resetten voor deze buitenteelten maar willen antwoord op de volgende vragen:

1. Is de methode ook betrouwbaar effectief in buitenteelten
2. Is folie-afdekking voor buitenteelten wel een reële optie?
3. Is de methode economisch acceptabel te maken voor telers van open teelten?

In september 2014 stelde staatssecretaris Dijkema, na overleg met LTO, KAVB en Plantum, geld beschikbaar voor versneld onderzoek naar de mogelijkheden van Bodem Resetten in buitenteelten. Agrifirm Plant heeft samen met PPO-AGV, als onderdeel van Wageningen UR, Thatchtec en BLGG dit onderzoek uitgevoerd vanaf eind september tot december 2014.

## Proefopzet

De selectie van de percelen is tot stand gekomen na overleg tussen de projectpartners. PPO-AGV heeft een proefveld in Limburg met een besmetting van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*). Twee percelen zijn via Agrifirm Plant geselecteerd; een perceel in Noord-Holland met stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) en een perceel in Drenthe met aardappelcysteaaltjes (*Globodera pallida*). Daarnaast waren ook wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en trichodoride aaltjes aanwezig in dit perceel.

Naast de al aanwezige besmettingen is in Drenthe ook handmatig per veldje een besmetting met cysten van *G. pallida* ingegraven om het effect van de grondontsmetting met zekerheid te kunnen vaststellen, wat met natuurlijke veldbesmettingen een probleem kan zijn.

Er zijn voor het Bodem Resetten (BR) twee producten getest op effectiviteit: vaste Herbie® 72 en vloeibare Herbie® 87. Deze laatste is in verdunde vorm toegepast. De vaste Herbie® 72 is toegepast in twee doseringen: 12 ton product en 24 ton product per ha. Bij deze doseringen worden respectievelijk 1 (1 RE) en 2 (2 RE) gram ruw eiwit per L grond toegepast. De vaste Herbie® 72 is handmatig of met een



kalkstrooier verstrooid. De vloeibare formulering resulteerde in 2 RE per L grond en is met een mestinjecteur in de grond gebracht. Alle behandelingen zijn in drie herhalingen uitgevoerd. Na toepassing van de Herbie® zijn deze producten met een roterende spitmachine in de grond bouwvoordiep (25-30 cm) ingewerkt. Vervolgens is de grond afgedicht met een gasdichte VIF-folie (Foto B). Deze folie is mechanisch toegepast met een folielegger.

Tevens is op zeer kleine schaal ook een plantaardige coating, als alternatief voor folie, onderzocht op gasdichtheid (Foto C). Onder beide afdekmaterialen zijn zuurstofmetingen verricht gedurende de gehele afdekperiode (behandelduur) met luchtkamers op 0, 10, 20 en 40 cm diepte onder de folie. Onder de alternatieve coating is op 20 en 40 cm diepte gemeten. Bij een goed verlopend proces van BR is een zuurstofdaling te zien van 20,9% naar < 1% O<sub>2</sub>. Het effect van BR is onderzocht ten aanzien van doding van schadelijke (quarantaine) aaltjes en het effect op de nutriënten in de grond.

## Resultaten

### *Meloidogyne chitwoodi* en andere schadelijke aaltjes

De gewenste gemiddelde temperatuur van minimaal 16°C, die in emmerproeven effectief was gebleken (Runia e.a., 2012), is niet gedurende de hele behandelperiode van drie weken gehaald, maar slechts negen dagen.

Het zuurstofgehalte is na 3 dagen bodem resetten (BR) al <1% in de hele grondlaag tot op 40 cm diepte en blijft gedurende drie weken op dit niveau. Dit geldt voor alle behandelingen, dus ook voor folieafdekking zonder Herbie®. De sterfte van *M. chitwoodi* in de grond onder folie, al dan niet met ingewerkte Herbie® is > 95%. Om die reden kan het effect van Herbie® afzonderlijk niet worden vastgesteld. Mogelijke resten peen afkomstig van de voorgaande teelt kunnen in de incubatiefraction van het grondmonster het ontsmettingsresultaat negatief beïnvloeden omdat doding van wortelknobbelaaltjes in wortels moeilijker is dan doding van in de grond levende aaltjes.

De sterfte van *Pratylenchus* spp. is onder de folie, zonder product maar met lage zuurstofwaarden, ruim 30% en met ingewerkte Herbie® > 80%. Alleen het gebrek aan zuurstof is niet voldoende geweest om deze veldbesmetting te elimineren. Tegen *Tylenchorynchus* aaltjes was het BR resultaat vergelijkbaar met *Pratylenchus*.

### *Ditylenchus dipsaci*

Het aantal stengelaaltjes is met minimaal 80% afgenomen na drie weken behandelijd met Herbie®. De sterfte betreft zowel de natuurlijke sterfte in die periode als die als gevolg van de toepassing van Herbie®. Het effect van Herbie® afzonderlijk kan niet worden onderscheiden vanwege het ontbreken van een controlebehandeling, die voor dit perceel onacceptabel was in verband met de ernst van de besmetting. Bovendien zijn door het wegwaaien van de folie vele herhalingen van de behandelingen weggevallen. De folie was de eerste vijf dagen intact en de grondtemperatuur onder de folie bleef toen boven de gewenste temperatuur van 16°C.

### *Globodera pallida* en andere schadelijke aaltjes

De gewenste bodemtemperatuur van 16°C is alleen in de eerste 14 dagen nog regelmatig bereikt. Er is dan ook geen significant verschil tussen de beide behandelijden van vier en acht weken op de sterfte van het aantal larven uit de cysten van *Globodera pallida*. Alleen bij de toepassingen met 2 RE Herbie® wordt nog een effect bereikt van minimaal 60% sterfte terwijl 1 RE zich niet onderscheidt van de controle zonder product. Onvoldoende temperatuur tijdens dit onderzoek is waarschijnlijk de hoofdzak van de tegenvallende resultaten. De vloeibare Herbie® was tegen *Pratylenchus* aaltjes het meest effectief. Ook op dit perceel bleek de analyse op overige aaltjes geen goede maat voor het ontsmettingsresultaat van BR. Een alternatieve plantaardige coating heeft zeven weken uitstekend als zuurstofbarrière gefunctioneerd.

## Nutriënten

Met name op de dekzand gronden zijn bepaalde hoofd- en spoorelementen na BR verhoogd aanwezig. Het betreft kalium (K), natrium (Na), mangaan (Mn), koper (Cu) en kobalt (Co). Vooral het spoorelement mangaan kan de maximale streefwaarde van het BLGG voor voedingselementen overtreffen. Analyse van de grond na

BR en eventuele aanpassing in de bemesting is een vereiste voordat een volggewas wordt gezaaid of geplant. Voor hoge mangaan waarden kan het nodig zijn een wachttijd in acht te nemen zodat de grond het voor de plant beschikbare mangaan kan vastleggen totdat dit element tot een voor de plant acceptabel niveau is gedaald.

### Onkruiden

In Drenthe was de onkruidbezetting direct na BR geheel afwezig in de met Herbie® behandelde veldjes terwijl in de controleveldjes volop muur groeide. In Limburg is 6 maanden na BR op het perceel de onkruiddruk in de met Herbie® behandelde veldjes nog steeds lager dan in de controleveldjes. Door folieproblemen konden in Noord-Holland geen vergelijkende waarnemingen gedaan worden aan de onkruiddruk.

## Conclusie en vervolgonderzoek 2015

Het onderzoek in 2014 heeft veel bruikbare kennis opgeleverd over Bodem Resetten in de buitenteelten ondanks (technische toepassing) en dankzij de relatief late aanleg in het seizoen (vereiste bodemtemperatuur).

1. Voor voldoende effectiviteit lijkt ook in de veldproeven, net als in eerdere emmerproeven, de gemiddelde etmaaltemperatuur minimaal 16°C te moeten zijn.
2. Folie-afdekking is kwetsbaar. Wind, wild en vogels kunnen de folie beschadigen, waardoor weer zuurstof in de grond kan indringen.
3. Een op kleine schaal geteste plantaardige coating is mogelijk een alternatief op termijn; de zuurstofbarrière was even goed als van plastic folie. Doorontwikkeling van dit type coatings verdient de aandacht gezien de problemen met folieafdekking.
4. De vloeibare formulering van Herbie® lijkt het meeste perspectief te bieden.

In 2015 wordt het onderzoek binnen de Publieke Private Samenwerking (PPS Bodem Resetten) voortgezet op basis van de behaalde resultaten in 2014. Doel is Bodem Resetten betrouwbaar en technisch en economisch haalbaar te maken voor buitenteelten.



Foto A – Emmerproeven met Herbie® producten door grond gemengd in cellen



Foto B – Veldtoepassing van Bodem Resetten met Herbie® producten ingewerkt in grond onder folie



Foto C – Veldtoepassing van Bodem Resetten met testen van coating als mogelijk alternatief voor folie

# 1 Inleiding

Door de toenemende problemen met schadelijke aaltjes in diverse teelten wordt naarstig gezocht naar alternatieve mogelijkheden om de grond te ontsmetten. Uitgangspunt van Wageningen UR en Agrifirm Plant is daarvoor een “groene” manier van grondbehandeling, die past in het algemene beleid van een duurzame gewasbescherming. Bodem Resetten is een nieuwe en unieke manier van anaerobe grondontsmetting en kan mogelijk een milieuvriendelijk en voor omwonenden veilig alternatief bieden.

In vollegrondsteelten wordt grondontsmetting op basis van zuurstofloosheid (anaerobe grondontsmetting) al toegepast. Dit gebeurt door inwerken van grote hoeveelheden organisch materiaal, meestal gras, in de bodem waarna de bodem wordt afgedekt. Onder deze zuurstofarme omstandigheden ontstaan gassen en vetzuren die dodelijk kunnen zijn voor schadelijke bodemorganismen (Blok, e.a., 2000). De methode is echter onpraktisch door de grote hoeveelheid verse massa die moet worden ingewerkt; 40 ton product per ha. Bovendien is gras niet constant van kwaliteit wat de effect kan hebben op de effectiviteit. De methode is effectief gebleken op dekzand, maar niet op mariene zeeklei en kan daarom niet worden geadviseerd voor alle grondsoorten. Bovendien vereist de toepassing zes weken in de zomerperiode. Dit kost een teeltseizoen en dus inkomsten voor bedrijven.

Een verbeterde versie van anaerobe grondontsmetting is ontwikkeld door Thatchtec BV, samen met Wageningen UR. Hierbij wordt het middel Herbie®, een gemakkelijk afbreekbaar eiwit met een constante en bekende kwaliteit, ingewerkt in de bodem. Dit middel is afkomstig van plantaardige reststromen uit de agro-industrie. Het voordeel van deze methode is dat minder verse massa nodig is; circa 20 ton vast product per ha. Het product is zowel beschikbaar in korrel- als in vloeibare vorm. De bodem wordt vervolgens gedurende twee tot drie weken afgedekt. Daardoor ontstaat de mogelijkheid om deze methode na een vroeg geoogst gewas toe te passen. Op alle vijf onderzochte grondsoorten was Herbie® effectief (Runia, e.a., 2014). Deze methode, bekend als Bodem Resetten (BR), wordt al wel toegepast in de glastuinbouw maar toepassing in de vollegrond zoals in de bloembollenteelt, akkerbouw en vollegrondsgroenten is nieuw. Het onderzoek (PPO-AGV) en het bedrijfsleven (Agrifirm Plant) zien mogelijkheden voor Bodem Resetten voor deze buitenteelten maar willen antwoord op de volgende vragen:

1. Is de methode ook betrouwbaar effectief in buitenteelten
2. Is folie-afdekking voor buitenteelten wel een reële optie?
3. Is de methode economisch acceptabel te maken voor telers van open teelten?

In september 2014 stelde staatssecretaris Dijkema, na overleg met LTO, KAVB en Plantum, geld beschikbaar voor versneld onderzoek naar de mogelijkheden van Bodem Resetten in buitenteelten. Dit in het kader van de restricties met betrekking tot chemische grondontsmetting met Monam. Agrifirm Plant heeft samen met PPO-AGV, als onderdeel van Wageningen UR, Thatchtec en BLGG, dit versnelde onderzoek uitgevoerd vanaf eind september tot december 2014 op drie percelen. De selectie van de percelen is tot stand gekomen na overleg tussen de projectpartners en de sectoren LTO, KAVB en Plantum. Het betreft drie quarantaine aaltjes, die voor pootgoed van aardappelen (*Globodera pallida* en *Meloidogyne chitwoodi*), plantgoed voor vollegrondsgroenten (*M. chitwoodi*) of bloembollen (*Ditylenchus dipsaci*) van belang zijn. Daarnaast zijn ook twee schadelijke aaltjes geselecteerd die voor plantgoed van aardbei uitermate belangrijk zijn; *Pratylenchus penetrans* en Trichodoriden. Als percelen adequaat kunnen worden ontsmet dan kan de kwaliteit van schoon uitgangsmateriaal beter worden geborgd. Op deze besmette percelen is Bodem Resetten toegepast met diverse formuleringen en doseringen van Herbie® gedurende verschillende behandel tijden.

