

Microflora Management in de tuinbouw

EINDRAPPORTAGE

Productschap  Tuinbouw

Uitgevoerd door: Water IQ International met medewerking van DLV Plant en LTO Glaskracht
(in samenwerking met VDL Fleurs, Delphiniumkwekerij N.G. Wighert en Kwekerij Overgaag)



Auteurs: DLV Plant, Water IQ International
Projectnummer: 15071
Datum: 15 april 2016
Titel rapport: Microflora Management in de tuinbouw
Opdrachtgever: Productschap Tuinbouw
Looptijd project: Juni 2014 – maart 2016
Kernwoorden: Microflora management, watergift, wortels, plantresistentie teeltopbrengst, chrysant, delphinium, paprika



Inhoudsopgave

Pagina

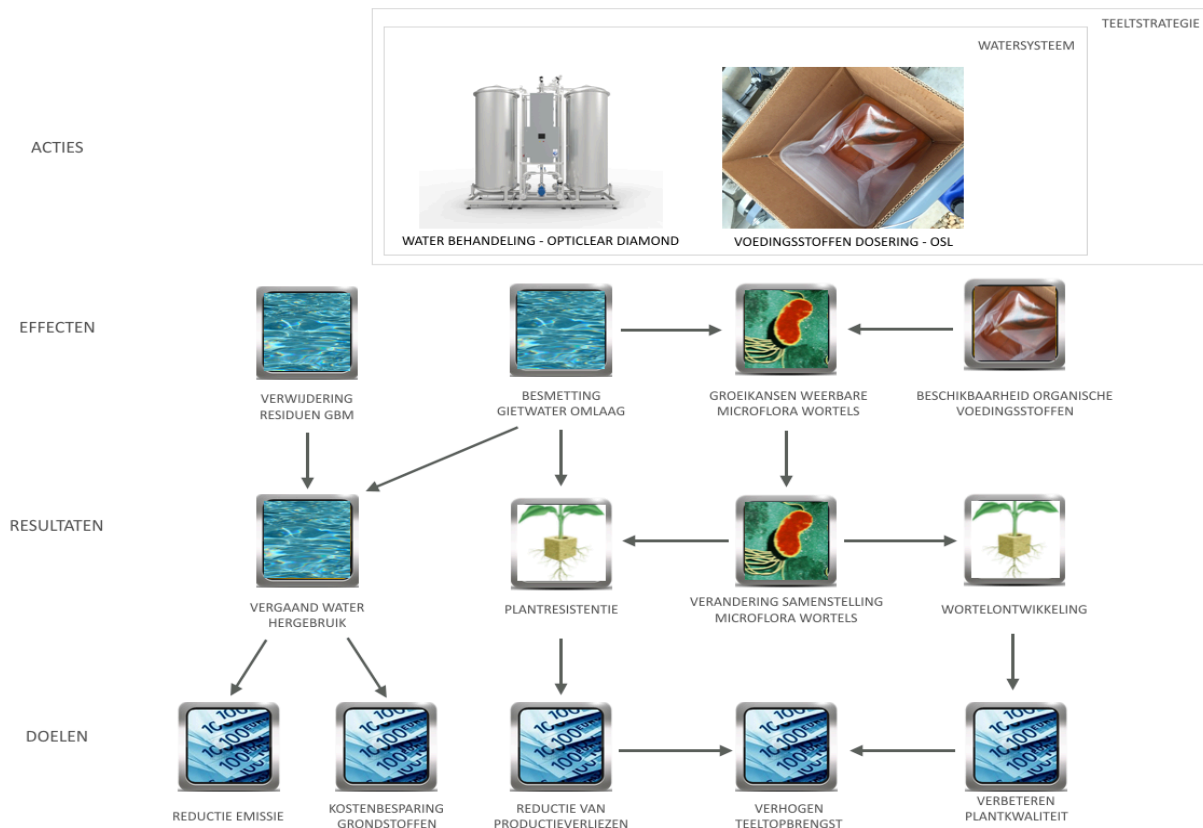
Samenvatting	4
1. Inleiding	7
2. Probleemstelling	8
3. Doelstelling / te bereiken resultaten	9
4. Achtergrond	10
5. Deelnemende bedrijven	12
6. Aanpak	13
6.1. Aanpak onderzoek: generiek	13
6.2. Aanpak onderzoek: teelt specifiek	13
7. Resultaten	17
7.1. Chrysant	17
7.1.1. Waterkwaliteit: microbiologie	17
7.1.2. Waterkwaliteit: residuen gewasbeschermingsmiddelen	18
7.1.3. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen	18
7.1.4. Microflora wortels	19
7.1.5. Teelteffecten	21
7.2. Delphinium	21
7.2.1. Waterkwaliteit: microbiologie	21
7.2.2. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen	23
7.2.3. Microflora wortels	24
7.2.4. Teelteffecten	25
7.3. Paprika	25
7.3.1. Waterkwaliteit: microbiologie	25
7.3.2. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen	27
7.3.3. Microflora wortels	28
7.3.4. Teelteffecten	29
8. Conclusies en aanbevelingen	31
8.1. Discussie	31
8.1.1. Microflora management in de tuinbouw	31
8.1.2. Effect van microflora management op teeltresultaten	31
8.2. Conclusies	31
8.2.1. Chrysant	31
8.2.2. Delphinium	32
8.2.3. Paprika	33
8.2.4. Generieke conclusies	33
8.3. Aanbevelingen: kritische succesfactoren microflora management methodiek	34

