Literatuuronderzoek chrysantenteelt zonder stomen

Kan een monocultuur in een stabiel microbieel evenwicht blijven?

Chr. Blok, B. Eveleens, J.R. De Long, M. Raaphorst, G. Messelink, M. Streminska, W. Voogt, M. Kruidhof, M. Fradin, K.A. Leiss, en C. van der Salm

Rapport WPR-999

Referaat

Chrysantenteelt is een grondgebonden teelt met 4-6 teeltcycli per jaar. De opbouw van ziekten en plagen in de bodem is aanzienlijk. Het is nu gebruikelijk de grond minstens eens per jaar te stomen. Het gerelateerde energieverbruik is 4-6 m³ gas per m² per jaar. De ziektenopbouw wordt in verband gebracht met bedrijfshygiëne, de stekken, de perspotten waarop wordt opgekweekt, de overgang van opkweek naar teeltbodem, de watergiften en het onder frezen van wortelresten en perspotten. De belangrijke ziekten en plagen zijn *Pythium*, *Fusarium*, nematoden en *Thrips*. In dit literatuuronderzoek wordt beschreven wat bekend is over teeltomstandigheden die bevorderlijk zijn voor de ziekten en plagen. Doel was te komen tot een beoordeling van de haalbaarheid van een chrysantenteelt zonder stomen gebaseerd op aanpassingen van de huidige teeltmethode.

Abstract

Chrysanthemum are grown in a soil-based cultivation with 4-6 cultivation cycles per year. The build-up of diseases and pests in the soil is considerable. It is now common to steam the soil at least once a year. The related energy consumption is 4-6 m³ gas per m² per year. The build-up of diseases is associated with hygiene, the cuttings, the press pots on which chrysanthemum cuttings are grown, the transition from propagation to cultivation medium, irrigation cycles and tilling root residues and press pots into the soil after cultivation. Major diseases and pests are *Pythium*, *Fusarium*, nematodes and *Thrips*. This literature study describes what is known about cultivation circumstances promoting diseases and pests. The aim was to assess the feasibility of a chrysanthemum crop without steaming based on adaptations of the current cultivation method.

Rapportgegevens

Rapport WPR-999

Projectnummer: 3742299300

DOI nummer: 10.18174/538472

Thema: Klimaat en energie

Dit project/onderzoek is tot stand gekomen door een bijdrage van Kas als Energiebron, als project "Literatuurstudie en workshops stoomvrije chrysantenteelt", BO-53-0004-054-WPR.

Disclaimer

© 2021 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Achtergrond	9
	1.2 Doel	9
	1.3 Aanpak	10
	1.4 Organisatie	11
	1.5 Leeswijzer	11
2	Introductie in de teelt en ziekten	15
	2.1 Korte teeltbeschrijving	15
	2.2 Voorkomen van bodemgerelateerde ziekten en plagen	16
	2.2.1 <i>Fusarium</i>	16
	2.2.2 <i>Pythium</i>	16
	2.2.3 <i>Rhizoctonia</i>	16
	2.2.4 <i>Verticillium</i>	16
	2.2.5 Nematoden	17
	2.2.6 Californische trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en Mineervlieg (<i>Liomyza trifolii</i>)	17
	2.2.7 Overige bodem gerelateerde ziekten en plagen	17
3	Kwaliteit van chrysantenstek	19
	3.1 Mogelijke rol van cultivars	19
	3.2 Moerplanten	20
	3.3 Opkweek	21
	3.4 Toevoegingen	22
4	Opkweekmedium	25
	4.4.1 De perspot en het persen	25
	4.4.2 Voeding in de perspot	25
	4.4.3 Alternatieve opkweekmedia	26
5	Vorm en mate van grondbewerking	28
	5.4.1 Frezen	28
	5.4.2 Stomen	29
	5.4.3 Bodem resetten	31
6	Match opkweekmedium en teeltmedium	32
	6.1 Opkweekmedium	32
	6.2 Fluctuaties lucht- en vochtgehalte	34
	6.3 Micro-organismen in de perspot en in kasgrond	35

7	Bodemgerelateerde ziekten en plagen	36
	7.1 <i>Fusarium</i>	36
	7.2 <i>Pythium</i>	37
	7.3 <i>Rhizoctonia</i>	38
	7.4 <i>Verticillium</i>	38
	7.5 Nematoden	38
	7.6 Trips (Californische trips, <i>Frankliniella occidentalis</i>)	39
	7.7 Mineervlieg (<i>Liriomyza trifolii</i>)	39
	7.8 Neveneffecten van stomen	40
8	Rol van plantafweer	42
	8.1 De balans tussen 2 weerbaarheidssystemen	42
	8.2 Plant legacies op de bodem	43
	8.3 Micro-organismen toevoegen in chrysant?	44
	8.3.1 Directe onderdrukking van pathogenen	44
9	Rol van het rhizosfeer bioom	46
10	Biostimulant voor planten	49
	10.1 Voedingseffecten en fysieke bescherming	49
	10.2 Aanschakelen van de plantafweer	49
11	Management van organische stof	51
	11.1 Invloed op de bodemstructuur	51
	11.1.1 De verteerbaarheid	52
	11.2 Invloed op concurrentie tussen micro-organismen	52
	11.3 Bevordering gewenste functionele groepen	53
	11.4 Bevordering groei antagonisten	53
	11.5 Invloed op de voedingstoestand	53
	11.6 Organische stof uit wortelresten en perspotten	54
12	Management van nutriënten	55
	12.1 Wateraanvoer	55
	12.2 Voeding	55
13	Hygiëne	59
14	Synthese	61
	14.1 Toevoegingen vanuit de workshops	61
	14.2 Resulterende strategie	62
	14.3 Mogelijke aanpassingen in het teeltsysteem	62
	14.4 Scenario's	64
	14.5 Economische evaluatie	65
	14.6 Voorstel voor ondersteunende onderzoek	65

Literatuur	67
Bijlage 1 Sputadvieskaart	79
Bijlage 2 Voorbeelden van grondanalyses	86
Bijlage 3 Lijst alternatieve opkweekmedia	92
Bijlage 4 Lijst biostimulanten	96
Bijlage 5 Eigenschappen voor/na persen	98

Samenvatting

Chrysantenteelt is een grondgebonden teelt met 4-6 teeltcycli per jaar. Het is nu gebruikelijk de grond minstens eens per jaar te stomen om de opbouw van ziekte en plaagdruk te doorbreken. Het gerelateerde energieverbruik is 4-6 m³ gas per m² per jaar. De belangrijke ziekten en plagen zijn Pythium, Fusarium, Verticillium, Rhizoctonia, nematoden en Thrips. In dit literatuuronderzoek is beschreven wat bekend is over teeltomstandigheden die de opbouw van ziekten en plagen bevorderen en welke maatregelen deze opbouw voorkomen en tegengaan. Op grond daarvan wordt beschreven hoe de haalbaarheid van een chrysantenteelt zonder stomen kan worden vergroot en de risico's van niet stomen kunnen worden verkleind. Met de praktijk zijn in workshops randvoorwaarden besproken.

De randvoorwaarden voor het toepassen van huidige kennis voor telen zonder stomen zijn:

1. Het onderwerp is erg breed. Begin daarom met onderzoek naar vroege maatregelen, in moeren en opkweek. Vervolg deze proeven wel steeds met een teelt om doorgegeven effecten mee te meten.
2. Voor fundamenteel inzicht meten we plantweerbaarheid (salicylzuur en jasmonzuur).
3. Voor praktisch inzicht meten we in biotoetsen de weerstand bij verschillende ziekte/plaag druk.
4. Voor praktisch inzicht meten we in biotoetsen de weerstand in de loop van de tijd.
5. We meten opbrengstderving door de behandel-effecten (de trade off).
6. In de uitvoering ook ingaan op het beheersen van risico's (wanneer en hoe ingrijpen).

De kennis uit het literatuuronderzoek is als volgt te groeperen tot 5 hoofdgebieden:

1. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door lichtbehandelingen.
 - a. In de moerenteelt.
 - b. In de fase van stekopslag/transport.
 - c. In de opkweek op perspotten.
 - d. In de doorteelt.
2. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door veranderingen in de perskultuur d.W.Z.
 - a. Perskultuur luchtiger maken.
 - b. Toevoegingen van micro-organismen.
 - c. Toevoegingen van organische stoffen die micro-organismen stimuleren.
3. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door veranderingen in de teeltgrond d.W.Z.
 - a. Minimaliseren grondbewerking.
 - b. Toevoegingen van micro-organismen.
 - c. Toevoegingen van organische stoffen die micro-organismen stimuleren.
 - d. Toevoegen van stabiele organische stoffen en humaten.
 - e. Verwijderen van vers (besmet) plantmateriaal.
4. Aanpassen van het watergeefstelsel
 - a. Beurten naar behoefte inclusief nutriëntensamenstelling.
 - b. Onderlangs watergeven om het gewas droog te houden.
 - c. Kleinere beurten en frequenter.
5. Het beheersen van risico's:
 - a. Per ziekte/plaag vaststellen van aanvaardbare ziektedruk en monitoring.
 - b. Verspreiding van ziekten uit lokale haarden quantificeren.
 - c. Definieren van effectief plaatselijk ontsmetten.

In conclusie: het integreren van de bestaande kennis vraagt om een aanpak die rekening houdt met de genoemde randvoorwaarden. Deze aanpak kan worden toegepast op 5 hoofdgebieden waarbij ook bij een beperkte keuze nog voortgang kan worden geboekt.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De opbouw van ziekten en plagen in de teelt van chrysanten in de grond is aanzienlijk. Deze ziektenopbouw wordt doorbroken door minstens eens per jaar te stomen, waarbij 4-6 m³ gas per m² per jaar wordt gebruikt (Raaphorst *et. al.*, 2010). Vanuit het ministerie van LNV wordt gewerkt aan het verlagen van het gebruik van fossiele brandstoffen. In dat kader heeft het ministerie, via het programma Kas Als Energiebron, KAE, dit literatuuronderzoek van Wageningen University & Research, Glastuinbouw, naar een stoomvrije chrysantenteelt gefinancierd. Het literatuuronderzoek is op verzoek van KAE ook gecombineerd met twee kennissessies met het bedrijfsleven zodat draagvlak voor een op dit onderzoek gebaseerd proefvoorstel werd verkregen.

De ziektenopbouw in de monocultuur van chrysant wordt in verband gebracht met bedrijfshygiëne, de stekken, de perspotten waarop wordt opgekweekt, de overgang van opkweekmedium naar teeltbodem, de watergiften en het onderwerken van wortelresten en perspotten. De belangrijke ziekten en plagen zijn *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, nematoden en Trips.

1.2 Doel

Hoofddoelstellingen:

- Overzicht geven van de kritische factoren in de opbouw van ziekten en plagen in de chrysantenteelt.
- Inzicht geven in de kwantitatieve invloeden van de verschillende factoren op de ziektenopbouw en de mogelijkheden deze te sturen/aan te passen.
- Vinden van draagvlak bij veredelaars, substraatproducenten, stekproducenten en telers voor het uitvoeren van proeven gebaseerd op de gedachten uit de literatuurstudie.

Energiedoelstellingen:

- Reduceren van het energieverbruik voor ontsmetten met minimaal 4 m³/m²/jaar. Op basis van 350 ha chrysant wordt dat 14 Mm³ gas per jaar.
- Reductie van de uitstoot van CO₂, overeenkomend met de afname in gasgebruik voor stomen, van ongeveer 7.2 kg/m²/jaar. Voor de hele chrysantenteelt met 350 ha à 4 m³/m²/jaar zou dat minstens 25 kt koolzuurgas per jaar zijn.
- Naast de chrysantenteelt (350 ha) is dit onderzoek van belang voor de teelt van Lisianthus (50 ha, 5 keer stomen per jaar), Freesia (60 ha) en lelie in kisten (40 Ha, 1-2 keer stomen per jaar) waarbij het stomen steeds een integraal onderdeel van de teelt is (Van der Helm *et. al.*, 2013).
- Het toepassen van de kennis om zonder bodemontsmetting te telen zal langzaam maar wel zeker worden opgepakt door de praktijk (OG, 2019, 2, 46-47). Langzaam omdat het risico op het verliezen van een teelt zwaar weegt. Zeker omdat iedereen af wil van het zware en onaangename stomen, de 1-2 dagen tijdverlies, en de directe kosten. Zeker ook omdat telers zich ervan bewust zijn dat 1 keer stomen per jaar al een compromis is; de derde vierde en vijfde teelten laten al een gestage opbrengstdaling zien die in de laatste teelt wel 5-10% kan bedragen. NB: Opbrengstdaling in droge stof per hoeveelheid ontvangen straling, want bij chrysant gaat het om het halen van een gewicht lengte combinatie en kan een gebrek aan groei deels worden opgevangen door extra tijd.

Nevendoelstellingen

- Verlagen van de afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen om zonder uitval te kunnen telen. Bij het bereiken van een stabiel natuurlijk evenwicht zou het middelengebruik geteld in aantal toedieningen met 60-80% moeten dalen. Vooral nematiciden tellen als zwaar milieubelastend.

1.3 Aanpak

Het project omvat een startworkshop, een literatuurstudie en een afsluitende workshop.

1. In verband met de Corona uitbraak is de eerste workshop vervangen door enkele interviews, en een in twee delen herhaalde bijeenkomst in Juni. Doel van de interviews en de eerste workshop was om a) de redenen om te stomen in kaart te brengen en b) toekomstbeelden van telen zonder stomen te formuleren inclusief vóór en nadelen. Hiervoor is gewerkt met een groep van meer dan 10 personen van de toeleveringsbedrijven en de teelt. De vragen voor de interviews zijn opgesteld door adviseurs en onderzoekers met voldoende achtergrond in microbiologie, nematoden, insecten, substraat en teelt.
2. Literatuurstudie. De literatuurstudie richt zich op het in beeld brengen van de bestaande kennis over een stabiel natuurlijk evenwicht in een monocultuur en op tools om de factoren van invloed op het evenwicht te beheersen. Hierbij worden de volgende stappen gevolgd:
 - Op basis van de literatuur is gezocht naar relevante jongere literatuur die de belangrijkste al gevonden auteurs citeren met “vooruit in de tijd zoeken” een zoekfunctie die referenties kan selecteren.
 - Op basis van steekwoorden en op basis van steekwoorden door deelnemers aan de workshop is relevante literatuur gezocht. In de workshop waren ook 1 of meer onderzoekers aanwezig met een achtergrond in microbiologie.
 - Een lijst van relevante alternatieven voor perspotten (Bijlage 3). Deze dient om de discussie concreet te houden.
 - Vooruitlopend op de discussie werd verwacht dat een stabiel natuurlijk evenwicht in een monocultuur is gerelateerd aan tenminste de volgende factoren, die als steekwoord dienden voor het literatuuronderzoek:
 - Fluctuaties in vochtgehalte.
 - Toevoer organische stof uit potten.
 - Toevoer van organische stof uit achterblijvende wortelresten.
 - Vorm en mate van grondbewerking.
 - Wortelkwaliteit in termen van chemische samenstelling in opkweekmedium.
 - Wortelkwaliteit in termen van microbiom van stek in opkweekmedium.
 - Wortelkwaliteit in termen van chemische samenstelling in teeltmedium.
 - Wortelkwaliteit in termen van microbiom in teeltmedium.
 - Match tussen opkweekmedium in opkweek en teelt, fysisch, chemisch en biologisch.
 - Groeisnelheid van stek i.V.m. plantdichtheid en balans licht/T/CO₂.
 - Afbouw RH in de tijd en invloed buitenklimaat hierop in de bewortelingsfase.
 - Toevoer (type, hoeveelheid en frequentie) van organische stoffen.
 - In de analyse zijn maatregelen genoemd om de factoren van invloed op het evenwicht te beheersen.
 - In de analyse zijn maatregelen gecombineerd in een aantal scenario's.
 - Van de scenario's wordt de energiebesparing gekwantificeerd.
 - Van de scenario's worden de mogelijke risico's benoemd.
 - Van de scenario's worden de globale kosten beschouwd.
 - Op basis van scenario's inclusief risico's en kosten wordt een road map voorgesteld.
3. Een follow-up workshop (de tweede workshop op 3 September) diende om met stakeholders de factoren, systeem aanpassingen en risico's te vertalen naar een stappenplan voor onderzoek. In de afsluitende workshop is besloten een aanvraag voor vervolgonderzoek te doen en deze aanvraag is ingediend.

1.4 Organisatie

Het project is opgezet en geleid door Chris Blok. De uitvoering van een eerste literatuuronderzoek en een eerste ronde met vragen aan de verschillende specialisten is uitgevoerd door Barbara Eveleens die ook veel van de tekst heeft geschreven/geredigeerd. Jon De Long was betrokken bij de opzet en uitvoering met het oog op een door hem te leiden vervolgonderzoek. De belangrijkste betrokken specialisten waren: Marcel Raaphorst voor teeltaspecten en economie; Gerben Messelink voor plagen en endofyten in blad en wortel; Jon De Long voor nematoden en bodemeevenwichten; Marta Streminska voor micro-organismen en plantweerbaarheid; Wim Voogt voor plantenvoeding; Chris Blok voor wortelmedia en plantenvoeding; Caroline van der Salm voor organische stof, Marjolein Kruidhof voor plagen en biologische bestrijding en Kirsten Leiss voor ziekteverende plant en inhoudsstoffen. Er is voortgebouwd op kennis vergaard in pas afgerond onderzoek "Robuuste chrysantenteelt" door Marjolein Kruidhof, Emilie Fradin, Aat van Winkel en Chris Blok (Kruidhof *et. al.*, 2020). Hierin is geteeld op alternatieve perspot mengsels, met door de perspot gemengde hulpstoffen en met door de perspot gemengde microbiële toevoegingen. Ook is gebruik gemaakt van uitkomsten van het lopende onderzoek Masterplan Fusarium, projectleider Anne van Diepeningen.

Voor de workshops is samengewerkt met Delphy en Glastuinbouw Nederland. De groep telers, veredelaars en voorlichting bestond uit: David van Tuijl (Darolin), Henk van Wijk (Janity flowers), Nico Buurman (Kreling), Rene Eijkelenboom (Arcadia), Jos Ammerlaan (Jos en Ron Ammerlaan), Nico Kiep (Kieflower), Stefan van der Heijden (Royal van Zanten), Suzanne Kos (Deliflor), Manuela van Leeuwen (Dümmen Orange), Harold van Gennip (Floritec). René Corsten (Delphy), Aron Boerefijn (Glastuinbouw Nederland).

Het project is in zijn geheel gefinancierd door Kas Als Energiebron. De coördinatoren van KAE, Leo Oprel, Dennis Medema en Helma Verberkt, hebben vooraf en tussentijds de voortgang bediscussieerd met de leidende onderzoekers. Deelname aan de workshops gebeurde op eigen rekening en faciliteiten zijn kosteloos beschikbaar gesteld door Delphy en Glastuinbouw Nederland.

1.5 Leeswijzer

Er is gekozen voor een aan de teelt gekoppelde structuur vanuit de gedachte dat het teeltsysteem zelf bepaalde ziekten en plagen oproept. Bij aanpassingen van het systeem moet dus ook steeds gevraagd worden welke ziekten en plagen die aanpassing zelf weer kan oproepen.

Er is gekozen voor het volgen van de chronologie van de teelt vanuit de gedachte dat wat het eerst gebeurt, blijvende invloed op de hele teelt kan hebben.

Ziekten en plagen zijn laat genoemd omdat ze gezien worden als gevolg en niet als oorzaak van problemen. Hygiëne is op basis van de reacties van de experts later toegevoegd.

Bijdragen van de specialisten zijn steeds over deze gekozen structuur herschreven met als gevolg dat niet elk stukje strak naar één specialist is te herleiden.

Bij de aanvang van het literatuuronderzoek is uitgegaan van de lijst met technische onderwerpen uit de aanvraag die ook in de aanpak herhaald is. Na een eerste ronde vragen aan specialisten is de lijst aangepast naar:

H2: Introductie in de teelt en ziekten

H3: Kwaliteit van chrysantenstek

H4: Opkweekmedium

H5: Vorm en mate van grondbewerking

H6: Match opkweekmedium en teeltmedium

H7: Bestrijding van bodemgerelateerde ziekten en plagen

H8: Rol van plantafweer

H9: Rol van het rhizosfeer bioom

H10: Rol van plantversterkers

H11: Management van organische stof

H12: Management van nutriënten

H13: Hygiëne

In Hoofdstuk 2 wordt -voor sommige lezers ten overvloede- de teelt beschreven inclusief een lijst met de belangrijkste ziekten en plagen. In dit stuk worden nog geen directe oplossingen aangedragen al zal uit de beschrijving soms al wel zichtbaar zijn welke handelingen problemen oproepen en dus beter vervangen of aangepast kunnen worden.

In Hoofdstuk 3 wordt beschreven welke problemen en aangrijpingspunten er zijn bij het telen van de moerplanten, de teeltomstandigheden bij de beworteling van het stek, het behandelen van de stekken met biostimulanten en de rassenkeuze i.e. de veredeling op resistentie en ziekteverwerende inhoudsstoffen.

In hoofdstuk 4 wordt beschreven welke teeltkundige problemen samenhangen met het gebruik van perspotten en welke andere mogelijkheden er zijn.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op problemen en aangrijpingspunten van de grondbewerking, zowel aspecten van de verfijning als aspecten van het inwerken van wortelresten en perspotten. Daarnaast wordt ingegaan op de problemen bij stomen en de kansen voor alternatieven inclusief bodem resetten.

In hoofdstuk 6 wordt besproken welke aspecten van het aansluiten van opkweekmedium op het teeltmedium een rol spelen bij ziekteproblemen en hoe hier verbeteringen in mogelijk zijn.

Hoofdstuk 7 geeft een bespreking van de ziekten en plagen gericht op het terugdringen ervan. Er wordt hierbij uitgegaan van correctieve acties niet meer van een situatie waarin, zoals nu, tegen een natuurlijk evenwicht in bestreden wordt.

Hoofdstuk 8 wordt besproken hoe de eigen afweer van de plant geactiveerd kan worden en welke kosten aan groei dat met zich meebrengt.

Hoofdstuk 9 bespreekt hoe een gezonde balans van micro-organismen in de wortelomgeving is te bereiken, te handhaven en te sturen.

In hoofdstuk 10 geeft een overzicht van de veelheid van plantversterkers met een indeling en voorbeelden. Er wordt besproken hoe -sommige- van deze materialen gericht te gebruiken zijn om de gezondheid van chrysanten te ondersteunen.

Hoofdstuk 11 gaat in op de rol van organische stof als motor voor het beheren van de bodem microbiologie en nematoden en op de rol in het faciliteren van snelle beworteling.

Hoofdstuk 12 gaat in op aspecten van het bemesten en irrigeren. Dat gaat zowel over frequentie en manier van aanbieden van water en voeding als over de rol van organische meststoffen bij het vergroten van de bodemweerbaarheid tegen ziekten en plagen.

Hoofdstuk 13 gaat in op aspecten van het voorkomen van besmettingen van buiten het bedrijf.

Tenslotte volgt in hoofdstuk 14 een poging tot synthese door eerst de verschillende oplossingsrichtingen te wegen en ze daarna samen te brengen in combinaties van bij elkaar passende maatregelen.

Enkele definities

Plantweerbaarheid = aanschakelen Jasmonzuurroute en Salicylzuurroute als verdediging in de plant tegen ziekten en plagen;

Plantconditie = vermogen om stress te weerstaan, kwaliteit van cel opbouw;

Bodemweerbaarheid = vermogen van de bodemeigen micro-organismen om pathogenen te onderdrukken;

Plantversterker = alles wat de plantconditie verhoogt, inclusief voeding;

Biostimulant: een microbiologische toevoeging die de plantconditie verhoogt, dus een plantversterker, of de verdediging van de plant stimuleert, dus een elicitor, of ziekten en plagen buiten de plant om onderdrukt, dus soms een versterking van de bodemweerbaarheid. Er zijn ook biostimulanten die meerdere van deze functies combineren. Het woord biostimulant wordt soms ook gebruikt voor stoffen die de microbiologie stimuleren zoals bepaalde organische toevoegingen als chitine. Het is dus een verwarrend begrip.

Elicitor = stof, behandeling of micro-organismen die de Jasmonzuur of Salicylzuurroute aanschakelt;

Scenario = Een combinatie van maatregelen die één samenhangende groep vormen.

2 Introductie in de teelt en ziekten

2.1 Korte teeltbeschrijving

De informatie is in grote lijnen ontleend aan Raaphorst *et. al.*, 2010.

De veredelaars onderscheiden drie apart processen die plaats vinden in aparte kassen die niet zelden continenten ver uit elkaar liggen. Het gaat om de veredeling van de nieuwe rassen, het opkweken van voldoende stekken van de gewenste rassen door de teelt van moederplanten en tenslotte om de beworteling van de stekken tot plantbare chrysant.

De stekken worden van moederplanten geknipt en de onderste 1 cm wordt door dompelen of poederen in contact gebracht met het auxine IBA (Indol Butyl Azijnzuur). Het stek wordt gekoeld verzonden naar de opkweekbedrijven en binnen 5-25 dagen gestoken in perspotten. De perspotten met stek worden in trays uitgezet in een opkweekkas. Na 10-14 dagen opkweek worden de stekken in de perspotten naar de teeltkas vervoerd en geplant. Na het planten in de teeltkas worden de stekken gedurende 8-12 dagen gekweekt met een lichtperiode van 20 uur met 6000 – 7000 lux, ca. 80 - 90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$. Na deze lange dag periode gaat de plant de korte dag periode in om bloemen aan te leggen; de planten krijgen circa 50 dagen een daglengte/ lichtperiode van 11.5 uur. Vrijwel alle bedrijven hebben, om eigen elektriciteit te maken, een WKK (Warmte Kracht Koppeling). De temperatuur wordt tussen de 19 en 20°C gehouden en DIF wordt toegepast. DIF staat voor het verschil dag/nacht temperatuur, in dit geval een 2°C lagere nacht temperatuur. CO_2 , uit de WKK, wordt tot 900 ppm gedoseerd.

De bedrijven zijn continu in productie: vrijwel dagelijks worden er nieuwe vakken geplant en geoogst, er zijn daarom vakken met lange dag en vakken met korte dag belichting. Het is dus planning-technisch vrijwel onmogelijk om aparte afdelingen te maken voor korte en lange dag. Daarom wordt het hele bedrijf volgens korte dag verduisterd, en wordt de daglengte in vakken met lange dag met behulp van assimilatielicht verlengd. Genetisch is de teeltduur van chrysant vastgelegd in de "reactietijd": de periode vanaf de start van de korte dag periode tot aan de bloei. Met het huidige assortiment zijn snellere teelten, waardoor de energiemiddelen effectiever worden gebruikt, daarom niet mogelijk. De plantdichtheid is, door de toepassing van assimilatiebelichting, een stuk hoger dan een aantal jaren geleden, maar verdere intensivering lijkt niet mogelijk en is ook niet wenselijk met het oog op een effectiever gebruik van energiemiddelen.

Watergift direct na het planten met de regenleiding is 10-15 mm/m², vervolgens wordt er enkele dagen gewacht met de volgende gietbeurt totdat de perspotjes uitgedroogd zijn. Soms gaan de planten slap. Vervolgens wordt er eenmaal per 10 dagen in de winter tot 3 keer per week in de zomer water gegeven. Gedurende de laatste 10 dagen voor de bloei wordt geen water gegeven. Aangenomen wordt dat het opdrogen van het gewas op jaarbasis 4-8 m³/m² aan thermische energie kost (Raaphorst *et. al.*, 2010). Omdat in de winterperiode een deel van deze energie door de buizen moet worden geleverd, is onderdoor water geven een optie om het energieverbruik verder te reduceren.

Het huidige gemiddelde productieniveau is:

- a. Voor pluizers 230 tak à 70 g = 16 kg (KWIN, 2019).
- b. Voor tros 290 tak à 75 g = 22 kg.

Dit betreft veilinggewicht. Er blijven nogal wat gewasresten in de kas achter. Theoretisch zou 5 kg drooggewicht/m² of 40-50 kg versgewicht/m² haalbaar moeten zijn op basis van PAR licht en licht efficiëntie van chrysant (LUE; Heuvelink *et. al.*, 2002; Blok *et. al.*, 2017a).

Op dit moment is aardgas goedkoop. Dat maakt het stomen een economisch aantrekkelijke methode om de bodem grotendeels te ontdoen van onkruiden, ziekten en plagen. Aangezien het gebruik van fossiele brandstoffen zal moeten worden afgebouwd, is onderzoek naar alternatieven essentieel.

De organische stof in de grond wordt aangevuld met de organische stof in de perspotjes, de wortels en een klein stukje stengel wat blijft staan nadat de maaibalk eroverheen is gegaan. Een groot deel van de bladeren en het stukje stengel dat in de bosmachine wordt afgeknipt, wordt als organisch afval afgevoerd. Bij pluischrysanten wordt bovendien nog zo'n 30% van de takken handmatig uit de grond getrokken. Hierbij wordt de hele wortelkluit afgevoerd.

2.2 Voorkomen van bodemgerelateerde ziekten en plagen

Het algemeen verminderd gebruik van breedwerkende pesticiden zorgt voor een toename van plaag- en ziekendruk. Phytophthora is in overleg niet meegenomen als een zorgwekkende bodemschimmel bij het achterwege laten van stomen. Voor meer bijzonderheden over de hieronder beschreven ziekten wordt verwezen naar Agrios, 2005.