In 2015 wordt het onderzoek binnen de Publieke Private Samenwerking (PPS Bodem Resetten) voortgezet. Dit heeft als doel Bodem Resetten betrouwbaar en technisch en economisch haalbaar te maken voor buitenteelten.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Schadelijke aaltjes

De selectie van de percelen is tot stand gekomen na overleg tussen de projectpartners. PPO-AGV heeft een proefveld in Limburg geregeld met een besmetting van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*). Twee percelen zijn via Agrifirm Plant geselecteerd; een perceel in Noord-Holland met stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) en een perceel in Drenthe met aardappelcysteaaltjes (*Globodera pallida*). Daarnaast waren ook wortelstesiaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en trichodoride aaltjes aanwezig in dit perceel.

Per perceel wordt de besmetting vermeld, die in de grondmonsters is aangetoond. Naast de al aanwezige besmettingen is in Drenthe ook handmatig per veldje een besmetting met cysten van aardappelcysteaaltjes (*G. pallida* stam Rookmaker, productiejaar 2012) in gaaszakjes ingegraven op 15 cm diepte (foto's 1 en 2). Dit is gedaan om het effect van de grondontsmetting met zekerheid te kunnen vaststellen, wat met natuurlijke besmettingen een probleem kan zijn vanwege het variërende besmettingsniveau per veldje.



Foto 1 Gaaszakje met cysten *G. pallida*

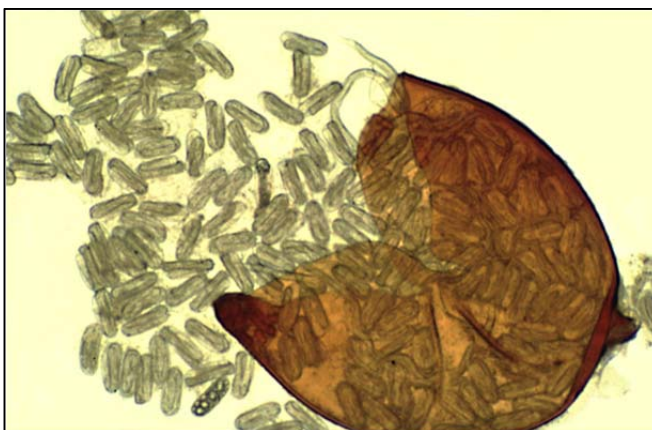


Foto 2 Cyst met inhoud van levende larven en eieren

### 2.2 Behandelingen

Er zijn voor het Bodem Resetten (BR) twee producten getest op effectiviteit: vaste Herbie® 72 en vloeibare Herbie® 87. Deze laatste is in verdunde vorm toegepast. De vaste Herbie® 72 is toegepast in twee doseringen: 12 ton product en 24 ton product per ha. Bij deze doseringen worden respectievelijk 1 (1 RE) en 2 (2 RE) gram ruw eiwit per L grond toegepast. De vaste Herbie® 72 is handmatig (perceel Limburg) of met een kalkstrooier verstrooid (foto 3).

De vloeibare formulering resulteerde in 2 RE per L grond. Herbie® 87 is met een mestinjecteur in de grond gebracht op 5-10 cm diepte (foto 4).





Foto 3 Herbie® 72 toepassing met kalkstrooier



Foto 4 Herbie® 87 toepassing met mestinjecteur

Alle behandelingen zijn in drie herhalingen uitgevoerd. In Limburg en Drenthe zijn ook onbehandelde afgedekte veldjes als controle meegenomen. In Noord-Holland is dit niet gedaan vanwege de grote problematiek van het stengelaaltje voor de teler.

Na toepassing van de Herbie® zijn producten met een roterende spitmachine in de grond bouwvoordiep (25-30 cm) ingewerkt. Vervolgens is de grond gedurende 3 of 4 en 6 of 8 weken afgedicht met een gasdichte VIF-folie. Deze folie is mechanisch toegepast met een folielegger die de banen van elk circa 3.5 m breed aan één kant in de grond vastmaakt en de nieuwe baan daarop verlijmt via de "hot seal" methode (foto 5).

Tevens is op zeer kleine schaal ook een plantaardige coating onderzocht op gasdichtheid als mogelijk alternatief voor folie (foto 6).



Foto 5 Folielegger



Foto 6 plantaardige coating

## 2.3 Zuurstofmetingen

Onder beide afdekmaterialen zijn zuurstofmetingen verricht gedurende de gehele afdekperiode (behandelduur) met luchtkamers op 0, 10, 20 en 40 cm diepte onder de folie. Onder de alternatieve coating is op 20 en 40 cm diepte gemeten. Bij een goed verlopend proces van BR is een zuurstofdaling te zien van 20,9% naar < 1% O<sub>2</sub>. De zuurstofmetingen zijn in de eerste 3 weken twee maal per week verricht en daarna één maal per week (foto's 7 en 8)



Foto 7 Slangen voor zuurstofmetingen



Foto 8 zuurstofmeters

## 2.4 Aaltjesanalyses en nutriënten

Het effect van BR is onderzocht ten aanzien van doding van schadelijke (quarantaine) aaltjes en het effect op de nutriënten in de grond.

De monsternames van de grond in Limburg en Drenthe zijn respectievelijk uitgevoerd door medewerkers van de PPO-AGV locaties Vredepeel en Valthermond. In Noord-Holland heeft een medewerker van het bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasonderzoek (BLGG) de grondmonsters genomen.

De analyses op nutriënten zijn allemaal door het BLGG uitgevoerd. Op elk perceel is van elke behandeling uit drie grondmonsters een mengmonster gemaakt voor analyse op nutriënten.

De analyses van de grondmonsters op aaltjes zijn eveneens uitgevoerd door het BLGG, met uitzondering van alle *G. pallida* bepalingen, die door PPO-AGV zijn gedaan. De analyses van de stengelaaltjes is uitgevoerd door het spoelen van 1500 ml grond per analyse. Deze aaltjes zitten niet in de organische fractie zodat die niet relevant is voor stengelaaltjes. Voor de overige aaltjesanalyses is 500 ml grond gespoeld en is 100 ml organische fractie gedurende 6 weken geïncubeerd om de aaltjes uit deze fractie te lokken.

De analyses van de grondmonsters op aardappelpycysteaaltjes zijn op PPO-AGV uitgevoerd door het spoelen van 2,5 kg grond per monster. De cystinhoud van de cysten uit de gaaszakjes is vastgesteld met een loktoets.

Voor de loktoets zijn de cysten in de week gezet, fijngemalen en de inhoud op zeefjes geplaatst in buisjes met lokstof van aardappel. Vitale larven passeren deze zeefjes en worden wekelijks geteld in de lokstof waarbij de lokstof vervangen wordt door vers agens. Per herhaling van elke behandeling zijn twee zeefjes ingezet met circa 3000 larven/eieren per zeefje. Na zes weken is de loktoets beëindigd.

Per locatie zijn de grondtemperaturen op 20 cm diepte gemeten met dataloggers. In Drenthe zijn ook sensoren van SoilCares Research ingegraven voor diverse additionele metingen zoals pH, vocht, e.d. tijdens het BR-proces.

## 2.5 Statistiek

Voor de nematodentellingen zijn variantieanalyses uitgevoerd op  $^{10} \log(y+1)$  getransformeerde waarden. De gemiddelden hieruit ( $m$ ) zijn terug getransformeerd als: mediaan =  $10^m - 1$ . De terug getransformeerde gemiddelden worden ook medianen genoemd, omdat ze ongeveer gelijk zijn aan de mediaan berekend op de oorspronkelijke waarnemingen. De F-probability voor de interactie tussen de factoren wordt gepresenteerd. De medianen worden gepresenteerd met letters. Verschillen in letters betekenen significante verschillen in de bijbehorende behandelingen.



## 2.6 Perceel in Limburg met *Meloidogyne chitwoodi*

Dit perceel is besmet met het quarantaine maiswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* en is om die reden in gebruik als proefveld van PPO-AGV.

De Herbie® toepassing is uitgevoerd op een deel van het proefveld waar zeer recent peen, een goede waardplant voor *M. chitwoodi*, is geoogst. Vervolgens zijn op 16 september grondmonsters genomen voor de bepaling van de uitgangsbesmetting (Pi) uit netto's van  $3 \times 2 = 6 \text{ m}^2$  per veldje.

Op 26 september 2014 is Herbie® toegepast. De foliebanen zijn in de lengte van het proefveld gelegd waardoor ze aaneengesloten zowel de met Herbie® behandelde veldjes als de onbehandelde veldjes bedekten. Deze veldjes waren van elkaar gescheiden door grindzakken (foto 9). Ter voorkoming van wildschade is over de folie vliesdoek gelegd dat aan de randen is verankerd met grindzakken (foto 10).



Foto 9 Foliebanen in de lengte over alle behandelingen, grindzakken tussen veldjes



Foto 10 Leggen vliesdoek over folie

De nabemonstering (Pf) van de grond om het effect van de behandeling vast te stellen op de aaltjespopulatie is uitgevoerd op 15 oktober na 19 dagen BR in dezelfde netto veldjes van de Pi. De omvang van het perceel was te klein voor een tweede behandelingsperiode. De grondmonsters zijn 7-14 dagen na monsternamen door het BLGG geanalyseerd. Alle aangebrachte materialen zijn vervolgens van het perceel verwijderd.

Het proefveldschema is weergegeven in Bijlage 1.

## 2.7 Perceel in Noord-Holland

Dit perceel is geselecteerd omdat het besmet is met het quarantaine stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci*.

Op 26 september zijn grondmonsters gestoken uit netto's van  $3 \times 2 = 6 \text{ m}^2$  per veldje voor bepaling van de Pi. Op 2 oktober 2014 is Herbie® toegepast. De foliebanen zijn per veldje overdwars gelegd zodat ze geen invloed konden hebben op de behandelingen zoals inmiddels in Limburg was geconstateerd. Wel zijn alle foliebanen aaneengesloten gelegd om geen onbehandelde grond tussen de behandelingen over te houden. De folie is om het hele perceel heen met een extra baan "verankerd" (foto 11).

Op 3 oktober is 20 mm regen gevallen en op 4 oktober is de eerste zuurstofmeting verricht en was de folie nog intact. Na 5 dagen, op 7 oktober, heeft harde wind de folie beschadigd en losgerukt (foto 12).



Foto 11 Extra foliebaan om hele perceel



Foto 12 Loswaaien folie na 5 dagen

Provisorisch is 's avonds nog getracht de schade te herstellen. Op 13 oktober is alle losse folie van het proefveld verwijderd wat circa 50% van de oppervlakte betrof. Op 14 oktober is als coating papierpulp aangebracht om stuiven van de open grond te voorkómen. Alle weggewaaide folie is constant in kaart gebracht en waar mogelijk gerepareerd om overzicht te houden over de intacte veldjes. Op 23 oktober, 3 weken na toepassing van BR, is de eerste nabemonstering uitgevoerd en op 13 november, na 6 weken BR, de tweede nabemonstering van de grond. De grondmonsters zijn 1 dag na de monsternamen geanalyseerd door het BLGG. Vervolgens is alle resterende folie afgevoerd.

Het proefveldschema is weergegeven in Bijlage 2.

## 2.8 Perceel in Drenthe

De keus voor dit perceel is vanwege een besmetting met het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida*, ook een quarantaine aaltje. Daarnaast is dit veld tevens besmet met het worteltesieaaltje *Pratylenchus penetrans* en diverse *Trichodoride* aaltjessoorten. Op dit perceel worden aardappels geteeld (2010, 2012, 2014) in een rotatie van 1: 2. Voorvruchten vanaf 2010: Agria, suikerbiet, Merano, snijmaïs, Fontana. Na de oogst van de Fontana's is BR aangelegd. Er zijn per veldje zakjes met ieder 200 *G. pallida* cysten ingegraven op 15 cm diepte om het effect van BR op dit organisme vast te kunnen stellen. Een natuurlijke besmetting is meestal onregelmatig verdeeld over een perceel met één of enkele haarden, wat de proefuitvoering bemoeilijkt. Op dit perceel zijn, nadat bleek dat ook onbehandelde veldjes aangelegd mochten worden, deze aansluitend op het geplande perceel aangelegd. Op 2 oktober zijn grondmonsters gestoken voor bepaling van de Pi. Op 10 oktober 2014 is Herbie® toegepast.