Samenvatting

De tuinbouwsector staat in Nederland voor een maatschappelijke, technische en economische opgave om duurzamer te telen waarbij het milieu minder belast wordt en tegelijkertijd productkwaliteit en winstgevendheid van de producten behouden blijft of zelfs worden verbeterd. Na infectie door ongewenste micro-organismen raakt de fysiologie van de plant uit balans en dat verstoort onder meer de opname van voedingsstoffen en water. Gevolg is een verminderde groei en uitval van planten. Dit gaat ten koste van het teeltresultaat. Een significante ziekte-onderdrukking en een goede weerbaarheid van de plant is noodzakelijk en wordt bereikt door het actief sturen en veranderen van de microbiologische samenstelling rondom de wortels met microflora management.

In dit project is inzichtelijk gemaakt wat de kritische succesfactoren zijn om met deze methodiek, afkomstig uit de voedingsmiddelenindustrie, de weerbaarheid van verschillende gewassen te versterken, leidend tot meer opbrengsten per m² met minder inzet van water, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Doel van het project is om met minder inzet van grondstoffen een minimaal gelijkblijvende of hogere productie per m² te halen van gezonde siergewassen en voedingsgewassen. Onderzoek is uitgevoerd naar de waterkwaliteit, microflora van de wortels en teelteffecten van de gewassen chrysanthe, delphinium en paprika. Bij de delphiniumteelt heeft geen microflora management plaatsgevonden, door een noodzakelijke aanpassing aan het teeltsysteem.

MICROFLORA MANAGEMENT TUINBOUW



Kritische succesfactoren microflora management in de tuinbouw

Actieve sturing op microflora rondom de wortels onder specifieke praktijkcondities in de tuinbouw vereist een gerichte aanpak; selectieve waterbehandeling met het OPTICLEAR DIAMOND systeem en het doseren van organische voedingsstoffen (OSL). Het onderzoek wijst uit dat effecten en resultaten worden behaald als in de praktijkcondities wordt voldaan aan de volgende kritische succesfactoren:

- Een watergiftsysteem dat nabesmetting van het gietwater beheersbaar houdt;
- Behoudt van organische voedingsstoffen in het drainrecirculatiesysteem;
- Integratie in de teeltstrategie.

Resultaten

Selectieve waterbehandeling met het OPTICLEAR DIAMOND systeem zorgt bij alle gewassen voor de gewenste verlaging van de besmettingsgraad van het gietwater (kiemgetal <500 kve/ml), met behoud van meststoffen en organische voedingsstoffen. Residuen van gewasbeschermingsmiddelen worden verwijderd als het systeem hier specifiek op ingesteld wordt. Toepassing op drainwater van grondgebonden chrysantenteelt resulteert in een verwijdering van >97%.

Weerbare microflora hebben organische voedingsstoffen nodig om te groeien. Deze voedingsstoffen zijn onvoldoende aanwezig in het gietwater van de onderzochte teelten. Dosering van OSL in het gietwater of op de bodem verhoogd het gehalte organische voedingsstoffen. De voedingsstoffen blijven door praktijkcondities niet altijd behouden bij de onderzochte teelten. Zijn er geen voedingsstoffen beschikbaar, dan heeft ontwikkeling van de gewenste microflora geen kans. Zijn de voedingsstoffen beschikbaar dan wordt in de teelt een toename van de weerbare microflora geconstateerd. Dit is voornamelijk duidelijk geworden in de paprikateelt, waar bij een teler de voedingsstoffen in het drainwaterrecirculatiesysteem verloren zijn gegaan. Bij een andere teler zijn de voedingsstoffen behouden en is een sterke groei van weerbare microflora zichtbaar.

Het optimaliseren van de praktijkcondities gedurende de projectperiode bij de verschillende teelten heeft geleid tot resultaten, een belangrijke slag op het vlak van microbiologie moet gemaakt worden om effecten op het gewas te kunnen zien. Een kwalitatieve verandering van de samenstelling van de microflora op de wortels is aangetoond bij de grondgebonden chrysantenteelt. Een weerbare bacteriegroep is dominant op de wortels van de plant na toepassing van microflora management. Er is een duidelijk verschil in wortelontwikkeling geconstateerd. De planten uit de kap waar microflora management is toegepast hebben vertakte wortels en een sterke verankering in de bodem i.t.t. de referentie planten met lange slanke wortels. Bij de delphiniumteelt zonder microflora management toepassing is een bacteriegroep dominant die een negatief effect heeft op het functioneren van de wortels en vervolgens de plantengroei.

De mate waarin de weerbare microflora op de wortels is gemanaged bij de verschillende gewassen voldoet nog niet aan de gewenste microbiologische condities om effecten in de teelt te staven. De kwalitatieve verandering in de microflora op de wortels gaat niet gepaard met kwantitatieve verschillen. De praktijkcondities van de onderzochte teelten bieden niet altijd de juiste omstandigheden om een substantiële toename van weerbare microflora mogelijk te maken.