2.2.1 *Fusarium*

Fusarium dringt de plant binnen via kleine wondjes aan de wortels en via de vaatbundels breidt het zich uit. De schimmelsporen kunnen andere planten infecteren. *Fusarium* overleeft in de grond en op gewasresten van geïnfecteerde planten als sporen of mycelium maar het kan ook overleven op kasconstructies en gereedschap.

2.2.2 *Pythium*

Pythium wordt in verband gebracht met een schommeling in vochniveau door beregening waarbij de zwemmende sporen vrijkomen. Het is een zwakteparasiet die voornamelijk voorkomt in jonge planten en naast een hoge vocht niveau zijn een hoge bodemtemperatuur, sterke schommelingen in EC en een te vochtige opkweek oorzaken van aantasting. Via kleine wondjes in planten dringt de ziekte naar binnen, waarna zich dikwandige rustsporen vormen. Deze dikwandige sporen worden gevormd onder, voor de schimmel, ongunstige omstandigheden en deze kunnen lang overleven.

2.2.3 *Rhizoctonia*

Rhizoctonia treedt meestal op aan het begin van de teelt. Deze schimmel heeft een overlevingsvorm, micro-sclerotiën, die lang op organisch materiaal in de grond kunnen overblijven. *Rhizoctonia* wordt ook veroorzaakt door ongelijkmatige verdeling van gietwater, of een ongelijke aansluiting van de perspotjes op de ondergrond. De jonge wortels sterven af en dit vormt een invalspoort voor de ziekte. Het is aannemelijk dat grondgebonden ziektes mogelijk met de stekken meekomen, zeker wat betreft *Rhizoctonia*.

De oude naam voor *Rhizoctonia*, broeipoot, geeft al aan dat de schimmel actief wordt bij hoge temperatuur en luchtvochtigheid. Bekend is dat de schimmeldraden onder zulke omstandigheden snel over het grondoppervlak uitgroeien en dan van plant naar plant kunnen groeien.

2.2.4 *Verticillium*

Deze schimmel vormt op afstervend aangetaste plantmateriaal sporen, conidiën, en deze sporen worden via lucht en water naar andere planten verspreid. Ook worden op aangetaste plantmateriaal andere overlevingsvormen, micro-sclerotiën en rust mycelium, gevormd en hierdoor kan de schimmel vele jaren in aangetaste plantresten, ook in de grond, overleven. Deze vormen kiemen dichtbij een gezonde plant en dringen de wortels binnen. De ziekte is ernstiger op natte koude grond.

2.2.5 Nematoden

Met betrekking tot *Meloidogyne spp* is het resterende plantmateriaal in de bodem, met name de overgebleven wortels (Alford, 2012), waarschijnlijk een van de grootste oorzaken van persistentie en uitbreiding van de nematodenpopulatie in de bodem. Een juiste compostering van gewasresten kan leiden tot verminderde *Meloidogyne spp* (Peiris *et. al.*, 2020). De eieren van *Meloidogyne spp* blijven in de achtergebleven wortels over en beginnen met uitkomen wanneer de omstandigheden gunstig zijn. Zo zorgt een hoger vochtgehalte ervoor dat de juvenielen gemakkelijker door de bodem bewegen naar de gastplanten). De aaltjesactiviteit neemt, weinig verrassend, toe met de temperatuur (minimum 10-15 °C). En bewegen aaltjes zich in de richting van chemische signalen van planten (bv wortel exudaten van geschikte gastplanten, maar signalen van de plant zijn niet altijd nodig) (Moens *et. al.*, 2009, Jones *et. al.*, 2013, Curtis *et. al.*, 2009). Een andere belangrijke factor die *Meloidogyne spp* infectie veroorzaakt, is het niet goed reinigen en desinfecteren van apparatuur en het verspreiden van haarden in de grond door de grondbewerkingsapparatuur. De voortdurende monocultuur van chrysanten is ook een belangrijke bijdrage aan de aanhoudende *Meloidogyne spp* ophoping in de bodem (Tian *et. al.*, 2019). Bekend is dat het tussentijds telen van plantensoorten die geen gastheer zijn, de *Meloidogynes spp* snel doen afnemen (Chen and Tsay 2006, Mweke, Kimenju *et. al.*, 2008).

Nematoden die zich voeden met bacteriën komen veel voor in kasbodems (Liu *et. al.*, 2006) omdat deze nematoden zijn aangepast aan hoge mate van verstoring (Bongers 1990, 1999), d.w.z. populaties herstellen snel als ze worden gedecimeerd door grond te bewerken; en veel voedingsstoffen, d.w.z. hoge N-input resulteert in snelgroeiende bacteriën waarmee deze nematoden zich voeden. In tegenstelling tot bacteriële voeders, zijn schimmelvoeders zeldzamer (Liu *et. al.*, 2006), omdat ze geen verstoringen kunnen verdragen (Bongers en Ferris, 1999). Met andere woorden: door het resulterende gebrek aan schimmels in kasbodems zijn er ook bijna geen schimmelvoedende nematoden (Ferris *et. al.*, 2001).

2.2.6 Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) en Mineervlieg (*Liomyza trifolii*)

In de grond zijn er weinige schadelijke insecten maar trips en mineervlieg zijn een groot probleem bij chrysanten. Bij een teeltwisseling kunnen de poppen overleven in de grond, en de plaagdruk wordt door stomen verkleind. Dichtheden fluctueren vaak, waardoor het lijkt alsof ze iedere keer weer opnieuw opduiken, maar dit zijn vaak toenames vanuit bestaande populaties omdat volwassen exemplaren overleven in de niet gestoomde delen van de kas waar trips in de bloemen kan overleven en mineerders in het blad.

2.2.7 Overige bodem gerelateerde ziekten en plagen

Opvallend is, dat wortelduizendpoot tegenwoordig geen probleem meer is. Dit wordt toegeschreven aan een toenemende hoeveelheid organische stof in de grond (pers med. Raaphorst). Wortelduizendpoot gedijt goed op grove grond met veel scheuren, waardoor ze zo snel kunnen weglopen dat ze een stoomfront kunnen vermijden (OG 2019, 2, 46-47). In fijne grond kunnen ze zich moeilijker voortbewegen. Het toevoegen van organische stof aan zware kleigrond, maakt de grond fijner. Op zandgrond komt wortelduizendpoot sowieso niet veel voor.

3 Kwaliteit van chrysantenstek

3.1 Mogelijke rol van cultivars

Chrysant kent vele cultivars met een grote variatie in gevoeligheid tegen ziekten en plagen. Zo heeft Kos *et. al.*, (2018) een grote variatie in trips-, mineervlieg- en spintschade gevonden in een onderzoek van 73 chrysant cultivars (Figuur 1). Zo'n grote variatie in gevoeligheid zou ook voor bodemziekten kunnen bestaan. Die gevoeligheid is echter zelden een reden om een cultivar uit de handel te halen. 'Moeilijke' cultivars worden dan vooral geteeld op bedrijven met een 'makkelijker' grondsoort of locatie (Raaphorst, pers. med.). Op dit moment bestaan al rassen met een hoge afweer tegen *Pythium*, trips en mineervlieg.

Figuur 1 Links het onderzoek wat aangeeft hoe groot de fluctuatie in weerstand tegen trips afhangt van de variëteit (Kos *et. al.*, 2014). Rechts het onderzoek dat aangeeft hoe sterk chlorogeenzuur de gevoeligheid voor trips bepaald (Leiss *et. al.*, 2009).

Er lijken nu nieuwe mogelijkheden de weerbaarheid van chrysanten tegen ziekten en plagen te verhogen door het selecteren op afweerstoffen zoals chlorogeenzuur tegen trips (Leiss *et. al.*, 2009; Figuur 1) en mineervlieg (Kos, niet gepubliceerd). Op moment van schrijven zijn hiermee selectie proeven bij een chrysant veredelaar gaande. Tot nu toe is voor het bepalen van plantenstoffen ongerichte metabolomics (NMR, LC-MS, GC-MS) gebruikt omdat het onbekend was welke stoffen betrokken waren (Box1). Deze methode is relatief duur.

Box1: Uitleg metabolomics

Metabolomics is de analyse van alle plantenstoffen, de metabolieten, in een plantenmonster. De complete set metabolieten wordt een metabooloom genoemd, ook bekend als het chemische fenotype. Hierin zit een schat aan informatie verborgen die kan zorgen voor nieuwe inzichten op het gebied van ziekte en gezondheid

Met de toenemende kennis van de betrokken plantenstoffen kunnen gerichte snellere en goedkopere analysemethoden zoals HPLC en papierchromatografie gebruikt worden. Het verhogen van het niveau van afweerstoffen blijkt ook mogelijk zonder rassenselectie, met maatregelen als bijvoorbeeld UV-B (Escobar-Bravo *et. al.*, 2019). Een ander voorbeeld is dat graslanden een positief plant-bodem feedback effect vertoonden op trips (Pineda *et. al.*, 2020) en *Pythium* (Ma *et. al.*, 2017) in chrysant, door verhoogde concentraties van chlorogeenzuur in de bladeren. Het toedienen van de afweerstoffen zelf op zaad en stek blijkt ook een ziekteverwend effect te hebben (Mouden, 2020).

3.2 Moerplanten

De kwaliteit van de chrysantenstek is afhankelijk van de teelt, in elk geval belichting en de voeding, van de moerplanten. De kwaliteit kan worden gespecificeerd als uniformiteit in lengte, gewicht en diameter, het droge stofpercentage, het gehalte aan bepaalde inhoudsstoffen en het ontbreken van residuen gewasbeschermingsmiddelen en de afwezigheid van ziekten en plagen. Op dit moment ontvangt een teler hierover nog geen volledige informatie. Om beter gebruik te maken van de mogelijkheden zou de teler nog informatie kunnen ontvangen over geselecteerde inhoudsstoffen en ziekten en plagen. Wat betreft de inhoudsstoffen kan worden gedacht aan het gehalte chlorogeenzuur tegen trips (Leiss *et. al.*, 2009). Wat betreft de ziekten en plagen kan worden getest op alle hier behandelde organismen: *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne*), migrerende endoparasitische nematoden (inclusief *Pratylenchus*) en trips.

Om de uniformiteit van het stek op te voeren zou de oogst van het stek nog verder geautomatiseerd kunnen worden met automaten of robots.

Weerbaarheidsbehandelingen van de moerplant, welke op de zich ontwikkelende stekken overdragen wordt, dit heet priming, zouden de weerbaarheid van chrysantenstek kunnen verhogen. Priming kost de plant relatief weinig energie (Martinez-Mendez *et. al.*, 2016) en er wordt dus geen grote invloed op de groei van de moerplant en het aantal te verkrijgen stekken verwacht. Eén voorbeeld is het dippen in bewortelingspoeder van het hormoon auxine verminderde schade van trips en mineervlieg (Mouden, 2020). De effecten waren sterk variabel, wellicht in afhankelijkheid van de variabiliteit van de stek kwaliteit. Het mechanisme achter deze werking is nog onbekend. Andere voorbeelden zijn het gebruik van een lichtspectrum met UV-B waardoor spintschade met 70% afnam; het gebruik van veel rood licht en de eileg van *Orius spp* om de jasmonzuurroute aan te schakelen (Figuur 2).

Figuur 2 Eileg door *Orius* in plantenweefsel schakelt de jasmonzuurroute aan. Dit gegeven is mogelijk toe te passen op de moerplanten of op de stek opkweek. Eenzelfde effect wordt verkregen door spectra met veel rood licht te gebruiken.

In Figuur 2 is de meeste tripsschade op bladponzen afkomstig van planten opgekweekt onder het "witte" LED spectrum met gelijke aandelen rood, blauw en groen licht, en veel minder schade in planten opgekweekt onder RGB met 75% rood licht en RB met 95% rood licht spectra. Dit is zowel voor Baltica als Zembla het geval. Wanneer *Orius* eitjes in het plantweefsel heeft gelegd, in Figuur 2 de balkjes met gekruiste lijnen, is de tripsschade op bladponsjes in het witte spectrum sterk afgenomen. Dit is dus een indirect effect van *Orius* op de afweer van de plant doordat de eitjes in het plantenweefsel worden gelegd waardoor aanschakeling van de jasmonzuurroute volgt.

Een belangrijke vraag bij deze methoden is welke dosering nodig is en hoe lang het effect merkbaar blijft.

3.3 Opkweek

In de opkweek verandert het stek in 10 dagen van een wortelloos vocht en voedingsgebrek leidend stek naar een volledig beworteld plantje dat zware klimaatschokken aankan (Figuur 3). Dit betekent dat de teeltomstandigheden veranderen van bewortelingsbevordering naar opname van water en voeding. De EC zou van 1.0 naar 3.0 dS/m of hoger mogen verlopen, de luchtvochtigheid van >85% naar 50%, het lichtniveau van <100 micromol PAR naar zo hoog als kan. Het opkweek systeem is meestal niet ingericht om zulke dynamische overgangen te realiseren. Met de moderne LED ontstaan mogelijkheden om meer gebruik te maken van de indrukwekkende toename in groeikracht van het ontwikkelende stek.

Figuur 3 Opkweek van stek in bakken, 400-800 stek/m².

De techniek van hormoontoediening om de beworteling op gang te brengen door dompelen en poederen, is een niet erg nauwkeurig gedoseerde kickstart waarbij het risico van te intensieve beworteling bestaat.

De wortelvorming van stekken was in onderzoek positief gecorreleerd met totale stikstofconcentratie voor het bewortelen en niet beperkt door gelijktijdig lagere concentraties van individuele of totaal oplosbare koolhydraten in de stekken (Drüge *et. al.*, 2000). Het is niet duidelijk of de N-concentratie een effect heeft op de verdere groei van de stekken maar N-deficiënte stekken van 'Stallion' gaven minder bloemen ook al was de bemesting in de kas voldoende (Kadner *et. al.*, 2008). De stikstofniveaus in het stek op de moederplanten en tijdens transport van de stekken zijn dus bepalend voor de kwaliteit van de stekken (Zerche *et. al.*, 2019). Het meten van proline, een aminozuur, als indicator van waterstress is ook door Drüge beoordeeld maar de resultaten waren te cultivar specifiek voor algemene richtlijnen en moeten nog voor andere stressmomenten gemeten worden. Wortelmilieuomstandigheden tijdens de hardingsfase, dat is dag 9 na het in de perskruit stekken van de stekken, kunnen de kwaliteit van het uitgangsmateriaal aanzienlijk beïnvloeden (Buwalda *et. al.*, 1994). Zo nam in een periode van 9 dagen de N-concentratie in stekken met de laagste gietfrequentie meer af dan de N-concentratie in de stekken bij de hogere gietfrequentie. De watergift/voedingsgift in de opkweek is dus mogelijk niet altijd optimaal (Figuur 4 en Box2).

Figuur 4 Links zwaar *Pythium* probleem door een combinatie van lage EC en hoog watergehalte (0.5 dS/m en >80%-v/v respectievelijk). Rechts normale beworteling op een perspot met onvoldoende ontwikkeld bladoppervlakte.

Box2: Voorbeeld voedingsopname in de stekfase

Een rekenvoorbeeld dient om aan te geven hoe snel tekorten kunnen optreden: De gewichtstoename van de stekken is 1-2 gram per stek in de laatste dagen: dat is met 10% droge stof 0.1-0.2 gram. Van deze droge stof bestaat 30% uit voeding (Sonneveld en Voogt, 2009). Dat is 30-60 mg voeding per stek. Met een gemiddeld molgewicht voor een kation en anion van 100 g/mol volgt dat dit 0.3-0.6 mmol ladingplaatsen voeding is, dat is de kationen of de anionensom. De voorraad aanwezige voeding zit in 40 mL voedingsvocht waarbij we rekenen met een perspot van 49 mL, 3.5 x 3.5 x 4.0 cm. De EC is 2.0 wat overeenkomt met 20 mmol/l kationen of anionenlading. Daarom is er $0.04 \times 20 = 0.8$ mmol kationen of anionen lading in een perspot. Dat is normaal gesproken net genoeg als de groei laag is. Bij hoge T/straling of lagere EC is dat twijfelachtig. Een perspot verdampt niet veel door het in de opkweek over de stekken gespannen plastic en door de hoge RV in de opkweek. Zodra aanpassingen in de opkweek leiden tot meer verdamping en groei zal er behoefte zijn klimaatafhankelijk voeding bij te doseren.

3.4 Toevoegingen

De hoeveelheid beschikbare toevoegingen voor doormengen in potgrond is groot en lastig zonder overlappen in te delen (zie een poging daartoe in hoofdstuk 8: Rol van plantafweer). Wij noemen hier een aantal voorbeelden. In Bijlage 4 staat een overzicht van middelen die in chrysant gebruikt kunnen worden. Deze opsomming is zowel van toepassing voor de moerplanten, de opkweek als de eigenlijke teelt, al lijkt het verstandig acties vroeg in te zetten.

Het aanzetten van de jasmonzuur en salicylzuurroutes kan met:

- Microbiologische primers zoals *Trichoderma asperellum* T34.
- Handelingen zoals het gebruik van UV-B; veel rood licht en UV-B.
- Inzetten van eileggende *Orius*.
- Inzetten van chemische elicitors als laminarine.

In alle gevallen is de vraag hoe het beste gedoseerd kan worden en hoe lang het effect aanwezig blijft. De meeste behandelingen lijken al na een korte periode effect te hebben en duren minstens 3 en mogelijk tot 12 weken.

Het toevoegen van micro-organismen aan perspotje of stek vooraf aan het steken is geprobeerd met *Trichoderma* (MacKenzie *et. al.*, 1995) met positieve resultaten. Door Kruidhof *et. al.*, (2020) zijn *Trichoderma*, *Streptomyces* en *Bacillus* getest tijdens het bewortelen. Het effect van deze soorten berust meestal op het verdringen door concurrentie om voedsel en vestigingsplaatsen, maar soms ook op het doden van parasitaire soorten. Andere bekende soorten zijn *Trichoderma harzianum* T22, *Trichoderma asperellum* T34, *Bacillus amyloliquefaciens*.

Figuur 5a-b Potten met toevoegingen. Links 40%-v/v in plaats van 15%-v/v houtvezel. Houtvezel heeft meerdere functies, één ervan is het stimuleren van microbiële activiteit, met de nadruk op schimmels. Rechts is chitine van gemalen garnalenpellen gebruikt. Chitine helpt de plant om de Salicylzuur route aan te schakelen waarmee de plant zich verdedigt tegen bijvoorbeeld wortelknobbelaaltjes. Ook stimuleert chitine het bodemleven dat organische stikstof omzet via ammonium naar nitraat.

Ook kunnen chemische stoffen worden toegevoegd die:

- De plantverdediging aanschakelen (voorbeeld: laminarine voor de salicylzuurroute).
- De plantenziekten onderdrukken (etherische oliën).
- De bodemeigen gunstige soorten bevoordelen (houtvezel; Figuur 5).

Een aparte manier om de bodemeigen gunstige soorten te bevoordelen is het toevoegen van organische stof als voeding. Dit heet het stimuleren van een functionele groep. De functionele groep zijn alle soorten die de aangeboden voeding kunnen verteren. Bij deze aanpak is het van belang dat steeds een beetje voeding beschikbaar is. Dat kan door de toediening van de stof te herhalen of door een langzaam vrijkomende vorm aan te bieden. Voorbeelden zijn champost of chitine in de vorm van grove, fijne of gepelletiseerde garnalen of insectenresten (Figuur 5).

Bij veel van de bovengenoemde middelen geldt dat aanvullend kennis nodig is om:

- Dosis en toedieningswijze te optimaliseren
- Meetmethoden te ontwikkelen om snel en betaalbaar te toetsen op het effect in een plant.
- Meetmethoden te ontwikkelen om snel en betaalbaar te toetsen op het effect op ziekten en plagen.
- Vast te stellen hoelang effecten werkzaam blijven.

Dit geldt uiteraard niet alleen voor toepassing bij moeren of in de opkweek maar ook voor de doorteelt.

4 Opkweekmedium

4.4.1 De perspot en het persen

Een moderne standaard perspot bestaat uit 60% v/v tuinturf, 25% witveen en 15% houtvezel (Kruidhof *et. al.*, 2020). Tuinturf is doorgevroren zwartveen. Het doorvriezen gebeurt vlak na winning, als het zwartveen nog vochtig is, en dient om herbevochtigend vermogen en samenbindend vermogen te verhogen. Daarna wordt het gedroogd, gemalen en gezeefd. Niet doorgevroren zwartveen neemt na droging moeilijk water op.

De waterhuishouding in perspotjes is moeilijk te beheersen want of te nat, of te droog, maar de voordelen van prijs en automatiseerbaarheid van de toepassing wegen daar tot nu toe tegen op (Vermeulen 2009).

Als voorbeeld worden hieronder enkele mengsels besproken gebaseerd op data van nog lopend onderzoek (Bijlage 5, Kruidhof *et. al.*, 2020). De mengsels worden geperst tot perspotten van $4.0 \times 3.5 \times 3.5 \text{ cm} = 49 \text{ mL}$. Hierbij neemt de dichtheid met 1.9 tot 2.3 keer toe.

Bij dat persen treedt meestal net wel of net geen waterverlies op. Dit betekent dat op het moment van persen er in veel potten totaal geen lucht meer aanwezig is. Verder blijkt dat sommige materialen na persen toch lucht opnemen na persen totdat water uittreedt. Dit wordt veroorzaakt door terugveren van de geperste massa. Dit terugveren is vooral nuttig als het materiaal na steksteken niet direct weer wordt volgegoten met voedingsoplossing. Uit de luchtgehalten na persen blijkt dat de potjes met houtvezel zo'n 10% extra terugveren.

Daarnaast blijkt het toedienen van een in verhouding geringe hoeveelheid chitine van 1%-g/g aan het standaardmengsel of aan het standaardmengsel met houtvezel en champost of aan het standaardmengsel met champost, leidt tot een 7-14% lager luchtgehalte. Dit lijkt samen te hangen met een hoger vochtgehalte van de mengsels met chitine. De conclusie was dan ook dat chitine in een mengsel fungeert als glijmiddel en als vocht absorberend materiaal. Dit is een belangrijke conclusie omdat gunstige eigenschappen van chitine kunnen wegvallen tegen de negatieve invloed van een lager luchtgehalte. Dat zou kunnen betekenen dat chitine ten onrechte wordt afgeschreven.

4.4.2 Voeding in de perspot

Een standaard perspot met bijvoorbeeld tuinturf, witveen en houtvezel wordt bemest met een samengestelde bemesting in de vorm van PotGrond-mix (PG-mix). De samenstelling van het perspotje wat betreft NPK is te zien in Tabel 1 en de mmol beschikbaar per stek is uitgerekend aan de hand van het droge bulk gewicht van het potje.

Tabel 1

Samenstelling van perspotje - niveaus NPK op basis DBD voor en gewicht potje na.

Parameter	Eenheid	Code/Berekening	-	K	N	P
PG-mix 12 14 24	mol/kg	A	115	5.34	8.57	1.9
Dosering PG mix op perspot mengsel voor persen	kg/m ³	B	0.75			
Droog bulkgewicht perspot mengsel voor persen	g/L	C	115			
Droog gewicht perspot na persen	g	D	14.1			
Concentratie perspot voor persen	mmol/kg	$E = (A * B / C) * 1000$		34.8	55.9	12.4
Hoeveelheid per perspot	mmol	F		0.49	0.79	0.17

Tegenover de aanvoer van de N, P en K in de bemeste perspotjes staat de opname door de plant. Deze volgt uit een plantanalyse. In Tabel 2 is te zien dat na 10 dagen de stekken 58% van de oorspronkelijke hoeveelheid K-bemesting uit de grond bevatten, 71% van het oorspronkelijke stikstof en 21% van de oorspronkelijke P.

Tabel 2

Gewasanalyse van chrysantenstek om uitputting van elementen in perspot te berekenen. Versgewicht stek was 2.33 en drooggewicht 0.17 g/stek.

		K	Na	Ca	Mg	Ntot	NO3	Cl	Stot	P
Gehalten stek	mmol/kg DS	1677	149	263	207	3321	673	467	85	217
Hoeveelheid in stek	mmol	0.285	0.025	0.045	0.035	0.564	0.114	0.079	0.014	0.037
Hoeveelheid in perspot (Tabel 1)	mmol	0.49				0.79				0.17
% over in perspot	mmol/perspot	42%				29%				78%

Er bestaat nog steeds een vermoeden dat de stekken niet genoeg fosfaat opnemen omdat bij de huidige hoge lichtniveaus 7 tot 10 dagen na planten soms bruin blad zichtbaar is (Corsten, 2018). Om dit te onderzoeken is een aantal jaren geleden een praktijkproef opgezet (Voogt en van den Bosch, 2012). Hieruit bleek dat P-bemesting in de eerste fase van de teelt na het planten inderdaad tot meer P in de plant leidde ondanks de daarvoor al ruime voorraad P in de bodem en in het perspotje. Er lijkt dus vooral een probleem te zijn met de opneembaarheid van de aanwezige fosfaat. Voogt (2016) veronderstelt dat ook het kleine wortelgestel in de eerste weken na planten een rol speelt. In beide gevallen zou de beschikbaarheid vergroot kunnen worden door het doseren van humaten (Graber *et. al.*, 2015; Anonymous, 2011). In de eerste weken zou overigens nog fosfaat bijgemest kunnen worden maar het is de vraag of dit in elke situatie tot een hogere opname zou leiden omdat ook pH, vochtgehalte en de aanwezigheid van ijzer en calcium een rol spelen.

4.4.3 Alternatieve opkweekmedia

Een lijst met alternatieve opkweekmedia is opgesteld om met de praktijk te bespreken (Bijlage 3). De lijst is samengevat in een overzicht waarbij niet uitputtend enkele voor en nadelen worden genoemd (Tabel 3).

Tabel 3

Een lijst met stekmedia voor chrysant, het gebruikte hoofdmateriaal en een beoordeling op luchtigheid en afwezigheid niet afbreekbare materialen.

Producent	Hoofdmateriaal	Luchtig	Niet-afbreekbaar deel
Klassieke perspot	Zwartveen/veen	n	n
Holland Plug	Jute/superadsorber	j	j
Plantfoam	Biobased foam	j	n
Van der Knaap	Kokos-foam	0	j
Dümen/Quick plug	Kokos-foam	0	j
Jiffy/Preforma	Kokos-foam	0	j
Profile/HydraFiber	Houtvezel	j	n
Klasmann/Growcoon/Maan	Biodegradeerbare fiber cup	j	n
Optiplug	Biodegradeerbare Paperpot	0	n

- Luchtig is van belang voor het gezond blijven van de wortel in de persplug. 15-10%v/v is wenselijk (Wever *et. al.*, 2001; Verhagen, 2013; Blok *et. al.*, 2017a).
- Niet-afbreekbaar deel. Om te beoordelen of deze pluggen bijdragen aan de verspreiding van synthetische persistente stoffen in het milieu, die uiteenvallen in nanoplastics.

5 Vorm en mate van grondbewerking

5.4.1 Frezen

Vlak voor het planten wordt de beteelde grond met daarop de afgeknipte stelen en de nog stevig bewortelde perspotten tot een diepte van 15-20 cm intensief gefreesd tot een vrij homogene massa (Figuur 6).

Over het algemeen is minder omwoeling van de bodem bevorderlijk voor micro-organismen (Bongiorno *et. al.*, 2019) maar minder omwoelen kan ook leiden tot geleidelijke verdichting en minder lucht in de bodem (Batey, 2009). Minder lucht in de bodem is nadelig voor het gewenste bodemleven en de latere wortelgroei omdat beiden een hoog zuurstofverbruik hebben (Blok en Gérard, 2013).

Figuur 6 Links, frezen van de grond voor planten bevordert de beworteling van een nieuw gewas maar verstoort de opbouw van stabiele populaties micro-organismen. Rechts, de plantmachine.

Het frezen wordt gebruikt om extra organische stof en sommige plantversterkers door de bodem te mengen. De diepte van belang voor de doorworteling en de microbiële activiteit is 30-50 cm. De stabiliteit en de hoeveelheid van de organische stof is hierbij belangrijk. Als er te weinig koolstof vrijkomt, door een te gering gehalte organische stof of door een te grote stabiliteit, zal de activiteit van de populatie micro-organismen laag blijven. Als er te veel koolstof vrijkomt, door een te hoog gehalte organische stof of door een te lage stabiliteit, zal de activiteit tijdelijk hoog oplopen (van der Wurff *et. al.*, 2016) zodat:

- Opportunisten gaan overheersen.
- Door een hoog zuurstofgebruik lokale anaerobe plekken ontstaan.
- De temperatuur van de bodem lokaal oploopt.
- Na een snelle piek de activiteit snel weer terugzakt naar een laag niveau.

In onderzoek worden een aantal indicatoren voor bodemconditie gebruikt, gebaseerd op nematoden aantal en soorten (Ronting *et. al.*, 2017). Dit zijn:

- Shannon diversity index als maat voor de soortenrijkdom (neemt 23% toe bij zero tillage).
- Maturity Index als maat voor stabiliteit van de populatie (neemt 12% toe bij zero tillage).
- Structure index als maat voor de stabiliteit van de bodemstructuur (neemt 24% toe).
- CI als maat voor het vermogen tot afbraak door schimmels (neemt 59% toe).
- Het aandeel herbivore nematoden (neemt 70% toe).

Het gebruik van deze indicatoren is bewerkelijk en de uitkomsten zijn nog teveel afhankelijk van weer andere indicatoren zoals totaal aanwezige organische koolstof en aanwezige labiele koolstof; beschikbare kalium en aanwezige bacteriën en schimmels.