De foliebanen zijn ook op dit perceel weer per veldje overdwars gelegd zodat ze geen invloed konden hebben op de behandelingen zoals inmiddels in Limburg was geconstateerd. Bovendien zijn alle 7 foliebanen per veldje aaneengesloten gelegd met een strookje onbehandelde grond tussen alle afzonderlijke veldjes zodat bij windschade niet het hele perceel wordt beschadigd. De folie is bovendien om het hele perceel heen met een extra baan "verankerd", waarna met een watertank ook nog de buitenrand van water is voorzien (foto 13). Een plantaardige coating als mogelijk alternatief voor de folie is in de tweede foliebaan van de voorste veldjes toegepast (foto 14). De pallets dienden de folie op de grond te houden.



Foto 13 Afzonderlijke veldjes met folie, randen verankerd met water



Foto 14 Locatie twee plantaardige coatings

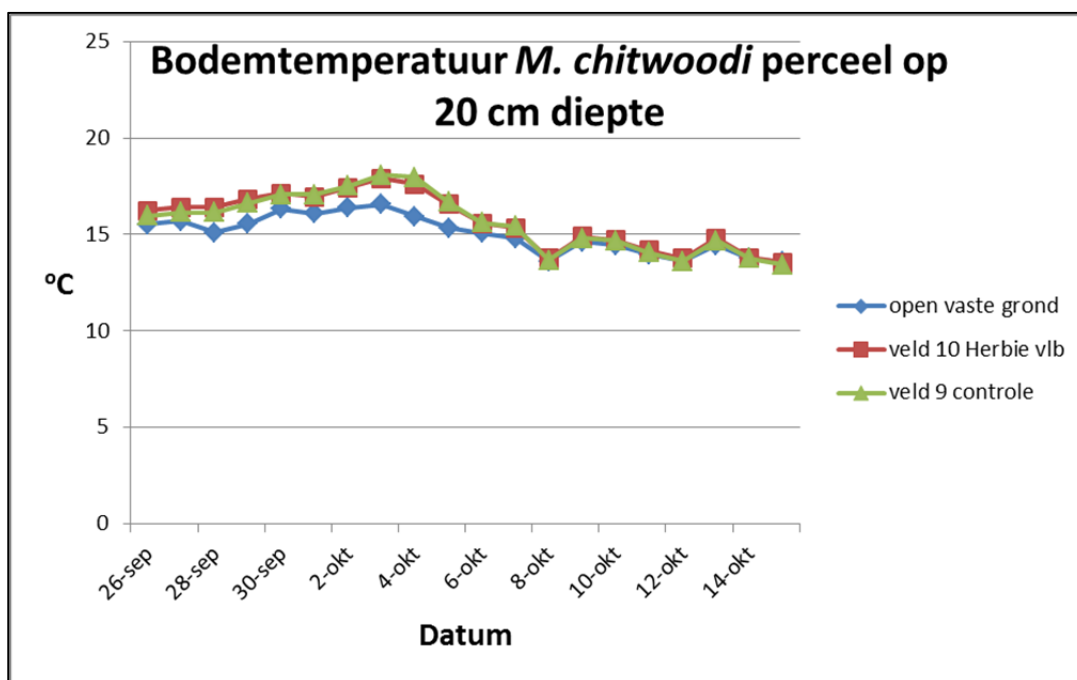
Op dit perceel is de folie 4 weken intact gebleven, hoewel talloze vogelgaten tussentijds zijn dicht geplakt met tape met als doel de zuurstofarme omstandigheden onder de folie intact te houden. Daarna zijn de middelste 3 foliebanen, inclusief de middelste baan, waar alle waarnemingen in de grond zijn gedaan, per veldje intact gehouden tot het einde van de proef. Op 6 november, na 4 weken BR, en op 4 december, na 8 weken BR, zijn grondmonsters gestoken voor bepaling van de eindbesmetting (Pf) na BR. De monsters voor het BLGG zijn 7-14 dagen na monsternamen geanalyseerd. Omdat de grondtemperatuur in deze periode sterk daalde is gekozen voor langere behandel tijden (4 en 8 weken) dan op het perceel in Noord-Holland (3 en 6 weken). Op 4 december is alle folie van het perceel verwijderd. Het proefveldschema is weergegeven in Bijlage 3.

## 3 Resultaten en discussie

### 3.1 Perceel in Limburg met *Meloidogyne chitwoodi*

#### 3.1.1 Temperatuurmetingen

De temperaturen van de grond onder folie gedurende BR in veld 10 met vloeibare Herbie® en veld 9 zonder Herbie® staan vermeld in de grafiek 1. Als controle zonder afdekking is de grondtemperatuur in de vaste grond naast het BR-perceel gemeten.

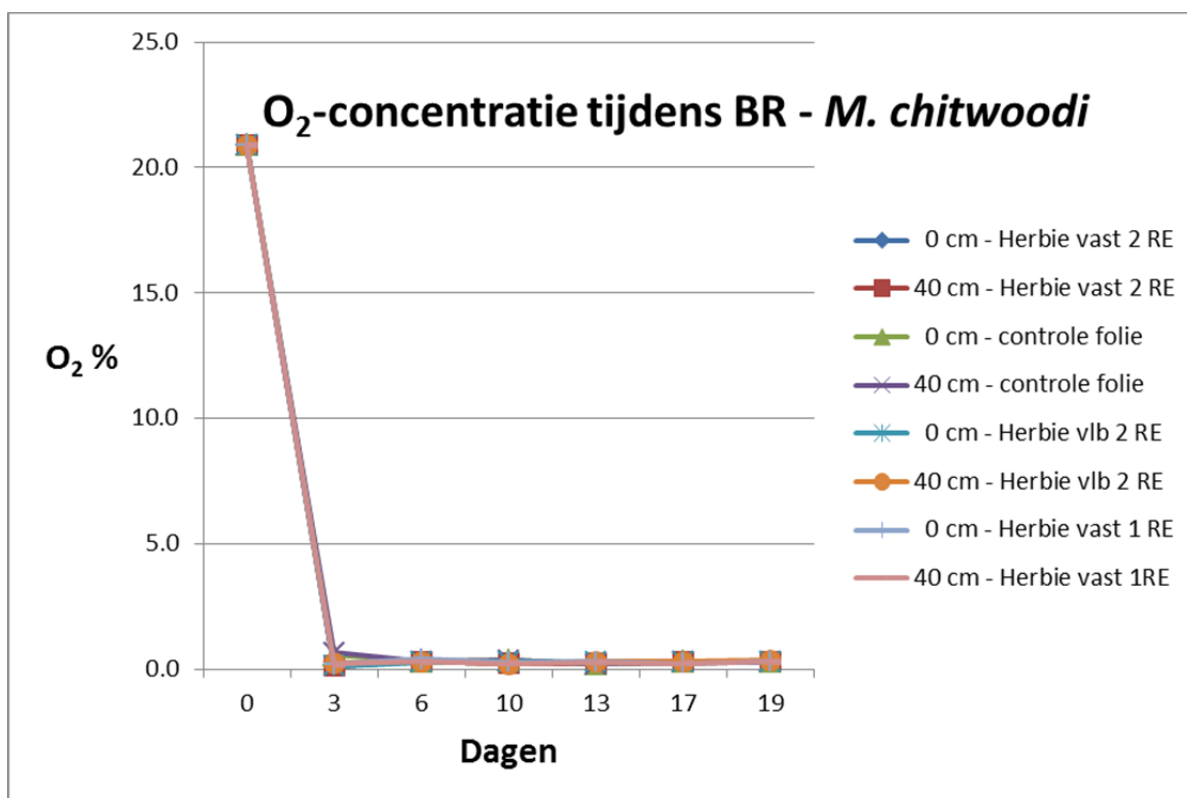


Grafiek 1 Gemiddelde etmaaltemperatuur van de grond tijdens BR onder folie en controle in open grond

Uit grafiek 1 blijkt dat tijdens de BR periode van 26 september tot 15 oktober de temperatuur onder de folie de eerste negen dagen minimaal 16°C is geweest. Daarna zakte de temperatuur geleidelijk tot circa 13°C. Er zijn geen verschillen tussen de veldjes onder folie zodat er geen producteffect op de temperatuur is waargenomen. De temperatuur onder de folie met vliesdoek is alleen de eerste 14 dagen iets hoger dan in de open grond. Door het vliesdoek wordt kennelijk rechtstreekse instraling door de folie heen verhinderd waardoor de temperatuur nauwelijks verschilt van de temperatuur in de open grond. De gewenste gemiddelde temperatuur van minimaal 16°C is niet gedurende de hele behandelperiode behaald omdat BR laat in het seizoen is toegepast en door het vliesdoek geen winst werd behaald ten opzichte van open grond.

#### 3.1.2 Zuurstofmetingen

In grafiek 2 staat de zuurstofconcentratie vermeld tijdens BR, gemeten onder de folie (0 cm) en op 40 cm diepte. De meetwaarden op 10 en 20 cm diepte verschilden niet van deze waarden en zijn om die reden niet vermeld. De resultaten van alle behandelingen onder folie zijn weergegeven. De startconcentratie is de meting van de buitenlucht, die constant 20,9% O<sub>2</sub> bedraagt.



Grafiek 2. Zuurstofgehalte op 0 en 40 cm diepte tijdens BR

Uit grafiek 2 blijkt dat het zuurstofgehalte zeer snel daalt en bij de meting na 3 dagen al <1% is in de hele grondlaag tot op 40 cm diepte. Dit geldt voor alle behandelingen, dus ook bij alleen folieafdekking. De zuurstofconsumptie in de grond onder de folie is door de toegepaste Herbie-producten zo groot dat dit gas ook uit de onbehandelde veldjes wordt weggezogen. Uit de aaltjesresultaten zal blijken of dit fenomeen ook effect heeft gehad op het ontsmettingsresultaat.

### 3.1.3 Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes

#### ***Meloidogyne chitwoodi***

Het effect van drie weken BR op *M. chitwoodi* staat vermeld in tabel 1. De beginbesmetting (Pi) en het sterftepercentage zijn weergegeven.

Tabel 1. Gemiddeld effect van drie weken Bodem Resetten op wortelknobbelaaltjes *M. chitwoodi*

<i>M. chitwoodi</i>	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vaste Herbie	447	a	96.4	ab
2 RE vaste Herbie	192	a	95.7	a
2 RE vloeibare Herbie	268	a	99.4	b
Onb + folie	217	a	95.8	a
Lsd	-		3.1	
F pr.	n.s.		<0.10	

Uit tabel 1 blijkt dat ook zonder toepassing van Herbie® een sterfte van > 95% is bereikt onder de folie. De onbehandelde veldjes zijn beïnvloed door de naastgelegen behandelde veldjes waardoor ze niet als zuiver onbehandeld kunnen worden beschouwd omdat ze ook gedurende 3 weken < 1% O<sub>2</sub> bevatten. Alleen



de vloeibare Herbie® heeft een significant toegevoegde waarde op de sterfte ten opzichte van onbehandeld. Alle resultaten zijn inclusief de natuurlijke sterfte van dit aaltje gedurende drie weken onder genoemde temperatuursomstandigheden.

De resultaten hebben betrekking op de aaltjes in de spoelfractie. Als de incubatiefraction wordt meegenomen zijn de resultaten in grote lijnen vergelijkbaar. Een uitbijter in de organische fractie van één van de herhalingen van de behandeling met vloeibare Herbie® gaf een afwijkend negatief resultaat. Een dergelijke complicatie kan zich voordoen als er nog dikke resten peen in de grond aanwezig zijn tijdens de toepassing van BR. De wortelknobbelaaltjes in deze wortels zijn moeilijker te doden dan die vrij in de grond aanwezig zijn. Zorgvuldige verwijdering van de voorvrucht is daarom van groot belang.

### ***Pratylenchus spp.***

Tabel 2 vermeldt de resultaten van BR tegen *Pratylenchus* spp. De aanwezige soorten waren hoofdzakelijk *P. crenatus* en een spoor van *P. neglectus*. Er was geen *P. penetrans* in dit proefveld aanwezig. De resultaten betreffen de totale analyse van de spoelfractie en 6 weken incubatie van de organische fractie.

Tabel 2. Gemiddeld effect van drie weken Bodem Resetten op wortellesieaaltjes *Pratylenchus* spp.

<i>Pratylenchus</i> spp.	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vaste Herbie	1104	a	82.8	b
2 RE vaste Herbie	645	a	89.6	b
2 RE vloeibare Herbie	952	a	92.5	b
Onb + folie	763	a	31.3	a
Lsd	-		42.7	
F pr.	n.s.		<0.10	

Uit tabel 2 blijkt dat de sterfte onder de folie, zonder product, in onbehandeld ruim 30% is. Dit is een effect van zowel de natuurlijke sterfte als de afdekking met folie en de lage zuurstofwaarden in deze veldjes. Alle Herbie® toepassingen hebben een significant additioneel effect gehad, dat dus is toe te schrijven aan het product.

In Bijlage 4 zijn de resultaten opgenomen van het effect van BR op *Tylenchorynchus* spp en overige aaltjes. De resultaten komen in grote lijnen overeen met de resultaten tegen *M. chitwoodi* en *Pratylenchus* spp.