Een conclusie t.a.v. de effectiviteit op de teelt uitgedrukt in een hogere productie is nog niet te maken ondanks positieve signalen. Een voorbeeld bij chrysant is een verminderde aantasting door wortelknobbelaaltjes en een gelijkmatigere groei op de kappen waar microflora management wordt toegepast. Bij paprika is de realisatie van een hogere productie per m² in vergelijking met de referentie en t.o.v. van het vorige teeltjaar een indicatie.

Een langere periode toepassen van microflora management met praktijkcondities die voldoen aan de succesfactoren is nodig om de relatie tussen de methodiek en teeltresultaten inzichtelijk te maken.

1. Inleiding

In dit project is bij verschillende gewassen gekeken om een brede toepassing van microflora management inzichtelijk te maken. De volgende 3 gewassen stonden centraal in dit project:

- Chrysanten;
- Delphinium;
- Paprika.

Bij de start van het project is bewust gekozen voor zowel siergewassen als voedingsgewassen, representatief voor de tuinbouwsector. Deze teelten verschillen o.a. op het gebied van teeltsysteem (grondgebonden, substraat), ziektedruk, watergift en voeding. Verschillende disciplines (o.a. warmte, vocht en snelheid) komen aan de orde. Deze variatie in teelten biedt het project de mogelijkheid om inzichtelijk te maken op welke wijze microflora management kan bijdragen aan de weerbaarheid van de plant onder verschillende condities en bij verschillende gewassen.

2. Probleemstelling

De tuinbouwsector staat in Nederland voor een maatschappelijke, technische en economische opgave om duurzamer te telen waarbij het milieu minder belast wordt en tegelijkertijd productkwaliteit en winstgevendheid van de producten behouden blijft of zelfs worden verbeterd. Belangrijk uitgangspunt hierbij is het realiseren van meer met minder. Meer opbrengsten o.a. door het tegengaan van plantuitval en een betere groei van gewassen met minder gebruik van energie, water, meststoffen (nutriënten) en gewasbeschermingsmiddelen.

Prijsvorming in de wereldwijde afzetmarkt staat al jaren onder druk. De noodzaak van stijgende productiviteit en kostenbeheersing zijn evident. Telers met hoge factorkosten (o.a. arbeidsloon en energieprijzen) moeten de modernste technologie hanteren om de kostennadelen op te vangen. Daarnaast wordt de wet- en regelgeving ter bescherming van het milieu en ecosystemen steeds strenger en worden telers gedwongen om duurzamer te telen. Ongewenste bacteriën, schimmels, virussen en nematoden zorgen voor problemen in de teelt. Na infectie raakt de fysiologie van de plant uit balans en dat verstoort onder meer de opname van voedingsstoffen en water. Gevolg is een verminderde groei (minder kwaliteit) en uitval van planten (minder kwantiteit). Dit gaat ten koste van de opbrengst per m².

Een significante ziekte-onderdrukking en een verhoogde weerbaarheid kan bereikt worden door manipulatie van de microbiologische samenstelling rondom de wortels, ofwel microflora management. Deze aanpak komt uit de voedingsmiddelen industrie (specifiek toegepast in mouterijen) en biedt kansen voor de tuinbouw.

De probleemstelling van dit project is: *“Wat zijn de kritische succesfactoren om met microflora management de weerbaarheid van verschillende gewassen te versterken, leidend tot meer opbrengsten per m² met minder inzet van water, meststoffen (nutriënten) en gewasbeschermingsmiddelen?”*

3. Doelstelling / te bereiken resultaten

Het doel van het project “Microflora Management in de Tuinbouw” is om met minder inzet van grondstoffen een minimaal gelijkblijvende of hogere productie per m² te halen van gezonde siergewassen (o.a. chrysanten en delphinium) en voedingsgewassen (paprika). Voor het project zijn de volgende doelstellingen geformuleerd, rekening houdend met verschillen tussen de gewassen:

- *Kostenbesparing* - circa 10-15% van kostbare voedingsstoffen hergebruiken met recirculatie van drainwater per teelt en een reductie van gewasbeschermingsmiddelen gebruik met 5-10% per teelt;
- *Reductie van productieverliezen* - verbeteren van de gewas- en grondweerbaarheid, leidend tot circa 1-2% minder plantuitval per teelt;
- *Verhogen van de productie in kg/m²* - beter toevoer van waardevolle organische stof en beperken van ongewenste groeiremming, leidend tot circa 1-2% meer productie per teelt;
- *Emissie van gewasbeschermingsmiddelen beperken* - het verwijderen van residuen gewasbeschermingsmiddelen uit giet- en recirculatiewater met een rendement van 85-99%;

Om een bijdrage te leveren aan de probleemstelling van grondstofbesparing en winstgevendheid is het zaak om de tuinbouw om te laten schakelen naar een systeem waarin het water volledig hergebruikt wordt en met minder water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen vergelijkbare of hogere producties gerealiseerd kunnen worden.

Voorwaarde voor de realisatie van de beoogde doelstellingen is een functionerende microflora management methodiek. De focus van het project ligt op het realiseren van een microflora management methodiek voor de tuinbouw met specificaties voor de onderzochte teelten.

4. Achtergrond

Centraal in het project staat de toepassing van microflora management, die het als teelt technische vernieuwing (methodiek) mogelijk maakt om met minder grondstoffen een hogere productie te behalen. Water IQ International zet in op de interactie tussen de watergift, de microflora en het wortelmilieu van de plant: microflora management. Het project is uitsluitend gericht op het verkrijgen van meer inzicht in de toegevoegde waarde van microflora management voor de tuinbouw en het vertalen van de aanpak naar een methodiek voor verschillende teelten.