5.4.2 Stomen

Het ontsmetten met stoom gebeurt, één keer per jaar tijdens een van de teeltwisselingen (Amsing 2003, Amsing 2004; Figuur 7). Om te stomen moet de grond vooraf niet te nat zijn en eigenlijk geldt hoe droger bij aanvang, hoe beter het resultaat. De grond moet tot minstens 50 cm doorgespit worden om de stoom voldoende diep te laten doordringen. De pH moet bovendien minimaal 6.5 zijn om excessieve opname van Mn na het stomen te voorkomen (Sonneveld en Voogt, 2009, p210-211). Mangaan komt vrij na het stomen door reductie van neergeslagen mangaan. Bij lage pH kan chrysant schadelijke hoeveelheden mangaan opnemen. Bij pH 6.5 is er genoeg bicarbonaatbuffer om een scherpe pH daling na stomen op te vangen (Sonneveld en Voogt, 2009, p210-211).

Figuur 7 Stomen onder zeilen zonder en met afzuiging.

Stoom wordt onder een afdekstoomzeil geblazen. Als er een ventilator op de drainageslangen aangesloten wordt, gebeurt het stomen met onderdruk zodat de stoom dieper de grond indringt. Hierdoor worden de temperaturen lokaal hoger, en worden meer ziekteverwekkers gedood. Tegen *Verticillium*, *Fusarium* en aaltjes moet eigenlijk met onderdruk worden gestoomd om voldoende doding te bewerkstelligen; het gaat hierbij niet alleen over de temperatuur maar ook over de diepte omdat de organismen goed instaat zijn vanuit de ondergrond weer naar boven te komen (Figuur 8). Na het stomen wordt geadviseerd de -bijzonder natte- grond een week te laten rusten (Roux-Michollet, Dudal *et. al.*, 2010), niet verder nat te maken en de grond te voeden met wormen of ander bodemleven. Ongeveer 4-6 m³ gas/m²/jaar wordt gebruikt voor het stomen van chrysantenbedden. Voor de 350 hectare onder chrysant in Nederland is dit 14 Mm³ gas/jaar.

Figuur 8 Dodingstemperaturen volgens Royalbrinkman.nl (Royal Brinkman, 2020). Algemene minimumduur voor het aanhouden van de temperatuur is 30 minuten.

Het ontsmetten van de grond wordt gedaan tegen bodemziektes (*Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum*; Meng, Ren *et. al.*, 2019), tegen aaltjes (*Meloidogyne incognita* en wortelliesieaaltjes *Pratylenchus spp*; Amsing 2003; Amsing 2004) en tegen insecten plagen (wortelduizendpoot; Ludeking, Termorshuizen *et. al.*, 2013). Tegenwoordig wordt 70°C aangehouden gedurende minimaal 30 minuten. Niet pathogene schimmels uit de groepen *Aspergillus* en *Penicillium spp* kunnen tot 80°C overleven net als niet pathogene bacteriën zoals *Bacillus amyloliquefaciens*.

Na het stomen zijn naast de plantpathogenen en plantenparasitaire organismen ook praktisch alle onschadelijke saprofytische organismen en nuttige organismen gedood. Dit betekent dat een zo genoemd 'vacuüm in de bodem' is gecreëerd, d.w.z. alle de bodemniches zijn leeg, waardoor de mogelijkheid is geschapen voor herkolonisatie door ziekten en plagen (Gamliel and van Bruggen, 2016). Stomen kan de bodem dus sterk uit balans brengen. Dit is ook de reden dat in de EU het Directorate "Sustainability and Quality of Agriculture and Rural Development" stomen dieper dan 10 cm niet bij Organic Farming vindt passen (EGTOP, 2013).

Sommige saprofytten kunnen snel weer herkoloniseren, b.v. *Peziza* treedt vaak snel weer op en is bekend als stoomschimmel. Stoomschimmels schaden de plant niet direct maar een nadeel van veel schimmelgroei is dat het mycelium waterafstotend is en dat de grond hierdoor dus slechter en ongelijker water op kan nemen.

Een vaak vergeten nadeel van stomen is dat sommige organismen er langer dan een teeltcyclus van chrysant over doen om op voldoende sterkte terug te keren. Een voorbeeld is dat bacteriën die een omzetting van ammonium naar nitraat geven, langer weg blijven dan denitrificeerders (nitraat naar ammonium; Ludeking, 2012; Roux-Michollet, Czarnes *et. al.*, 2008). Dit betekent dat nitraat die nodig is voor snelle volumegroei van de plant minder snel aanwezig is.

Een ander ingrijpend effect van stomen dat mineralen vrijgemaakt worden door de afbraak van organische stof en door reductie van oxiden (Roux-Michollet, Dudal *et. al.*, 2010). Mangan kan in zulke hoeveelheden beschikbaar worden dat schade door bladplekken door overmaat ontstaat (Sonneveld en Voogt, 2009, p210-211). Ludeking geeft ook een opsomming van een aantal methoden van biologische grondontsmetting; groenbemesting en organische stof, solarisatie en biofumigatie, dat is ontsmetting met onderwerken van planten met fungi en bactericide stoffen, maar deze methoden zijn minder van toepassing in de glastuinbouw vanwege de tijdsdruk.

5.4.3 Bodem resetten

Het 'bodem resetten' met een makkelijk afbreekbare organische stof en 'ruw eiwit' op een vochtige bodem kan in 9 -11 dagen vergelijkbare resultaten opleveren als met het stomen (Ludeking, 2012; Ludeking, Termorshuizen *et. al.*, 2013). Echter kan bij de eerste teelt groeiremming optreden (Garcia, *et. al.*, 2014) door het achterblijven van onder anaerobe omstandigheden gevormde plantgiftige stoffen als boterzuur. 'Bodem resetten' duurt langer dan stomen maar gebruikt minder energie. Het zou in de zomerperiode toegepast moeten worden, maar het blijft moeilijk het in te passen in de bedrijfsvoering van een moderne chrysantenkwekerij omdat het langer duurt dan stomen en het is niet bekend wat de impact van de hoeveelheid toegediende organisch stof op de nutriëntenhuishouding is (Raaphorst, pers. med.). Mogelijk dat bodem resetten voor *Verticillium* wel een betere oplossing is omdat juist bij *Verticillium* heel diep gestoomd moet worden. NB heel diep zou hier tot meer dan 70 cm moeten zijn en liever nog meer dan 1 meter iets wat zowel moeilijk te realiseren als te controleren is. De ontwikkeling van een indicator voor het succes van het 'bodem resetten' door bijvoorbeeld het meten van aantal plantpathogene nematoden is een perspectief (Kerry, 1997).

6 Match opkweekmedium en teeltmedium

6.1 Opkweekmedium

Bij het uitplanten worden de aaneengesloten maar aan de onderzijde al van elkaar losgesneden plakken perspot uit elkaar getrokken. Als enkele wortels daarbij in een ernaast gelegen perspot zijn gedrongen, kan er wat wortelbreuk optreden. Wortelbreuk creëert invalspoorten voor ziekten. Alle schimmelziekten zijn in staat om de uitscheidingen die ontstaan bij wortelwonden te signaleren en om naar de bron daarvan te groeien of bewegen (Agrios, 2005). Het is niet bekend hoeveel wortelbreuk onder verschillende omstandigheden optreedt en hoeveel extra ziektedruk wordt opgeroepen door wortelbreuk. Wel is de invloed van wortelbreuk in proeven na te bootsen. Het materiaal van de perspotten sluit meestal niet goed aan bij de kasgrond wat betreft fysische eigenschappen en samenstelling (Tabel 4). Referentiewaarden van substraten en bodems in: Blok *et. al.*, 2019.

Figuur 9 Links; frezen van de grond tot een bewortelingsbed voor planten op de perspotten. Rechts; Uitgroeien van het stek in de kasgrond.

Tabel 4

Vergelijking van de fysische eigenschappen van de perspotten voor en na het planten en twee voorbeelden van kasgronden, een zand- en een kleigrond.

	Unit	Perspot voor planten	Perspot na planten	Zandgrond	Kleigrond
DBD	Kg/m ³	225	225	1000	1250
Organische stof	%-g/g	95	95	5	7
Minerale delen	%-g/g	5	5	95	93
Porie volume	%-v/v	80	80	35	30
Lucht bij verzadiging	%-v/v	4	35	15	10
Indringweerstand	kPa	100	100	250	500
Stabiliteit OS	mmol/kg/h	3	3	12	10
Zuigspanning	cm	5	100	100	100
EC	dS/m	1.8	1.6	1.8	1.8

DBD = droge bulkdichtheid, massa/volume van het substraat na het drogen bij 105°C

Organisch stof = % gewicht van organische delen, b.v. veen

Minerale delen = % gewicht van de minerale delen b.v. in zand en klei

Porievolumen = % volume van substraat dat niet gevuld is door vaste delen (som volume minerale en organische delen)

Lucht bij verzadiging = % volume lucht in het substraat bij een onderdruk van -3 cm

Indringweerstand = stevigheid in kPa gemeten op duw-trekbank

Stabiliteit OS = stabiliteit organisch stof in mmol zuurstof opname bij micro-organismen per kg droge stof per uur. Hoe lager de waarde, hoe stabiel, 2-4 is stabiel, geen afbraak. 10-12 zijn redelijk stabiel maar er is afbraak doordat er meer breekbare organisch stof aanwezig is.

Zuigspanning = hoogte van het substraat, negatief waterdruk

EC = elektrische geleidbaarheid afkomstig van de aanwezige bemestingselementen

De droge bulkdichtheid van de bodems is veel hoger doordat ze minerale delen bevatten. Dat is ook de reden dat de indringweerstand hoger is dan die in de persgrond. De indringweerstand die de wortels moeten overwinnen is in natte perspotten bijzonder laag en de genoemde weerstanden in de gronden zijn nog steeds niet erg hoog, waarbij ervan uit gegaan is dat de gronden vergeleken met een overeenkomende akkerbouwgrond veel organische stof bevatten. Op zich kunnen wortels veel hogere dichtheden aan, het probleem is meer dat de wortels van het ene op het andere moment in staat moeten zijn deze indringweerstand te genereren. Daarom wordt geprobeerd door intensief frasen de grond luchtiger te maken dan in de normale rusttoestand. Onbekend is hoe laag de indringweerstand van een gefreesd bed zijn. Het regenen direct na planten is ook een manier om de indringweerstand tijdelijk sterk te verlagen, al brengt dit het nadeel met zich mee dat berekening de luchtgehalten van perspot en bodem sterk kan verlagen en daarmee de kans op schimmelziekten kan verhogen.

Een andere overgang betreft de plotselinge verhoging in luchtgehalte. De ervaring in de steenwolteelt van vruchtgroenten is dat het overgaan van een nat opkweekmedium naar een medium met een hogere zuigkracht de plant nauwelijks stress oplevert. De wortels zijn instaat versneld uit te groeien in de richting van water en groeien daarom vlotter uit als het blok waar ze in groeien minder zuigkracht heeft dan de bodem waarin geplant wordt. Het blok wordt dan bij overplanten droger en de wortels groeien gemakkelijker uit de plug weg.

Eveneens uit de teelt van vruchtgroenten op substraat is bekend dat wortels uitgroeien in de richting van een lagere EC. Hierbij wordt de EC op het einde van de opkweek soms wel 2.5 maal zo hoog aangehouden als de start EC in de teelt. Het kan dus gunstig zijn in de opkweek van chrysant hogere EC's aan te houden dan in de kasgrond.

De organische stof in de grond wordt aangevuld met de organische stof in de perspotjes, de wortels en een klein stukje stengel wat blijft staan nadat de maaibalk eroverheen is gegaan. Een groot deel van de bladeren en het stukje stengel dat in de bosmachine wordt afgeknipt, wordt als organisch afval afgevoerd. Bij pluischrysanten wordt bovendien nog zo'n 30% van de takken handmatig uit de grond getrokken. Hiervan wordt de perskluit dus ook afgevoerd.

Daarnaast zijn er problemen met het creëren van voldoende en homogeen contact met de kasgrond bij het uitplanten. Bij onvoldoende contact drogen de potjes uit naar de lucht. Omdat het basismateriaal veen is, is indrogen irreversibel (Raviv en Lieth, 2019). Hierdoor kunnen wortels afsterven (invalspoorten voor ziekten) en ontstaat ongelijkheid in het gewas (Raaphorst, de Zwart *et. al.*, 2018). Naast economische gevolgen heeft ongelijkheid ook consequenties voor de gewasgezondheid; de watergift is altijd overdadig en door ongelijkheid ontstaat grote kans op ziekten door planten die achterblijven en te nat blijven.

Samenvattend kan gesteld worden dat gezocht wordt naar een wortelmedium dat zowel in zand als in kleigrond snel, maar niet volkomen, droog getrokken wordt. Dat kan door een hybride materiaal te kiezen wat bestaat uit een snel droog te trekken materiaal als bijvoorbeeld houtvezel en een beter watervasthoudend materiaal als bijvoorbeeld kokosgruis.

Een nog onbesproken bezwaar is dat perspotten ook gebruikt worden als water en voedingsbuffer voor transport en voor tijdelijke opslag bij planten. Door een droger materiaal te kiezen moet het volume van de potten eigenlijk toenemen waardoor problemen met de prijs, de opkweekdichtheid en de logistiek zouden ontstaan.

6.2 Fluctuaties lucht- en vochtgehalte

Luchtpercentages in perspotten kunnen veel lager zijn dan 20%-v/v, namelijk 3-5%-v/v (Bijlage 5), terwijl groeiproblemen onder de 10%-v/v zijn te verwachten en 15-20%-v/v wenselijk is (Wever *et. al.*, 2001; Verhagen, 2013; Blok *et. al.*, 2017a; Box3). Problemen zijn erger bij ruim watergeven en watergeven direct na planten. Problemen zijn minder erg als de grond de perspotten leeg kan trekken, wat gebeurt als er goed capillair contact is tussen grond en perspot. Het is onbekend hoeveel tijd een perspot minder dan 5%-v/v lucht bevat en hoe snel dit weer toeneemt. Het gevolg van het zuurstof te kort is een algemene slecht detecteerbare groeiachterstand (Holtman *et. al.*, 2005). De hogere gevoeligheid voor *Pythium* en ook *Phytophthora* is een gevolg zijn van de betere bereikbaarheid van de wortels voor de zwemsporen die een kenmerk zijn van juist deze beide schimmels (van der Gaag, 2005), gecombineerd met een grotere gevoeligheid van cellen die door zuurstofgebrek niet genoeg elementen kunnen opnemen voor de opbouw van celwanden (Nakamura *et. al.*, 2016; Bar-Yosef en Lieth, 2013).

Omdat de perspotten een hoge bulkdichtheid hebben, is er weinig lucht en dit is niet bevorderlijk voor het eventuele toevoegen van positieve micro-organismen. Ook tijdens de teelt is er geregeld een overschot aan water en voeding/beperkte hoeveelheid lucht (Voogt, 2016). De oplossing lijkt erin gelegen de watergift af te stemmen op verdamping.

BOX3: Zuurstof in een perspot vergeleken met het verbruik.

Na een berekening daalt het luchtniveau tot een luchtniveau van 5% van 49 mL (volume perspot), dat is 2,5 mL lucht. Omdat er 21%-v/v zuurstof in lucht zit, is er 0.5 mL O₂ in de perspot aanwezig.

Zuurstofverbruik van actieve verse wortels is 0.5 mg O₂ /g/uur (Blok en Gerard, 2013); Er is naar schatting 1 kg vers gewicht wortel per m². Daarom is er een verbruik van 500 mg/m²/uur; dat is 15 mmol O₂/m²/uur (1 mol zuurstof weegt 32 g); dat is 0.34 L/m²/uur (1 mol zuurstof is 22.4 liter). Met 800 perspotten per m² is het zuurstofverbruik per perspot 0.4 mL/uur.

Het zuurstofverbruik van de wortels hangt dus af van een voortdurende aanvoer van lucht naar de wortels. Die aanvoer is pas voldoende groot als er meer dan 20%-v/v luchtgevulde poriën aanwezig zijn (Verhagen, 2013).

6.3 Micro-organismen in de perspot en in kasgrond

Er is weinig onderzoek gedaan aan de match tussen de populatie micro-organismen in de perspotten en in de tuinbouwgronden. Er is geen bewijs in de literatuur te vinden dat het gemak waarmee wortels in een nieuwe omgeving uitgroeien mede afhangt van de overeenkomst in micro-organismen in opkweek en doorteeltmedium. Wel is duidelijk dat micro-organismen vanuit de opkweek kunnen meegroeien het teeltmedium in. Plant Growth Promoting Rhizobacteria zijn zelfs gedefinieerd als micro-organismen die als ze aanwezig zijn op zaad of stek, kunnen meegroeien met de uitgroeïende wortel en daarbij de groei van de plant positief beïnvloeden met fytohormonen, opname van elementen, biocontrole van pathogenen en de inductie van weerstand in de plant (McNear, 2013). Hierbij gaat het vaak om bijzonder specifieke relaties van een micro-organisme met een plantsoort en zelfs cultivar. Los daarvan moet een wortel die uitgroeit in nieuwe grond ook een fysieke verbinding aangaan met de bodemdeeltjes om in capillair contact te komen met het beschikbare water (Grossnickle, 2005). Dit gebeurt door het uitscheiden van organische verbindingen die deels zelf bodemdeeltje verkleven deels werken via het bevorderen van een laag bacteriën die de bodemdeeltjes verkleven (Akhtar *et. al.*, 2018).

7 Bodemgerelateerde ziekten en plagen

Bodemgebonden ziekten en plagen spelen een belangrijke rol in de teelt van chrysanten onder glas. *Pythium*, *Verticillium*, wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus spp*) zijn de belangrijkste veroorzakers van uitval door bodemziekten en plagen (Van der Wurff *et. al.*, 2014). Combinaties van deze ziekten en plagen vormen het grootste probleem, waarbij de schade groter is dan verwacht op basis van de optelsom van de schade veroorzaakt door een ziekte of plaag alleen. Een bekend voorbeeld is de combinatie van *Verticillium* en wortelknobbelaaltjes. Op dit moment gebruiken telers grondstomen en chemische middelen tegen deze ziektes. Het optreden van ziekten in de chrysantenteelt wordt in verband gebracht met het stekken, met perspotten, met de overgang naar de teeltkas, met ongelijke watergift en met de wortelresten en perspotten na de teelt (Figuur 10). In Bijlage 1 is een overzicht van alle ziektes in een spuitadvieskaart.

Het algemeen verminderd gebruik van breedwerkende pesticiden zorgt voor een toename van plaag- en ziekendruk.

Figuur 10 Links: het overblijven en verspreiden van verse organische resten is een bron van herbesmetting. Rechts: een machine om graswortelresten uit natuurgebied te verwijderen.

7.1 *Fusarium*

In nieuw onderzoek (Streminska *et. al.*, 2020) naar biologische bestrijding van *Fusarium* wordt op drie mechanismen gefocust om *Fusarium* aan te pakken: biopesticiden dus middelen op basis van bacteriën en/of schimmels, versterking van plantresistentie tegen biotische stress door gebruik van zogenaamd elicitoren en door de weerbaarheid van het substraat te verhogen door aanpassingen aan het substraat zelf te doen zoals toevoegingen van organisch materiaal als voeding voor micro-organismes.

Figuur 11 Effect van compost toevoeging op *Fusarium* on *Lisianthus* (Streminska, 2020).

In *Lisianthus* zijn positieve resultaten behaald in verminderen van *Fusarium* infectie door toepassing van een biopesticide (*Bacillus amyloliquefaciens* QST713) en door bijmengen van champost in de potgrond (Figuur 11; Streminska *et. al.*, 2020). Door de microbiële activiteit in de bodem te verhogen, ontstaat meer concurrentie. Deze toename van specifieke nuttige, niet-pathogene micro-organismen maakt het voor *Fusarium* lastiger om zich te vestigen en te groeien. Naast deze aanpak is natuurlijk het verlagen van de ziektedruk door bedrijfshygiëne noodzakelijk. *Fusarium* is hemibiotroof.

7.2 *Pythium*

In onderzoek naar *Pythium ultimum* (Van der Wurff *et. al.*, 2014) is een lijst van mogelijkheden voor het onderdrukken van *Pythium* in chrysant. Hieruit kon geconcludeerd worden dat er een verschil is in weerbaarheid tussen de gronden bij verschillende telers. De hogere weerbaarheid van de grond vertoonde een relatie met hogere waarden voor EC, natrium, lutum, CEC en calcium. Porievolume heeft effect op de verdeling van vocht en zuurstof doorlaatbaarheid. Hoe groter de poriegrootte des te slechter de verspreiding van de schimmels is. Ook is de meer beschikbaar koolstof fractie (HWE-C; hot water extractable carbon) een goede voorspeller van een betere weerbaarheid tegen *Pythium* in chrysant (vd Wurff *et. al.*, 2014). Recentelijk is de lijst van beschikbare pesticiden tegen *Pythium* in chrysant uitgebreid met biopesticide Serenade als grondbehandeling. *Pythium* is hemibiotroof.

7.3 *Rhizoctonia*

Rhizoctonia solani is een algemeen voorkomende bodemschimmel, die vooral schade veroorzaakt aan het begin van de teelt. Het is de veroorzaker van voet- en wortelrot in diverse groenten en bloemengewassen o.a. chrysant. In het begin is de aantasting meestal zichtbaar op het grensvlak tussen lucht/grond en de aantasting van wortels blijft beperkt. Planten kunnen snel gaan verwelken en doodgaan. *Rhizoctonia solani* verspreidt zich via myceliumgroei, vaak zichtbaar als wit/grijs spinnenweb, op het grondoppervlak. De schimmel vormt geen sporen, die met water zouden verspreidt kunnen worden. *Rhizoctonia solani* produceert wel overlevingsstructuren, zogenaamd sclerotiën, die op organisch materiaal in de grond kunnen overblijven. Deze sclerotiën kunnen lange periodes van ongunstige omstandigheden overbruggen in de grond en later planten infecteren. Verspreiding vindt plaats met besmette gronddeeltjes, o.a. aan schoeisel en gereedschap. Goede hygiëne om de ziektedruk te verlagen blijft ook in dit geval heel belangrijk. Er is chemische en biologische bestrijding van *Rhizoctonia* mogelijk. In chrysant mag 1 keer per jaar het middel Montego toegepast worden met actieve stof pencycuron. Biologische middelen tegen *Rhizoctonia*, die in Nederland beschikbaar zijn, zijn o.a.: Mycostop (op basis van *Streptomyces k61*), Prestop (op basis van *Gliocladium catenulatum* Strain J1446) en Serenade (op basis van *Bacillus amyloliquefaciens* QST713) maar publieke informatie over effectiviteit van deze middelen tegen *Rhizoctonia* in chrysant ontbreekt. *Rhizoctonia* is necrotroof.

7.4 *Verticillium*

Verticillium is een schimmel, die incidenteel in chrysantenteelt voorkomt en schade kan aanrichten. De ziekte is herkenbaar aan vergeling, flets-groen of dof worden en verwelking van het blad beginnend onder aan de plant en in een later stadium aan de hele plant.

De schimmel vormt op afstervend aangetast plantmateriaal ongeslachtelijke sporen (conidiën) die met water en lucht verspreidt kunnen worden. Verder kan *Verticillium* op dood plantmateriaal ook micro-sclerotiën vormen, overlevingsstructuren die in de grond achterblijven en infectiebron kunnen vormen voor de volgende teelt.

Verticillium kan effectief bestreden worden met bodem resetten oftewel biologische grondontsmetting, proces waarbij pathogenen in de grond afgedood worden door gasen zoals H_2S en NH_3 en metaboliëten, o.a. organische zuren, die anaerobe bacteriën in de grond produceren na toevoegen van snel afbreekbaar organisch stof en afdekken met folie om de grond zuurstofloos te maken. Dit biologisch proces neemt echter 1 tot 2 weken in beslag en is moeilijk inpasbaar in teeltschema van chrysant (Ludeking *et. al.*, 2013; Garcia Victoria *et. al.*, 2015). *Verticillium* is hemibiotroof.

7.5 Nematoden

De teelt van chrysant heeft voornamelijk last van wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp*). Meestal is de aantasting bovengronds zichtbaar omdat er plekken zijn in de kas waar het gewas achterblijft in groei. Deze aaltjes dringen wortel binnen en voeden zich met de inhoud van plantencellen. De plant zelf vormt knobbels als een reactie op de infectie met wortelknobbelaaltjes. Een vrouwtje wortelknobbelaaltje kan vervolgens honderden eitjes leggen in een eiprop aan de buitenkant van de wortels. Uit deze eieren komen vrijlevende juvenielen die volgende planten kunnen infecteren. Allen het tweede jeugd stadium van wortelknobbelaaltjes (zogenaamd juvenielen 2, J2) kan zich vrij verplaatsen in de grond, de andere stadia van de wortelknobbelaaltje levenscyclus zitten in de wortels (Perry *et. al.*, 2009).

Een andere aaltjessoort die voor problemen in chrysant zorgt, weliswaar veel kleiner dan veroorzaakt door wortelknobbelaaltjes, is *Pratylenchus spp* (wortellaesieaaltjes). Alle levensstadia van deze aaltjes kunnen zich vrij bewegen in de grond en tasten de wortels aan. Ze hebben dus invloed op plantengroei. Op aangetaste wortels zijn donkere, verrotte plekken te zien (laesies).

Zowel wortelknobbelaaltjes als wortellaesieaaltjes kunnen bestreden worden door biologische grondontsmetting, het effect is helaas niet altijd blijvend waarschijnlijk door migratie van aaltjes vanuit andere bodemlagen/ omgeving. Voor bestrijding van aaltjes zijn biologische pesticiden beschikbaar zoals NEMguard. Verder is het mogelijk om ziekte druk door nematoden te verlagen door gebruik maken van organische toevoegingen of andere stoffen in de grond (De Long et al. 2020). Onderzoek van Streminska *et. al.*, (2018) laat zien dat gebruik van chitine houdende compost, al dan niet met biocontrole stammen met micro-organismen, kan leiden tot verlaging van de wortelknobbel index (indicator van de infectiegraad) in tomaat. In chrysant was er geen verlaging van primaire infectie geconstateerd, wel was hoeveelheid van tweede generatie van nematoden juvenielen die uit geïnfecteerde wortels uitkwam duidelijk lager dan in onbehandelde controle. Gebruik van organische reststromen in biologische controle van wortelknobbelaaltjes is al uitgebreid beschreven door Oka (2010).

Als de restanten van planten en perspotten na de teelt en voor het planten van het volgende gewas zouden worden verwijderd, zou er een grote afname van plant parasitaire nematoden zijn (Figuur 10). Dit zou leiden tot een verlaagde planteninfectie en een verbeterde uniformiteit en opbrengsten (De Long, pers. med.).

Figuur 12 Links een lichtmicroscopie foto van een *Meloidogyne* spp. Rechts een roofmijt die een plantparasitaire aaltje eet, een concept dat nog verder ontwikkeld dient te worden.

7.6 Trips (Californische trips, *Frankliniella occidentalis*)

Het lijkt erop dat de bestrijding de laatste jaren veel effectiever is geworden door biologische bestrijding eerder te starten en door een betere bijvoeding van de biologische bestrijders (OG, 2018, 2, 38-39). Eerder starten betekent dat de inzet van *Orius* roofwantsen al start in de opkweekfase van de stekken. Het houdt ook in dat de stekken niet meer van moeren mogen komen die kort daarvoor chemisch behandeld zijn. Een tweede verbeterstap was het bijvoeden van de *Orius* wantsen met artemia (pekelkreeftcysten) waardoor een grotere populatie aanwezig kan zijn op het moment dat tripsen een plaag dreigen te worden. Daarnaast wordt ingezet op de veredeling van weerbaardere chrysanten cultivars door gebruik te maken van merkers, welke gerelateerd zijn aan plantenstoffen, welke resistentie tegen plagen, zoals trips verhogen (Leiss *et. al.*, 2009). Ook zijn er specifieke LED licht vallen ontworpen gebaseerd op het visuele vermogen van trips, die momenteel ook in chrysant getoetst worden.

7.7 Mineervlieg (*Liriomyza trifolii*)

Mineervlieg is een belangrijke plaag in chrysant, waarbij de poppen in de grond gelegd worden. Dus wordt normaliter ook hiervoor gestoomd.

7.8 Neveneffecten van stomen

Naast het bekende effect van stomen om ziektes en plagen te bestrijden worden door telers ook meerdere andere positieve effecten genoemd. Ten eerste wordt aan stomen een groeistimulans toegewezen. Of die groeistimulans wordt veroorzaakt door het vrijkomen van nutriënten, het verhogen van de bodemtemperatuur bij de teeltstart (in de zomer niet relevant), of aan het afbreken van autotoxische stoffen is niet bekend (McNamara *et. al.*, 2007; Roux-Michollet *et. al.*, 2010). Een groeistimulans zou ook kunnen betekenen; het ontbreken van een groeiremming. Het ziet ernaar uit dat de groeistimulans alleen geldt voor de eerste teelt na het stomen. In een onderzoek met perzik (Li *et. al.*, 2019) is aangetoond dat na het stomen de aanwezigheid van een plant was nodig voor het herstellen van de micro-organismes. Er zijn ook positieve plant-bevorderende functies van micro-organismes gevonden zoals extra N-fixatie, het beter beschikbaar maken van fosfaat en verbeterde wortelgroei. Daarnaast lijkt stomen een methode om snelle veranderingen in de samenstelling van de micro-organismes te bewerkstelligen.

Er zijn ook negatieve effecten van stomen. Omdat alle leven wordt gedood, verdwijnen ook alle neutrale en groeibevorderende soorten. Bij hergroei van micro-organismen zullen eerst een gering aantal snel uitgroeiende soorten, de opportunisten, zich vestigen.