### 3.1.4 Effect Bodem Resetten op nutriënten

De grondsoort op dit proefveld is dekzand, dat bestaat uit 88% zand, 6% silt en < 1% lutum. De pH is circa 5.6 en het percentage organische stof 3,9-4,8%.

De analyses van de nutriënten staan vermeld in bijlage 5. Na BR zijn een aantal nutriënten verhoogd aanwezig, deze zijn met geel gemarkeerd. Het betreft de voor de plant beschikbare kalium (K), natrium (Na) en de voor de plant beschikbare spoorelementen koper (Cu), mangaan (Mn) en Cobalt (Co). Sommige waarden overschrijden de door BGG aangegeven streeftrajecten. De effecten op de onbehandelde veldjes zijn mogelijk toe te schrijven aan het feit dat deze ook zuurstofarm zijn geweest gedurende de hele behandelperiode van drie weken. Deze effecten op voedingselementen (nutriënten) verdienen de aandacht zodat ze voor de nateelt geen nadelige gevolgen zullen hebben. Bij een praktijktoepassing van BR hangt het van de grondsoort, de gekozen formulering en de toegepaste dosering van Herbie® af hoe sterk de invloed zal zijn op de beschikbare nutriënten. Het effect op de nateelt kan afhangen van het gekozen gewas.

### 3.1.5 Onkruidwaarneming

Additioneel is op 20 april 2015 de onkruidbezetting (muur, straatgras, raaigras) in de diverse behandelde veldjes waargenomen. Dit is geen onderdeel van dit project maar voor telers zeer relevant. Foto 15 (Thatchtec) toont het gehele perceel waarbij opviel dat in de onbehandelde veldjes, ondanks de

zuurstofarme omstandigheden gedurende 3 weken, er toch veel onkruid groeide en in de met Herbie® behandelde veldjes significant minder. De resultaten staan vermeld in Bijlage 11.

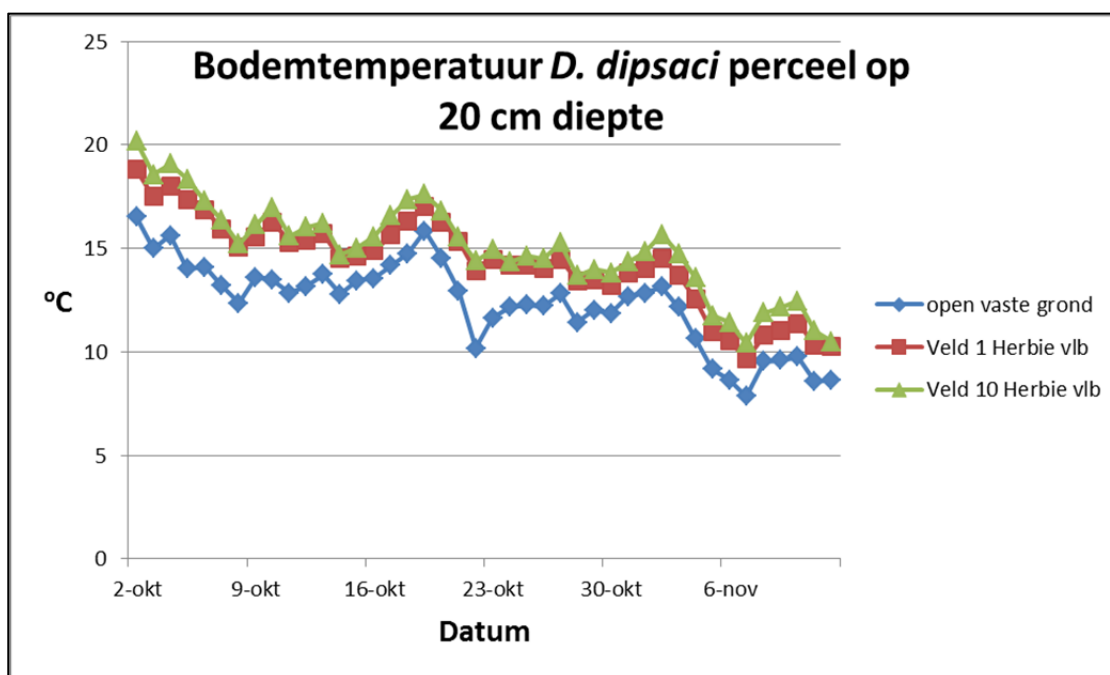


Foto 15 Verschillen in onkruidbezetting van M. chitwoodi perceel in Limburg na 3 weken BR en 6 maanden open grond

## 3.2 Perceel in Noord-Holland met *Ditylenchus dipsaci*

### 3.2.1 Temperatuurmetingen

De temperaturen van de grond onder folie gedurende BR, gemeten in veld 1 en 10 met vloeibare Herbie®, staan vermeld in de grafiek 3. Als controle zonder afdekking is de grondtemperatuur in de vaste grond naast het BR-perceel gemeten.



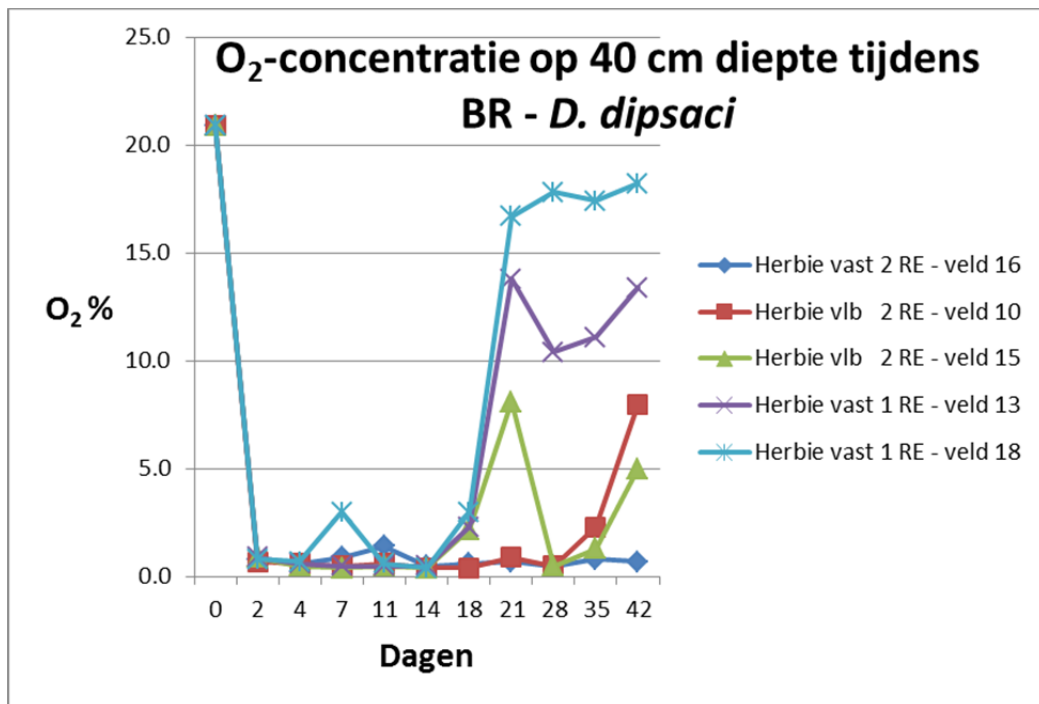
Grafiek 3 Gemiddelde etmaaltemperatuur van de grond tijdens BR onder folie en controle in open grond

Uit grafiek 3 blijkt dat tijdens de BR periode van 2 oktober tot 13 november de temperatuur onder de folie in de gespitte, met Herbie® behandelde grond, steeds circa 3 graden hoger is dan in de open vaste grond. Door instraling door de folie heen wordt deze temperatuurwinst geboekt, die in Limburg niet mogelijk was vanwege afdekking van de folie met vliesdoek. Onder de folie wordt de gewenste gemiddelde temperatuur van minimaal 16°C tot 20 oktober nog regelmatig behaald. Daarna zakt de temperatuur continu daaronder en na 3 november is de temperatuur van de grond zo laag dat er geen effect van BR meer kan worden verwacht.

### 3.2.2 Zuurstofmetingen

In grafiek 4 staat de zuurstofconcentratie vermeld tijdens BR, gemeten op 40 cm diepte. De startconcentratie is de meting van de buitenlucht, die constant 20,9% O<sub>2</sub> bedraagt. De resultaten van slechts vijf gemeten veldjes zijn weergegeven omdat in de andere vier veldjes de folie was weggewaaid.





Grafiek 4. Zuurstofgehalte op 40 cm diepte tijdens BR

Uit grafiek 4 blijkt dat het zuurstofgehalte zeer snel daalt en bij de eerste meting na 2 dagen al <1% is in de hele grondlaag tot op 40 cm diepte. De resultaten zijn sterk beïnvloed door het voortdurend wegwaaien van de folie en de tussentijdse reparaties daarvan. Veld 10 is het enige veld dat continu onder folie heeft gelegen. In dit veldje blijft de zuurstofwaarde 28 dagen <1% en loopt vervolgens weer op. Dit is een bekend verschijnsel dat uiteindelijk zuurstof vanuit de open grond naast de behandelde veldjes wordt aangezogen waardoor het effect van BR afneemt. Bij een benodigde behandeltijd van circa 3 weken BR is dit niet aan de orde mits er voldoende product is ingewerkt. Pieken, gevolgd door dalen < 1% O<sub>2</sub> in de overige veldjes wijzen op succesvolle reparatie van losgewaaide folie. Vier van de vijf veldjes zijn 14 dagen intact gebleven. Een vergelijking van de resultaten tegen stengelaaltjes tussen de diverse behandelingen zal waarschijnlijk niet mogelijk zijn door de folieproblemen.

### 3.2.3 Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes

#### ***Ditylenchus dipsaci***

Het effect van drie en zes weken BR op *D. dipsaci* staat vermeld in tabel 3. De beginbesmetting (Pi) en het sterftepercentage zijn weergegeven.

Tabel 3. Gemiddeld effect van drie en zes weken Bodem Resetten op stengelaaltjes *Ditylenchus dipsaci*

<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Pi/1500 ml		% sterfte	
1 RE vaste Herbie - 3 wk	101	a	81.2	a
1 RE vaste Herbie - 6 wk	118	a	94.6	a
2 RE vaste Herbie - 3 wk	91	a	94.2	a
2 RE vaste Herbie - 6 wk	95	a	89.7	a
2 RE vloeibare Herbie - 3 wk	128	a	87.1	a
2 RE vloeibare Herbie - 6 wk	116	a	87.9	a
Lsd	-		14.7	
F pr.	n.s.		n.s.	

Uit tabel 3 blijkt dat het effect van BR op de stengelaaltjes minimaal 80% is geweest. Deze sterfte is inclusief de natuurlijke sterfte in die periode. Omdat er geen onbehandelde controle in deze proef was kan niet worden vastgesteld wat de bijdrage van BR op de sterfte is geweest. Er zijn geen significante verschillen tussen de diverse behandelingen gemeten. De overeenkomst tussen alle behandelingen is dat ze de eerste 5 dagen onder folie hebben gelegen en daarna gedeeltelijk open lagen door weggewaide folie. Dat is in de resultaten niet te herleiden. Daarom is het ook mogelijk dat de natuurlijke sterfte grotendeels voor dit resultaat heeft gezorgd. Het enige harde gegeven uit dit proefveld is dat het aantal stengelaaltjes met minimaal 80% is afgenomen in 3 weken tijd.

In Bijlage 6 zijn de resultaten opgenomen van het effect van BR op overige aaltjes. De resultaten zijn niet te herleiden naar de behandelingen. Bij overige aaltjes is vaak een explosie van een bepaalde aaltjessoort verantwoordelijk voor dit soort uitslagen.