Het toepassen van microflora management is ontstaan in de voedingsmiddelen industrie, specifiek bij mouterijen. Door een toenemende kwaliteitsbehoefte van brouwerijen op het gebied van houdbaarheid en stabiliteit ontstond de behoefte om microflora ontwikkeling tijdens het moutproces beter te kunnen beheersen. Bij de mouterij industrie is kieming en wortelgroei het belangrijkste proces om de gewenste omzettingen in een gerstkorrel te bereiken. Bij het mouten van brouwgerst wordt de gerst na reiniging eerst gewassen en geweekt met water in weekkuipen voor verwijdering van vuil en ongewenste stoffen.

Problemen met de kieming van gerst in de mouterij als gevolg van ongewenste micro-organismen (zoals *Fusarium*) op de wortels zijn begin vorige eeuw geconstateerd. Verschillende toepassingen zijn in de loop der jaren onderzocht en in de praktijk getest, zoals het beluchten van het weekwater, desinfectie met waterstofperoxide en het enten met bacteriën, echter zonder het gewenste resultaat. In de jaren negentig is onderzocht dat het stimuleren van gewenste micro-organismen de groei van ongewenste micro-organismen tegen kan gaan.

Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat micro-organismen een invloed hebben op het wortel milieu. Het verlies van organisch materiaal van wortels vergroot de ontwikkeling van een actieve microflora in de rhizosphere. Hierbij kunnen plantpathogenen zich ontwikkelen. De interactie tussen micro-organismen en plantpathogenen is een dynamisch proces van competitie, antibiose, parasitisme en plantweerstand.¹ Melkzuur fermenterende bacteriën onderdrukken schadelijke micro-organismen en bevorderen een snelle afbraak van organische stof. Bovendien bewerkstelligen de melkzuurbacteriën de afbraak van de organische stoffen lignine en cellulose. Ze fermenteren deze stoffen zonder schadelijke gevolgen te veroorzaken die wel voorkomen in onafgebroken organische stoffen. Melkzuurbacteriën hebben het vermogen om o.a. *Fusarium* voortplanting te onderdrukken. Het ontstaan van nematoden neemt geleidelijk af, naarmate de melkzuurbacteriën de voortplanting en de negatieve werking van *Fusarium* onderdrukken.^{2 3}

¹ John M. Whipps, *Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental botany, vol*

² Higa, T. 1991. *Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. p.8-14. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA*

³ Higa, T. and G.N. Wididana 1991a. *The concept and theories of effective microorganisms. p. 118-124. In Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA*

Onderzoek naar het weekproces in de mouterij heeft aangetoond dat bacteriën en schimmels sterk uitgroeien tijdens de was stap. Het waswater wordt gedurende het weekproces enkele keren ververs met nieuw water om een goede wassing van de gerst te bewerkstelligen. Uit ervaring is gebleken dat bij een onjuiste verversing er risico optreedt van remming van de worteluitgroei en ontstaan van Fusarium schimmels.

Uit een onderzoeksrapport van VTT⁴ is gebleken dat het mogelijk is met enting van gewenste Lactobacillen bij het weken, de ongewenste uitgroei van schimmels te onderdrukken. Uit het onderzoek blijkt echter ook dat het lastig is de gerst te enten vanwege de sterke toename van de initiële flora tijdens het weekproces.

De afgelopen jaren is mede door onderzoek van Water IQ International, in samenwerking met de Universiteit Berlijn, een stap gezet in het sturen van de microflora door selectieve waterbehandeling bij de kieming van gerst. Uit het onderzoek is een methodiek inclusief waterbehandelingssysteem ontwikkeld en in de praktijk toegepast met positief resultaat. Het beïnvloeden van de microbiologische samenstelling rondom de wortels van de gerst heeft geleid tot significante verbetering van de moutkwaliteit en productie rendement.

Wortelontwikkeling is ook een belangrijke productiefactor in de tuinbouw. Het is bekend dat de kwaliteit van gietwater invloed heeft op de wortelontwikkeling en vervolgens groei van de plant. Het mechanisme van wortelremming is nog niet volledig bekend in de tuinbouw. Het beïnvloeden van het wortelmilieu vergt afstemming tussen bodem, voedingsstoffen en de watergift en kan bereikt worden door een gerichte inzet van microflora management. Om dit zorgvuldig te doen is het zaak om giet- en recirculatiewater te behandelen en onnodige (microbiologische) vervuiling welke funest zijn voor de plant en het wortelgestel te verwijderen en groeibevorderende stoffen (o.a. organische stoffen en nutriënten te behouden in het recirculatiewater). Selectieve scheiding is noodzakelijk voor een positief wortelmilieu ter bevordering van groei en weerbaarheid.

De watergift is een essentiële factor als het gaat om het verlagen van ziektedruk, zoals is bewezen in verschillende wetenschappelijke en praktijkgerichte onderzoeken. Ontsmetting van water wordt veel toegepast in de tuinbouw, met thermische methoden, ozon behandeling, UV desinfectie of via membraantechnologie. De meeste technieken zijn gericht op afbraak van stoffen (o.a. ozon en thermische behandeling) of verwijdering van alle stoffen (o.a. omgekeerde osmose) uit het water. Het afdoden van micro-organismen is een vereiste maar niet voldoende voor effectief microflora management. Het behoud en aanvullen van waardevolle organische stoffen (zoals humuszuren) in het water is van essentieel belang om de groeikansen van een positieve microflora in de rhizosfeer van de wortels te bevorderen.