Het verminderen van grondsterilisatie kan op termijn ook gunstig zijn voor de het opbouwen van predatoren en antagonisten in de bodem, die in een bepaalde mate kunnen bijdragen aan de bestrijding van deze plagen (Messelink en van Holstein-Saj 2008). Voor trips zijn inmiddels behoorlijke effectieve biologische bestrijdingssystemen beschikbaar zoals de beschreven inzet op stek en het bijvoeden met artemia. Als het bovengronds effectief is, is de bestrijding van de trips vanuit de bodem ook steeds minder noodzakelijk.

Figuur 13 Als volvelds stomen verval, ontstaat er een markt voor betere waarnemingsmethoden en lokaal ontsmetten. Machines die lokaal grond kunnen behandelen zijn al beschikbaar.

8 Rol van plantafweer

Figuur 14 Overzicht van drie methoden om ondergrondse ziekten beheersbaar te maken.

8.1 De balans tussen 2 weerbaarheidssystemen

De basis van plantafweer is ziektebescherming door geïnduceerde resistentie (v.d. Wurff *et. al.*, 2016). De grote pijlers van het afweersysteem van de plant zijn de Geïnduceerde Systemische Resistentie (ISR) met een centrale rol voor de hormonen Jasmonzuur (JA) en Ethyleen (Et) en systemisch verworven resistentie (SAR) met het hormoon Salicylzuur (SA). Plagen en necrotrofe pathogenen, dus pathogenen die zich voeden met dood weefsel zetten in de plant de Jasmonzuur afweerroute aan. Bedenk hierbij dat hemibiotrofen zoals *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* etc., eerst biotroof zijn en dan pas necrotroof worden. Biotrofe pathogenen, dus pathogenen die zich voeden op levende cellen, zoals meeldauw of het wortelknobbelaaltje, zetten -vaak maar niet altijd- de SA-plantafweer route aan. De afweersysteem routes kunnen elkaar tegenwerken: Een SA-reactie gaat vaak ten koste van een JA-reactie.

Als de plant investeert in verdediging kost dit energie, wat mogelijk leidt tot opbrengstderving. Het is echter mogelijk een priming-effect te gebruiken waarbij de plant alleen wordt aangezet om sneller te reageren met de afweer als er een plantbelager komt (Martinez-Mendez *et. al.*, 2016; Schouten, 2016).

Als verdediging via chemische stoffen wordt geïnduceerd (o.a. methyljasmonaat, acidobenzolar) ziet men vaak minder groei (Streminska, 2018). Maar als micro-organismen resistentie induceren bestaat de kans dat de groeiderving door verdediging niet of minder zichtbaar is omdat het wegvalt tegen tegelijk optredende groeibevorderende effecten van micro-organismen (Pieterse *et. al.*, 2014).

Tot nu toe is er in chrysant alleen kennis over inductie van plantenafweer tegen trips. Behandeling met Jasmonzuur had 75% vermindering van tripsschade bij vatbare chrysantenassen ten gevolg (Chen 2019). Gebruik van UV-B (Escobar-Bravo *et. al.*, 2019) en stekpoeder (Mouden, 2020) induceerde de JA afweerroute en leidde zo ook tot een verminderde tripsschade. Ook de inoculatie van steriel chrysanten grond met grasland bodem (Pineda *et. al.*, 2020) induceerde een verminderde tripsschade door invloed op het microbiom. Helaas is er tot nu toe is er weinig informatie over inductie en priming van ziektevering door chrysant. Wellicht had de inoculatie van steriel chrysanten grond met grasland bodem een vermindering van *Pythium* als bodempathogeen (Ma *et. al.*, 2017) tot gevolg, door invloed op het microbiom. Bestrijding van bodemgerelateerde pathogenen vraagt juist om veel inzicht in de delicate balans tussen SAR en ISR. Bekend is dat ethyleen geproduceerd wordt door de plant als reactie op een aanval door een ziekte en dat ethyleen verdedigingsmechanisme aanzet. Maar daar staat tegenover dat ethyleen door ziekte veroorzakende schimmels en bacteriën gevormd wordt en dat dit hun vermogen een plant aan te vallen verbetert.

Figuur 15 Links; Trips schade neemt af bij toedienen van Jasmonzuur bij gevoelige, matig gevoelige en minder gevoelige cultivars (Escobar-Bravo *et. al.*, 2019). Rechts; aanschakeling van de afweer tegen trips via de Jasmonzuur route door UV-B, waarbij de duur van de behandeling langs de X-as bepalend is voor het succes (Escobar-Bravo *et. al.*, 2019).

Er zijn nog meer mechanismen voor plantafweer zoals de vorming van trichomen en vluchtige afweerstoffen die wel in Arabidopsis en tomaat een rol spelen, maar geen in chrysant (Chen 2019).

8.2 Plant legacies op de bodem

Planten kunnen de bodem in welke ze groeien beïnvloeden. Door deze veranderingen kan de ontwikkeling van planten die later op deze grond staan positief of negatief gewijzigd worden, en fenomeen wat plant-bodem feedback genoemd wordt maar ook wel "plant legacy". Een plant legacy (erfenis) is het effect dat een plantsoort op bodemmicro-organismen, nutriëntenkringloop, organische stoffen, decompositie, bodemstructuur, etc., uitoefent (Lewis, Kaye e.a. 2006, Cong, Ruijven *et. al.*, 2015). Na het weghalen van de plant blijven de effecten van de plant op de bodem aanwezig (Wubs en Bezemer, 2018). Een interessante studie voor chrysant is uitgevoerd door Ma *et. al.*, 2018 waar gekeken is of het microbiom van acht plantsoorten de ziektegevoeligheid in een vervolgteelt chrysant zou kunnen onderdrukken. De conclusies waren voorzichtig positief maar praktisch niet toepasbaar. Groei van chrysant in steriele bodem inoculeert met grond van verschillende graslanden liet de potentie zien voor een verminderde tripsschade (Pineda *et. al.*, 2020) en verminderde infectie van *Pythium* als bodempathogeen (Ma *et. al.*, 2017). Hoewel het werken met een voorteelt of gewasrotatie niet praktisch toepasbaar lijkt, laat deze proef zien dat gewasrotatie om de monocultuur te doorbreken niet per sé noodzakelijk is. Het effect van het andere gewas hangt af van het andere gewas en is overdraagbaar door inoculeren. Het heeft er dus alle schijn van dat het hier gaat om micro-organismen die worden geënt in bodem die door stomen steriel is gemaakt en daardoor veel van zijn microbiom heeft verloren. Dit is van betekenis voor het werken zonder stomen omdat het aangeeft dat het microbiom gemonitord moet worden en dat bij ontwikkeling van een ongewenst microbiom sturend opgetreden kan worden.

In monocultures is langdurig gebruik van een perceel soms ook voordelig voor ziekteonderdrukking. Een langdurige teelt van tarwe zonder gewasrotatie, maar met een opbouw van fluorescerende *Pseudomonas spp* die de stof 2,4-DAPG produceren, was langdurig beter bestand tegen de schimmel Take All (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*; Weller, 2002). Dit is een onderdrukking die opgebouwd wordt na initiële infecties, en lijkt op vaccinatie.

8.3 Micro-organismen toevoegen in chrysant?

De vraag is of micro-organismen die zonder voorkennis worden toegevoegd compatibel zijn met chrysant. Als dat niet zo is dan heeft toevoegen aan stek weinig zin. Als micro-organismen compatibel zijn kunnen zij misschien invloed hebben op geïnduceerde resistentie van de plant, maar ook daarover is bij chrysant nog relatief weinig bekend. Ondergrondse ziekten kan je niet alleen met geïnduceerde resistentie van de plant tegenhouden. Verminderen van pathogenen in de grond is en blijft dus heel erg belangrijk (minder sporen, minder vrijlevende aaltjes etc.). Micro-organismen rond de wortels zorgen er normaal gesproken voor dat weinig pathogen wortels kunnen aantasten, maar als de ziektedruk te hoog wordt dan is die barrière niet genoeg. Het blijft kortom noodzakelijk micro-organismen toe te voegen als onderdeel van een bredere IPM-strategie.

Er zal wel verder gewerkt moeten worden aan een goede inoculatiemethode van chrysant. Het is daarbij handig, om te kijken of al vanuit de moerplanten of stek micro-organismen kunnen worden meegegeven. Daarbij kunnen soorten die zich vestigen in het blad of in de plant (fylofieten en endofieten) al aan moeren worden meegegeven en soorten die zich in of op de wortels vestigen pas vanaf de opkweekfase.

Er zijn effecten gezien bij bepaalde *Trichoderma*-isolaten, maar de resultaten waren zeer wisselend, met soms wel effect en soms totaal niet. Entomopathogene schimmels kunnen nu al toegediend worden, maar er zijn nooit echt sterke effecten gezien op plantniveau. In het lab zijn wel sterke effecten gezien van de metabolieten die deze schimmels afscheiden op trips (Messelink *et. al.*, 2019). Zodra bij endofyten een effect op plagen wordt geclaimd, vallen ze onder de gewasbeschermingsmiddelenwetgeving en hebben ze een toelating nodig die gelijk is aan de toelating van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Dit is ontzettend duur en een lang proces, wat toepassing van endofyten belemmert.

Het effect van nematoden tegen trips poppen lijkt in chrysant goed te werken (pers. Communicatie Leiss), maar is afhankelijk van een goed vochtgehalte van de bodem.

In chrysant is het gebruik van compost en chitine om weerbaarheid te verhogen getest in de stekfase van chrysant (Kruidhof, nog niet gepubliceerd). Hierbij is de kolonisatie van de wortels door *Trichoderma*, *Bacillus* en *Streptomyces* gemeten.

8.3.1 Directe onderdrukking van pathogenen

Er zijn **entomopathogene schimmels** gevonden die insecten parasiteren en doden. Deze entomopathogene schimmels hadden in het lab sterke effecten op trips (Messelink & Holstein-Saj, 2012) en zijn daarna gebruikt in Chrysant met wisselende effecten (Grosman *et. al.*, 2014). Momenteel wordt onderzocht of er gebruik gemaakt kan worden van lokaal aanwezige antagonisten en **endofyten** in de chrysant (Messelink *et. al.*, 2019). Een endofyt is een symbiotische schimmel of bacterie die in alle delen van planten kunnen voorkomen. Endofyten kunnen negatieve gevolgen hebben voor gewassen, maar ook positieve. Het voordeel van het gebruik van lokaal aanwezige bacteriën is dat deze soorten al gewend zijn aan de lokale omstandigheden van de teelt van gewassen onder glas, zoals aan bemestings- en watergeef regime en het type substraat zoals bodem, perliet of kleikorrels. Het toedienen van dit soort preparaten kan het beste via aangieten (drench) en stekbespuiting gevolgd door 24 uur afdekken onder doek (Parsa, Ortiz *et. al.*, 2013). Dit kan in de stekfase gecombineerd worden met de beworteling. Verder is het misschien mogelijk door stek te dompelen.

Compost heeft naast een invloed op de vruchtbaarheid van de grond ook een ziektewerend effect, voornamelijk tegen bodemziektes en minder tegen plantenziektes. Er wordt vermoed dat dit wordt veroorzaakt door een competitie van nutriënten en door het reeds aanwezig zijn van antibiotische stoffen en m.o. die de pathogenen onderdrukken (Ling *et. al.*, 2010). Hoe ouder de compost, hoe beter deze zou zijn om ziektes te onderdrukken. Tevens is het mogelijk om compost en bacteriën met ziekteweerbaarheid samen te gebruiken, wat een beter effect heeft dan elke component apart.

9 Rol van het rhizosfeer bioom

Een stabiel natuurlijk evenwicht in een monocultuur is afhankelijk van de relatie tussen de omgeving van de wortel, de rhizosfeer, en de plant.

Figuur 16 De endorhizosfeer, rhizoplane en de rhizosfeer naar <http://cse.naro.affrc.go.jp> als getoond in McNear, 2013.

De wortel rhizosfeer is het gebied in de grond of substraat direct naast de wortels (1-2 mm) maar ook deels op (rhizoplane) en in de wortel (endorhizosfeer; in de wortel maar tussen de cellen) (Figuur 16). Het aantal micro-organismen in het gebied dicht rondom de wortel is 10-100 keer hoger dan in de overige grond (Lugtenberg, 2015, hoofdstuk 3) maar de micro-organismen zijn er minder divers dan in de overige grond (Berendsen *et. al.*, 2018). Via de wortel ervaart en manipuleert de plant de rhizosfeer door het opnemen van nutriënten en het uitscheiden van plant exudaten en hormonen. De micro-organismen in de rhizosfeer kunnen de plant ondersteunen in het gevecht tegen ziekte. Aanvallen op de bovengrondse delen van *Arabidopsis* door meeldauw leidden tot stimulans van *Xanthomonas*, *Stenotrophomonas*, en *Microbacterium*, die samen de weerbaarheid van de plant vergrootten (Berendsen *et. al.*, 2018). Maar ook droogte stimuleert in de plant endosfeer het aandeel *Actinobacteria* —vooral *Streptomyetaceae*— die zorgen voor een betere droogtetolerantie (Fitzpatrick *et. al.*, 2018).

In de rhizosfeer vindt nutriëntenopname plaats en onderhoudt de plant een verdedigingslinie. In het microbioom vindt men bacteriën, fungi, nematoden en deze gebruiken de koolstof die via de plant in de rhizosfeer terechtkomt (Raaijmakers *et. al.*, 2009; Lugtenberg, 2015). Een van de meest onderzocht functies van het microbioom is het beschermen van de plant tegen ziektes. Zo bleek een *Fusarium* resistent genotype een hoger aantal specifieke goede organismen tegen de *Fusarium* zoals *Pseudomonas* en *Bacillaceae* in zijn bioom te hebben dan een niet *Fusarium* resistent genotype (Berendsen *et. al.*, 2018). Hormonen en exudaten zijn de belangrijke metabolieten voor de communicatie tussen de plant immuunsysteem en het wortel bioom (Bonkowski *et. al.*, 2009; Buée *et. al.*, 2009).

Wortel exudaten omvatten een breed scala van laag- en hoogmoleculaire organische verbindingen (Bertin *et. al.*, 2003). Exudaten dienen om de omringende bodemstructuur te stabiliseren (Akhtar *et. al.*, 2018), om nutriënten beter beschikbaar te maken (Khodabaks *et. al.*, 2009) en om pathogenen en plagen te bestrijden (De Weert *et. al.*, 2002; Tan *et. al.*, 2013; Singh *et. al.*, 2010; Kamilova *et. al.*, 2006). De effecten van exudaten zijn vaak indirect via het activeren van nuttige micro-organismen. Bijvoorbeeld de bestrijding van een pathogenen door *Bacillus amyloliquefaciens* (Tan *et. al.*, 2013).

Exudaten worden extra uitgescheiden wanneer planten worden blootgesteld aan abiotische stress zoals voedingsstoffen te kort (bijvoorbeeld Fe, P, Zn; Dakora en Phillips, 2002). Dankzij hun oplossende, chelerende, reducerende en/of oxiderende capaciteiten spelen worteluitscheidingen een fundamentele rol in verschillende plantensoorten om de biologische beschikbaarheid, opname, translocatie en toewijzing van voedingsstoffen te verbeteren. Tot nu toe zijn er geen duidelijke teeltmaatregelen die de uitscheiding van specifieke exudaten bevorderen, anders dan het aanleggen van specifieke tekorten aan elementen zoals ijzer en fosfor (Khodabaks *et. al.*, 2009). Het werken met elemententekorten lijkt in de zwaar bemeste professionele chrysantenteelt meer kosten dan baten op te leveren. Een groot probleem bij het werken met wortellexudaten is dat de meeste binnen enkele uren worden opgenomen door het microbiom. Monsters moeten dus direct geïnactiveerd of verwerkt worden en zelfs dan zijn er geen goede schattingen van de eigenlijke productie te geven. In literatuur wordt gemeld dat tot 40% van de door de plant opgenomen koolstof als exudaat wordt uitgescheiden (Bertin, 2003) terwijl maar 15% wordt gebruikt voor wortelgroei, wortelrespiratie en ionenopname (Lambers *et. al.*, 1996).

Pseudomonas-stammen zijn medeverantwoordelijk voor de ziekteverende werking in grond en kunnen daardoor de plant beschermen (Lugtenberg, 2015; Dignam *et. al.*, 2018; Rietberg *et. al.*, 2013). *Pseudomonas* spp werken op 3 manieren: ze halen ijzer buiten het wortelgebied zodat er een ijzergebrek ontstaat voor de schadelijke schimmels en bacteriën, ze scheiden antibiotica uit en ze activeren de afweer van de plant (Lugtenberg, 2015). De laatste twee mechanismen zijn mogelijk toepasbaar in de professionele chrysantenteelt. Het werken met ijzertekort kost naar verwachting meer dan de maatregel waard is. De nuttige *Pseudomonaden* nemen toe bij het toedienen van organische stof met meer aromatische verbindingen i.e. stabielere organische stof (Dignam *et. al.*, 2018).

Voor plantparasitaire nematoden kan een microbiom dat wordt gedomineerd door nematode-antagonistische micro-organismen, helpen bij het bestrijden (Nyaku *et. al.*, 2017; Topalović *et. al.*, 2020). Schimmels die nematoden vangen, zoals *Arthrobotrys* of *Dactylellina*, kunnen bijvoorbeeld nematoden vangen en verteren (Hamid e.a., 2016). Verder kunnen rhizobacteriën zoals *Pseudomonas* en *Streptomyces* nematicide toxines produceren en ook een verhoogde systemische resistentie in het gewas veroorzaken (Adam *et. al.*, 2014, Topalović *et. al.*, 2020). Het is ook aangetoond dat zodra de bodem plantparasitaire nematoden onderdrukt, de bodem deze onderdrukking 'onthoudt' en gemakkelijker een microbiële gemeenschap kan mobiliseren die in staat is om schadelijke nematoden te bestrijden (Bakker *et. al.*, 2018; zie ook bodem legacy). Omdat het microbiom van de rhizosfeer sterk wordt gecontroleerd door wortelafscheiding (Bonkowski *et. al.*, 2009, Buée *et. al.*, 2009), is het tenslotte belangrijk om te begrijpen hoe de exudatiepatronen van elk gewas de interacties tussen microben en nematoden beïnvloeden om meer onderdrukkende bodems te creëren (Nyaku e.a., 2017). Het meten van exudatiepatronen biedt mogelijk aangrijpingspunten om gunstige cultivars te selecteren en om te veredelen op gewenste exudatiepatronen. De omgeving in een teeltkas kan echter de diversiteit en functionaliteit van deze microbe-nematodeninteracties in de bodem beperken, omdat de bodems al bijna volledig worden gedomineerd door families en soorten die kolonisatoren zijn vanwege de hoge mate van verstoring van de grond in de kas.

Inoculatie met specifieke bodemorganismen in de bodem kan de gevoeligheid verminderen tegen ziektes maar de overleving van bepaalde 'producten' is vaak niet goed. Hierdoor is ook interesse voor het inoculeren van bodems met een bioom, een mengsel van organismen in grond die in staat zijn te overleven in een 'nieuwe' omgeving. Hier lijkt ook een rol te zijn voor bodemachtige dragers – carriers in het jargon – van het microbiom (Hale *et. al.*, 2015). De carrier is de teeltbodem voor vermeerdering van het microbiom, die als deze wordt mee geïnoculeerd, de nieuw geïntroduceerde micro-organismen helpt te overleven in de geïnoculeerde bodem. Een nog verder gaande stap in de strategie van het aanpassen van het bioom is het werken met functionele groepen door specifiek voeding voor deze functioneel groepen aan de bodem toe te voegen (Lemanceau *et. al.*, 2017; Francioli e.a., 2020). De aanpak begint met het identificeren van een aantal gewenste microbiële processen. Vervolgens wordt vastgesteld met welke specifieke voedingsstoffen en teeltomstandigheden deze functionele groepen actiever kunnen worden. Tenslotte worden geschikte voedingsstoffen op een juiste technische wijze in plaats en tijd toegevoegd. Een voorbeeld is de invloed van chitinase activiteit op de ontwikkelkansen van pathogene schimmels (De Tender *et. al.*, 2017). Door aanvoer van chitine fijnverdeeld door de bodem wordt de activiteit van chitinase voldoende opgevoerd om weerbaarheid van de plant op een hoger niveau te brengen, o.a. tegen *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum coccodes*.

10 Biostimulant voor planten

De interactie tussen plantversterker, kasomgeving, groeisubstraat en het type pathogeen kan bepalend zijn voor het effect op ziekteontwikkeling (Streminska 2019). Door deze complexe interacties is de efficiëntie van dit soort middelen vaak niet duidelijk en nog onvoorspelbaar (Box4). Meer inzicht in deze interacties is dus nodig.

Box4: Definitie biostimulant

Het woord plantversterkers is in de praktijk vaak een containerbegrip en omvat dan vele organismes of materialen en vele verschillende werkzame stoffen. In de EU is de definitie echter aan strenge regels gebonden (EU 2019/1009). "Biostimulant voor planten" is daar als volgt gedefinieerd: een product dat de voedingsprocessen van een plant stimuleert onafhankelijk van het gehalte aan nutriënten van het product, met als enige doel een of meer van de volgende eigenschappen van de plant of de rhizosfeer van de plant te verbeteren:

- a. De efficiëntie van het gebruik van nutriënten.
- b. De tolerantie voor abiotische stress.
- c. Kwaliteitskenmerken.
- d. De beschikbaarheid van in de bodem of in de rhizosfeer vastgehouden nutriënten.

In deze definitie wordt elke werking tegen biologische factoren, dus zeker ook ziekten en plagen, uitgesloten. Als werking tegen biologische factoren geclaimd wordt verandert het product in een van de volgende definities: biopesticide, biochemisch pesticide, botanical, elicitor van resistentie of basisstof. Zoals eerder gezegd: dan zijn meestal dure en tijdrovende registraties voorgeschreven.

Deze plantversterkers kunnen al aanwezig zijn in de rhizosfeer door de samenstelling van het wortelbloom maar ze kunnen ook aan de plant of grond toegevoegd worden. Plantversterkers beschermen de plant door a. fysieke bescherming (o.a. silicium, calcium, bedekken van plantoppervlak), b. toxiciteit (o.a. extracten en antistoffen van organismen).

10.1 Voedingseffecten en fysieke bescherming

Veel materialen hebben gemeen dat ze één of meer geïdentificeerde voedingselementen leveren en een koolstofskelet aan de bodem toevoegen. Door het koolstofskelet dragen ze in meer of mindere mate bij aan het bodemleven. Of er daarnaast nog andere effecten te verwachten zijn is niet altijd duidelijk. Toevoegingen als **hoornmeel** en **verenmeel**, **bloedmeel**, **steenmeel**, **wieren**, **micro-algen** en **humaten** werken direct of indirect als nutriëntenbron voor de plant. Voor sommige **zeewierextracten**, sommige **compostthee** en sommige **humaten** is vastgesteld dat ze groei stimuleren door auxine achtige stoffen (Morard *et. al.*, 2011; Mora *et. al.*, 2011; Jindo *et. al.*, 2011). **Silicium** en **calcium** kunnen de plant fysiek beschermen door de celwand steviger te maken (Belanger *et. al.*, 1995; Voogt en Sonneveld, 2001). Van silicium is bekend dat de verdediging wel zo'n 10% groei kan kosten (Van Winkel *et. al.*, 2014).

10.2 Aanschakelen van de plantafweer

Hieronder enkele van de vele stoffen die zowel effecten hebben op de celopbouw van planten als op de verdediging van de plant. De stoffen zijn dus deels actief als elicitor. Om niet de procedures voor het

Chitine is een deel van de cellen van schimmels, insecten en zee- organismen maar het is niet aanwezig in planten. Planten en bepaalde micro-organismen kunnen enzymen, chitinases vormen die chitine afbreekt (Jinrong *et. al.*, 2008; Swiontek Brzezinska, Jankiewicz *et. al.*, 2014). De plant blijkt chitine in de wortelomgeving als afbraakproducten van schimmel en insecten herkennen en via zijn afweersysteem te kunnen reageren door chitinase te maken.

Champost geeft veel van de effecten van chitine omdat de aanwezige schimmelmassa, die ongeveer 3.5%-g/g van de champost uitmaakt, voornamelijk uit chitine bestaat. Daarnaast bevat de champost al een rijk, op chitine en organische stof gespecialiseerd, bodemleven waardoor grotere aan de bodem toegevoegde chitinedeeltjes snel kunnen worden afgebroken tot voor de plant herkenbare veel kleinere chitine moleculen.

Biochar heeft zowel een effect op de groei van de plant als de aanwezige microflora, omdat toevoeging aan de bodem de eigenschappen ervan wijzigt bijvoorbeeld zuurstoftoevoer, waterdoorlaatbaarheid, nutriëntenstroom, bodemsterkte en pH. Hierdoor kan biochar een direct effect hebben op de ziekteresistentie van planten. De toevoeging van biochar kan een stimulerende effect op micro-organismen in de bodem met voordelen voor de planten veroorzaakt door, o.a., versnelling van de nutriëntenkringloop (Saletnik, Zagula *et. al.*, 2019). In de overzichtsliteratuur wordt een U-effect van biochar gerapporteerd waarbij toenemende dosering eerst een positief en daarna een negatief effect op weerbaarheid wordt waargenomen (Graber *et. al.*, 2014) maar zonder dat dit te zien is in de opbrengsten die juist nog toenemen met de dosering. Omdat geen of alleen veronderstellende wijs oorzaken van het verschijnsel worden gegeven is een zinvolle bespreking moeizaam. Als het U-effect samenhangt met toxiciteit door vluchtige koolstofverbindingen, waar het bodemleven gevoeliger voor is dan de plant, dan is het effect mogelijk te vermijden door alleen biochar te gebruiken die vrij is van schadelijke hoeveelheden vluchtige koolwaterstoffen (Blok *et. al.*, 2017b). Het vooraf behandelen van de biochar voordat het toegediend wordt, is een andere mogelijke oplossing (Jaiswal *et al.* 2018).

11 Management van organische stof

Het aan de grond toedienen en inwerken van organische stof kan om verschillende redenen een positief effect hebben op de ziekteverendheid van de bodem en daarmee op de gewasproductie: 1) Verbetering van de bodemstructuur. 2) Verhoging van de algemene concurrentie tussen micro-organismen waardoor ziekteverwekkers geen kans krijgen. 3) Bevordering van gewenste functionele groepen. 4) Bevordering van de groei van antagonisten tegen schimmels of aaltjes.

Een positief effect op de voedingssituatie wordt vaak genoemd als voordeel bij het gebruik van organische stof/composten. In de huidige kasteelten wordt echter zo ruim overgedoseerd dat de bijdrage van organische stof toedieningen geen invloed op de productie heeft. Wel moeten de door organische stof aangevoerde hoeveelheden elementen in de loop van een jaar in mindering worden gebracht op de meststoffen gift via de regenleiding om overbesteding te voorkomen.

Figuur 17 Links; Betrekkelijk ondiepe teeltlaag (30 cm) met een verhoogd organische stofgehalte waarin de meeste wortels actief zijn. Rechts; het opbrengen van een laag organische stof voor deze in gefreesd wordt.

11.1 Invloed op de bodemstructuur

Het toevoegen van organische stof aan de bodem bij chrysant wordt algemeen al gezien als de aangewezen methode om de structuur van de bodem te verbeteren (Van der Wurff *et. al.*, 2016). Voor het organische stofgehalte in kleigrond wordt daarbij gestreefd naar 10%-g/g en in zandgrond naar 6%-g/g. Dit zijn hoge gehalten die door afbraak steeds aanvulling behoeven. De afbraak is in zandgronden hoger dan in kleigronden omdat de klei-humus verbindingen stabiel zijn dan humusverbindingen alleen. De jaarlijks benodigde aanvulling op zand en klei is dus ongeveer gelijk. Bij toedienen is de bulkdichtheid van de organische stof maar 250 kg/m³, na vertering wordt de dichtheid veel hoger tot, naar aangenomen, wel 1500 kg/m³. Omgerekend naar volume% gaat het in de bovenste 30 cm van de bodem dus om initieel 24-50%-v/v, wat door vertering afneemt tot 4-8%-v/v. Een gift organische stof kan dus het inbrengen van wel 10 cm van b.v. compost betekenen. Een jaarlijkse onderhoudsgift kan 3-5 cm organische stof bedragen. De invloed op de bodemstructuur betreft verbetering het vochtbergend vermogen en het verhogen van de afvoersnelheid van overtollig water; verlagen van de bulk dichtheid en verlagen van de inwortelweerstand; verhogen van het gehalte organische stof en verhogen van het luchtgehalte (Van der Wurff *et. al.*, 2016). Omdat direct na het toevoegen de organische stof begint te verteren, verdwijnen de positieve effecten van de toediening in de loop van enkel jaren. De verteerbaarheid van de organische stof is dus een belangrijk criterium.

11.1.1 De verteerbaarheid

De verteerbaarheid, of omgekeerd de stabiliteit, van organische stof wordt sinds de 19^e eeuw uitgedrukt in de C:N verhouding. Dit is de verhouding koolstofmassa ten opzichte van de stikstofmassa. Deze verhouding is van belang voor de vertering door micro-organismen. Bij een hoge verhouding zullen relatief veel houtige verbindingen aanwezig zijn en overheersen schimmels waarvan een groot deel gespecialiseerd is in het afbreken van verbindingen met een hoge C:N verhouding met name hemicellulose, cellulose en lignine. De C in organische stof dient vooral als energiebron voor aerobe organismen. Daarnaast is er een felle concurrentie om de nutriënten in de organische stof, met name N en P. De ratio's C:N en C:P en C:andere-elementen hebben invloed op de specifieke families van micro-organismen die aanwezig zijn (Yingbin *et. al.*, 2019).