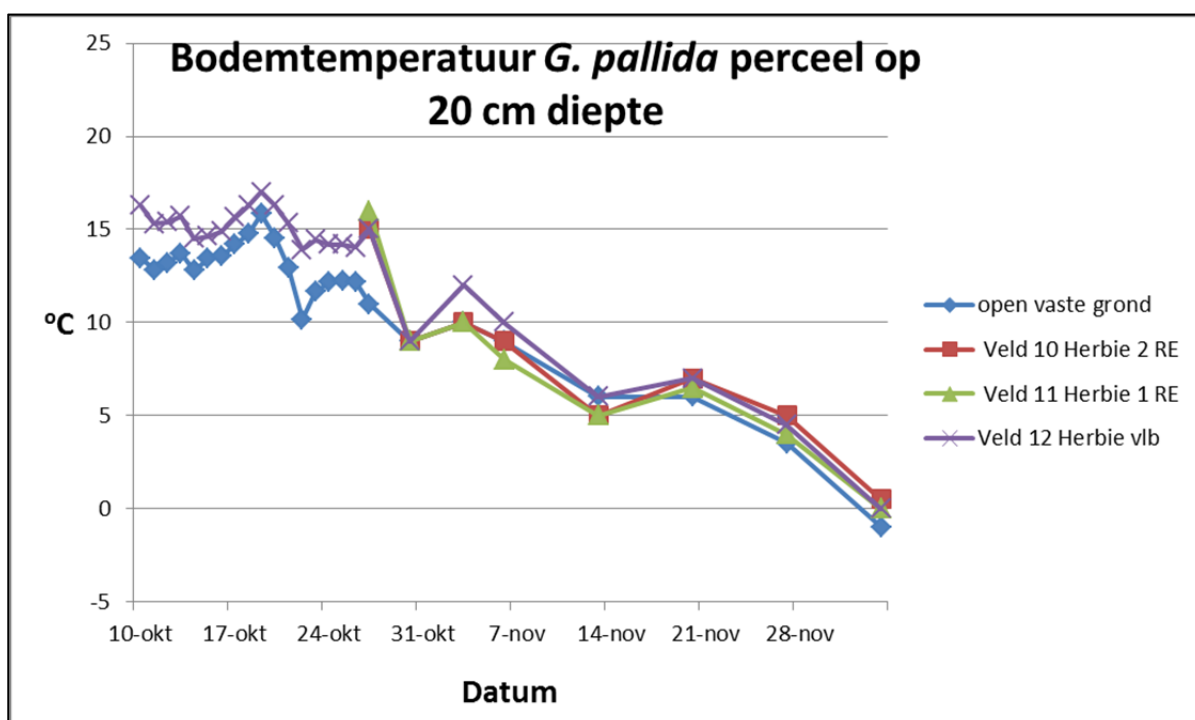
Het perceel in Noord-Holland bestaat uit duinzand met gemiddeld < 1% lutum, 2% silt en 94% zand. De pH is circa 6.1 en het organische stof gehalte 1,6%.

De analyses van de nutriënten staan vermeld in bijlage 7. Het effect op de nutriënten in dit duinzand is in vergelijking met de dekzandresultaten in Limburg opvallend minder. In duinzand wordt alleen een klein effect op het sporelement mangaan (Mn) waargenomen en de waarden zijn veel lager dan die in dekzand van Limburg en blijven ruimschoots binnen het streeftraject. Mogelijk is het effect van BR grondsoort gerelateerd maar de mate van het effect kan zijn beïnvloed door de weggewaide folie. Bij adviezen voor telers moet het effect van BR op nutriënten worden meegenomen om problemen met de nateelt te voorkomen.

### 3.3 Perceel in Drenthe met *Globodera pallida*

#### 3.3.1 Temperatuurmetingen

De temperaturen van de grond onder folie gedurende BR in veld 10, 11 en 12 met diverse Herbie® toepassingen staan vermeld in de grafiek 5. Als controle zonder afdekking is de grondtemperatuur in de vaste grond naast het BR-perceel gemeten. Omdat op 23 oktober de datalogger is gestolen op dit perceel en er nog geen waarden waren uitgelezen, zijn de meetwaarden van Noord-Holland tot die datum gebruikt. Dit was verantwoord omdat de prikthermometers bij de eerste meting dezelfde waarden aangaven als de metingen van de datalogger in Noord-Holland. Daarna zijn de vaste prikthermometers gebruikt om de grondtemperaturen te meten in het perceel zodat de werkelijke waarden vanaf die datum gelden.

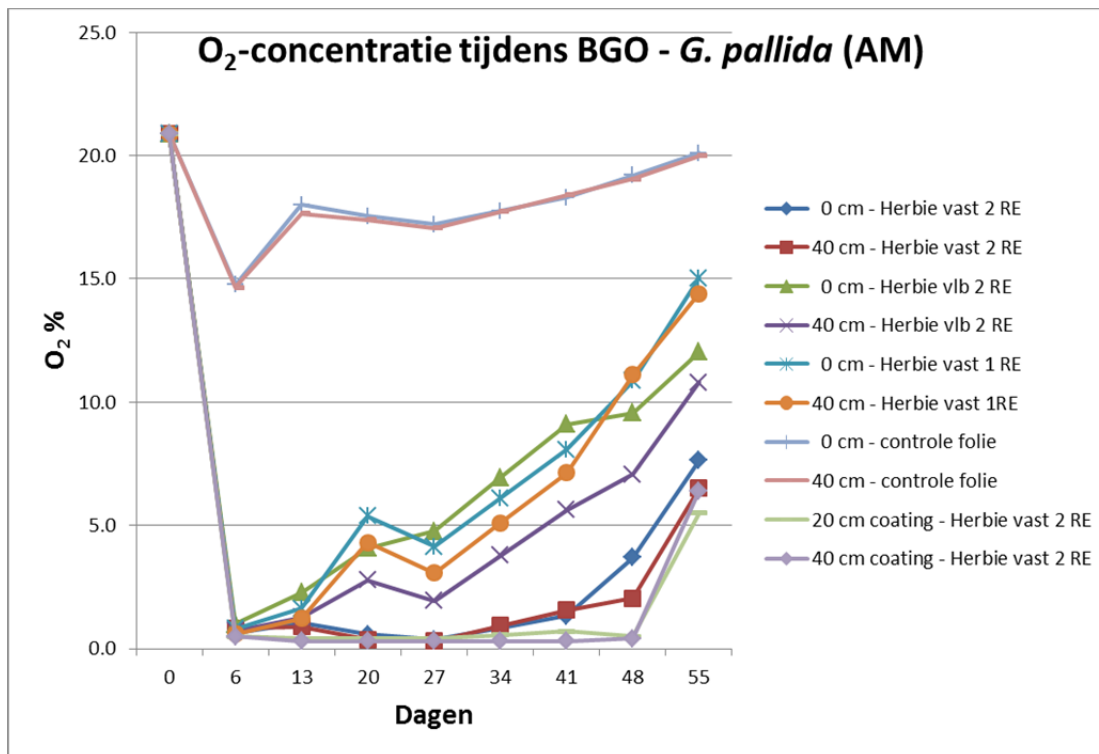


Grafiek 5 Gemiddelde etmaaltemperatuur van de grond tijdens BR onder folie en controle in open grond

Uit grafiek 5 blijkt dat op dit perceel de gewenste bodemtemperatuur van 16°C alleen in de eerste 14 dagen nog regelmatig wordt bereikt. Vanaf 31 oktober is de grondtemperatuur dermate laag dat er geen effect meer van het BR kan worden verwacht. Op 4 december was de temperatuur in de open vaste grond zelfs gezakt tot onder nul.

#### 3.3.2 Zuurstofmetingen

In grafiek 6 staat de zuurstofconcentratie vermeld tijdens BR, gemeten op 0 en 40 cm diepte onder de folie. De startconcentratie is de meting van de buitenlucht, die constant 20,9% O<sub>2</sub> bedraagt. De gemiddelde resultaten van alle behandelingen in drievoud zijn weergegeven. Daarnaast zijn de metingen op 20 en 40 cm diepte onder een alternatieve coating vermeld. Dit betreft metingen van één enkel veldje omdat het andere veldje met coating door overvloedige regenval was ondergelopen, een dag na toepassing.



Grafiek 6. Gemiddelde zuurstofgehalten tijdens BR onder folie en onder een alternatieve coating

Uit grafiek 6 blijkt dat het zuurstofgehalte evenals in de andere percelen zeer snel daalt. De grafiek toont de meetwaarden per week maar al na 3 dagen is de zuurstofconcentratie in alle behandelingen met Herbie® onder folie en onder de alternatieve coating gedaald naar <1% onder de hele grondlaag tot op 40 cm diepte. Onder de alternatieve coating wordt deze waarde gedurende 7 weken gehandhaafd. Bij de veldjes met vaste Herbie® in een dosering van 2 RE is deze lage zuurstofwaarde de eerste 28 dagen ook nog intact en loopt daarna langzaam op. De beide andere behandelingen (vlb 2RE en Vast 1RE) blijven 10 dagen < 1% O<sub>2</sub>, daarna lopen de waarden op, het snelst bij de dosering van 1RE. De zuurstofwaarden van de controle behandeling, zonder product maar onder folie, daalden gemiddeld hooguit tot 15% waarna de zuurstofconcentratie weer toenam.

### 3.3.3 Effect Bodem Resetten op schadelijke aaltjes

#### ***Globodera pallida***

Het effect van vier en acht weken BR op *G. pallida* (AM) staat vermeld in tabel 4a en 4b. De beginbesmetting (Pi) en het sterftepercentage van het effect van bodemresetten op de ingegraven cysten zijn weergegeven. De veldbesmetting met AM staat vermeld in bijlage 8. Daaruit valt af te leiden dat de besmetting van de cysten over het perceel zeer onregelmatig is verspreid en het aantal levende larven in de cysten ook zeer wisselend, wat betekent dat de samenstelling van de besmetting van diverse vermeerderingsjaren (aardappelteelten) afkomstig zal zijn. Deze veldbesmetting is om genoemde redenen dan ook niet geschikt om een methodiek te testen. Omdat dit een bekend verschijnsel is van een AM-besmetting is additioneel een bekende besmetting met cysten per veldje aangebracht om verschillen tussen behandelingen te kunnen vaststellen.

Tabel 4 a. Gemiddeld effect van de behandeltijd van vier en acht weken Bodem Resetten op larven/eieren (le) van aardappelpycysteaaltjes *Globodera pallida*

<b><i>G. pallida</i> - behandeltijd</b>	Pi (le op zeef)		% sterfte	
1 mnd	3107	a	30.5	a
2 mnd	3083	a	41.3	a
Lsd	-		22.5	
F pr.	n.s.		n.s.	

Tabel 4 b Gemiddeld effect van de behandelingen van Bodem Resetten op larven/eieren (le) van aardappelpycysteaaltjes *Globodera pallida*

<b><i>G. pallida</i></b>	Pi (le op zeef)		% sterfte	
1 RE vaste Herbie	3315	a	9.8	a
2 RE vaste Herbie	3051	a	61.4	b
2 RE vloeibare Herbie	3073	a	68.3	b
controle	2950	a	3.9	a
Lsd	-		31.8	
F pr.	n.s.		<0.001	

Uit tabel 4 a blijkt dat er geen significant verschil is tussen de beide behandeltijden van vier en acht weken op de sterfte van het aantal larven uit de cysten. Om die reden zijn de beide behandeltijden per behandeling samengevoegd in tabel 4b. Uit tabel 4 b blijkt dat de laagste dosering van 1 RE niet significant verschilt in resultaat ten opzichte van de controle zonder product maar met folie. Bij de doseringen van 2 RE is het effect op de sterfte minimaal 60%. Dit resultaat is slechter dan de resultaten die in containerproeven zijn behaald bij 20°C waar een doding van > 99,5% van *G. pallida* is gerealiseerd met een dosering van 4 gram ruw eiwit per liter grond (4 RE), ongeacht de grondsoort (Runia e.a., 2014). Onvoldoende temperatuur tijdens dit onderzoek is waarschijnlijk de hoofdzaak van de tegenvallende resultaten omdat in eerder onderzoek is gebleken dat bij een continue temperatuur van 16°C en een dosering van 2 RE in dekzand > 90% doding tegen AM werd verkregen. In hetzelfde onderzoek bleek bij 8°C het BR-proces niet goed te verlopen, wat kon worden afgelezen aan de gasmetingen (Runia e.a., 2012).

### ***Pratylenchus spp.***

Het effect van vier en acht weken BR op het totaal aantal *Pratylenchus* aaltjes staat vermeld in tabel 5. De beginbesmetting (Pi) en het sterftepercentage zijn weergegeven. De wortellesieaaltjes bestonden voornamelijk uit de soorten *P. penetrans* en *P. crenatus* waarbij opviel dat of de ene soort of de andere soort overvloedig aanwezig was. Daarnaast was een beperkt aantal *P. neglectus* aanwezig en sporadisch *P. thornei*.

Tabel 5. Gemiddeld effect van vier en acht weken Bodem Resetten op wortellesieaaltjes *Pratylenchus* spp.

<b><i>Pratylenchus</i> spp.</b>	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vaste Herbie - 1 mnd	4260	ab	5.5	a
1 RE vaste Herbie - 2 mnd	3453	ab	-2.1	a
2 RE vaste Herbie - 1 mnd	5633	b	6.8	a
2 RE vaste Herbie - 2 mnd	5750	b	18.7	ab
2 RE vloeibare Herbie - 1 mnd	3903	ab	69.6	c
2 RE vloeibare Herbie - 2 mnd	3737	ab	59.9	bc
Controle 2 mnd	3074	a	19.4	ab
Lsd	-		48.6	
F pr.	n.s.		<0.05	

Uit tabel 5 blijkt dat alleen de vloeibare Herbie® na 1 maand BR met circa 70% sterfte significant verschilt van de controle behandeling met alleen folie afdekking. De overige behandelingen zijn niet betrouwbaar verschillend van de controle. De te lage temperatuur zal ook dit resultaat negatief hebben beïnvloed.