5. Deelnemende bedrijven

Het project Microflora Management is uitgevoerd bij een drietal bedrijven / teelten:

Chrysant:

V.O.F. G. Van der Lugt en Zn
Contactpersoon Dhr. T. Van der Lugt
Hoge Noordweg 20a, 2671 DZ Naaldwijk
E-mailadres info@vdlfleurs.nl

Teeltsysteem: grondgebonden

Insteek project: een weerbaardere plant en daardoor lagere kosten voor gewasbeschermingsmiddelen. Terugdringen problemen met wortelknobbelaaltjes. Verwijderen van residuen gewasbeschermingsmiddelen uit het drainwater.

Delphinium:

Delphiniumkwekerij N.G. Wigchert
Contactpersoon Dhr. N.G. Wigchert
Leidsevaart 196, 2211 WE Noordwijkerhout
E-mailadres: info@dewidel.nl

Teeltsysteem: waterteelt

Insteek project: minder wortelproblemen door tegengaan van wortelrot en daardoor minder uitval tegen de bloei.

Paprika:

Kwekerij Overgaag
Contactpersoon Dhr. J. Overgaag
Adres Hoefweg 40, 2678 KK De Lier
E-mailadres: john@kwekerijovergaag.nl

Teeltsysteem: substraat

Insteek project: het terugdringen van plantuitval als gevolg van stengel Fusarium en het verhogen van de productie. Plantuitval is in het verleden wel eens 15% geweest. Nu terug gebracht naar 5%. Met dit project moet het nog verder naar beneden worden gebracht. Insteek is het verhogen van de weerbaarheid van het gewas door microflora management.

Een 4^e bedrijf, FreshQ RedStar (tomaat) heeft in beginsel wel de intentie gehad om te participeren en deel te nemen in het project, maar is na een interne afweging afgehaakt. Het wegvallen van deze deelnemer is gecompenseerd door extra metingen bij de andere deelnemers. In de Begeleidingscommissie (BCO) is nagedacht over de voor- en nadelen en over mogelijkheden die het project ten goede zouden kunnen komen. Uitgaande van een gelijkblijvend budget is er in de BCO besloten dat de resultaten van het project waardevoller worden indien er naast de reguliere microfloramangement metingen, ook referentiemetingen bij de deelnemende bedrijven en externe bedrijven worden uitgevoerd.

6. Aanpak

De geschetste uitdaging voor de tuinbouw vereist een herconfiguratie van de huidige praktijk in de tuinbouw ten aanzien van de watergift. De belangrijkste vernieuwing ten opzichte van de huidige praktijk en innovatiekenmerken van de microflora management methodiek zijn:

- Proactieve sturing op microflora rondom de wortels in tegenstelling tot de huidige praktijk gericht op reactieve ziektebestrijding (o.a. schimmels en bacteriën) met gewasbeschermingsmiddelen;
- Veranderen van de samenstelling van de microflora op de wortels, waarbij weerbare micro-organismen (bacteriën) groeikansen krijgen t.o.v. ongewenste micro-organismen;
- Inzet op wortelontwikkeling en het verhogen van plantresistentie met waterbehandeling in tegenstelling tot huidige praktijk gericht op desinfectie van water met zuiveringstechnieken.

6.1. Aanpak onderzoek: generiek

Proactieve sturing op microflora rondom de wortels en het verhogen van plant resistentie is binnen het project uitgevoerd met de inzet van het waterbehandelingssysteem OPTICLEAR DIAMOND en de voedingsstof OSL⁴. Aanvullende factoren als belichting, warmte en voeding zijn niet beïnvloed in het project. De instellingen gehanteerd door de telers zijn aangehouden. Biologische bestrijding in de kas en externe ziektedruk zijn niet meegenomen in dit project.

De volgende resultaatgebieden zijn onderzocht binnen het project:

- *Waterkwaliteit*
- *Microflora wortels*
- *Teelteffecten*

De waterkwaliteit is in kaart gebracht door de volgende resultaten per bedrijf bij te houden tijdens de projectperiode:

- *Totale micro-organismen water* - aantal micro-organismen in het water uitgedrukt in een kiemgetal (kve/ml) gemeten bij 22 °C. Verhouding besmettingsniveau water versus de microflora op de wortels.
- *Schimmels* - aantal schimmels in het water (kve/g). Verhouding schimmelbesmetting water versus het aantal schimmels op de wortels van de plant.
- *Voedingsstoffen voor rhizosfeer bacteriën* - gehalte aan organische voedingsstoffen in het water in mg/l.

Metingen uitgevoerd op water dat direct bij de plant komt, bijvoorbeeld uit sproeiers of druppelaars.

⁴ Zie bijlage A voor een toelichting van de OPTICLEAR DIAMOND en OSL.