Een andere methode om de verteerbaarheid van organische stof te meten is in gebruik geraakt bij de substraatproducenten en betreft een respiatiemeting onder niet beperkende omstandigheden (OUR-methode; CEN 16087-1, 2011; Blok *et. al.*, 2019). Dit houdt in dat het materiaal verteerd wordt door de *et al.* op aanwezige micro-organismen en met de maximaal mogelijke afbraaksnelheid, dus niet beperkt door bijvoorbeeld temperatuur, zuurstofaanvoer of anorganisch voeding. Omdat de organische stof hier wordt beoordeeld zoals deze in de bodem aanwezig is, geeft de methode vaak een betere indruk van de stabiliteit onder teeltomstandigheden dan de C:N verhouding. Ter indicatie (in mmol zuurstofverbruik per uur per gram droge organische stof): < 6 is stabiel; <12 is acceptabel; >12 is instabiel. De C:N verhouding geeft mogelijk wel beter weer welke functionele groepen te verwachten zijn. Er is nog onvoldoende vergelijkend onderzoek gedaan naar de waarde van beiden methoden voor het voorspellen van microbiële samenstelling.

Andere methoden om organische stof te karakteriseren zijn:

- Humificatiecoëfficiënt; fractie van organische stof die 12 maanden na toediening resteert in de bodem, kg/kg (Schröder *et. al.*, 2017). Ter indicatie: groene delen 0.2-0.3; wortels 0.35; groencompost 0.95.
- Hot Water Extractable Carbon: gehalte koolstof dat met heet water uit een monster gewassen kan worden mg/kg bodem (Ghani *et. al.*, 2003). Ter indicatie; HWC 1000 is laag, 5000 is hoog.
- NO₃-N/Nmin-ratio: deel van de totale stikstof die is omgezet in nitraat kg/kg (Van der Wurff *et. al.*, 2016). Ter indicatie < 0.2: jonge compost; 0.2 - 0.8: compost in rijpingsfase. > 0.8: rijpe compost.
- Een probleem van sommige methoden is dat de uitkomsten worden gerapporteerd per eenheid bodem gewicht. Omdat de plant en de micro-organismen reageren per eenheid volume is het beter de uitkomst per eenheid volume of per eenheid organische stof weer te geven.

Bij de productie van compost, dus vóór het materiaal wordt ingebracht, geldt een ideale C:N verhouding van de uitgangsmaterialen, van rond de 30 (Cuijpers, Janmaat, 2014) De koolstof is nodig voor de stofwisseling van de bacteriën en de opbouw van cellen. Bij een C:N verhouding lager dan 30, is de groei van de micro-organismen wel snel, maar gaat er ook veel stikstof verloren in de vorm van ammoniak. Bij een hogere C:N verhouding, is er te weinig stikstof aanwezig voor een goede groei van de micro-organismen. De vertering komt dan niet goed op gang, en de temperatuur tijdens de compostering gaat onvoldoende omhoog. De compost is dan onverkoopbaar in de tuinbouw waar een minimum temperatuureis geldt om te garanderen dat ziekten en onkruiden dood zijn. Tijdens de compostering neemt de C:N verhouding langzaam af, van 30 in het uitgangsmateriaal, naar 10-20 in het eindproduct. Dit komt doordat tijdens de afbraak een gedeelte van de koolstof naar de atmosfeer verdwijnt als CO₂, terwijl het grootste deel van de stikstof gerecycled wordt. Een grove groencompost kan een C:N verhouding hebben van 20, terwijl een GFT-compost een C:N verhouding van 10 heeft. Voor een langdurig effect op de bodemstructuur is een compost met een C:N verhouding > 30 nodig.

11.2 Invloed op concurrentie tussen micro-organismen

Als de aanvoer van organische stof aan een bodem in evenwicht is met het verbruik, ontstaat er een min of meer stabiele populatie micro-organismen, in evenwicht met de aanvoer van energie (koolstof). Voorwaarde is verder dat de opname van nutriënten door de plant ook steeds wordt aangevuld zodat geen beperkende tekorten aan nutriënten voor de bodemmicro-organismen ontstaan. Door de aanvoer van organische stof aan de bodem op een hoger peil te brengen neemt de populatie micro-organismen toe. Algemeen wordt aangenomen dat een bodem met meer, en zo mogelijk meer verschillende, micro-organismen minder vatbaar is voor ziekten en plagen hoewel het bewijs daarvoor niet eenduidig is (Montagne *et. al.*, 2017; Lupatini *et. al.*, 2017).

Een tweede belangrijke invloed is de C:N verhouding. Als een optimale C:N verhouding in bodems wordt een C:N verhouding tussen 20-30 genoemd. Dan komt de degradatie van een organisch stof niet te snel op gang en is er ook gedurende langere tijd geen tekort aan stikstof voor planten. De C:N verhouding in micro-organismen ligt tussen 5 en 10. Als C:N verhouding steeds hoger (40) wordt dan is afbraak van organisch stof steeds langzamer. Een hypothese van Yingbin *et. al.*, 2019 was dat als de kwaliteit van de organisch stof verbetert (lagere C:N ratio's) bacteriën meer aan bod zouden komen met hun 'snellere' groei. Dit bleek echter niet het geval, waarbij het goed is te bedenken dat dit onderzoek betrof in graslanden en niet per se geldt voor een kasomgeving.

Organische stof die geleidelijk vrijkomt is het beste voor gewassen die meerdere maanden of jaren moeten teren op de aangevoerde organische stof (M. Streminska, pers. med.), een voorbeeld is compost. Vaak wordt de organisch stof niet volledig tot CO₂ afgebroken, maar bijvoorbeeld tot organische zuren, daarom zijn gronden in naaldbossen op den duur bijvoorbeeld zuurder dan landbouwgronden. In het algemeen zijn micro-organismen sneller in het opnemen van ammonium dan nitraat. Het kost ze minder energie om ammonium verder te reduceren in hun eigen cel voor het inbouwen in eiwitten. Afbraakprocessen worden in algemeen sneller als de C:N verhouding lager wordt. Dus meer N betekent een sneller afbraak. Daarbij wordt een flink deel van ammonium door nitrificerende bacteriën omgezet in nitraat waar planten baat bij hebben.

Een hogere pH-waarde is bevorderlijk voor bacteriën, een lagere pH bevordert schimmels. Bacteriën breken organische stof sneller al dan schimmels (Hendriks, 2011). Om deze reden is het niet wenselijk te extreme pH-waarden te handhaven. Een pH rond de 6.8- 6.9 is gunstig voor de verhouding tussen bacteriën en schimmels.

11.3 Bevordering gewenste functionele groepen

Als bekend is welke functionele groepen van micro-organismen gewenst zijn om bodems ziekteverend te maken, kunnen zulke functionele groepen worden gestimuleerd door het toevoeren van specifiek voeding voor deze functioneel groepen (Lemanceau *et. al.*, 2017; Francioli *et. al.*, 2020). Een voorbeeld is de invloed van chitinase activiteit op de ontwikkelkansen van pathogene schimmels (De Tender *et. al.*, 2017). Door aanvoer van chitine fijnverdeeld door de bodem wordt de activiteit van chitinase voldoende opgevoerd om weerbaarheid van de plant op een hoger niveau te brengen, o.a. tegen *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum coccodes*. Om deze werkwijze toe te passen is veel kennis nodig: 1) Kennis van de gewenste microbiële processen. 2) Kennis van specifieke voedingsstoffen en teeltomstandigheden die de gewenste functionele groepen activeren. 3) Kennis van technieken om de geselecteerde voedingsstoffen op effectieve wijze in plaats en tijd toe te voegen. Dat laatste is nog maar slecht ontwikkeld. Chitine wordt nu bijvoorbeeld in één grote gift voorafgaand aan één of twee teelten door de toplaag gewerkt, terwijl frequenter toedienen van een kleine hoeveelheid effectiever kan zijn.

11.4 Bevordering groei antagonisten

In theorie kunnen nematodenpopulaties worden beïnvloed door C:N verhoudingen. Hoge C:N verhoudingen, dat wil zeggen meer weerbarstige organische stoffen, zouden verhoging van schimmelvoedende nematoden kunnen veroorzaken (Ferris en Bongers 2006), terwijl het omgekeerde het geval zou zijn voor de bacterievoedende nematoden (Ferris *et. al.*, 1997). Onder kasomstandigheden zoals bij chrysant zijn grote veranderingen in de C:N verhoudingen echter ongebruikelijk, vanwege de intensieve teelt. Waarbij door een lage C:N verhouding de nematodenpopulatie gedomineerd wordt door bacterievoedende soorten. Er zijn echter al telers die schors en houtrijke composten opbrengen om een voor langere perioden stabiele organische stof in de grond op te bouwen (OG, 2019). Het lijkt redelijk te veronderstellen dat de hogere C:N verhouding leidt tot meer schimmelvoedende nematoden. Via de bacterie of schimmelvoedende nematoden kan de weerbaarheid tegen pathogene nematoden worden opgevoerd. Voor het bevorderen van specifiek antagonisten lijkt de benadering van het voeden van de specifieke groep de meest praktische optie.

11.5 Invloed op de voedingstoestand

De aanvoer van voedingselementen voor de plant

In het algemeen zijn micro-organismen sneller in het opnemen van ammonium dan nitraat. Dat kost ze minder energie om die vervolgens verder te reduceren in hun eigen cel voor het inbouwen in eiwitten. Afbraakprocessen worden in algemeen sneller als C:N verhouding lager wordt. Dus meer N, sneller afbraak. Stikstof fixatie resulteert in omzetting van N_2 naar NH_3 . Er is weinig invloed op pH van de bodem, omdat de meeste biologische stikstof fixatie plaats vindt door bacteriën die in symbiose met planten leven en NH_3 wordt snel ingebouwd in planteiwitten en micro-organismen. Niet alle micro-organismen die stikstof fixeren doen het continu, de meeste doen het alleen als er echte tekorten aan N zijn omdat het proces ontzettend veel energie kost (16 ATP voor $2NH_3$) dus is er ook veel organisch C nodig, zoals suikers vanuit de plant).

Er zijn diverse meet- en rekenmethoden beschikbaar om het stikstof leverend vermogen uit de bodemorganische stof in te schatten om mee te nemen in een bemestingsadvies (Velthof and Oenema, 2010; Burgt et al., 2006; en zo de stikstofbeschikbaarheid in de bodem continu te kunnen volgen gedurende de groei van het gewas. Deze methoden zijn echter niet specifiek gericht op de praktijk in glastuinbouwbedrijven. Voor de huidige kassenteelt is een bijzonder nauwkeurig en effectief bemestingsadvies systeem opgezet, de BemestingsAdvies Basis. Dit systeem moest zo gedetailleerd zijn omdat het systeem rekening moest kunnen houden met recirculatie van voeding. Het is echter helemaal gericht op het werken met direct beschikbare opgeloste meststoffen en frequente fertigatie. Bij het verder ontwikkelen van een landbouw gericht op bemesting met organische meststoffen, is het door ontwikkelen van de BAB voor organische meststoffen aan te bevelen, mogelijk inclusief een fusie met bestaande biologische en/of vollegrondsystemen.

Een beter bemestingsadvies systeem is ook belangrijk voor weerbare perspotjes waar stikstof verliezen zouden kunnen optreden bij gebruik van grondstoffen met een hoge C:N ratio. Dit zou voor kunnen komen bij meer gebruik van compost, biochar, chitine of houtvezel als alternatieven voor tuinturf in de weerbare perskluit.

Figuur 18 Bemesten met organische meststofkorrels.

11.6 Organische stof uit wortelresten en perspotten

Na de oogst worden de perspotten en wortelresten en blad in de grond verwerkt. Het gaat hierbij om stabiele organische stof van het zwartveen van de perspotten en verse organische stof van de wortel en stengelresten. De stabiele organische stof draagt bij aan het bodem organische stofgehalte en de structuur. De instabiele stof van de plantenresten wordt echter in enkele dagen tot weken afgebroken door bodemorganismen waarbij veel zuurstof verbruikt wordt.

12 Management van nutriënten

12.1 Wateraanvoer

Een goede irrigatie, afgestemd op de behoefte van het gewas zou idealiter > 10 keer per dag een kleine hoeveelheid voeding en water bij de wortels brengen (Blok *et. al.*, 2017a). Het huidige irrigatiesysteem, de regenleiding, is hiervoor ongeschikt. Bij over het gewas watergeven met de regenleiding ontstaat een hoge luchtvochtigheid in het gewas waardoor schimmelziekten een kans krijgen. Ook wordt de grond onder het gewas ongelijk nat, waardoor bodemschimmels een kans krijgen. Daarom wordt met grote intervallen van 3-8 dagen tussen de giften gewerkt, in combinatie met het zo snel mogelijk laten drogen van het gewas. Een nadeel van een groot interval tussen de giften, is dat de gift zo groot is dat daarna de toplaag enige uren, afhankelijk van de verdamping en het bodemtype), te nat blijft. Te nat wordt gedefinieerd als minder dan 15%-v/v lucht in de bovenlaag (Blok *et. al.*, 2017a). Daarnaast is uniformiteit van de plant en van de bovenste bodemlaag van belang, omdat bij verschillen in de kas het irrigatiesysteem als snel een factor wordt die de verschillen groter maakt.

Na een watergift is de grond erg nat en er zijn flinke beregenings- en bemestingsoverschotten bij chrysant (Voogt, 2016) die leiden tot veel emissie van N en P. De oplossing is de watergift afstemmen op verdamping en het gebruik van P-bemesting alleen in voorraadbemesting.

12.2 Voeding

De vruchtbaarheid van de grond wat betreft nutriënten wordt bepaald door nutriënten in de grond en nutriënten die toegevoegd worden via bemesting, via voorraadbemesting of bijbemesting zoals irrigatie. De nutriëntenstatus van de grond heeft ook een effect op organische stofafbraak (Van Veen *et. al.*, 1989; voorbeeld van een grondanalyse in Bijlage 2) Bij plantengroei limiterende -nutriënten concentraties in de bodem bleek ook de opname van C door micro-organismen beperkt. Omgekeerd blijken een hogere EC, hoger natriumgehalte, een hoger lutumgehalte (klei), een hogere CEC (de kationen omwisselwaarde in kleigronden) en een hoger calciumgehalte (nuttig voor celwandstructuur en daardoor fysieke verdediging tegen ziekten en plagen) te vinden in de beter weerbare gronden (v.d. Wurff, 2014). De verhouding K: Ca: N lijkt daarbij ook belangrijk voor de weerbaarheid.

Stikstof komt grotendeels beschikbaar door mineralisatie van organische stof in de bodem (o.a. plantenresten). De afbraak is vooral het werk van schimmels en bacteriën. De vrijkomende stikstofverbindingen worden omgezet in ammonium, daarna in nitriet en vervolgens in nitraat. Er vindt ook voortdurend immobilisatie plaats, doordat micro-organismen NO_3 of NH_4 opnemen en vastleggen in hun cellen zodat planten die stikstof niet meer kunnen opnemen. De beschikbaarheid van stikstof via mineralisatie is daarom altijd het nettoresultaat van afbraak van organische stof en opbouw van microbiële massa. De uitkomst kan ook negatief zijn, zeker als organische stof met een hoge C:N verhouding wordt toegepast. Bovendien kan stikstof soms naar de lucht verdwijnen als delen van de bodem tijdelijk zuurstofloos zijn; NO_3 wordt dan door bacteriën gereduceerd tot NO_x , meestal lachgas, dat dan verdwijnt naar de atmosfeer. Factoren die denitrificatie bevorderen zijn naast voldoende hoge temperatuur en een hoog vochtgehalte/laag zuurstofgehalte ook een hoog organische stofgehalte en een hoog NO_3 gehalte. Uit onderzoek is gebleken dat zelfs in niet-natte bodems, anaerobie kan voorkomen, met vervolgens denitrificatie, zoals op slecht geaereerde plekken in bodemkluiten. Bij chrysant bedraagt de denitrificatie vele tientallen kg per ha per jaar (Postma *et. al.*, 1990).

De stikstof gebruiksnorm¹ is nu 2500 kg/ha/jaar maar de signaalwaarde² is 1750 en huidig gebruik is 1100–1400 kg/ha/jaar (Corsten, 2017). De zorgplicht³ duidt een inspanningsverplichting aan, en het is ter beoordeling van de handhaver of een teler zich aan deze zorgplicht houdt. Juist omdat dit (N en P-gebruik) per teler verschillend kan zijn, heeft men zich beperkt tot deze inspanningsverplichting. Om aan te tonen dat een teler zorgvuldig handelt, zal deze een registratie van irrigatie en bemesting moeten overleggen in de vorm van een meststoffen balans voor N en P. Het is moeilijk een stikstofbalans te maken om te weten wat het gebruik is in verband met denitrificatie. Denitrificatie is zoals gezegd een proces in de stikstofkringloop waarbij bacteriën nitraat omzetten in stikstofgas. Hierdoor kan deze stikstof niet door planten gebruikt worden (Korsten, 1996), en draagt denitrificatie sterk bij aan het broeikas effect omdat NO₂, lachgas, geproduceerd wordt dat 300 keer het broeikas effect heeft dan CO₂, koolzuurgas. Het overhead regensysteem met de grote gietbeurten speelt ook hierbij een negatieve rol.

Door de toename van de gedoseerde lichtniveaus in de teelt in de loop van de afgelopen 30 jaar zullen ook steeds hogere stikstofniveaus gegeven worden vergeleken bij de gebruiksnormen uit de jaren 90 (Box5). Een verhoging van de niveaus in de tijd is al duidelijk:

- Nederpel (1976) berekende met 35 planten/m², opname stikstof 230 mg/plant vers gewicht = 402 kg/ha/jaar (5 teelten).
- Sonneveld (1998) heeft een berekening gemaakt van stikstof- en kali niveaus in de teelt en daar is een stikstof niveau van 1487 kg/ha/jaar en kali 1762 kg/ha/jaar berekend.
- Marcelis *et. al.*, (2003) gebruikten een regressielijn gebaseerd op Sonneveld en kwam tot een behoefte aan N, K en P van 600, 875 en 60 kg/ha met een productie van 15 kg/m² (200 takken 75 g). Dit was echter gebaseerd op 4 teelten. Een gemiddelde productie van trosschrysanthen is inmiddels 22 kg/m² (veiligewicht, KWIN, 2019).
- In Tabel 5 (Voogt *et. al.*, 2006) zijn de stikstofcijfers van 4 bedrijven uitgewerkt. Bij bedrijven 3 en 4 zijn stikstofgift van 1737 - 1812 kg/ha/jaar gemeten. De opname van de planten in Tabel 5 (22 kg/m²) komt in verhouding keurig overeen met de proeven van Marcelis (15 kg/m²), met rond de 950 kg/ha/jaar.

Box5: Uitleg wettelijke termen

1. "Gebruiksnormen" dateren uit een set van maatregelen voor emissiereductie, (GLAMI, jaren '90) inmiddels door andere regelgeving ingehaald c.q. overruled. De gebruiksnormen zijn destijds opgesteld in het kader van de mineralenboekhouding, waarbij telers per jaar niet meer mochten bemesten dan een bepaalde hoeveelheid. Deze normen zijn echter recent, in het kader van de handhaving van de 'zorgplicht' weer van stal gehaald en fungeren nu als richtlijn voor handhavers om te kunnen bepalen of de telers zich ten aanzien van de zorgplicht voldoende inspannen.
2. "Signaalwaarde" is een waarde, die onder de gebruiksnorm ligt, die voor de handhaver een "signaal" vormen om een bedrijf aan een nadere inspectie te onderwerpen. Er is dan een checklist die afgewerkt moet worden om te beoordelen of de teler zich uiteindelijk wél of niet aan de zorgplicht houdt. Blijkt een teler in gebreke, dan volgt een waarschuwing of sanctie.
3. "Zorgplicht" komt uit het 'Activiteitenbesluit glastuinbouw'. Telers zijn verplicht zich te houden aan een werkwijze waarbij de watergift en de bemesting worden afgestemd op de behoefte van het gewas, zodat er zo min mogelijk uitspoeling plaatsvindt.

https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/0Grondgebonden/Teelt_en_bemesting/doc/Checklist_meststoffenverbruik_grond.pdf

Fosfaatgebruik in de chrysantenteelt valt vaak boven de gebruiksnorm van 350 kg/ha/jaar met een signaalwaarde van 150 kg/ha/jaar (Corsten, 2017). Het fosfaatsniveau in stek neemt af vanaf planten maar de plant is ook in staat P vanuit oude bladeren naar jong blad te sturen. Het is niet duidelijk waarom het fosfaatsniveau zo sterk daalt terwijl er in het perspotje en in de bodem voldoende fosfaat aanwezig is (Voogt, 2016).

Er zijn voorbeelden dat hogere ammonium niveaus leiden tot een hogere gevoeligheid voor schimmelziektes, Fusarium. Verticillium (Corsten, 2014). Meststoffen met chloor, borium en of nitraat geven hogere gevoeligheid voor nematoden (Sonneveld en Voogt, 2009). Afnemende verdamping in het najaar leidt tot minder Ca opname en die lage calciumopname wordt nog eens extra belemmerd als er hoge ammonium niveaus in de grond aanwezig zijn. Dit kan met name bij het doseren van veel organisch materiaal snel het geval zijn.

Figuur 19 Links en rechts; bemesten met organische meststofkorrels waaruit vaak veel ammonium vrijkomt, dat niet altijd snel in nitraat omgezet kan worden.

Tabel 5
Mineralenbalans voor een chrysanten gewas (Voogt, 2006).

Mineralenbalans	kg/ha/jaar	kg/ha/jaar	kg/ha/jaar	kg/ha/jaar	kg/ha/jaar	m ³ /ha
	K	Ca	Mg	P	Ntot	Water
Bedrijf 1						
Gift volgens mestbak	2108	0	150	98	1276	7120
Opname	1412	269	70	87	1013	7700
Overschot (mestbak-opname)	696	-269	81	11	263	-580
Bedrijf 2						
Gift volgens mestbak	1294	70	13	0	629	11000
Waarvan gietwater	8	517	52	0	126	
Opname	1401	221	79	113	954	8780
Overschot (mestbak-opname)	-107	-151	-66	-113	-325	2220
Bedrijf 3						
Gift volgens mestbak	1932	0	206	138	1737	14390
Waarvan gietwater	8	517	52	0	126	
Opname	1394	294	65	77	931	8620
Overschot (mestbak-opname)	538	-294	141	61	806	5770
Bedrijf 4						
Gift volgens mestbak	1363	44	178	188	1812	8600
Waarvan gietwater	94	422	66	0	87	
Opname	1451	255	80	97	981	8220
Overschot (mestbak-opname)	-87	-212	97	91	831	380

13 Hygiëne

Na het stomen is grond in een vak is deze even schoon, maar vervolgens treedt een herbesmetting op (Figuur 20, van Diepingen, lopend onderzoek Masterplan Fusarium). Ziektekiemen, zoals van *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* etc. worden in de kas verspreid via water, mechanisch via schoenen, gereedschap etc. Medewerkers lopen van het ene deel van de kas naar het andere. Ook worden de mogelijkheden voor bijvoorbeeld verspreiding van de wortelknobbelaaltjes van onder naar boven in de grond onderschat en het inwerken van perspotjes en gewasresten na de oogst draagt niet bij aan een schone start voor het volgende gewas wat betreft plant parasitisch nematoden.

Een andere factor die zorgt voor *Meloidogyne spp* infectie is het niet goed reinigen en desinfecteren van apparatuur. Gereedschap en schoeisel gedragen door werknemers die besmet zijn met geïnfecteerde grond, kunnen de aaltjes opnieuw infecteren of verspreiden naar andere delen van de kas (Dreistadt *et. al.*, 2001, Jones *et. al.*, 2013). Met name de kleine tractoren die worden gebruikt om de grond voor te bereiden op latere beplanting hebben een enorm vermogen om zowel geïnfecteerde wortels als bodems door de kas te slepen (De Long, persoonlijke observatie).

Stekmateriaal is een potentiële overbrenger van ziektes.

Figuur 20 Links; de 3-voudige toename van sporendruk van *Fusarium* in de kas door gewasruimen en bladblazen. Rechts; de afname van alle schimmels en *Fusarium*-achtige schimmels 3 uur na ontsmetten en de 5-voudige toename van het aantal sporen tussen 3 en 21 uur na ontsmetten.

In de discussie rond stomen wordt gewaarschuwd dat het verlaten van stomen grote risico's met zich meebrengt (OG-web, 2020, 10 Sept). Er mag volgens de auteur niet gestopt worden met stomen zonder dat stomen of een alternatieve methode beschikbaar blijven en er mag niet gestopt worden als er geen meetmethoden zijn om het verloop van de belangrijkste ziekten en plagen in beeld te houden. Om de meetgegevens te interpreteren moet volgens ons ook bekend zijn welke ziektedruk nog aanvaardbaar is en hoe snel een aantasting zich in de diepte en breedte verspreid. Deze informatie is nodig om adviezen over plaatselijk ontsmetten te ontwikkelen en zo veilig zonder vaste stoommomenten te kunnen werken.

Ook speelt er een discussie rond de haalbaarheid van monocultuur zonder bestrijding. Een deel van de onderzoekers meent dat monocultuur altijd leidt tot bodemmoeheid en dat het doorbreken van de monocultuur door de teelt van andere gewassen nodig is. Dat kan door wisselteelten in de tijd of in stroken toe te passen. Een ander deel onderzoekers meent dat bodemmoeheid een verlegenheidsterm is voor ziekten, plagen en (auto)toxische stoffen die zich ophopen. In deze visie kan met kennis het teeltsysteem zo worden aangepast dat monocultuur wel mogelijk is. Een simpel maar economisch belangrijk voorbeeld hiervan is *Pseudomonas* waarmee tarwe wereldwijd vrij blijft van Take-all decline (*Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici*) (Weller in Lugtenberg, 2015). In dit geval neemt de bescherming door *Pseudomonas spp* zelfs toe bij monocultuur. Het lijkt daarom nuttig gestoomd plekken met gezonde levende bodem te enten om te vermijden dat na stomen een zwakke samenstelling van het bodemleven kansen biedt aan ziekten en plagen.

14 Synthese

14.1 Toevoegingen vanuit de workshops

In de eerste workshop (1 Juli) zijn de voorlopige resultaten van dit literatuuronderzoek doorgenomen met de workshop deelnemers (paragraaf 1.4). Op grond van het literatuuronderzoek en de discussie in de eerste workshop is een voorlopig plan opgesteld. Dit voorlopige plan is gepresenteerd in een tweede workshop op 3 september. Hieronder volgen kort de belangrijkste aanbevelingen van de tweede workshop. De aanbevelingen hebben weinig invloed op de inhoud van de review maar hebben wel een rol gespeel bij het ordenen van de conclusies en het kiezen voor bepaalde scenario's.

- Er lijkt (te) weinig aandacht voor de rol van verschillende grondsoorten. Grondsoort is een belangrijke factor want maatregelen die op één grondsoort effect hebben werken niet altijd in andere grondsoorten. **Besluit:** We nemen grondsoort mee als factor in de biotoetsen. Gronden met matige of hoge niveaus van andere ziekten/plagen worden niet meegenomen.
- Onduidelijk is nu hoelang het effect van LED of perskluit behandelingen blijft bestaan. Dit is voor de teelt juist erg relevant. **Besluit:** in de biotoetsen worden tijdreeksen voor de waarnemingen gemaakt zodat juist dit belangrijke aspect wordt getoetst. Ook de metingen van effecten op de micro-organismen in de bodem moeten op verschillende tijdstippen worden gemeten om te bepalen hoelang de invloed van behandelingen relevant blijft.
- Er is een grote kans dat er een "trade off" is tussen afweer en groeisnelheid, dat moet in proeven gemeten worden. **Besluit:** Dit punt wordt nog duidelijker in de tekst geschreven.
- Het is nuttig ziekten en plagen druk over een reeks niveaus te meten. Dat voorkomt dat bij hoge ziektedruk altijd aantasting gevonden wordt omdat de plantweerbaarheid overvraagd is. Het is juist van belang te vinden welk ziektedrukniveau een weerbare plant nog aankan. **Besluit:** Dit is al opgenomen voor de metingen van de wortelknobbelaaltjes, Fusarium, trips en Pythium. Voor de ander toetsen wordt dit zo goed mogelijk meegenomen al is dit mogelijk niet methodologisch geheel sluitend te organiseren.
- Er lijkt weinig aandacht voor het managen van de weerbaarheid van de teeltgrond. **Besluit:** Deze factor is belangrijk maar het is een strategische keus het sturen van weerbaarheid via de grond eerst te ontwikkelen in moer en stekproductie omdat dit eerder effect heeft en waarschijnlijk ook mee de kasgrond in genomen wordt. Voor sturen van de weerbaarheid van de grond is bovendien een ander voorstel parallel ingediend als een PPS bij de Top Sector T&U.
- Er lijkt weinig aandacht voor het sturen van weerbaarheid door het sturen via de organische stof in de teeltgrond. **Besluit:** Deze factor is belangrijk, maar het is een strategische keus het sturen van weerbaarheid via de grond eerst te ontwikkelen in moer en stekproductie omdat dit eerder effect heeft en waarschijnlijk ook mee de kasgrond in genomen wordt. Voor sturen van de weerbaarheid van de grond is bovendien een ander voorstel parallel ingediend als een PPS bij de Top Sector T&U.
- Cultivars zijn ongelijk gevoelig voor allerlei omstandigheden en ziekten. **Besluit:** er worden zo'n 10 cultivars meegenomen maar voor toetsen op één ziekte worden alleen de relevante cultivars meegenomen.