### ***Trichodoridae***

Het effect van vier en acht weken BR op *Trichodoridae* staat vermeld in tabel 6. De beginbesmetting (Pi) en het sterftepercentage zijn weergegeven. Het betrof in hoofdzaak de Trichodoride soorten: *Paratrichodorus pachydermus*, *Trichodorus similis* en *T. primitivus*. Daarnaast waren beperkt aanwezig: *Paratrichodorus nanus* en *P. teres*.

Tabel 6. Gemiddeld effect van vier en acht weken Bodem Resetten op *Trichodoridae*

<b><i>Trichodoridae</i></b>	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vast - 1 mnd	186	ab	58.7	bc
1 RE vast - 2 mnd	103	ab	61.44	bc
2 RE vast - 1 mnd	263	b	33.5	ab
2 RE vast - 2 mnd	99	ab	60.9	bc
2 RE vlb - 1 mnd	188	ab	82.2	c
2 RE vlb - 2 mnd	230	ab	77.73	c
Controle 2 mnd	39	a	1.24	a
Lsd	-		41.73	
F pr.	n.s.		<0.05	

Uit tabel 6 blijkt dat de vloeibare Herbie® BR met een sterfte van circa 80% significant beter is dan de controle behandeling met alleen folie afdekking. Drie van de vier overige behandelingen zijn ook betrouwbaar effectiever dan de controle. De sterfte is tegen *Trichodoridae* hoger dan tegen *Pratylenchus* spp. Een verklaring kan zijn dat deze migratoire Trichodoride aaltjes zich vrij in de grond bewegen en alleen de wortels aanprikken voor voeding. Dit in tegenstelling tot *Pratylenchus* en *Meloidogyne* soorten die in bepaalde stadia van hun levenswijze in de wortels kunnen zitten (sedentair) wat de doding bemoeilijkt.

### ***Meloidogyne* spp. en overige aaltjes**

In Bijlage 9 zijn de resultaten opgenomen van het effect van BR op de aanwezige *Meloidogyne* soorten en op het aantal overige aaltjes. De wortelknobbelaaltjes bestonden uit de soorten *M. chitwoodi* en *M. hapla*. Er is geen statistisch significant verschil in sterfte tussen de diverse behandelingen. Een te lage grondtemperatuur tijdens de proef wordt als hoofdoorzaak gezien.

### 3.3.4 Effect Bodem Resetten op nutriënten

Het perceel in Drenthe bestaat uit dekzand met gemiddeld 1% lutum, 8% silt en 87% zand. De pH is gemiddeld 5.2 en het organische stof gehalte 3%.

De analyses van de nutriënten staan vermeld in bijlage 10. Na BR zijn een aantal nutriënten verhoogd aanwezig, deze zijn met geel gemarkeerd. Het betreft de voor de plant beschikbare kalium (K), natrium (Na) en de voor de plant beschikbare sporelementen mangaan (Mn) en Cobalt (Co). De effecten zijn sterker na een toepassing van 2 RE dan na 1 RE. Verhoging van waarden behoeft uit teelttechnisch oogpunt geen probleem te zijn mits de streefwaarden niet worden overschreden. De mangaanwaarden overschrijden, zelfs na vier weken 1 RE de door BGG aangegeven maximale streefwaarden door een verdubbeling van de uitgangssituatie vóór de grondontsmetting. Na een toepassing van 2 RE is de overschrijding echter nog veel sterker en is een viervoud of meer. Het voor de plant beschikbare mangaan kan na BR weer vastgelegd worden in de grond zodat de effecten tijdelijk zijn. Hoeveel tijd hiervoor nodig is hangt af van de toegepaste Herbie® dosering, de grondsoort en de gevoeligheid van het volggewas voor Mn-schade en is een punt van aandacht.

### 3.3.5 Onkruidwaarneming

Na 8 weken BR is de folie verwijderd en bleek de behandeling met vloeibare Herbie® onkruidvrij te zijn (foto 16) en in de controlebehandeling met alleen folie afdekking veel muur te groeien (foto 17).



Foto 16 Geen onkruid na 8 weken BR met vloeibare Herbie®



Foto 17 Onkruidgroei in controle veld na 8 weken folie zonder Herbie®

## 4 Conclusie

### 4.1 BR effect tegen *Meloidogyne chitwoodi* en andere schadelijke aaltjes

De gewenste gemiddelde temperatuur van minimaal 16°C is niet gedurende de hele behandelperiode van drie weken behaald, maar slechts negen dagen, door afdekking van de folie met vliesdoek. Het zuurstofgehalte is vanaf de meting na 3 dagen bodem resetten (BR) al <1% in de hele grondlaag tot op 40 cm diepte en blijft gedurende drie weken op dit niveau. Dit geldt voor alle behandelingen, dus ook bij alleen folieafdekking. De sterfte van *M. chitwoodi* in de grond onder folie, al dan niet met ingewerkte Herbie® is > 95%. Resten peen van het recent geoogste gewas kunnen in de incubatiefractie van het grondmonster het ontsmettingsresultaat negatief beïnvloeden.

De sterfte van *Pratylenchus* spp. is onder de folie, zonder product maar met lage zuurstofwaarden, ruim 30% en met ingewerkte Herbie® > 80%. Alleen het gebrek aan zuurstof is niet voldoende geweest om deze veldbesmetting te elimineren.

### 4.2 BR effect tegen *Ditylenchus dipsaci*

Het aantal stengelaaltjes is met minimaal 80% afgenomen na drie weken behandel tijd met Herbie®. De sterfte betreft zowel de natuurlijke sterfte in die periode als de toepassing van Herbie® en kan niet worden onderscheiden vanwege het ontbreken van een controlebehandeling en het wegwaaien van de folie waardoor vele herhalingen van de behandelingen wegvielen. De folie was de eerste vijf dagen intact en de grondtemperatuur onder de folie bleef toen boven de gewenste temperatuur van 16°C.

### 4.3 BR effect tegen *Globodera pallida* en andere schadelijke aaltjes

De gewenste bodemtemperatuur van 16°C is alleen in de eerste 14 dagen nog regelmatig bereikt. Daarom is het niet verwonderlijk dat er geen significant verschil is tussen de beide behandel tijden van vier en acht weken op de sterfte van het aantal larven uit de cysten van *Globodera pallida*. Alleen bij de toepassingen met 2 RE Herbie® wordt nog een effect bereikt van minimaal 60% sterfte terwijl 1 RE zich niet onderscheidt van de controle zonder product. Onvoldoende temperatuur tijdens dit onderzoek is de hoofdzaak van de tegenvallende resultaten. Een BR toepassing dient in de late zomer of het vroege najaar te worden toegepast voor een goed ontsmettingsresultaat. De vloeibare Herbie® was tegen *Pratylenchus* aaltjes het meest effectief.

Een alternatieve plantaardige coating heeft zeven weken als zuurstofbarrière gefunctioneerd. Doorontwikkeling van dit type coatings verdient de aandacht gezien de problemen met folie.

### 4.4 BR effect op nutriënten

Met name op de dekzand gronden zijn bepaalde hoofd- en spoorelementen na BR verhoogd aanwezig. Het betreft kalium (K), natrium (Na), mangaan (Mn), koper (Cu) en cobalt (Co). Vooral het spoorelement mangaan kan de maximale streefwaarde van het BLGG voor voedingselementen overtreffen. Analyse van de grond na BR en eventuele aanpassing in de bemesting is een vereiste voordat een volggewas wordt gezaaid of geplant. Voor hoge mangaan waarden kan het nodig zijn een wachttijd in acht te nemen zodat de grond het voor de plant beschikbare mangaan kan vastleggen totdat dit element tot een voor de plant acceptabel niveau is gedaald.



## 4.5 BR effect op onkruiden

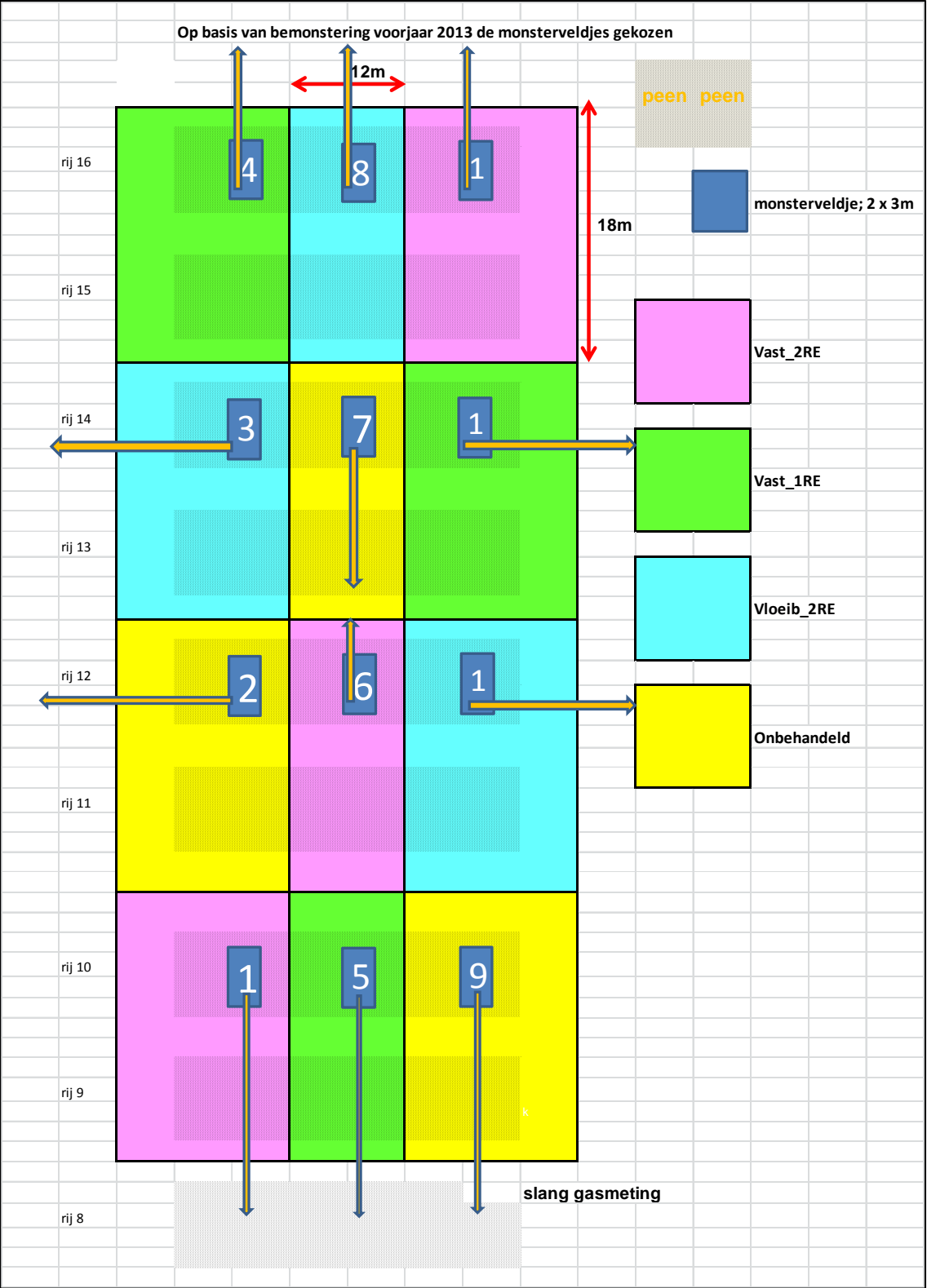
In Drenthe was de onkruidbezetting direct na BR geheel afwezig in de met Herbie® behandelde veldjes terwijl in de controleveldjes volop muur groeide. In Limburg is na 6 maanden op het perceel de onkruiddruk in de met Herbie® behandelde veldjes nog steeds significant lager dan in de controleveldjes. Door folieproblemen konden in Noord-Holland geen vergelijkende waarnemingen gedaan worden aan de onkruiddruk.