De effectiviteit van het waterbehandelingssysteem OPTICLEAR DIAMOND t.a.v. van ontsmetting en verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen residuen is gemeten gedurende het project. De volgende resultaten zijn in kaart gebracht tijdens de projectperiode:

- *Totale micro-organismen water* – aantal micro-organismen in het water uitgedrukt in een kiemgetal (kve/ml) gemeten bij 22 °C. Meten van water direct voor en direct na het systeem;
- *Residuen gewasbeschermingsmiddelen* - aanwezige residuen van gewasbeschermingsmiddelen in µg/l met de LC-MSMS en GC-MS methode

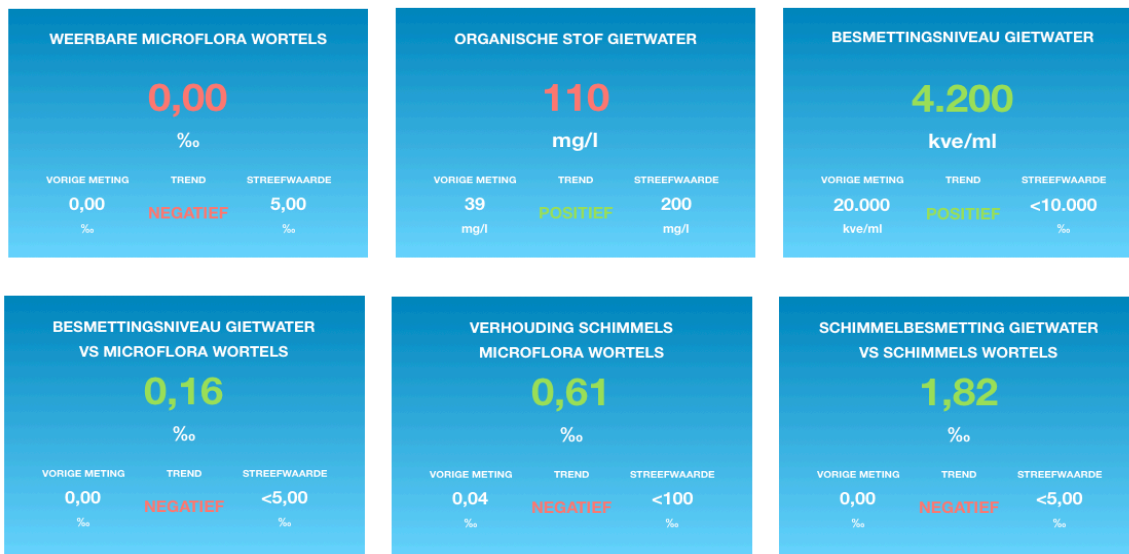
De ontwikkeling van de microflora van de wortels is in kaart gebracht door de volgende resultaten per bedrijf bij te houden tijdens de projectperiode:

- *Totale microflora wortels* - aantal micro-organismen op de wortels van de plant uitgedrukt in een kiemgetal (kve/g) gemeten bij 30 °C.
- *Weerbare microflora wortels* - aantal DKTP bacterien op de wortels van de plant, die bijdragen aan de weerbaarheid van de plant uitgedrukt in een kiemgetal (kve/g) gemeten bij 30 °C. Verhouding van microflora die bijdraagt aan de weerbaarheid (DKTP groepen) ten opzichte van de totale microflora op de wortels (rhizosfeer).
- *Schimmels* - aantal schimmels op de wortels van de plant (kve/g). Verhouding schimmels versus totale microflora wortels.

De insteek op het sturen van microflora is gekoppeld aan inzichten van de telers t.a.v. kostenbesparing, reductie van productieverliezen en het verhogen van productierendement gedurende het project. De resultaten zijn per teelt verwerkt in een dashboard met trendgrafieken.

MICROFLORA MANAGEMENT DASHBOARD

SEPTEMBER 2015



Figuur 1 – microflora management dashboard

6.2. Aanpak onderzoek: teelt specifiek

Chrysant

- *Mei – augustus 2014*: onderzoek naar waterkwaliteit bij toepassing waterbehandeling. Inzicht in werking waterbehandeling t.a.v. terugdringen van kiemgetal gietwater. Inzicht in ontwikkeling microflora wortels;
- *September 2014 - februari 2015*: verbeteren microbiologische waterkwaliteit, reinigen van leidingsysteem controle op verwijdering van biofilm;
- *Maart – juni 2015*: proactieve sturing op microflora rondom de wortels door toevoeging voedingsstoffen in kap 15 (test) en kap 13 (referentie) zonder voedingsstoffen. Beide kappen zijn t.a.v. ras, klimaatomstandigheden, watergift, etc. gelijk. Watergeefstelsysteem maakt het niet mogelijk om verschillende samenstellingen van water (met en zonder voedingsstoffen) te geven bij verschillende kappen. Daarnaast maakt de benodigde concentratie voedingsstoffen, toediening via de watergift onwenselijk. Keuze voor handmatige dosering voedingsstoffen (sproeien) kap 15. Inzet op verhogen gehalte organische voedingsstoffen;
- *Juli – september 2015*: proactieve sturing op microflora rondom de wortels na het stomen. Onderzoeken van mogelijkheden tot enten van DKTP microflora op gestoomde grond. Kap 25 als test en kap 4 als referentie. Determineren van meest dominante microflora op de wortels;
- *November 2015*: uitvoeren effectmeting OPTICLEAR DIAMOND op verwijdering van residuen gewasbeschermingsmiddelen uit drainwater.