14.2 Resulterende strategie

De strategie omvat:

1. Het onderwerp, telen zonder stomen, werd te breed om in één project doeltreffend te behandelen. Daarom is gekozen het onderzoek te richten op vroege maatregelen (in moerenteelt en opkweek) al worden de effecten over een hele teelt gevolgd, omdat effecten in de plant en op de wortels mee de teelt in worden gebracht. Een tweede overweging bij de keuze voor de vroege stadia is dat kennis verkregen over maatregelen in de moeren/opkweek ook later nog uitgewerkt kan worden voor toepassing in de doorteelt.
2. Voor het begrijpen van behandelingseffecten meten we plantweerbaarheid (salicylzuur en jasmonzuur).
3. Voor het praktisch toepasbaar maken van de kennis meten we in biotoetsen de weerstand bij verschillende niveaus van ziekte/plaag druk. Wanneer wordt de weerstand doorbroken?
4. Voor het praktisch toepasbaar maken van de behandelingen meten we in biotoetsen de weerstand in de loop van de tijd. Hoe lang blijft de weerstand op peil?
5. We meten de vers en drooggewicht productie om zicht te houden op eventuele opbrengstderving door de behandelings-effecten (de trade off). Hoeveel energie kost verhoogde weerstand de plant?
6. In de uitvoering niet alleen in gaan op de belangrijkste kansen maar ook op de grootste risico's.

14.3 Mogelijke aanpassingen in het teeltsysteem

Energie

Vanuit oogpunt van energie is het minder en vooral ook onderdoor irrigeren een maatregel die 4-8 m³/m² bespaard. Daarnaast levert het gebruik van LED belichting in opkweek en doortelt een bijdrage.

Overgaan op substraat

Overschakelen naar substraatsystemen verlaagt de algemene ziektedruk omdat stomen is vervangen door het vervangen van het substraat. Daarnaast zal in sommige substraatsystemen ook het bovenover watergeven vervallen en zal in sommige systemen vaker maar minder watergeven nog wat extra opbrengst leveren. Overschakelen naar substraat is in deze studie buiten beschouwing gelaten omdat al vaker serieuze pogingen gedaan zijn en deze pogingen gestrand zijn op zowel de hoge kostprijs als ziekteproblemen in de substraatsystemen (Blok *et. al.*, 2011).

Watergeefstelsel

Het veranderen van het watergeefstelsel is zowel uit oogpunt van ziekten als energie voor de hand liggend. Schimmelziekten hebben baat bij het hoge watergehalte van de bodem direct na beregening en hebben baat bij de hoge luchtvochtigheid in het gewas direct na beregening. Aangenomen wordt dat het opdrogen van het gewas op jaarbasis 4-8 m³/m² aan thermische energie kost (Raaphorst *et. al.*, 2010). Omdat in de winterperiode een deel van deze energie door de buizen moet worden geleverd, is onderdoor water geven een optie om het energieverbruik verder te reduceren. In de praktijk zijn proeven uitgevoerd met druppelirrigatieslangen. Dit heeft nog niet tot grootschalige toepassing geleid omdat het voorkomen van ongelijkheid om méér druppelpunten per m² vraagt en het vaker watergeven juist om minder druppelpunten per m² vraagt. Ook is het aanleggen en onderhouden niet eenvoudig. Het probleem wordt opgelost bij het overschakelen naar de meeste substraatsystemen maar het overschakelen naar substraat is in deze studie buiten beschouwing gelaten.

Rassenkeuze

Rassen met specifieke weerstand zoals tegen *Fusarium* liggen voor de hand. Daarnaast kan worden gekozen voor rassen met een hoog gehalte weerbaarheid verhogende metabolieten. Er is genoeg kennis om in elk geval chlorogeenzuurgehalte als criterium te nemen.

Primen

Het is mogelijk met jasmonzuur de ISR tegen necrotrofe schimmels (o.a. *Rhizoctonia*), insecten en sommige bacteriële pathogenen in te zetten. Met salicylzuur kan de SAR aangezet worden tegen biotrofe schimmelpathogenen, sommige bacteriën en nematoden. Een probleem is dat niet allebei tegelijk mogelijk is. Daarom wordt in chrysant vooral gemikt op salicylzuurroute/SAR en worden de andere ziekten en plagen vooral met biopesticiden betreden. Overigens zijn *Fusarium*, *Pythium*, en *Verticillium* hemibiotroof en worden dus met salicylzuur/SAR in elk geval in één stadium van hun levenscyclus bestreden.

Moerplanten

De planten kunnen zowel via de bodem als bovenlangs geprimed worden om gemakkelijk hun weerbaarheidssystemen aan te zetten. Bovenlangs valt te denken aan lichtbehandelingen (zie kopje licht). Onderlangs aan toevoegingen van organische stoffen en of micro-organismen (zie kopje perspotten).

Los stek

Na oogsten is het stek een wisselend lange tijd onderweg of in opslag voor het wordt gestoken. Afgezien van praktische moeilijkheden kan het zinvol zijn langdurig overblijvend stek te behandelen met licht om de weerbaarheid hoog te houden.

Licht

Licht kan ingezet worden in de opkweek om de kwaliteit van de planten op te voeren (zwaardere plant), om de bovengrondse en ondergrondse groei wat meer apart te sturen (beworteling op temperatuur en bovengrondse groei met licht) en om de plant in een hogere staat van weerbaarheid te brengen. Bekend is dat UV-B en een combinatie UV-B en rood licht de weerbaarheid verhogen. Er is nog geen inzicht in de meest optimale combinatie van duur, doses en spectrale samenstelling.

Perspotten

Het vervangen de huidige perspotten door materialen die 10-20%v/v luchtgevulde poriën bevatten ligt (los van de technische moeilijkheid vele ander eigenschappen te behouden) voor de hand. Ook het beperken van de dichtheid tot onder 150 kg/m³ kan helpen. Het gebruik van organische materialen, alleen of in combinaties stimuleert de rijkdom en verscheidenheid van het bodemleven. Daarnaast lijkt het mogelijk allerlei behandelingen die de plant aanzetten tot verdediging al in de bewortelingsfase toe te dienen. Mogelijkheden:

- Stimuleren van functionele groepen. Door het toevoegen van stoffen die dienen als voeding voor groepen van nature aanwezige nuttige micro-organismen, neemt het aandeel van de gewenste groepen toe. Denk aan stoffen als ammonium, laminarine en chitine die langzaam vermenigvuldigende nitrificerende en schimmel afbrekende soorten bevoordelen.
- Toevoegen van ziekteverwekkende micro-organismen. Denk aan *B. amyloliquefaciens*; *T. harzianum*; *T. asperellum*. Priming/inductie door micro-organismen kost naar verwachting geen productie of kost veel minder productie dan chemische inductie.
- Gebruik van stoffen als chlorogeenzuur.

Grondbewerking

Grondbewerking verstoort de uitgroei van schimmels en verspreid ziekten en plagen in de rijrichting. Het lijkt aan te bevelen minder vaak en minder diep grond te bewerken al vraagt zaaibed voorbereiding en het inwerken van organische stofgiften om enige grondbewerking.

Organische stof aanvoer voor de bodem

Door organische stof te kiezen die langzamer afbreekt kan de verhouding schimmels over bacteriën worden verhoogd waardoor het aantal bacterie jagende aaltjes afneemt. Van belang is wel dat de grond fijn genoeg blijft om vestiging van wortelduizendpoot te bemoeilijken en de grond niet ongelijk vocht opnemend wordt door schimmelvorming op de organische stof. De aanvoer aan organische stof is in evenwicht met de afbraak. De afbraak hangt af van vochtgehalte, zuurgraad en aanvoer van organisch materiaal (potten en planten). Bijna een open deur is dat de huidige aanvoer van plantenresten en resten van perspotten veel te hoog is voor een stabiele bodem. Een ander criterium voor organische stof kan het gehalte aan aromatische verbindingen zijn, dat ziekteverwekkende *Pseudomonaden* bevoordeelt (Dignam *et. al.*, 2018). Mogelijk kunnen ook humusstoffen met hun hoge gehalte aan aromatische verbindingen een rol spelen.

Ziekten:

- Nematoden: de schade door nematoden is direct en indirect (indirect als schimmelziekten aangrijpen op door nematode-aantasting veroorzaakte wortelbeschadiging) groot. Een vroege herkenning en pleksgewijze diepe bestrijding blijven noodzakelijk. Onstabiele organische stof en mechanische verspreiding moeten worden voorkomen. Nemguard (knoflookextract) kan verlichting geven.
- *Fusarium*: Voorkomen van gewasresten en voorkomen van het verspreiden van gewasresten blijven basismaatregelen. Organische stof (champost) en biopesticiden (*B. amyloliquefaciens*) verdienen aandacht.
- Trips: Vanaf de moederplanten bestrijden met *Orius*, rassenkeuze en lokvallen met licht is mogelijk. Het blijft nodig de poppen in de grond te bestrijden, dat kan met een ondiepe ontsmetting en met roofmijten (o.a. *Stratiolaelaps scimitus*).
- *Pythium*: Neemt toe bij hoge vochtgehalten (na beregenen) en hoge EC. *B. amyloliquefaciens* verdient aandacht, al of niet in combinatie met stabiele organische stof.
- *Rhizoctonia*: Voorkomen van verspreiden van gewasresten en zieke gronddeeltjes blijft de basis. Er zijn vrij veel biopesticiden beschikbaar (o.a. *Streptomyces* k61, *Gliocladium catenulatum* Strain J1446 *Bacillus amyloliquefaciens* QST713).
- *Verticillium*: Voorkomen van verspreiden van gewasresten en zieke gronddeeltjes blijft de basis. Een vroege herkenning en pleksgewijze diepe bestrijding blijven noodzakelijk.

Ontsmetten

- Chrysant is een monocultuur met 5 teeltrondes per jaar. Dit betekent dat de opbouw van ziekten en plagen snel tot een onaanvaardbare opbrengstdaling kan leiden. Het is niet zo dat monocultuur per definitie onmogelijk is (behalve bij autotoxiciteit zoals bijvoorbeeld bij Asperge). Monoculturen leiden wel vaak tot een opbouw van zeer bepaalde problemen veroorzaakt door het teeltsysteem.
- Bekend moet worden welke ziektedruk nog aanvaardbaar kan zijn. Nu wordt nog volgens de kalender ingegrepen.
- Bekend moet worden hoe diep en breed een aantasting zich verspreid. Deze informatie kan gebruikt worden om adviezen over plaatselijk stomen te ontwikkelen.
- Bekend moet worden hoe snel een bodem zich na stomen herstelt en of enten met levende gezonde bodem herkolonisatie versneld.

14.4 Scenario's

De lijst met mogelijke aanpassingen (paragraaf 14.3) en de strategie (paragraaf 14.2) zijn gecombineerd tot de volgende scenario's:

Wat betreft de kansen gaat het om:

1. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door lichtbehandelingen.
 - a. In de moederenteelt.
 - b. In de fase van stekopslag/transport.
 - c. In de opkweek op perspotten.
 - d. In de doorteelt.
2. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door veranderingen in de perskluit d.w.z.
 - a. Perskluit luchtiger maken.
 - b. Toevoegingen van micro-organismen.
 - c. Toevoegingen van organische stoffen die micro-organismen stimuleren.
3. Het stimuleren van de plantweerbaarheid door veranderingen in de teeltgrond d.w.z.
 - a. Minimaliseren grondbewerking.
 - b. Toevoegingen van micro-organismen.
 - c. Toevoegingen van organische stoffen die micro-organismen stimuleren.
 - d. Toevoegen van stabiele organische stoffen en humaten.
 - e. Verwijderen van vers plantmateriaal.
4. Aanpassen van het watergeefstelsel
 - f. Beurten naar behoefte inclusief nutriëntensamenstelling.
 - g. Onderlangs watergeven om het gewas droog te houden.
 - h. Kleinere beurten en frequenter.

Wat betreft de risico's gaat het om:

1. Het per ziekte/plaag vaststellen van nog aanvaardbare ziektedruk
2. Het aanhouden van de mogelijkheid ondiep te stomen/ontsmetten.
3. Het aanhouden van de mogelijkheid plaatselijk te stomen of te ontsmetten.

Deze scenario's kunnen bij gebleken succes verder gecombineerd worden.

14.5 Economische evaluatie

Oorspronkelijk was een grove inschatting van de financiële consequenties voorzien om contact te houden met de toepasbaarheid op een praktijkbedrijf. In de huidige aanpak worden randvoorwaarden verkend om zonder stomen te gaan telen.

14.6 Voorstel voor ondersteunende onderzoek

Een op dit literatuuronderzoek gebaseerd voorstel is ingediend bij KAE.

Literatuur

- Adam, M., A. Westphal, J. Hallmann, and H. Heuer. 2014.
Specific Microbial Attachment to Root Knot Nematodes in Suppressive Soil. *Applied and Environmental Microbiology* 80:2679.
- Agrios, G.N. Plant pathology (fifth edition), Agrios, G.N., Ed. Academic Press: San Diego, 2005.
- Akhtar, J.; Galloway, A.F.; Nikolopoulos, G.; Field, K.J.; Knox, P.
A quantitative method for the high throughput screening for the soil adhesion properties of plant and microbial polysaccharides and exudates. *Plant and Soil* 2018, 428, 57-65.
- Alford, D. V. 2012.
Chapter 4 - Miscellaneous Pests. Pages 434-443 in D. V. Alford, editor. *Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers (Second Edition)*. Academic Press, San Diego.
- Amsing, J. J. (2003).
Wortelknobbelaaltjes in chrysant : inventarisatie, schadelijkheid en bestrijding. Aalsmeer, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Glastuinbouw.
- Amsing, J. J. (2004).
"Wortelknobbelaaltjesproblematiek in de glastuinbouw." *Gewasbescherming* 35(5): 260-262.
- Anonymous.
Humic and fulvic acids: The black gold of agriculture. New AG International 2011, 22-34.
- Baas, R. en M. ten Hoope. 2006.
Microklimaatmetingen bij chrysant. PPO nr. 3241611500.
- Bakker, P. A. H. M., C. M. J. Pieterse, R. de Jonge, and R. L. Berendsen. 2018.
The Soil-Borne Legacy. *Cell* 172:1178-1180.
- Bar-Yosef, B.; Lieth, J.H.
Effects of oxygen concentration in solution and uptake rate by roots on cut roses yield, and nutrients and sugars content in leaves. *Scientia Horticulturae* 2013, 155, 49-55.
- Belanger, R.; Bowen, P.; Ehret, D.; Menzies, J.
Soluble silicon. Its role in crop and disease management. *Plant Disease* 1995, 79, 329-336.
- Berendsen, R.L., Vismans, G., Yu, K., Song, Y., de Jonge, R., Burgman, W.P., Burmølle, M., Herschend, J., Bakker, P.A.H.M., and Pieterse, C.M.J. (2018).
Disease-induced assemblage of a plant-beneficial bacterial consortium. *ISME J.* <https://doi.org/10.1038/s41396-018-0093-1>.
- Bertin, C.; Yang, X.; Weston, L.A.
The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and soil* 2003, 256, 67-83.
- Blok, C.; Baumgarten, A.; R., B.; Wever, G.; Lohr, D.
Analytical methods used with soilless substrates. In *Soilless culture. Theory and practice*, Raviv, M.; Lieth, H.; Bar-Tal, A., Eds. Elsevier: Oxford, United Kingdom, 2019.
- Blok, C.; Gérard, S.
Root oxygen use determination of propagated cucumber on rockwool cubes. *Acta Hort.* 2013, 1013, 73-80.
- Blok, C.; Jackson, B.E.; Guo, X.; de Visser, P.H.B.; Marcelis, L.F.M.
Maximum plant uptakes for water, nutrients, and oxygen are not always met by irrigation rate and distribution in water-based cultivation systems. *Frontiers in Plant Science* 2017, 8, 562.
- Blok, C.; Shao, H.; Maaswinkel, R.; Vermeulen, T.; Campen, J.; Paternotte, P.
System and climate related pythium problems in mobile chrysanthemum growing systems. . *Acta Hort.* 2011, 891, 41-50.
- Blok, C.; van der Salm, C.; Hofland-Zijlstra, J.; Streminska, M.; Eveleens, B.; Regelink, I.; Fryda, L.; Visser, R.
Biochar for horticultural rooting media improvement: Evaluation of biochar from gasification and slow pyrolysis. *Agronomy-Basel* 2017, 7.
- Bonanomi, G.; Antignani, V.; Capodilupo, M.; Scala, F.
Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil Biology and Biochemistry* 2010, 42, 136-144.
- Bongiorno, G.; Bodenhausen, N.; Bünemann, E.K.; Brussaard, L.; Geisen, S.; Mäder, P.; Quist, C.W.; Walser, J.-C.; de Goede, R.G.M.
Reduced tillage, but not organic matter input, increased nematode diversity and food web stability in european long-term field experiments. *Molecular Ecology* 2019, 28, 4987-5005.

- Bongers, T. 1990.
The maturity index- an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83:14-19.
- Bongers, T. 1999.
The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and Soil* 212:13-22.
- Bongers, Ton and Howard Ferris
Volume 14, Issue 6, 1 June 1999, Pages 224-228 Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01583-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01583-3).
- Bonkowski, M., C. Villenave, and B. Griffiths. 2009.
Rhizosphere fauna: the functional and structural diversity of intimate interactions of soil fauna with plant roots. *Plant and Soil* 321:213-233.
- Buée, M., W. De Boer, F. Martin, L. van Overbeek, and E. Jurkevitch. 2009.
The rhizosphere zoo: An overview of plant-associated communities of microorganisms, including phages, bacteria, archaea, and fungi, and of some of their structuring factors. *Plant and Soil* 321:189-212.
- Buwalda, Fokke & Baas, Rob & van Weel, Peter. (1994).
A soilless ebb-and-flow system for all-year-round chrysanthemums. *Acta horticulturae*. 361. 123. 10.17660/ActaHortic.1994.361.10.
- Burgt G.J.H.M. van der, Oomen G.J.M., Habets A.S.J. & Rossing W.A.H. (2006)
The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74: 275-294.
- Castillo, J. D., Vivanco, J. M., & Manter, D. K. (2017).
Bacterial microbiome and nematode occurrence in different potato agricultural soils. *Microbial Ecology*, 74(4), 888-900. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00248-017-0990-2>.
- CEN 16087-1, 2011.
Soil Improvers and Growing Media—Determination of the Aerobic Biological Activity—Part 1: Oxygen Uptake Rate (OUR).
- Chen G. (2019)
Control of Western flower thrips through jasmonate-triggered plant immunity. PhD thesis, chapter 5, Leiden University.
- Chen, G., H.K. Kim, P. G. L. Klinkhamer, Escobar-Bravo (2020)
Site-dependent induction of jasmonic acid -associated chemical defenses against Western flower thrips in chrysanthemum. *Planta* 251: 8-
- Chen, P. and T. T. Tsay (2006).
"Effect of Crop Rotation on *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. Populations in Strawberry Fields in Taiwan." *Journal of nematology* 38(3): 339-344.
- Cheng, W., D. W. Johnson, and S. Fu. 2003.
Rhizosphere Effects on Decomposition. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1418-1427. doi:10.2136/sssaj2003.1418.
- Cong, W., v. J. Ruijven, v. d. W. Werf, d. G. B. Deyn, L. Mommer, F. Berendse and E. Hoffland (2015).
"Plant species richness leaves a legacy of enhanced root litter-induced decomposition in soil." *Soil Biology and Biochemistry* 80: 341-348.
- Corsten, R. 2014
Deze blog is als teelttip verschenen in het Vakblad voor de Bloemisterij nr30/31.
- Corsten, R. 2017
Een verkorte versie van deze blog is als teelttip chrysant verschenen in het vakblad voor de Bloemisterij nr9.
- Corsten, R. 2018
Deze blog is als teelttip chrysant verschenen in het Vakblad voor de Bloemisterij nr38.
- Cuijpers, W. en L. Janmaat, 2014.
Compost composities. Louis Bolk Instituut. Brochure.
- Curtis, R. H., Robinson, A. F. and Perry, R. N. 2009.
Hatch and host location. Pp. 139-162 in ed. *Root-knot nematodes*, Cambridge, MA: CABI North American Office.
- Dakora, D.A.
PhillipsRoot exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments *Plant Soil*, 245 (2002), pp. 35-47.

- De Tender, C.; Mesuere, B.; Van der Jeugt, F.; Haegeman, A.; Ruttink, T.; Vandecasteele, B.; Dawyndt, P.; Debode, J.; Kuramae, E.E.
Peat substrate amended with chitin modulates the n-cycle, siderophore and chitinase responses in the lettuce rhizobiome. *Sci Rep* 2019, 9, 9890.
- De Weert, S., H. ; Vermeiren, I.H.; Mulders, I.; Kuiper, N.; Hendrickx, G.V.; Bloemberg, J.; Vanderleyden, M.R.D.; Lugtenberg, B.J.
Flagella-driven chemotaxis towards exudate components is an important trait for tomato root colonization by *pseudomonas fluorescens*. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 2002, 1173-1118.
- De Long, J. R., Streminska, M., Persijn, A., Huisman, M., & van der Salm, C. (2020).
Green Challenges: Bestrijding van Meloidogyne spp. (wortelknobbelaaltjes) in chrysant metbiologische bestrijdingsmiddelen en biostimulanten. (Rapport WPR; No. 944). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw. <https://doi.org/10.18174/522558>
- Dignam BEA; O'Callaghan M; Condron LM; Kowalchuk GA; Van Nostrand JD; Zhou J; al., e.
Effect of land use and soil organic matter quality on the structure and function of microbial communities in pastoral soils: Implications for disease suppression. (): . <https://doi.org/10.1371/journal.Pone.0196581>. *PLoS ONE* 2018, 13.
- Dreistadt, S. H., P.
University of California Integrated Pest Management, A. University of California . Division of, and R. Natural. 2001. Integrated pest management for floriculture and nurseries. University of California, Statewide Integrated Pest Management Project, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, Calif.
- Druege, U., Zerche, S., Kadner, R., and Ernst, E. 2000.
Relation between nitrogen status, carbohydrate distribution and subsequent rooting of chrysanthemum cuttings as affected by pre-harvest nitrogen supply and cold-storage. *Annals of Botany* 85:687-701.
- EGTOP, 2013.
Final report on greenhouse production (protected cropping); Directorate H. Sustainability and Quality of Agriculture and Rural Development H.3. Organic farming: 2013.
- Escobar-Bravo R., C. Nederpel, S. Naranjo, H.K. Kim, M. J. Rodriguez, G. Chen, G. Glauser, K. A. Leiss, P. G. L. Klinkhamer (2019).
Ultraviolet radiation modulates both constitutive and induced plant defences against thrips but is dose and plant genotype dependent. *Journal of Pest Science*. [Doi.org/10.1007/s10340-019-01166-w](https://doi.org/10.1007/s10340-019-01166-w).
- EU. Verordening (eu) 2019/1009 van het europees parlement en de raad van 5 juni 2019 tot vaststelling van voorschriften inzake het op de markt aanbieden van eu-bemestingsproducten en tot wijziging van de verordeningen (eg) nr. 1069/2009 en (eg) nr. 1107/2009 en tot intrekking van verordening (eg) nr. 2003/2003. 2019.
- Ferris *et. al.*, 1997.
Population energetics of bacterial-feeding nematodes: Carbon and nitrogen budgets. *Soil Biol. Biochem.* 29:1183-1194.
- Ferris, H., and T. Bongers. 2006.
Nematode indicators of organic enrichment. *Journal of Nematology* 38:3-12.
- Ferris, H., T. Bongers, and R. G. M. de Goede. 2001.
A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13-29.
- Fitzpatrick, C.R., Copeland, J., Wang, P.W., Guttman, D.S., Kotanen, P.M., and Johnson, M.T.J. (2018).
Assembly and ecological function of the root microbiome across angiosperm plant species. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* Published online January 22, 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717617115>.
- Francioli, D.; van Rijssel, S.Q.; van Ruijven, J.; Termorshuizen, A.J.; Cotton, T.E.A.; Dumbrell, A.J.; Raaijmakers, J.M.; Weigelt, A.; Mommer, L.
Plant functional group drives the community structure of saprophytic fungi in a grassland biodiversity experiment. *Plant and Soil* 2020.
- Gamliel, A. and A. H. C. van Bruggen (2016).
"Maintaining soil health for crop production in organic greenhouses." *Scientia Horticulturae* 208: 120-130.
- Garcia Victoria, N., Helm, van der F.P.M., Streminska, M.A., Roelofs, T. 2015
Doorontwikkeling biologische grondontsmetting (bodemresetten) als alternatief voor stomen. Wageningen UR Glastuinbouw (Rapport GTB 1342) – 68.

- Ghani, A.; Dexter, M.; Perrott, K.W.
Hot-water extractable carbon in soils: A sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil Biology and Biochemistry* 2003, 35, 1231-1243.
- Graber, E.R.; Tsechansky, L.; Mayzlish-Gati, E.; Shema, R.; Koltai, H.
A humic substances product extracted from biochar reduces arabidopsis root hair density and length under p-sufficient and p-starvation conditions. *Plant and Soil* 2015, 395, 21-30.
- Graber, E.R.; Frenkel, O.; Jaiswal, A.K.; Elad, Y.
How may biochar influence severity of diseases caused by soilborne pathogens? *Carbon Management* 2014, 5, 169-183.
- Grosman, A.H., A. van der Linden, C.M.J. Bloemhard, R. van Holstein, R.W.H.M. van Tol, G.J. Messelink,, 2014.
Bouwstenen voor een systeemaanpak voor tripsbestrijding: Rapportage toplagen, instandhouden roofwantsen en Lure & Infect. Wageningen UR Glastuinbouw Rapport GTB-1330
- Grossnickle, S.C.
Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests* 2005, 30, 273-294.
- Hale, L.; Luth, M.; Crowley, D.
Biochar characteristics relate to its utility as an alternative soil inoculum carrier to peat and vermiculite. *Soil Biology and Biochemistry* 2015, 81, 228-235.
- Hendriks, C.A.M.
Quick scan organische stof: Kwaliteit, afbraak en trends; 2128; Alterra: Wageningen, 2011.
- Heuvelink, E.; Lee, J.H.; Buiskool, R.P.M.; Ortega, L.
Light on cut chrysanthemum: Measurement and simulation of crop growth and yield. *Acta Hort.* 2002, 580, 197-202.
- Holtman, W.; van Duijn, B.; Blaakmeer, A.; Blok, C.
Optimization of oxygen levels in root systems as effective cultivation tool. *Acta Hort.* 2005, 697, 57-64.
- Jaiswal A.k., Y. Elad, e. Cytryn, E. Graber, O. Frenkel. 2018.
Acitavatie biochar by manipulating the bacterial and fungal microbiome through pre-conditioning. *New Phytologist* 129. 363-377.
- Jindo K, Martim S, Navarro E, Pérez-Alfocea F, Hernandez T, Garcia C, Aguiar N, Canellas L (2011).
Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. *Plant and Soil*: 1-12. doi: 10.1007/s11104-011-1024-3.
- Jinrong Wan, Xue-Cheng Zhang & Gary Stacey (2008)
Chitin signaling and plant disease resistance, *Plant Signaling & Behavior*, 3:10, 831-833, DOI: 10.4161/psb.3.10.5916 To link to this article: <https://doi.org/10.4161/psb.3.10.5916>
- Jones, J. T., A. Haegeman, E. G. J. Danchin, H. S. Gaur, J. Helder, M. G. K. Jones, T. Kikuchi, R. Manzanilla-López, J. E. Palomares-Rius, W. M. L. Wesemael, and R. N. Perry. 2013.
Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14:946-961.
- Kadner, R., U. Dreuge and S. Zerche. 2008.
Influence of the Quality of Rooted Cuttings on the Growth and Final Quality of Cut Chrysanthemum. *Europ. J. Hort. Sci.* 73 /96). S 237-243.
- Khodabaks, R.; Blok, C.; van den Berg, C.; Snel, J.
Plant - microbiële brandstofcel (mfc): Exudate productie. Het optimaliseren van wortel exudatie met een split-root systeem; 13-09-2009, 2009.
- Korsten, P.H.J 1996.
Denitrificatie in kasgrond. Theoretische berekeningen voor vijf chrysantenbedrijven. Project 6208. Intern verslag 59. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, vestiging Naaldwijk.
- KWIN. Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2016-2018. groenten – snijbloemen – potplanten; LEI: Den Haag, the Netherlands, 2019.
- Kos S. P., P. G. L. Klinkhamer, K. A. Leiss (2014).
Cross-resistance of chrysanthemum to western flower thrips, celery leafminer, and two spotted spider mite. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 151:198-208.
- Kruidhof, M., Fradin, E., Steminska, M., Blok, C., en van Winkel, A., 2020 (in print).
Onderzoek perspotten (deel van een groter verslag). Wageningen University & Research, Glastuinbouw, Bleiswijk.