## Literatuur

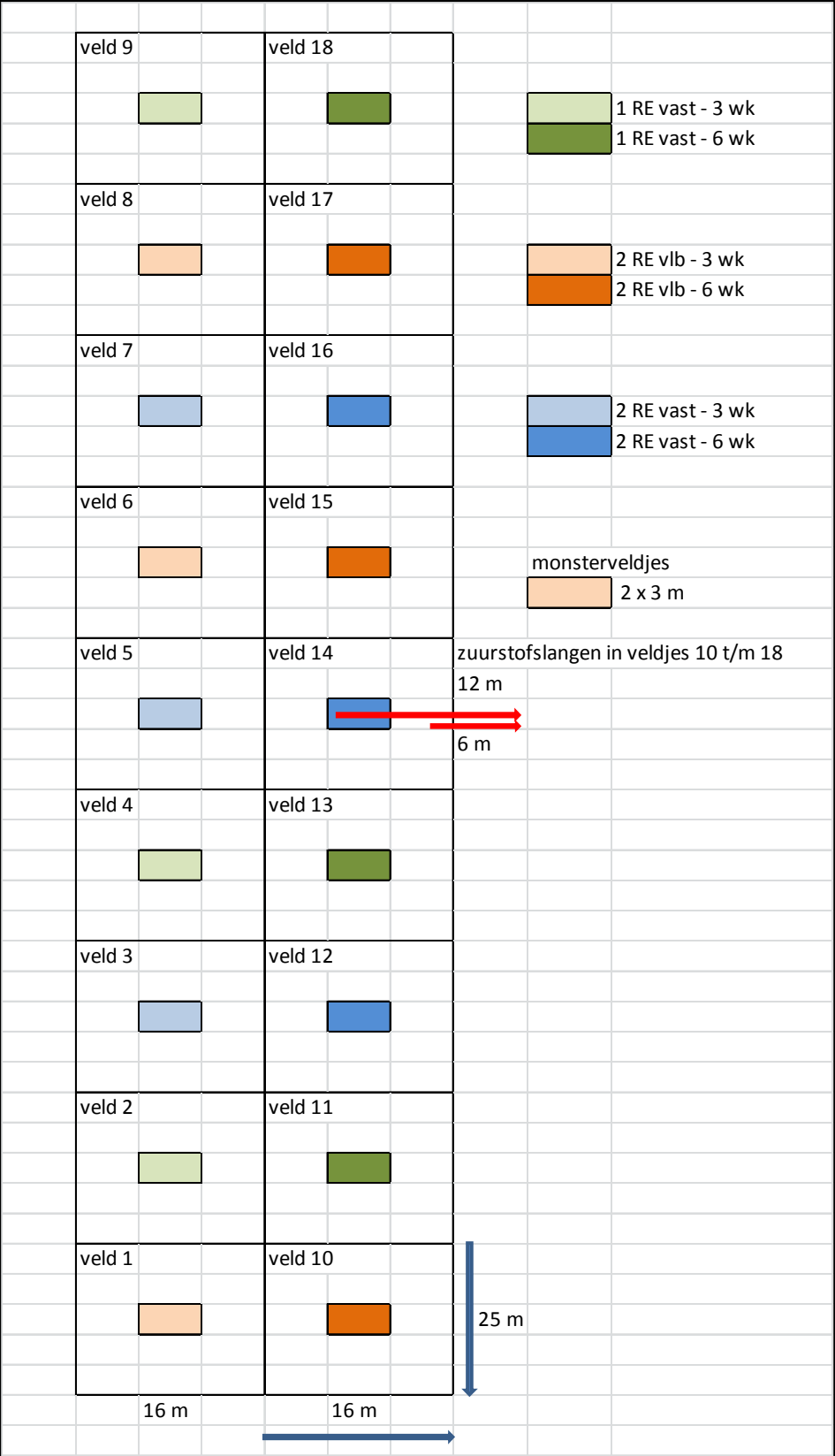
- Blok, W. J., Lamers, J.G., Termorshuizen, A.J. & Bollen, G.J., I. 2000. "Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping." *Phytopathology* 90 (3) : 253-259.
- Runia, W.T., Molendijk, L.P.G., Ludeking, D.J.W. & Schomaker, C.H., 2012. Improvement of anaerobic soil disinfestation. *Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University*, 77/4: 753-762.
- Runia, Willemien, Thoden, Tim, Molendijk, Leendert, van den Berg, Wim, Termorshuizen, Aad, Streminska, Martha, van der Wurff, André, Feil, Herman & Henk Meints, 2014. Ontrafelen van het mechanisme achter biologische grondontsmetting. *Gewasbescherming jaargang 45, nr. 4, september 2014: 122-124.*
- Runia, W.T., Thoden, T.C., Molendijk, L.P.G., van den Berg, W., Termorshuizen, A.J., Streminska, M.A., van der Wurff, A.W.G., Feil, H. & Meints, H., 2015. Unravelling the mechanism of pathogen inactivation during anaerobic soil disinfestation. Proceedings of the Eighth International Symposium on Chemical and Non-chemical Soil and Substrate Disinfestation. *Acta Horticulturae 1044: 177-193.*



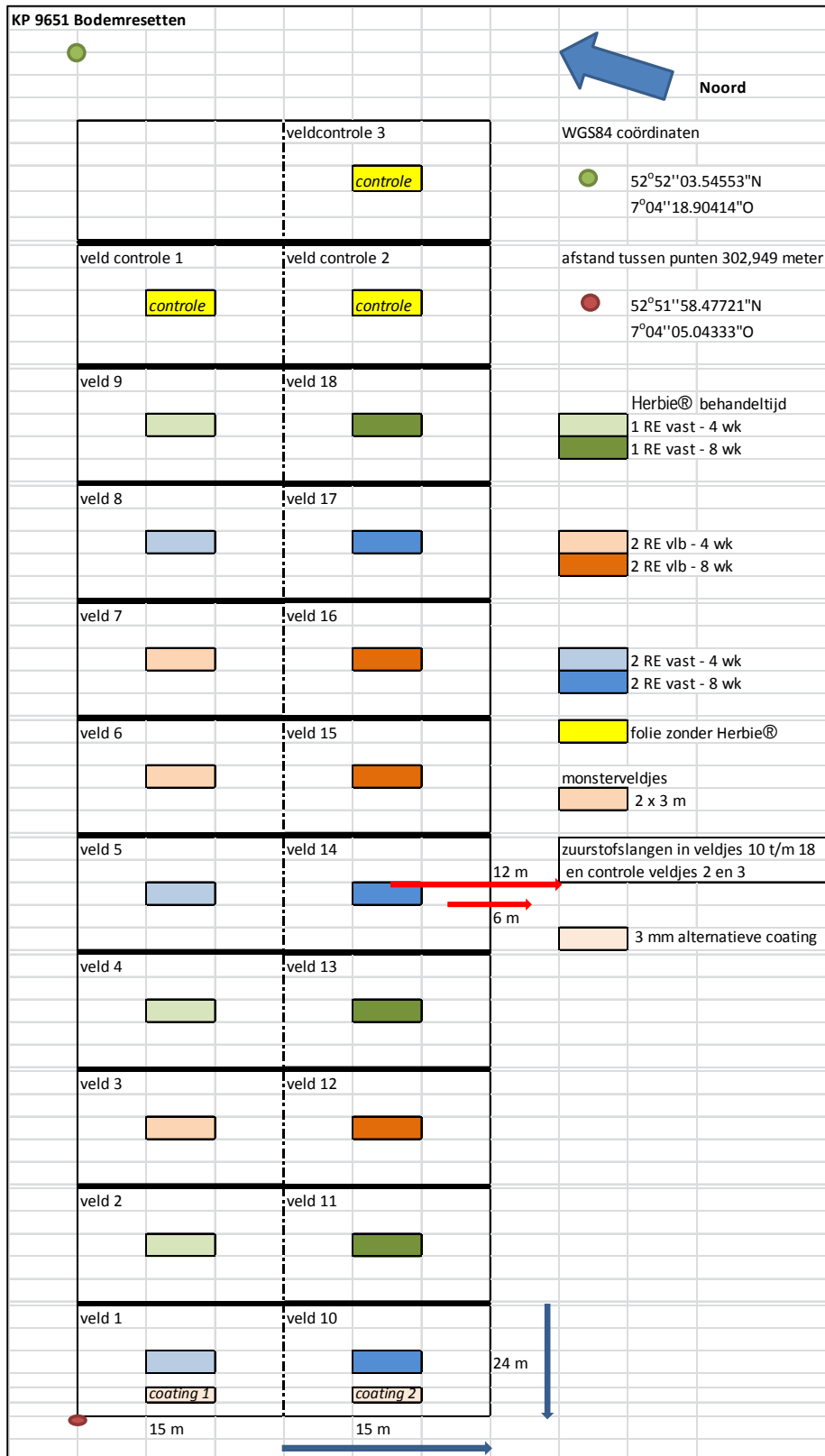
# Bijlage 1 Proefveld Limburg – *Meloidogyne chitwoodi*



# Bijlage 2 Proefveld Noord-Holland – *Ditylenchus dipsaci*



# Bijlage 3 Proefveld Drenthe – *Globodera pallida*



## Bijlage 4 Proefveld Limburg – Effect BR op overige aaltjes

	<i>Tylenchorynchus</i> spp.				Overige aaltjes			
	Pi/500 ml		% sterfte		Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vaste Herbie	244	a	89.69	b	8933	a	71.38	b
2 RE vaste Herbie	131	a	73.09	b	9085	a	79.95	b
2 RE vloeibare Herbie	194	a	99.42	b	11365	a	97.96	c
Onb + folie	161	a	-6.67	a	10658	a	33.38	a
Lsd	-		44.93		-		10.94	
F pr.	n.s.		<0.01		n.s.		<0.001	

## Bijlage 5 Proefveld Limburg – Effect BR op nutriënten

Nutriënten perceel <i>M. chitwoodi</i> vóór (Pi) en na (Pf) BR	1 RE vaste Herbie		2 RE vaste Herbie		2 RE vloeibare Herbie		Onb + folie	
	Pi	Pf1	Pi	Pf1	Pi	Pf1	Pi	Pf1
N-Totaal - mg N/ kg	1260	1360	1450	1420	1590	1580	1500	1290
C/N ratio	18	20	19	16	18	15	15	20
N-Levering - kg N/ ha	45	39	46	59	54	69	68	38
S-totaal - mg S/ kg	250	250	280	280	320	260	250	300
C/ S-ratio	90	107	97	81	87	89	90	87
S-leverend vermogen - kg S/ ha	9	6	9	12	12	9	9	11
P-beschikbaar - mg P/ kg	8.2	10.2	8.6	12.3	8.6	14.3	7.7	7.8
P-bodemvoorraad - mg P2O5/ 100 g	89	93	103	95	102	104	94	96
Pw - mg P2O5/l	86	94	93	101	93	110	87	88
K-beschikbaar - mg K/ kg	53	116	55	133	75	165	58	87
K-bodemvoorraad mmol+/ kg	1.8	1.8	2.1	1.8	2.1	2.7	2.3	2.2
Ca-beschikbaar - kg Ca/ ha	< 27	< 27	156	213	103	265	107	< 27
Ca-bodemvoorraad - kg Ca/ ha	3835	3970	4385	3995	4460	4145	3930	4655
Mg-beschikbaar - mg/ kg	146	183	161	171	176	168	154	162
Na-beschikbaar - mg/ kg	6	17	6	24	6	48	5	8
Si-beschikbaar - µg/kg	3180	3550	3530	4340	3600	4140	4930	4280
Fe-beschikbaar - µg/ kg	< 2020	< 2020	< 2020	< 2020	< 2020	< 2010	< 2020	< 2020
Zn-beschikbaar - µg/ kg	2050	2210	2020	1850	2000	2340	1880	2140
Mn-beschikbaar - µg/ kg	860	14150	740	12690	760	16080	850	11250
Cu-beschikbaar - µg/ kg	20	70	27	95	24	62	23	48
Co-beschikbaar - µg/ kg	3.2	42	2.9	34	2.8	46	3	31
B-beschikbaar - µg/ kg	110	139	179	141	121	133	95	124
Mo-beschikbaar - µg/ kg	< 4	< 4	< 4	5	< 4	11	< 4	< 4
Se-beschikbaar - µg/ kg	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
pH	5.4	5.6	5.7	5.8	5.7	5.7	5.6	5.4
Organische stof - %	3.9	4.6	4.7	3.9	4.8	4	3.9	4.5
Koolzure kalk - %	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Lutum - %	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1
Silt - %	4	5	5	7	6	6	7	9
Zand - %	90	88	88	87	87	88	87	85
klei-humus (CEC) - mmol+/ kg	70	77	80	76	82	72	68	86
CEC-Bezetting - %	91	92	100	91	99	100	99	96
Bodemleven - mg N/ kg	24	38	21	44	25	38	32	29



## Bijlage 6 Proefveld Noord-Holland – Effect BR op overige aaltjes

Overige aaltjes	Pi/1500 ml		% sterfte	
1 RE vast - 3 wk	12478	a	62.2	a
1 RE vast - 6 wk	15499	a	-127.3	a
2 RE vast - 3 wk	11818	a	90.4	a
2 RE vast - 6 wk	12574	a	-282.7	a
2 RE vlb - 3 wk	9405	a	78.6	a
2 RE vlb - 6 wk	14864	a	56.8	a
Lsd	-		381.2	
F pr.	n.s.		n.s.	