Delphinium

- *Juni – september 2014*: onderzoek naar waterkwaliteit bij toepassing waterbehandeling. Inzicht in werking waterbehandeling t.a.v. terugdringen van kiemgetal gietwater. Inzicht in ontwikkeling microflora ontwikkeling, meten van wortels buiten en binnen de pot;
- *September 2014 – mei 2015*: in 2014 onvoldoende resultaat met teeltsysteem. Geen onderzoek gericht op microflora management in 2015. Onderzoek naar aanpassing van teeltsysteem, minder nat telen en het weghalen van capillair door toepassing van plastic platen in de goten. Hierdoor kunnen de wortels minder makkelijk het water in. Er is gestuurd op de watergift met een eb/vloed systeem. Hierdoor is het mogelijk om de planten droger te zetten. Microflora management pas toepassen als teeltsysteem op orde is. Referentiemetingen bij een andere teelt op water;
- *Juni 2015 – oktober 2015*: Inzicht in ontwikkeling microflora bij aangepast teeltsysteem.

Paprika

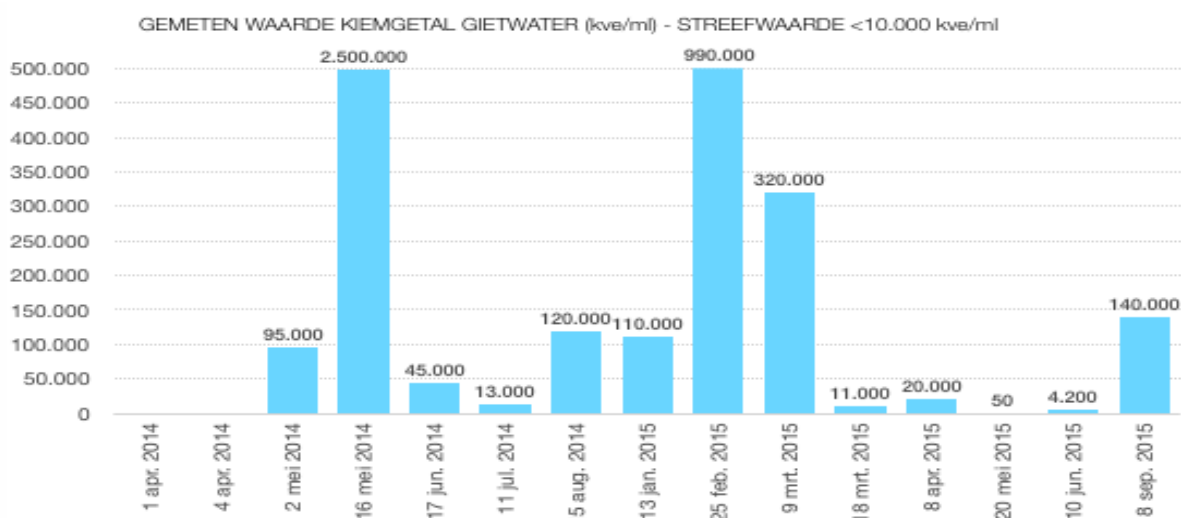
- *Mei – oktober 2014*: onderzoek naar waterkwaliteit bij toepassing waterbehandeling. Inzicht in werking waterbehandeling t.a.v. terugdringen van kiemgetal gietwater. Inzicht in ontwikkeling microflora wortels;
- *December 2014 – oktober 2014*: proactieve sturing op microflora rondom de wortels vanaf begin van de teelt. Test kas met OPTICLEAR DIAMOND toepassing (Hoefweg) en referentiekas zonder OPTICLEAR DIAMOND (Herenwerf) maar met een verhitter. Uitvoeren van aanvullende referentiemetingen bij paprika teler met een recirculatiesysteem op een bedrijf.
- *Januari 2016*: Referentiemetingen weerbare microflora na enting van organische voedingsstoffen bij planten van gewas.

7. Resultaten

7.1. Resultaten chrysant

7.1.1. Waterkwaliteit: microbiologie

Het kiemgetal van het gietwater dat aan de planten wordt gegeven is in 2014 met toepassing van de OPTICLEAR DIAMOND verlaagd van 2.500.000 kve/ml in mei naar 13.000 kve/ml in juli. Het kiemgetal is in augustus 2014 gestegen. De meetresultaten van het kiemgetal na de waterbehandeling; 1.600 kve/ml op 16 mei 2014 en 3.400 kve/ml op 11 juli 2014 i.t.t. de kiemgetallen uit de sproeier geeft een indicatie van een besmetting in het leidingwerk na de waterbehandeling. In de periode september 2014 – februari 2015 is het leidingwerk gereinigd door toediening van waterstofperoxide gedurende de gietbeurt (laatste water). Dit heeft geresulteerd in schonere leidingen in combinatie met hoge kiemgetallen (metingen februari en maart 2015) als gevolg van loskomende biofilm. De besmettingsgraad in het water is onder controle gebracht en voldoet aan de streefwaarde (4.200 kve/ml in juni 2015).