- Lambers, H.; Scheurwater, I.; Atkin, O.
Respiratory patterns in roots in relation to their functioning. *Plant roots: The hidden half*; Waisel, Y.; Eshel, A. 1996, 323-345.
- Lee, J.H.; Heuvelink, E.; Challa, H.
Effects of planting date and plant density on crop growth of cut chrysanthemum. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 2002, 77, 238-247.
- Leiss K.L., F. Maltese, Y. H. Choi, R. Verpoorte, P. G. L. Klinkhamer (2009).
Plant Physiology 150: 1567-1575.
- Lemanceau, P.; Blouin, M.; Muller, D.; Moëgne-Loccoz, Y.
Let the core microbiota be functional. *Trends in Plant Science* 2017, 22, 583-595.
- Lewis, D. B., J. P. Kaye, C. Gries, A. P. Kinzig and C. L. Redman (2006).
"Agrarian legacy in soil nutrient pools of urbanizing arid lands." *Global Change Biology* 12(4): 703-709.
- Ling, N., Xue, C., Huang, Q., Yang, X., Xu, Y., Shen, Q. (2010).
Development of a mode of application of bioorganic fertilizer for improving the biocontrol efficacy to Fusarium wilt. *Biocontrol*, vol. 55, p. 673 – 683.
- Ludeking, D. I., A. Termorshuizen, J. Wubben, A. W. G. v. d. Wurff, M. Streminska and F. v. d. Helm (2013).
Biologische grondontsmetting met Herbie ('Bodemresetten') als alternatief voor stomen 2011-2012. Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Lugtenberg, B.
Principles of plant-microbe interactions : Microbes for sustainable agriculture. Springer International Publishing: Cham, 2015.
- Lupatini, M.; Korthals, G.W.; de Hollander, M.; Janssens, T.K.S.; Kuramae, E.E.
Soil microbiome is more heterogeneous in organic than in conventional farming system. *Frontiers in Microbiology* 2017, 7.
- Liu, Y., J. Hua, Y. Jiang, Q. Li, and D. Wen. 2006.
Nematode communities in greenhouse soil of different ages from Shenyang suburb. *Helminthologia* 43:51-55.
- Ma, H.K, A. Pineda, W. G. van der Wurff, C. Raaijmakers, T. M. Bezemer (2017).
Plant-soil feedback effects on growth, defence, and susceptibility to a soil-borne disease in a cut flower crop: species and functional group effects. *Frontiers of Plant Science* 8: 2127.
- Ma, H.K. & Ana Pineda & Andre W. G. van der Wurff & T. Martijn Bezemer
Carry-over effects of soil inoculation on plant growth and health under sequential exposure to soil-borne diseases *Plant Soil* (2018) 433:257–270 <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3837-9>.
- Marcelis, L.F.M., W. Voogt, P.H.B. Visser, J. Postma, M. Heinen, R de Werd en G. Straatsma. 2003.
Organische stofmanagement in biologische kasteelt. *Chrysantenproef 2002*. Plant Research International B.V. Wageningen. Rapport 70.
- Martinez-Mendez A., V. Flor, M. Heil, B. Mauch-Mani, C.M.J. Pieterse, M. J. Pozo, J. Ton, N. van Dam, U. Conrath (2016).
Recognizing plant defense priming. *Trends in Plant Science* 10: 818-822.
- McNamara, N. P., Griffiths, R. I., Tabouret, A., Beresford, N. A., Bailey, M. J. and Whiteley, A. S. 2007.
The sensitivity of a forest soil microbial community to acute gamma-irradiation. *Appl. Soil Ecol.* 37:1-9.
- McNear Jr., D.H.
The rhizosphere - roots, soil and everything in between. *Nature Education Knowledge* 2013, 4, 1.
- Meng, T., G. Ren, G. Wang and Y. Ma (2019).
"Impacts on soil microbial characteristics and their restorability with different soil disinfestation approaches in intensively cropped greenhouse soils." *Applied Microbiology and Biotechnology* 103(15): 6369-6383.
- Messelink, G. J., & van Overbeek, L. S. (2017).
Schimmels en bacteriën vergroten weerbaarheid tegen ziekten en plagen: Endofyten een nuttige aanvulling bij plaagbestrijding. *Onder Glas*, 14(2), 12-13.
- Messelink, G., and R. van Holstein-Saj. 2008.
Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC/wprs* 32:135-138.
- Messelink, G. en R. Holstein-Saj, 2012.
Optimalisatie toepassing entomopathogene schimmels tegen trips in chrysant. Wageningen UR Glastuinbouw Rapporten 1142)

- Messelink, G. J., A. Leman, R. van Holstein-Saj, R. van Tol, R. Vijverberg, C. Elfferich, L. Catalá Senent, T. Huang, K. Shrestha, and H. M. Kruidhof. 2019.
Nieuwe mogelijkheden voor de bestrijding van trips in de sierteelt onder glas. Rapport GTB-895, Wageningen University & Research, Bleiswijk.
- Meyer, S. L. F., J. M. Halbrendt, L. K. Carta, A. M. Skantar, T. Liu, H. M. E. Abdelnabby, and B. T. Vinyard. 2009.
Toxicity of 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG) to plant-parasitic and bacterial-feeding nematodes. *Journal of Nematology* 41:274-280.
- Moens, M., R. N. Perry, and J. L. Starr. 2009.
Meloidogyne Species – a Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites. Pages 1-17 in R. N. Perry, M. Moens, and J. L. Starr, editors. *Root-knot nematodes*. CABI North American Office, Cambridge, MA.
- Montagne, V.; Capiiaux, H.; Barret, M.; Cannavo, P.; Charpentier, S.; Grosbellet, C.; Lebeau, T.
Bacterial and fungal communities vary with the type of organic substrate: Implications for biocontrol of soilless crops. *Environmental Chemistry Letters* 2017, 1-9.
- Mouden S. (2020).
Green defence against trips. Exploring natural products for early management of western flower thrips. PhD thesis, chapter 6, Leiden University.
- Mora V, Baigorri R, Bacaicoa E, Zamarreño AM, García-Mina JM (2011).
The humic acid-induced changes in the root concentration of nitric oxide, IAA and ethylene do not explain the changes in root architecture caused by humic acid in cucumber. *Environ Exp Bot* 76: 24-32. doi: 10.1016/j.envexpbot.2011.10.001.
- Mora V, Bacaicoa E, Baigorri R, Zamarreño AM, García-Mina JM (2014).
NO and IAA Key Regulators in the Shoot Growth Promoting Action of Humic Acid in *Cucumis sativus* L. 33: 430-439.
- Morard P, Eyheraguibel B, Morard M, Silvestre J (2011).
Direct effects of Humic-Like substance on growth, water, and mineral nutrition of various species. *Journal of Plant Nutrition* 34: 46-59.
- Mweke, A. N., J. W. Kimenju, A. A. Seif, E. W. Mutitu and G. K. Mutua (2008).
"Potential of Sequential Cropping in the Management of Root-Knot Nematodes in Okra." *Asian Journal of Plant Sciences* 7(4).
- Nakamura, T.; Nakamura, M.
Root respiratory costs of ion uptake, root growth, and root maintenance in wetland plants: Efficiency and strategy of O₂ use for adaptation to hypoxia. *Oecologia* 2016, 182, 667-678.
- Nyaku, S. T., A. Affokpon, A. Danquah, and F. C. Brentu. 2017.
Nematology - Concepts, Diagnosis and Control. Chapter 8: Harnessing Useful Rhizosphere Microorganisms for Nematode Control. InTech.
- Nederpel, W.A.C.
Onttrekking aan de grond van stikstof en kali door het gewas chrysant. Proefstation voor de groenten en fruitteelt onder glas te Naaldwijk. 1976, nummer 1001.
- OG, 2019,
In Onder Glas 2, 46-47:
- OG, 2018,
In Onder Glas 2, 38-39.
- OG, 2020,
Onder Glas web versie, 10 September. Stomen is veruit de beste manier om grond te ontsmetten. Visie Theo Roelofs.
- Oka, Y. 2010.
Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments—A review. *Applied Soil Ecology* 44: 101-115
- Panth, M.; Hassler, S.C.; Baysal-Gurel, F.
Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture* 2020, 10, 16.
- Parsa, S., V. Ortiz, and F. E. Vega. 2013.
Establishing fungal entomopathogens as endophytes: Towards endophytic biological control.e50360. video article.
- Peiris, P. U. S., Y. Li, P. Brown, and C. Xu. 2020.
Efficacy of organic amendments to control *Meloidogyne* spp. in crops: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Soils and Sediments* 20:1584-1598.

- Perry, R. N., Moens, M., Starr, J.L. .2009.
Root- knot nematodes Wallingford Oxfordshire UK CAB International.
- Pieterse, C.M.J., Zamioudis, C., Berendsen, R.L., Weller, D.M., Van Wees, S.C.M., Bakker P.A.H.M. 2014.
Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes. Annual Review of Phytopathology 52: 347-375
- Pineda, A., I. Kaplan, S. E. Hannula, W. Ghanem, T. M. Bezemer (2020).
Conditioning the soil microbiome through plant-soil feedbacks suppresses an aboveground insect pest. New Phytologist 226: 595-608.
- Raaijmakers, J.M., Paulitz, T.C., Steinberg, C. e.a.,
The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. Plant Soil 321, 341–361 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9568-6>.
- Raaphorst, M., F. Kempkes, R. Corsten, T Roelofs en P. de Veld. 2010
Het Nieuwe Telen bij Chrysant. Rapport GTB-1042. Business Unit Glastuinbouw, Bleiswijk, en DLV Plant Wageningen.
- Raaphorst, M., F. de Zwart, L. Schuddebeurs and P. de Veld (2018).
Perfekte chrysant teelt 1-4: energiezuinige demonstratieteelten bij Delphy Improvement Centre, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw.
- Raviv, M.; Lieth, J.H.; Bar-Tal, A.
Soilless culture: Theory and practice. Second edition. Amsterdam, the Netherlands, 2019.
- Rietberg, Petra, Boki Luske, Anneloes Visser, Peter Kuikman. 2013
Handleiding goed koolstofbeheer. Brochure Louis Bolk Instituut.
- Roux-Michollet, D., S. Czarnes, B. Adam, D. Berry, C. Commeaux, N. Guillaumaud, X. Le Roux and A. Clays-Josserand (2008).
"Effects of steam disinfection on community structure, abundance and activity of heterotrophic, denitrifying and nitrifying bacteria in an organic farming soil." Soil Biology and Biochemistry 40(7): 1836-1845.
- Roux-Michollet, D., Y. Dudal, L. Jocteur-Monrozier and S. Czarnes (2010).
"Steam treatment of surface soil: how does it affect water-soluble organic matter, C mineralization, and bacterial community composition?" Biology and Fertility of Soils 46(6): 607-616.
- Royal Brinkman, 2020.
<https://royalbrinkman.nl/kennisbank-teeltwisseling/grondstomen>
- Saletnik, B., G. Zagula, M. Bajcar, M. Tarapatsky, G. Bobula and C. Puchalski (2019).
"Biochar as a multifunctional component of the environment—a review." Applied Sciences 9(6): 1139.
- Schouten, A. 2016.
Mechanisms involved in nematode control by endophytic fungi. Pages 121-142 in J. E. Leach and S. Lindow, editors. Annual Review of Phytopathology, Vol 54. Annual Reviews, Palo Alto.
- Schröder, J.J., Sebek, L.B., Oenema, J., Gosselink, R.M.A., Conijn, J.G., and De Boer, J. (2017).
"Rekenregels van de KringloopWijzer. Achtergronden van de BEX, BEA, BEN, BEP, en BEC: actualisatie van de 2015 versie", (ed.) W.U. Research.).
- Singh, P.K.; Mishra, M.; Vyas, D.
Effect of root exudates of mycorrhizal tomato plants on microconidia germination of fusarium oxysporum f. Sp. Lycopersici. Archives of Phytopathology and Plant Protection 2010, 43, 1495-1503.
- Streminska, M. J. Postma 2018
Verbeteren bodem- en substraatweerbaarheid. PlantgezondheidEvent 2018, Bleiswijk. Presentatie.
- Streminska, M. 2019
Planten weerbaarder tegen Fusarium dankzij toevoeging groene middelen. Onder Glas 2 januari 2019.
- Streminska, M.A., Hollander, P., de Boer, A. Ayik, A. 2018.
Systeemaanpak bodemgebonden ziekten en plagen. Rapport WPR-861
- Streminska, M.A., Breeuwsma S., Huisman H.M., , de Vos, R., van Eekelen, H., Stevens, L., van der Salm, C. 2020.
Green Challenges: plant en bodemweerbaarheidtegen ondergrondse ziekten. Rapport WPR-943
- Sonneveld, C.; Voogt, W.
Plant nutrition of greenhouse crops. Springer: 2009.
- Sonneveld, C. 1996.
Nutriënten in beschermde teelten Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente ISSN 1385-3015. Rapport 46.

- Swiontek Brzezinska, M., U. Jankiewicz, A. Burkowska and M. Walczak (2014).
"Chitinolytic microorganisms and their possible application in environmental protection." *Current microbiology* 68(1): 71-81.
- Tan, S.; Yang, C.; Mei, X.; Shen, S.; Raza, W.; Shen, Q.; Xu, Y.
The effect of organic acids from tomato root exudates on rhizosphere colonization of *Bacillus amyloliquefaciens* t-5. *Applied Soil Ecology* 2013, 64, 15-22.
- Tian, X., X. Zhao, Z. Mao, and B. Xie. 2019.
Dynamics of Soil Nematode Communities Revealed Significant Variation in Greenhouse with Different Continuous Cropping Years. *bioRxiv*:593541.
- Topalović, O., M. Hussain, and H. Heuer. 2020.
Plants and Associated Soil Microbiota Cooperatively Suppress Plant-Parasitic Nematodes. *Frontiers in Microbiology* 11.
- Van der Gaag, D.J.; Wever, G.
Conductiveness of different soilless growing media to *Phytophthora* root and crown rot of cucumbers under near-commercial conditions. *Eur. J. Plant Pathology* 2005, 112, 31-41.
- Van der Helm, F.; Eveleens, B.
Het nieuwe telen lisianthus. Energiebesparing en emissiebeperking bij de teelt van lisianthus; 2013.
- Van der Wurff, Andre. vd, Marta Steminska, Rene Corsten, Marc van Slooten 2014.
Biostimulatoren, middelen en ziekteonderdrukking van *Pythium* in chrysant. Rapport GTB-1314.
- Van der Wurff, A.W.G. vd, M.A. Streminska, F.A. de Boer, E. Bruyant en Y. Cuesta Arenas 2016.
Nieuwe methoden in Plantversterking tegen Ondergrondse Ziekten en Plagen Rapport GTB-1427.
- Van der Wurff, A.W.G., Fuchs, J.G., Raviv, M., and Termorshuizen, A. (2016).
"Handbook for composting and compost use in organic horticulture". ([Netherlands]: BioGreenhouse).
- Van Tol R. (2019).
Insecten beter monitoren en vangen door inzicht kijkgedrag. *Onder Glas* 9.
- Van Veen J.A., Merckx R., Van De Geijn S.C. 1989.
Plant-and soil-related controls of the flow of carbon from roots through the soil microbial biomass. In: Clarholm M., Bergström L. (eds) *Ecology of Arable Land – Perspectives and Challenges*. *Developments in Plant and Soil Sciences*, vol 39. Springer, Dordrecht.
- Van Winkel, A.; Hofland-Zijlstra, J.; Blok, C.; Erstad-van der Vlugt, A.; Erstad, K.; van der Burg, C.
The effect of different silicon fertilizers on the greenhouse cucumber production. *Acta Hort.* 2014, 1034:, 575-582.
- Velthof, G.L., Oenema, O., 2010.
Estimation of plant-available Nitrogen in soils using rapid chemical and biological methods. *Comm. Soil Sciences and Plant Analysis* 41: 52-71.
- Verhagen, J.B.G.M.
Oxygen diffusion in relation to physical characteristics of growing media. *Acta Hort.* 2013, 1013, 313-318.
- Vermeulen, T. (2009).
Literatuurstudie chrysant los van de grond : met specifieke aandacht voor de case MobyFlowers. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Voogt, W.; Sonneveld, C.
Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In *Silicon in agriculture*, Datnoff, L.E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G.H., Eds. Elsevier Science B.V.: 2001.
- Voogt, W. 2016.
Artikel. Slinkende wereldvoorraad fosfaat dwingt tot kritische kijk op gebruik. *Onder Glas* nr. 6/7 Juni/juli 2016.
- Weller, D.M. *et. al.*, (2002)
Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40, 309–348.
- Wever, G.; Baas, R.; Marquez, J.; Van Aanholt, L.
Oxygen supply and gas exchange in the root environment of growing media in horticulture. *Acta Hort* 2001, 554, 149-155.
- Wubs ERJ, Bezemer TM (2018)
Temporal carry-over effects in sequential plant–soil feedbacks. *Oikos* 127:220–229.

Yingbin Lia,e, T. Martijn Bezemerc,d, Junjie Yangb, Xiaotao Lüa, Xinyu Lia, Wenju Lianga, Xingguo Hana,b,e, Qi Lia, 2019.

Changes in litter quality induced by N deposition alter soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry* 130 (2019) 33–42.

Zerche, S., D. Lohr, E. Meinken, U. Druege. 2019.

Metabolic nitrogen and carbohydrate pools as potential quality indicators of supply chains for ornamental young plants. *Sci. Hort.* 247. 449–462

Bijlage 1 Spsitadvieskaart

Chrysant spuitadvieslijst

Uitgave januari 2019

Plantziekte	Middel	Werkzame stof	Toedat.	Groep	Spuiten (100 ltr.	Maximaal aantal toepassingen	Opmerkingen
Insecticiden en acariciden							
Bladluis							
Teppeki		Gloracrid	12757 N	9c	14 or	30/jaar	Maximaal 2x per teelt i.v.m. resistentie, interval minimaal 21 dagen
Tafeni		Pyrethroïne	15583 N	9b	20 or	20/jaar	Maximaal 0,24 kg/ha toepassing. Maximaal 2,10 kg/ha/jaar. Ooieboekstermin 30-1-2020 Resistentieontwikkeling mogelijk, interval minimaal 7 dagen. Ooieboekstermin W 2 1-7-2019 W 3 23-8-2019. Vercoops Tabet oort oobruken.
Piemum 50 WG		Pyrethroïne	12491 N	9b	20 or	20/jaar	Breedwettend middel tegen zuchtende en stekende insecten. Toepassen in 6 blokken van 3 opeenvolgende bespuitingen. Interval minimaal 7 dagen tussen een blok en tussen de blokken minimaal 1,5 maand. Let op: actieve spuitoplossing pH 5,5-7,0.
NeemAzal T.S		Azadirachtine a	12455 N	UN	250 ml	18/jaar	Maximaal 1,40 l/ha. Toepassingen verspreiden over 5 blokken, interval tussen bespuiting minimaal 7 dagen. Interval tussen een blok minimaal 42 dagen. Let op pH tussen 5 en 7.
Azin		Azadirachtine a	14036 N	UN	140 ml	20/jaar	Maximaal 0,80 l/ha toepassing. Interval minimaal 7 dagen
Oikos		Spirotetramat	15729 N	UN	100 ml	50/jaar	2 toepassingingen per teeltcyclus of per jaar. Max. 0,50 l/ha per toepassing, interval minimaal 14 dagen.
Moverto OD		Penthiotren-kloofcafolo	13404 N	23	0,50 l/ha	20/jaar	Interval minimaal 7 dagen
Rapsoi		kaloudien van organische vetzuren	13230 N	4	1000 ml	40/jaar	Besparing na 7-10 dagen behandelen. Minimaal 2, tot voorkeur 3 toepassingingen.
Insect.ort					1-2%		Zie etiket voor toepassingvoorschriften. Maximaal 0,25 l/ha/teelt. Interval minimaal 7 dagen tussen de behandelingen. Let op vermenigvuldiging van resistentie.
Calypso		Thiacloprid	12452 N	4	25 ml	30/jaar	Maximaal 0,20 l/ha toepassing. Maximaal 0,40 l/ha/jaar. Interval minimaal 7 dagen
Closer		Sulfoxaalor	15631 N	4c	13 ml	20/jaar	Maximaal 0,50 l/ha toepassing. Interval minimaal 14 dagen
Baravia		Spirotetramat	15615 N	23	75 ml	20/jaar	Ooieboekstermin W 4 1-7-2019
Gazelle		Acelamproid	12609 N	4	25 or	30/jaar	Maximaal 0,50 kg/ha toepassing. Werkt niet tegen alle soorten luizen. Ooieboekstermin 30-1-2020 Werk niet tegen alle soorten luizen, maximaal 0,50 l/ha. Interval minimaal 7 dagen. Zie etiket voor toepassingvoorschriften. Ooieboekstermin W 8 23-8-2019. Vercoops Pediment oort oobruken.
Pediment		Pirimicarb	15584 N	1a	50 or	20/jaar	1 rookontwikkelaar per 400 m², temp. > 22°C, max. 25 st/ha. Interval minimaal 10 dagen, week niet tegen alle soorten luizen. Ooieboekstermin W 8 23-8-2019. Vercoops Pediment oort oobruken.
Pirimor so.k.		Pirimicarb	5704 N	1a	50 or	20/jaar	20 nodig na 7-10 dagen behandelen. Ooieboekstermin W 8 30-10-2020
Pediment rookontwikkelaar		Pirimicarb	15683 N	1a	20/jaar	20/jaar	Maximaal 0,10 kg/ha. Interval minimaal 7 dagen, druppelen 3,50 g/l/1.000 planten. Zie etiket voor toepassingvoorschriften. Let op verscheidene toepassingvoorschriften!
Actara		Thiamethoxam	12678 N	4	10 or	30/jaar	Maximaal 0,10 kg/ha. Interval minimaal 7 dagen, druppelen 3,50 g/l/1.000 planten. Zie etiket voor toepassingvoorschriften. Let op verscheidene toepassingvoorschriften!
Admire		Imidacloprid	11483 N	4	10 or	30/jaar	Interval 7 dagen. Maximaal 0,50 l/ha. spuiten met maximaal 1.000 l/ha.
Kobnor 200 WG		Imidacloprid	12831 N	4	10 or	20/jaar	Foggen 1 l/ha. Ooieboekstermin W 16 1-7-2019
Decis EC		Deltamethrin	7774 N	3	50 ml	30/teelt	
Sumicidin Sinar		Ethionothrin	10211 N	3	50 ml	10/jaar	

Wittevlieg	Admiral	Pyrenomyza	11828 N	7	25 ml	5/jaar	Maximaal 1x per teeltcyclus en maximaal 5x per jaar. Maximaal 0,25 l/ha Interval minimaal 5 dagen, maximaal 0,75 kg/ha, in blokken van 3-4 besputtingen. Let op met Fungiciden -> interval fungicidebehandeling minimaal 7 dagen!
Botanicaard WP	Beauveria bassiana	12612 N	1	62,50 gr	25/jaar	Interval minimaal 5 dagen, maximaal 1,50 l/ha, in blokken van 3-4 besputtingen. Let op met Fungiciden -> interval fungicidebehandeling minimaal 7 dagen!	
Botanicaard vib	Beauveria bassiana	12611 N	1	125 ml	25/jaar	Interval minimaal 5 dagen, maximaal 1,50 l/ha, in blokken van 3-4 besputtingen. Let op met Fungiciden -> interval fungicidebehandeling minimaal 7 dagen!	
Pre-erai	Practiconomyces fumisordeus	12694 N	1	100 gr	3/teelt	Insecticide op basis van echinocyclosporin. Let op met Fungiciden -> interval fungicidebehandeling minimaal 7 dagen! Oogstnauktiem W 0 15-2019	
Mycotal	Leucanidium muscardum	10980 N	1	100 gr	24/jaar	Maximaal 2 kg/ha per toepassing, interval minimaal 7 dagen. Alleen tegen larven Addit (250ml) toevoegen voor betere werking. Let op met Fungiciden -> interval fungicidebehandeling minimaal 3 dagen!	
NeemAzal-T/S	Acadiractine a	12455 N	UN	250 ml	18/jaar	Breedwerend middel tegen zuigende en stekende insecten. Toepassen in 6 blokken van 3 opneemende besputtingen. Interval minimaal 7 dagen binnen een blok en tussen de blokken minimaal 1,50 maand. Let op: adviseer spuitoplossing pH 5,5-7,0.	
Azatin	Acadiractine a	14936 N	UN	140 ml	20/jaar	Maximaal 1,40 l/ha, toepassing verdelen over 5 blokken. Interval tussen besputting minimaal 7 dagen. Interval tussen een blok minimaal 42 dagen. Let op pH tussen 5 en 7	
Orkos	Acadiractine a	15729 N	UN	100 ml	5/jaar	Maximaal 0,60 l/ha/toepassing. Interval minimaal 7 dagen	
Match	Lufenuron	12821 N	15	150 ml	4/jaar	2x van 1 maart tot 1 september (voortplantingszones) met maximaal 1,20 l/ha, interval tussen besputting minimaal 14 dagen. 2x van 1 september tot 1 maart (opjaarswinter) met maximaal 1,50 l/ha, interval tussen besputting minimaal 14 dagen.	
Tafari	Pymetozine	15683 N	9b	20 gr	2/jaar	Maximaal 0,24 kg/ha/toepassing. Maximaal 2,16 kg/ha/jaar. Oogstnauktiem: 30-1-2020 Resistentieontwikkeling mogelijk. Interval minimaal 7 dagen. Oogstnauktiem W 2 1-7-2019 W 3 23-8-2019. Veroleggen 13en 23en gebruiken.	
Plenum 50 WG	Pymetozine	12491 N	9b	20 gr	2/jaar	Interval minimaal 7 dagen	
Raprol	Pyrimethinyl-kloortiazolide	13220 N	4	1600 ml	4/jaar	Besputting na 7-10 dagen herhalen. Minimaal 2, bij voorkeur 3 toepassing	
Insect-off	Kalcitriol van organische viten	1-2%		1-2%		Maximaal 0,90 l/ha/toepassing. Interval minimaal 14 dagen.	
Balavia	Spiriofenal	15615 N	23	75 ml	2/jaar	Zie etiket voor toepassingvoorwaarden. Maximaal 0,25 l/ha/keer. Interval minimaal 7 dagen tussen de behandelingen. Let op verscherpte lozingsvoorschriften!	
Calypso	Thiacloprid	12452 N	4	25 ml	3/jaar	Maximaal 0,20 l/ha/toepassing. Maximaal 0,40 l/ha/jaar. Interval minimaal 7 dagen.	
Glosser	Gulfozifor	15631 N	4c	13-26 ml	1/jaar	Oogstnauktiem W 4 1-7-2019 Zie nodig na 7-10 dagen herhalen. Oogstnauktiem W 8 30-10-2020	
Gazelle	Acetamiprid	12809 N	4	25-50 gr	3/jaar	Maximaal 0,10 kg/ha, interval minimaal 7 dagen, druppelen 3,50 gr/1000 planten, zie etiket voor toepassingvoorwaarden. Let op verscherpte lozingsvoorschriften!	
Activa	Trialefosfium	12679 N	4	10 gr	3/jaar	Maximaal 0,50 l/ha, spuiten met maximaal 1,000 l/ha.	
Admiral	Imidacloprid	11483 N	4	10 gr	5/jaar	Foelon 1,00 l/ha. Oogstnauktiem W 16 1-7-2019	
Kohinoor 700 WG	Imidacloprid	13831 N	4	10 gr	2/jaar	Maximaal 0,10 kg/ha, interval minimaal 7 dagen, druppelen 3,50 gr/1000 planten, zie etiket voor toepassingvoorwaarden. Let op verscherpte lozingsvoorschriften!	
Decis EC	Deltamethrin	7774 N	3	50 ml	3/teelt	Interval 7 dagen. Maximaal 0,50 l/ha, spuiten met maximaal 1,000 l/ha.	
Sumicidin Super	Esfenvaleraat	10211 N	3	50 ml	10/jaar	Foelon 1,00 l/ha. Oogstnauktiem W 16 1-7-2019	

Spint	Apollo	Chlofenazin	8794 N	10a	30 ml	1/week	Minimaal 450 ml/ha oemruiken, werkt alleen tegen ei en jonge larve. Resistentiegevoelig.
	Canack	Acequinolcisf	12638 N	20b	100 ml	8/week	Maximaal 1,20 l/ha/toepassing, minimaal interval 7 dagen. Maximaal 3 blokken van 3 bespuitingen, interval 28 dagen tussen de blokken.
Niet-Aziatische	Florimite	Bifenthaat	12421 N	un	40 ml	4/jaar	2x per blok, maximaal 0,60 l/ha. Let op het oedeel tussende 5-6l
	NeemAzal T.S	Azadirachtine a	12455 N	UN	250 ml	18/jaar	Breedwerkend middel tegen zuggende en stekende insecten. Toepassen in 6 blokken van 3 opeenvolgende bespuitingen, interval minimaal 7 dagen binnen een blok en tussen de blokken minimaal 1,50 maand op advies spuitoplossing pH 5,5-7,0.
Aziatische	Azalin	Azadirachtine a	14936 N	UN	140 ml	20/jaar	Maximaal 1,40 l/ha, toepassingen versien over 5 blokken, interval tussen bespuiting minimaal 7 da
	Okos	Azadirachtine a	15729 N	UN	100 ml	5/jaar	Interval tussen een blok minimaal 42 dagen. Let op pH tussen 5 en 7.
Niet-Aziatische	Nissoren vrb.	Hexthiazox	10379 N	10a	20 ml	12/jaar	Maximaal 0,80 l/ha/toepassing, interval minimaal 7 dagen
	Movento OD	Sulfotriamaf	13404 N	23	0,50 l/ha	2/jaar	6 blokken van 2 toepassingen, werkt alleen op ei en larve. Max 0,20 l/ha per toepassing per ha
Aziatische	Scella	Cyflumetolien	13440 N	25	100 ml	4/jaar	2 toepassingen per teeltcyclus of per jaar, maximaal 0,50 l/ha per toepassing, interval minimaal 14 d
	Rastol	Pyrimethinyl-houtzaadolie	13230 N	4	1000 ml	4/jaar	2x per blok, interval minimaal 7 dagen. Maximaal 1,00 l/ha per toepassing per heclare.
Niet-Aziatische	Insect-off	Kalazolien van organische vetzuren	12477 N	23	1-2%	2/week	Interval minimaal 7 dagen
	Envidor	Spinosadolen	13227 N	10b	40 ml	1/week - 4/jaar	Bespuiting na 7-10 dagen herhalen. Minimaal 2, bil voorkeur 3 toepassingen.
Aziatische	Borneo	Etoasade	12588 N	23	50 ml	2/week	Maximaal 0,40 l/ha. Gebruiksvoorschrift W 1.1-7-2019
	Oheron	Spinosadolen	13097 N	6	25 ml	8/jaar	Let op pH 5-7 2x per blok
Niet-Aziatische	Vertimec Gold	Abamectine	13190 N	6	25 ml	8/jaar	Geen uitlooierv bevoegen of andere hulpstoffen. Niet mengen met andere middelen. In de zomerpeil (vroege droogte) kans op schade. Gebruiksvoorschrift W 4.5-10-2019
	Abamectine	Abamectine	13190 N	6	25 ml	8/jaar	Maximaal 0,50 l/ha, interval minimaal 7 dagen, zie etiket voor toepassingvoorwaarden
Aziatische	Milbeknock	Misclactine	12264 N	6	50 ml	1/jaar	Maximaal 3 blokken van 3 bespuitingen, interval tussen bespuiting minimaal 7 dagen, interval tussen blokken minimaal 28 dagen
	Carax 10 SC	Pyridatien	14836 N	21	140 ml	1/jaar	Max 1,90 l/ha per toepassing
Niet-Aziatische	Vydate 10G	Oxamyl	12409 N	1a	400 gram	1/jaar	Voorvelstherapie kort voor planten
Aciden							
Niet-Aziatische	Flint	Tribosystrobin	12289 N	11	12,50 of	3/week	Interval 7-10 dagen. Maximaal 33% van de bespuitingen indien gespoten als solo product of maximaal van de bespuitingen indien gespoten in combinatie met een ander fungicide (groen strobluine).
	Ortiva	Azoxystrobin	12169 N	11	80 ml	4/week	Gebruiksvoorschrift W 10.1-7-2020
Aziatische	Luna Privilege	Fluxoriam	13832 N	7	50 ml	2/jaar	Gebruiksvoorschrift W 4.1-7-2020
							Maximaal 0,75 l/ha, minimaal interval 7 dagen