## Bijlage 7 Proefveld Noord-Holland – Effect BR op nutriënten

Nutriënten perceel <i>D. dipsaci</i> vóór (Pi) en na (Pf) BR	Vast 1 RE - 3 weken		Vast 1 RE - 6 weken		Vast 2 RE - 3 weken		Vast 2 RE - 6 weken		Vib 2 RE - 3 weken		Vib 2 RE - 6 weken	
	Pi	Pf1	Pi	Pf2	Pi	Pf1	Pi	Pf2	Pi	Pf1	Pi	Pf2
N-Totaal - mg N/ kg	810	700	630	600	670	1280	660	960	630	690	640	760
C/N ratio	12	10	17	13	14	10	14	11	16	12	15	14
N-Levering - kg N/ha	48	40	26	39	34	74	34	70	28	35	30	46
S-totaal - mg S/ kg	160	190	190	170	160	190	210	200	180	170	170	220
C/S-ratio	62	36	55	44	58	71	44	52	55	48	55	47
S-leverend vermogen - kg S/ ha	9	13	12	14	10	8	14	15	11	10	10	18
P-beschikbaar - mg P/ kg	3.2	2.6	2.8	4.5	3.6	2.9	2.7	6.2	3.3	2.5	2.5	3.2
P-bodemvoorraad - mg P2O5/ 100 g	21	22	21	24	20	33	20	29	21	24	21	25
Pw - mg P2O5/l	37	43	35	44	38	53	34	52	37	44	34	39
K-beschikbaar - mg K/ kg	71	70	66	68	71	80	59	82	69	75	59	79
K-bodemvoorraad mmol/ kg	1.6	2.4	1.8	2.2	1.7	2.7	1.5	3	2.1	2	1.9	2.4
Ca-beschikbaar - kg Ca/ ha	230	333	57	350	87	197	260	619	< 29	127	144	34
Ca-bodemvoorraad - kg Ca/ ha	1490	1420	1920	1740	1515	2390	1420	2090	1510	1530	1905	2405
Mg-beschikbaar - mg/ kg	52	54	50	49	56	119	46	54	51	54	45	48
Na-beschikbaar - mg/ kg	15	17	17	14	15	11	13	16	17	27	15	27
Si-beschikbaar - µg/ kg	5330	6130	5940	3400	18960	8660	5920	6310	12750	5820	6520	6510
Fe-beschikbaar - µg/ kg	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	3650	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010
Zn-beschikbaar - µg/ kg	1780	660	1370	1170	1840	270	1310	850	1410	820	820	610
Mn-beschikbaar - µg/ kg	1140	1030	980	2190	1140	1670	810	2030	1050	1340	620	2060
Cu-beschikbaar - µg/ kg	22	31	20	27	34	27	47	36	57	27	20	40
Co-beschikbaar - µg/ kg	3.1	3.4	2.5	4.3	3.7	2.5	3.1	4	3.5	3.8	2.5	5.1
B-beschikbaar - µg/ kg	124	113	115	117	140	175	76	101	119	124	95	83
Mo-beschikbaar - µg/ kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	3
Se-beschikbaar - µg/ kg	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
pH	5.9	6.2	6.2	6	5.9	5.5	6.1	6.2	6.1	6.1	6.2	6.2
Organische stof - %	1.7	1.4	1.8	1.3	1.6	2.7	1.6	1.8	1.7	1.6	1.6	1.8
Koolzure kalk - %	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Lutum - %	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Silt - %	0	3	1	1	0	14	0	4	0	0	4	1
Zand - %	96	94	95	96	96	79	96	92	96	96	92	95
klei-humus (CEC) - mmol/ kg	27	30	32	26	26	51	25	37	30	35	32	37
CEC-Bezetting - %	100	100	100	100	100	97	100	100	88	90	100	96
Bodemleven - mg N/ kg	32	33	16	17	17	40	26	34	25	14	26	36

## Bijlage 8 Proefveld Drenthe – Effect BR op cysten en levende larven (LL) van aardappelcysteaaltjes (*ACA-Globodera pallida*) - veldbesmetting

Veld	Behandeling	Pi-veld	Pf -veld	Pi-veld	Pf -veld
		ACA/kg droge grond	ACA/kg droge grond	II/g droge grond	II/g droge grond
4	1 RE vast - 1 mnd	18	34	0.10	0.90
14	2 RE vast - 2 mnd	18	20	0.60	0.05
5	2 RE vast - 1 mnd	19	27	0.22	0.23
13	1 RE vast - 2 mnd	24	18	0.60	0.27
17	2 RE vast - 2 mnd	30	53	0.79	2.38
11	1 RE vast - 2 mnd	32	24	0.16	0.17
21	Contr 3	33	60	2.28	2.56
10	2 RE vast - 2 mnd	36	12	0.00	0.00
1	2 RE vast - 1 mnd	40	55	0.35	0.49
18	1 RE vast - 2 mnd	41	47	1.13	0.64
20	Contr 2	43	70	2.58	4.22
12	2 RE vlb - 2 mnd	43	24	1.67	0.40
8	2 RE vast - 1 mnd	65	66	0.27	0.29
19	Contr 1	75	54	3.02	1.42
16	2 RE vlb - 2 mnd	76	126	3.88	8.37
9	1 RE vast - 1 mnd	77	50	0.92	1.08
7	2 RE vlb - 1 mnd	109	66	0.50	0.00
15	2 RE vlb - 2 mnd	112	94	2.11	2.46
2	1 RE vast - 1 mnd	133	127	11.09	7.39
6	2 RE vlb - 1 mnd	148	153	0.46	0.04
3	2 RE vlb - 1 mnd	165	132	11.44	5.81

<b>AM veldbesmetting</b>	Pi (cyst/kg grond)		% sterfte	
1 RE vast - 1 mnd	57	abc	-15.59	a
1 RE vast - 2 mnd	32	ab	11.14	a
2 RE vast - 1 mnd	37	ab	-25.58	a
2 RE vast - 2 mnd	27	a	-6.37	a
2 RE vlb - 1 mnd	139	c	18.55	a
2 RE vlb - 2 mnd	72	bc	-2.39	a
Contr	48	ab	-37.32	a
Lsd	-		85.59	
F pr.	<0.05		n.s.	

<b>AM veldbesmetting</b>	Pi (II/g droge grond)		% sterfte	
1 RE vast - 1 mnd	1.95	a	-16.81	a
1 RE vast - 2 mnd	0.58	a	14.44	a
2 RE vast - 1 mnd	0.28	a	-4.03	a
2 RE vast - 2 mnd	0.42	a	-17.94	a
2 RE vlb - 1 mnd	2.01	a	35.71	a
2 RE vlb - 2 mnd	2.43	a	-18.58	a
Contr	2.61	a	-4.78	a
Lsd	-		77.58	
F pr.	n.s.		n.s.	

## Bijlage 9 Proefveld Drenthe – Effect BR op *Meloidogyne* spp. en overige aaltjes

<b><i>Meloidogyne</i> spp.</b>	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vast - 1 mnd	1582	a	18.11	a
1 RE vast - 2 mnd	2852	a	60.31	ab
2 RE vast - 1 mnd	1316	a	16.52	a
2 RE vast - 2 mnd	1797	a	28.92	a
2 RE vlb - 1 mnd	636	a	83.22	b
2 RE vlb - 2 mnd	2997	a	79.33	b
Controle 2 mnd	2492	a	55.83	ab
Lsd	-		50.09	
F pr.	n.s.		<0.05	

<b>Overige aaltjes</b>	Pi/500 ml		% sterfte	
1 RE vast - 1 mnd	9176	ab	-10.38	a
1 RE vast - 2 mnd	8155	ab	-22.36	a
2 RE vast - 1 mnd	9280	ab	4.01	ab
2 RE vast - 2 mnd	8538	ab	25.97	abc
2 RE vlb - 1 mnd	10995	b	56.41	bc
2 RE vlb - 2 mnd	8981	ab	65.37	c
Controle 2 mnd	7569	a	21.24	abc
Lsd	-		53.5	
F pr.	n.s.		<0.05	

## Bijlage 10 Proefveld Drenthe – Effect BR op nutriënten

Nutriënten perceel <i>G.pallida</i> vóór (Pi) en na (Pf) BR	Vast 1 RE - 4 weken		Vast 1 RE - 8 weken		Vast 2 RE - 4 weken		Vast 2 RE - 8 weken		Vlb 2 RE - 4 weken		Vlb 2 RE - 8 weken		Onbehandeld	
	Pi	Pf1	Pi	Pf2	Pi	Pf1	Pi	Pf2	Pi	Pf1	Pi	Pf2	Pi	Pf2
N-Totaal - mg N/ kg	1160	1170	1090	660	1260	1280	1150	850	1250	1040	1100	800	930	930
C/N ratio	19	15	16	18	19	19	18	15	16	18	14	15	14	12
N-Levering - kg N/ ha	38	54	47	25	41	42	42	40	53	39	56	37	48	56
S-totaal - mg S/ kg	210	170	170	< 150	260	240	200	< 150	230	200	180	< 150	200	< 150
C/ S-ratio	105	102	102	77	91	102	104	85	86	96	87	77	67	77
S-leverend vermogen - kg S/ ha	6	5	5	7	9	7	6	6	9	7	7	7	10	7
P-beschikbaar - mg P/ kg	2.7	3.1	4.3	3.4	2.5	2.7	3.9	2.8	3.7	2.8	6.1	4.7	5.3	6.5
P-bodemvoorraad - mg P2O5/ 100 g	49	43	49	46	40	45	44	45	49	56	56	49	47	45
Pw - mg P2O5/ l	48	47	54	49	43	46	51	47	52	52	64	56	57	61
K-beschikbaar - mg K/ kg	33	48	25	42	28	61	24	48	26	97	30	72	33	38
K-bodemvoorraad mmol/ kg	1.7	1.6	1.3	1.5	0.8	1.8	1.1	1.2	1.3	1.7	1.2	1.2	1.4	1.4
Ca-beschikbaar - kg Ca/ ha	53	82	110	114	132	105	108	< 113	135	163	222	284	169	142
Ca-bodemvoorraad - kg Ca/ ha	1775	1510	1155	1095	1720	1785	1420	1170	1740	1350	1365	930	1085	810
Mg-beschikbaar - mg/ kg	80	76	68	64	71	81	65	59	74	80	65	56	63	55
Na-beschikbaar - mg/ kg	13	15	11	15	11	23	11	19	10	50	10	37	10	11
Si-beschikbaar - µg/ kg	4950	3370	5000	3910	3630	3170	6720	<3020	4580	3350	6860	<3020	4300	4500
Fe-beschikbaar - µg/ kg	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	3370	< 2010	< 2010	< 2010	4480	< 2010	< 2010	3780
Zn-beschikbaar - µg/ kg	1860	1930	2220	1310	1860	1730	2650	1630	1910	1250	3070	1810	2930	2850
Mn-beschikbaar - µg/ kg	4180	9110	4100	7300	4550	19750	5180	31270	3690	76740	5700	42070	3880	4430
Cu-beschikbaar - µg/ kg	68	68	67	54	51	77	70	66	67	111	94	80	83	76
Co-beschikbaar - µg/ kg	2.6	3.2	2.5	2.6	2.5	6.3	2.8	12	3.1	34	3.7	19	2.5	2.5
B-beschikbaar - µg/ kg	152	95	125	139	111	137	146	112	152	235	154	112	102	119
Mo-beschikbaar - µg/ kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Se-beschikbaar - µg/ kg	2.7	2	2.1	2.7	2.6	3.3	2.9	2.6	2.4	3.7	2.7	2.7	2.1	2.1
pH	5.2	5.3	5.1	5.4	5.1	5.4	5.3	5.1	5.1	5.4	5.3	5.3	5.1	5
Organische stof - %	3.8	3	3	2	4.1	4.2	3.6	2.2	3.4	3.3	2.7	2	2.3	2
Koolzure kalk - %	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Lutum - %	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1	< 1
Silt - %	4	10	7	8	9	8	6	7	8	9	4	19	6	6
Zand - %	90	85	88	88	85	86	88	89	87	86	91	77	90	90
klei-humus (CEC) - mmol/ kg	33	28	24	20	33	34	28	22	34	28	25	16	22	17
CEC-Bezetting - %	94	97	94	99	94	99	91	94	90	98	97	*	94	92
Bodemleven - mg N/ kg	53	39	44	42	55	50	55	40	42	47	41	51	40	39

## Bijlage 11 Proefveld Limburg – Effect BR op onkruid

<i>M.chitwoodi</i>	<i>Percentage bodembedekking met onkruid (%)</i>							
perceel	muur		raaigras		straatgras		totaal	
<b>Behandelingen</b>								
onb + folie	43	a	7	a	7	a	57	a
vast_1RE	22	b	3	a	3	a	28	b
vast_2RE	7	c	1	a	1	a	9	c
vloeib_2RE	3	c	0	a	3	a	5	c
gemiddeld	18.7		2.7		3.4		24.8	
Fprob	0.001		0.672		0.413		<.001	
Isd	13.9		14.1		7.7		13.7	