Japanese roest	Flint	Trioxystrobin	12289 N	11	12-50 gr	3/teelt	Interval 7-10 dagen. Maximaal 33% van de bespuitingen indien gespoten als solo product of maximaal 50% van de bespuitingen indien gespoten in combinatie met een ander fungicide (geen strobluim). Opgebruikstermin W 10 1-7-2020 Max één blok van 3 bespuitingen, daarna afwisselen met een ander middel, interval minimaal 7 dagen. Foppen (1.00 ltr/ha). Niet mengen met groeiregulators en/of uitvoerers. Via proefbespuiting vaststellen of het middel opreksvrij is. Opgebruikstermin W 4 1-7-2020 Via proefbespuiting vaststellen of het middel gewasveilig is. Maximaal 1.50 ltr/ha. Minimaal interval 7 dagen. Opgebruikstermin W 5-5-2020 Maximaal 50 gr per toepassing per hectare, spuiten met maximaal 1000 ltr/ha, interval minimaal 7 dagen. Via proefbespuiting vaststellen of het middel opreksvrij is. In overleg met adviseur. Maximaal 3 ltr per toepassing per hectare, toepassen in maximaal 1000 ltr spuitvoestofna. Via proefbespuiting vaststellen of het middel gewasveilig is. Opgebruikstermin W 10 1-7-2020 Vanaf het planten, in verband met de kans op het ontstaan van leveel zichtbaar residu, maximaal 3 à 4 keer toepassen. Zowel de onderkant als de bovenkant van de bladeren moeten grondig bespoot worden. Zorg voor lage luchtvochtigheid in de kas. Voor een proefbespuiting interval minimaal 7 dagen. Opgebruikstermin W 7 1-7-2019 Vanaf het planten in verband met de kans op het ontstaan van leveel zichtbaar residu maximaal 3 à 4 keer toepassen. Zowel de onderkant als de bovenkant van de bladeren moeten grondig bespoot worden. Zorg voor lage luchtvochtigheid in de kas. Voor een proefbespuiting interval minimaal 7 dagen. Opgebruikstermin W 6 1-7-2020
	Kentaro	Kresoxon-methyl	11841 N	11	100 ml	3/jaar	
	Oriva	Azoxystrobin	12169 N	11	60 ml	4/teelt	
	Collis	Kresoxon-methyl / boscalid	12504 N	11/7	150 ml	6/jaar	
	Inssimo	Acetozolid-S-methyl	14882 N	P1	5 gr	3/teelt	
	Daconil 500 vlb.	Chlorothalonil	7827 N	M5	300 ml	2/jaar	
	Tridax DG	Mancozeb	10560 N	M3	300 gr		
	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Rainman Too	Cyazoflamid	13467 N	21	0.50 ltr/ha	6/jaar	
Phytophthora	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Switch	Fludioxonil cyprodinil	12819 N	9/12	80 gr	3/jaar	
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Yeldor	Penflosamid	12130 N	17	100 gr		
	Frupica SC	Mepanuyim	12229 N	9	90 ml	2/teelt	
	Topsin M Ultra	Thiophan-methyl	7211 N	1	140 ml	2/teelt	
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
Botrytis	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phyium	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Rhizoctonia	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phytophthora	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Rainman Too	Cyazoflamid	13467 N	21	0.50 ltr/ha	6/jaar	
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Switch	Fludioxonil cyprodinil	12819 N	9/12	80 gr	3/jaar	
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Yeldor	Penflosamid	12130 N	17	100 gr		
	Frupica SC	Mepanuyim	12229 N	9	90 ml	2/teelt	
	Topsin M Ultra	Thiophan-methyl	7211 N	1	140 ml	2/teelt	
Phyium	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Rhizoctonia	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phytophthora	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Rainman Too	Cyazoflamid	13467 N	21	0.50 ltr/ha	6/jaar	
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Switch	Fludioxonil cyprodinil	12819 N	9/12	80 gr	3/jaar	
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Yeldor	Penflosamid	12130 N	17	100 gr		
	Frupica SC	Mepanuyim	12229 N	9	90 ml	2/teelt	
	Topsin M Ultra	Thiophan-methyl	7211 N	1	140 ml	2/teelt	
Phyium	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Rhizoctonia	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phytophthora	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Rainman Too	Cyazoflamid	13467 N	21	0.50 ltr/ha	6/jaar	
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Switch	Fludioxonil cyprodinil	12819 N	9/12	80 gr	3/jaar	
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Yeldor	Penflosamid	12130 N	17	100 gr		
	Frupica SC	Mepanuyim	12229 N	9	90 ml	2/teelt	
	Topsin M Ultra	Thiophan-methyl	7211 N	1	140 ml	2/teelt	
Phyium	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Rhizoctonia	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phytophthora	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Rainman Too	Cyazoflamid	13467 N	21	0.50 ltr/ha	6/jaar	
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Switch	Fludioxonil cyprodinil	12819 N	9/12	80 gr	3/jaar	
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Yeldor	Penflosamid	12130 N	17	100 gr		
	Frupica SC	Mepanuyim	12229 N	9	90 ml	2/teelt	
	Topsin M Ultra	Thiophan-methyl	7211 N	1	140 ml	2/teelt	
Phyium	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Rhizoctonia	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		
	Proplant	Propiconazole-hydrochloride	12618 N	28	150 ml		
	Previcur Energy	Fosetyl en Penamocarb	13221 N	26/33	3 ml/m2		
	Metallaxyl M SL	Metallaxyl-M	13244 N	4	5-10 ml/m2		
	Ridomil Gold	Metallaxyl-M	12281 N	4	5-10 ml/m2		
	Sionium	Pyridostrobyl Boscalid	12630 N	11/7	100 gr	2/teelt	
	Montego	Peniccon	14926 N	20	10 ltr/ha	1/jaar	
	Rizolex	Toxobut-methyl	11098 N	14	3.2 ml/m2		
Phytophthora	Pennczeleb SC	Mancozeb	10274 N	M3	480 ml		
	Fenomenal	Fenamidone / Fosetyl-aluminium	12824 N	11/33	3 gr/m2		

Bijlage 2 Voorbeelden van grondanalyses

Bemestingswijzer
Akker-/tuinbouw
afd 5 chrysant

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monsternummer: Emile Hartman: 0652002125
T klantenservice: 088 876 1010
E klantenservice@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

Uw klantnummer: 8413495

Improvement Centre
Violierenwg 3
2665 MV BLEISWYK

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monsternamen:	Datum verslag:					
	761443/004302495	14-02-2018	20-02-2018					
Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vtj laag	goed	vtj hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	7290	2880 - 4530				
	C/N-ratio		12	13 - 17				
	N-leverend vermogen	kg N/ha	125	95 - 145				
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	265	20 - 30				
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	2655	685 - 1605				
	C/S-ratio		34	50 - 75				
	S-leverend vermogen	kg S/ha	45	20 - 30				
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	63,7	5,0 - 8,4				
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	1305	465 - 685				
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	885	195 - 305				
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	1080	550 - 715				
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	270	200 - 470				
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	12935	12325 - 18485				
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	665	365 - 460				
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	630	430 - 735				
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	80	100 - 140				
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	110	65 - 95				
	Fysisch	Si-plantbeschikbaar	g Si/ha	175630	16760 - 72650			
Fe-plantbeschikbaar		g Fe/ha	7040	6890 - 12570				
Zn-plantbeschikbaar		g Zn/ha	590	1400 - 2100				
Mn-plantbeschikbaar		g Mn/ha	950	2790 - 3630				
Cu-plantbeschikbaar		g Cu/ha	245	110 - 180				
Co-plantbeschikbaar		g Co/ha	80	15 - 20				
B-plantbeschikbaar		g B/ha	3005	280 - 420				
Mo-plantbeschikbaar		g Mo/ha	250	280 - 13970				
Se-plantbeschikbaar		g Se/ha	14	9,8 - 13				
Zuurgraad (pH)			7,0	> 5,0				
C-organisch		%	3,3					
Organische stof		%	6,1					
C/OS-ratio			0,54	0,45 - 0,55				
Koolzure kalk		%	6,1	2,0 - 3,0				
Klei (<2 µm)		%	24					
Silt (2-50 µm)		%	35					
Zand (>50 µm)		%	29					
Slib (<16 µm)		%	35					
Klei-humus (CEC)		mmol+/kg	264	> 195				
CEC-bezetting		%	99	> 95				
Ca-bezetting		%	88	80 - 90				
Mg-bezetting		%	7,0	6,0 - 10				
K-bezetting		%	3,8	2,0 - 5,0				
Na-bezetting		%	0,6	1,0 - 1,5				
H-bezetting		%	< 0,1	< 1,0				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0					

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 3

761443, 20-02-2018

Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Dr. Ing. M. van den Heuvel, Business Unit Manager.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek
worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden. Eurofins Agro Testing
Wageningen BV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend
uit het gebruik van door of namens ons verspreide onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RivA-register voor testlaboratoria zoals
nader omschreven in de akkoording onder nr. L122 voor uitsluitend de monsternamings- en/of de
analysemethoden.

afd 5 chrysant

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed
Verkrumelbaarheid	rapportcijfer	6,9	6,0 - 8,0				
Verslamping	rapportcijfer	5,7	6,0 - 8,0				
Stuifgevoeligheid	rapportcijfer	8,8	6,0 - 8,0				

Biologisch	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Bodemleven	mg N/kg	53	60 - 80

Essentiële nutriënten

Elk gewas heeft voedingsstoffen nodig. De essentiële nutriënten waar een gewas het meest van nodig heeft, zijn stikstof (N), zwavel (S), fosfaat (P), kalium (K), calcium (Ca) en magnesium (Mg). De andere essentiële nutriënten zijn de sporenelementen ijzer (Fe), zink (Zn), mangaan (Mn), koper (Cu), borium (B), molybdeen (Mo) en chloor (Cl). Een gewas heeft van sporenelementen relatief weinig nodig, maar een tekort kan bij ieder gewas opbrengst- en of kwaliteitsverlies veroorzaken.

Een aantal andere nutriënten (natrium, silicium, kobalt, selenium) kunnen ook van belang zijn voor onder andere opbrengst, kwaliteit, weerbaarheid, stevigheid, vruchtbaarheid, smakelijkheid en (dier)gezondheid.

Elementen kunnen elkaar ook beconcurreren. Als bijvoorbeeld de Mg-toestand 'goed' is maar de K-toestand 'hoog' is, kan er alsnog een Mg-tekort ontstaan. De adviesgiften houden derhalve ook rekening met deze interacties.

Bemestingsadviezen en wetgeving

De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

Wetgeving Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw in voor 15 mei van het betreffende jaar. Dat kunt u doen op www.rvo.nl/aangifte. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:
P-Al = 107 mg P₂O₅/100 g
Pw = 170 mg P₂O₅/l

Advies Er is door u geen bemestingsadvies aangevraagd!

Toelichting Kali:
Het K-getal is voor dit perceel 59

Organische stof Figuur: Kwaliteit van de organische stof

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer (μm), siltdeeltjes zijn 2-50 μm en zanddeeltjes groter dan 50 μm . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

Mediaan van de granulaire zandfractie (M50) = 115 μm
M50 is een maat voor de grofheid van zand. We benutten dit bij het vaststellen van het waterbindend vermogen (pF).

Contact & info	Bemonsterde laag:	0 - 25 cm
	Grondsoort:	Lichte klei
	Monster genomen door:	Eurofins Agro, Frank van den Berg
	Contactpersoon monsternamen:	Emile Hartman: 0652002125
	Bemonsteringsmethode:	W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q
	Specificatie oppervlakte:	Precisiemonster, <1 ha

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse resultaten	N-totale bodemvoorraad	2610	mg N/kg	Em: NIRS (TSO®)
	P-plantbeschikbaar	94,9	mg P/kg	Em: CCL3(PAE®)
	P-totale bodemvoorraad	950	mg P/kg	Em: NIRS (TSO®)
	K-plantbeschikbaar	22,8	mg K/kg	Em: CCL3(PAE®)
	K-totale bodemvoorraad	107	mg K/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Ca-plantbeschikbaar	317	mmol Ca/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Ca-bodemvoorraad	9,9	mmol Ca/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Mg-plantbeschikbaar	1,2	mmol Mg/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Mg-bodemvoorraad	231	mmol Mg/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Na-plantbeschikbaar	236	mmol Na/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Na-bodemvoorraad	18,6	mmol Na/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Si-plantbeschikbaar	28	mmol Si/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Si-bodemvoorraad	1,7	mmol Si/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Fe-plantbeschikbaar	62820	ug Fe/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Fe-bodemvoorraad	2520	ug Fe/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Zn-plantbeschikbaar	210	ug Zn/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Zn-bodemvoorraad	340	ug Zn/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Cu-plantbeschikbaar	87	ug Cu/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Cu-bodemvoorraad	29	ug Cu/kg	Em: CCL3(PAE®)
	B-plantbeschikbaar	1075	ug B/kg	Em: CCL3(PAE®)
	B-bodemvoorraad	88	ug B/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Se-plantbeschikbaar	5,1	ug Se/kg	Em: CCL3(PAE®)
	Zuurgraad (pH)	7,0		Em: NIRS (TSO®)
	Organisch	3,3	%	Em: NIRS (TSO®)
	Organische stof	6,1	%	Em: NIRS (TSO®)
	Onorganisch	0,82	%	Em: NIRS (TSO®)
	Koolzure kalk	6,1	%	Em: NIRS (TSO®)
	Klei (<2 μm)	24	%	Em: NIRS (TSO®)
	Silt (2-50 μm)	35	%	Em: NIRS (TSO®)
	Zand (>50 μm)	29	%	Em: NIRS (TSO®)
	Klei-humus (CEC)	264	mmol+/kg	Em: NIRS (TSO®)
	Bodemleven	53	mg N/kg	Em: NIRS (TSO®)

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analyseresultaten.

Q: Methode geaccrediteerd door RvA.
Em: Eigen methode, Gai: Gelijkaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.
Alle verminderingen zijn binnen de gestelde houdbaarheids termijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

KasgrondVoorraad

afd 5 chrysant

Uw klantnummer: 8286728

Improvement Centre HNT3.0
Horti House Violierenweg 3
2665 MV BLEISWYK

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 8700 AD Wageningen

T +31 (0)88 876 1014
F +31 (0)88 876 1011
E klantenservice.glastuinbouw@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

Onderzoek	Origineel	Onderzoek-/ordernr:	Datum monstername:	Datum verslag:							Reparatie
		652091/004705959	09-05-2019	24-05-2019							advies (kg/are)
Resultaat	Einheid	Resultaat	Streeftraject	Isag	vrjt Isag	goed	vrjt hoog	hoog			
N-totale bodemvoorraad	kg N/are	120	25 - 120								
C/N-ratio		13	8 - 12								
N-leverend vermogen	kg N/are	1,80	0,95 - 1,45								
S-totale bodemvoorraad	kg S/are	32	6 - 14								
C/S-ratio		48	50 - 75								
S-leverend vermogen	kg S/are	0,45	0,20 - 0,30								
P-bodemvoorraad	kg P/are	21	12 - 15								
K-bodemvoorraad	kg K/are	17,9	6,1 - 7,7								
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/are	139	166 - 249								
Mg-bodemvoorraad	kg Mg/are	12,9	4,9 - 7,9								
Na-bodemvoorraad	kg Na/are	2,9	< 0,8								
Zuurgraad (pH)		6,8	6,0 - 6,8								
C-organisch	%	6,3									
Organische stof	%	12,6	2,0 - 10,0								
C/OS-ratio		0,50	0,45 - 0,55								
Koolzure kalk	%	3,7	0,2 - 6,0								
Klei (<2 µm)	%	16									
Silt (2-50 µm)	%	26									
Zand (>50 µm)	%	42									
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	355	100 - 500								
CEC-bezetting	%	100	> 95								
Ca-bezetting	%	81	80 - 90								
Mg-bezetting	%	12	6,0 - 10								
K-bezetting	%	5,3	2,0 - 5,0								
Na-bezetting	%	1,5	1,0 - 1,5								
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0								
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0								
Verkruimelbaarheid	rapportcijfer	8,7	6,0 - 8,0								
Verslemping	rapportcijfer	8,1	6,0 - 8,0								
Microbiële biomassa	mg C/kg	872	630 - 1890								
Microbiële activiteit	mg N/kg	139	10 - 40								
Schimmel/bacterie-ratio		0,7	0,6 - 0,9								

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 2

652091, 24-05-2019

De rapport is uitgegeven onder verantwoordelijkheid van Ir. T.G.M. Aanhans, Business Unit Manager.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. De verzoeker
wordt verzocht de specificatie van de analysemethoden tegevoelend. Eurofins Agro Testing
Wageningen BV staat zich niet aansprakelijk voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend
uit het gebruik van door of namens ons verspreide onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV is ingeschreven in het RvA-register voor testlaboratoria zoals
nader omschreven in de erkenning onder nr. L122 voor uitsluitend de monstername- en/of de
analysemethoden.

[Handwritten signature]

afd 5 chrysant

Toelichting

Nutriënten in de bodem

Nutriënten zijn in de bodem op verschillende niveaus aanwezig. Met het pakket "KasgrondVoorraad" wordt de nutriëntenvoorraad in de bodem gemeten nadat het grondmonster is gedroogd. Het is bedoeld om inzicht te krijgen in o.a. bodemstructuur, kalktoestand, organische stofbalans en nalevering van nutriënten uit de bodem. Ons advies is om dit onderzoek vóór de teelt ter bepaling van de reparatiebemesting uit te laten voeren. Met het pakket "KasgrondCheck" wordt het direct opneembare deel van de nutriënten in een vers, veldvochtig grondmonster gemeten. KasgrondCheck gebruikt u vlak voor het planten ter bepaling van de basisbemesting en tijdens de teelt om uw bemesting bij te sturen.

Essentiële nutriënten

Elk gewas heeft voedingsstoffen nodig. De essentiële nutriënten waar een gewas het meest van nodig heeft, zijn stikstof (N), zwavel (S), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca) en magnesium (Mg). Elementen kunnen elkaar beconcurreren. Als bijvoorbeeld de Mg-toestand 'goed' is, maar de K-toestand 'hoog', kan er alsnog een Mg-tekort ontstaan. De adviesgiften houden derhalve ook rekening met deze interacties. Andere essentiële nutriënten zijn de sporelementen. Hiervan heeft een gewas maar relatief weinig nodig, een tekort kan echter bij ieder gewas opbrengst- en/of kwaliteitsverliezen veroorzaken. Sporen elementen worden in het pakket "KasgrondCheck" gemeten.

Keurmerken

(Milieu)keurmerken eisen mogelijk criteria als organische stofbalans, bodemleven of fosfaattoestand (P-_{Al}-getal). Voor dit grondmonster geldt de volgende waarde voor P-_{Al}: 202 mg P₂O₅/100 g

Organische stof Figuur: Kwaliteit van de organische stof

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas.

Contact & info

Objectcode: 52091
Grondsoort: Zavel

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	Stikstof-totaal	4920	Em: NTT4+6	
resultaten	Zwavel	1315	Em: STTS:(Gw NEN 6966)	
	P-plantbeschikbaar	30,2	Em: CCL3(PAE@)	
	P- _{Al}	202	PAL1: Gw NEN 5793	
	K-bodemvoorraad	18,9	Em: NIRS (TSO@)	
	Ca-bodemvoorraad	305	Em: NIRS (TSO@)	
	Mg-bodemvoorraad	43,9	Em: NIRS (TSO@)	
	Na-bodemvoorraad	5,3	Em: NIRS (TSO@)	
	Zuurgraad (pH)	6,8	Em: PHC3(Gw NEN ISO 10390)	
	C-organisch	6,3	Em: NIRS (TSO@)	
	Organische stof	12,6	Em: NIRS (TSO@)	
	C-onorganisch	0,53	Em: CAN6	
	Koolzure kalk	3,7	Em: CAN6	
	Kol (-<2 µm)	16	Em: NIRS (TSO@)	
	Silt (2-50 µm)	26	Em: ZND1	
	Zand (>50 µm)	42	Em: ZND1	
	Kol-humus (CEC)	355	Em: NIRS (TSO@)	
	Microbiële biomassa	872	Em: NIRS (TSO@)	
	Microbiële activiteit	139	Em: NIRS (TSO@)	
	Schimmel biomassa	147	Em: NIRS (TSO@)	
	Bacteriële biomassa	223	Em: NIRS (TSO@)	

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monstername en analyse uitgevoerd.

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het in behandeling genomen materiaal.

Monster genomen door: Frank van den Berg
Bemonsteringsmethode: volgens Eurofins Agro standaard MIN 3020 Q

Pagina: 2

Totaal aantal pagina's: 2

652091, 24-05-2019

Bijlage 3 Lijst alternatieve opkweekmedia

Alternatieven voor de standaard perspot moeten machinaal gepoot kunnen worden en moeten op een natuurlijke manier afbreekbaar zijn. De eis voor afbreekbaarheid berust deels op de wens geen synthetische materialen meer in het milieu te brengen, dat is materialen die een fossiele oorsprong hebben en dus niet duurzaam gebruikt kunnen worden en bijdragen aan koolzuurgasuitstoot. Bovendien mogen bij afbraak geen (nano) plasticdeeltjes in het milieu komen. Dat betekent dat zelfs sommige bioafbreekbare materialen afvallen als ze uiteenvallen in nanoplastics.

1. Perspotten

Een moderne standaard perspot bestaat uit 60% v/v tuinturf, 25% witveen en 15% houtvezel. Tuinturf is doorgevroren zwartveen. Het doorvriezen gebeurt vlak na winning, als het zwartveen nog vochtig is, en dient om herbevochtigend vermogen en samenbindend vermogen te verhogen. Daarna wordt het gedroogd, gemalen en gezeefd. Niet doorgevroren zwartveen neemt na droging moeilijk water op.

Figuur 3.1 Chrysanten in perspotten, de huidige standaard.

2. Biovlokken en jute, Holland Plug

Een super adsorberende gel (polyacrylaat) wordt onder hagedruk verneveld op poly-melkzuur doek (PLA). De druppels gel verbinden zich aan de PLA-drager. De drager wordt gesnipperd tot vlokken en die vlokken worden in jute ingeweeft. Het watergehalte is door de gel dosering regelbaar.

Figuur 3.2 Jute met biovlokken.

3. Biofoam, PlantFoam

Hier worden pluggen geëxtrudeerd als lange buizen polymelkzuurschuim (PLA). Het polymelkzuur is biologisch van oorsprong en is bovendien biodegradeerbaar in een professionele compostinstallatie. Het watergehalte is enigszins instelbaar door het aanpassen van schuimgedrag en dichtheid.

Figuur 3.3 Biofoam pluggen.

4. Gelijmde pluggen, van der Knaap, Quick plug, Preforma.

Alternatieven voor de standaard perspot zijn Quick Plug, Preforma en van der Knaap pluggen van veen/kokos verlijmd met polyurethaanschuim. Van deze pluggen bestaan vele uitvoeringsvormen.

Figuur 3.4 Fibre-Neth vd Knaap.

Figuur 3.5 Quickplug.

Figuur 3.6 Preforma plug.

5. Houtvezel HydraFiber, Profile

Houtvezel als puur materiaal als sandwich plug, dat is een plug die je al een boek dicht kan vouwen, met een stek ertussen. Potten worden gevuld met losse vezel.

Figuur 3.7 Orchidee in houtvezel.

6. Growcoon, Maan/Klasmann

Growcoon is een volledig afbreekbare net-potje dat met allerlei fijne substraatmengsels gevuld kan worden. Het netje is gemaakt van een niet gespecificeerd materiaal dat bij kamertemperatuur, dus al in de kas, degradeert.

Figuur 3.8 Growcoon vezelnetpotje.

7. Papieren pluggen. Optiplug

De al langer bekende paperpots worden nu aangeboden met een volledig degradeerbare omhulling.

Figuur 3.9 Paperpot met degradeerbare omhulling.

Bijlage 4 Lijst biostimulanten

Lijst met middelen zonder feedback over werking. Beweringen zijn voor rekening van de producenten.

1. ASPERELLO T34 Biocontrol (van BioBest)

Biologisch fungicide op basis van de antagonistische schimmel *Trichoderma asperellum* T34. Deze schimmel activeert het afweermechanisme van de plant en parasiteert en doodt ziekteverwekkende schimmels als bescherming tegen *Pythium* en *Fusarium*. De werking kan 12 weken bedragen.

Als verdediging via chemische stoffen wordt geïnduceerd (o.a. methyljasmonaat, acidobenzolar) ziet men vaak minder groei (Streminska, 2018).

Behandeling met Jasmonzuur had 75% vermindering van tripsschade bij vatbare chrysantenrassen ten gevolg (Chen 2019). Gebruik van UV-B (Escobar-Bravo *et. al.*, 2019) en stekpoeder (Mouden, 2020) induceerde de JA afweerroute en leidde zo ook tot een verminderde tripsschade.

Schimmels die nematoden vangen, zoals *Arthrobotrys* of *Dactylellina*.

SA-analogen: ASM: Actigard, Bion, Insimmo, Boost PBZ: Oryzmate, Isiodiazole: V-Get, Stout.

JA- analogen: Coronatine, Laminarine.

JA inductie UV-B, LED met hoge R: FR ratio.

JA inductie Inoculatie moerplanten/stekken met *Orius* roofwantsen.

Polysacchariden: Chitine (Chitosan), COS-OGA (Fado).

Champost

Pseudomonas en *Streptomyces* produceren nematocide toxines en veroorzaken ook een verhoogde systemische resistentie in het gewas

Bijlage 5 Eigenschappen voor/na persen

Tabel 5.1

Vier grondmengsels voor en na het persen tot perspotten. Steeds zijn watergehalte en luchtgehalte gevolgd om een indruk te krijgen van waterverlies tijdens persen en van het terugveren van de massa.

Code	Berekening	Grootheid	Eenheid	St	St+ Chit	St+ eHv	St+ eHv+ Chit
A		BD voor	g/L	350.7	350.7	292.1	292.1
B		DBD voor	g/l	109.8	109.8	100	100
C	$100 \cdot (B/1500)$	Volume vaste delen voor	%-v/v	7	7	7	7
D	$(A-B)/10$	Vochtgehalte voor	%-v/v	24	24	19	19
E	$(A-B)/B$	Watergetal voor	g/g	2.2	2.2	1.9	1.9
D	$100 - C - D$	Luchtgehalte voor	%-v/v	69	69	74	74
G							
H		Watergetal streef persgrond		4.4	4.4	4	4
I	$(H \cdot B) - (A - B)$	Water toegediend		242	242	208	208
J	$((A - B) + I)/10$	Berekend vochtgeh. persgrond		48	48	40	40
K		BD na	g/L	922.2	1067.1	973.5	959.6
L		DBD na	g/L	204.7	223.7	230.6	191.2
M	K/L	DBD na/voor		1.9	2	2.3	1.9
N	$M \cdot J$	Berekend vochtgehalte na	%-v/v	92	97	92	76
O		Vochtgehalte na	%-v/v	72	84	74	77
P	$100 \cdot (L/1500)$	Volume vaste delen na	%-v/v	14	15	15	13
Q	$100 - N - P$	Water verlies bij persen	%-v/v	-5	-12	-7	11
R		Luchtgehalte na	%-v/v	15	1	10	10
S		Luchtgehalte door terugveren	%-v/v	15	1	10	-1
BD	= Bulk Dichtheid						
DBD	= Droge Bulk Dichtheid						
St	= Standaard Behandeling, zwartveen perspot met enige houtvezel						
St + Chit	= Standaard behandeling met toegevoegde chitine						
St + eHv	= Standaard behandeling met toegevoegde extra houtvezel						
St + Chit + eHv	= Standaard behandeling met toegevoegde chitine en extra houtvezel						

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-999

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.