Grafiek 1 – Kiemgetal gietwater chrysant (VDL Fleurs)

Monster		Product	
001	Water A	Proceswater	
	Monsternamedatum: 20/05/2015	Monsternametijd: 17:35	
002	Water B	Proceswater	
	Monsternamedatum: 20/05/2015	Monsternametijd: 17:35	
Analyse	001	002	
Gisten en schimmels			
gisten	26 kve/g	<1 kve/g (1)	
schimmels	18 kve/g	<1 kve/g (1)	
Aëroob kiemgetal (22 °C)	18.000 kve/ml	440 kve/ml	

Figuur 2 – resultaten ontsmetting OCD (001 voor behandeling, 002 na behandeling)

Uit de meting van 20 mei 2015 t.a.v. de effectiviteit OPTICLEAR DIAMOND blijkt dat het kiemgetal in het gietwater verlaagd wordt van 18.000 kve/ml voor behandeling naar 440

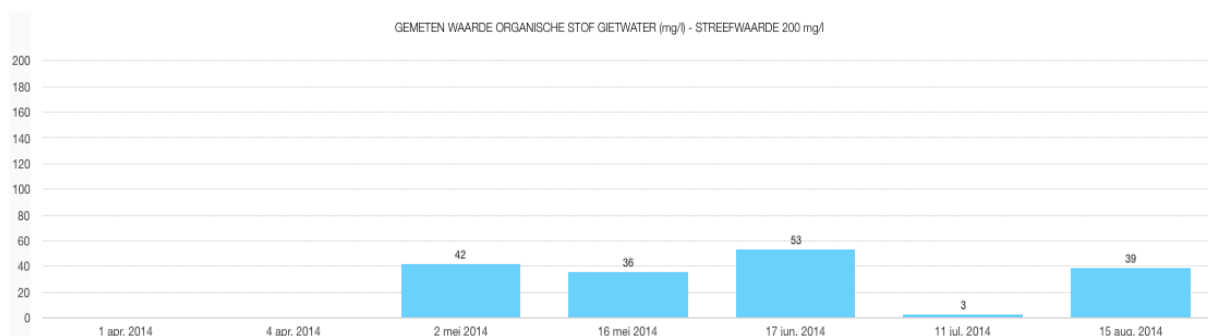
kve/ml na behandeling. Het aantal schimmels daalt van 18 kve/g naar <1 kve/g. Het kiemgetal na de OPTICLEAR DIAMOND in juni 2015 was 320 kve/ml. Na behandeling voldoet het water aan de streefwaarde voor microflora management.

7.1.2. Waterkwaliteit: residuen gewasbeschermingsmiddelen

Het bedrijven van de OPTICLEAR DIAMOND met de instellingen geschikt voor microflora management zorgt voor een verwijdering van residuen gewasbeschermingsmiddelen van 45% (meting mei 2015) - 58% (meting april 2015). Uit metingen van een OPTICLEAR DIAMOND, specifiek ingesteld op het verwijderen van residuen, blijkt dat een verwijdering van >95% mogelijk is. Om dit rendement te halen zijn alternatieve instellingen nodig. Eind 2015 is een aanpassing doorgevoerd bij VDL Fleurs om naast ontsmetting de effectiviteit op het verwijderen van residuen te verhogen. De meting van 27 november 2015 op het drainwater laat een verwijdering van residuen zien van 97,6%. Dit zorgt voor een substantiële reductie van de emissie van schadelijk stoffen. De meest recente meting op het verwijderen van residuen van gewasbeschermingsmiddelen laat een verwijdering van 100% zien (23 middelen voor behandeling en 0 middelen na behandeling in het water). De meting is uitgevoerd bij een systeem, specifiek ingesteld voor residuen verwijdering.

7.1.3. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen

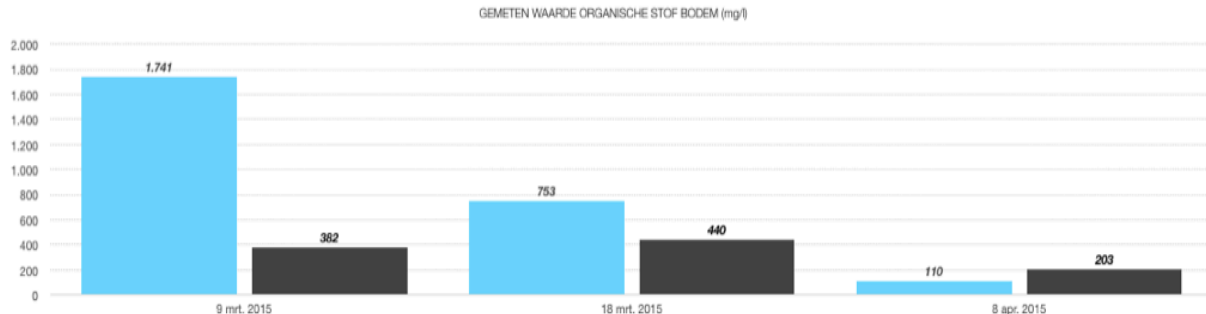
Uit de metingen van mei t/m juni 2014 blijkt dat het gehalte organische voedingsstoffen in het gietwater onder de gewenste streefwaarde blijft. Het drainwater bevat een gehalte organische voedingsstoffen van 206 mg/l (meting 12 juni 2015). Het bijmengen van meer drainwater aan het gietwater kan een positief effect hebben op het gehalte organische voedingsstoffen, geschikt voor het stimuleren van de gewenste microflora op de wortels. Het gehalte aan natrium en het risico van besmetting van de grond met aaltjes via het drainwater zorgen voor een uitdaging om meer drainwater te gebruiken. Alternatieve routes om het gehalte voedingsstoffen op peil te krijgen zijn ingeslagen.



Grafiek 2 – Organische voedingsstof gietwater chrysant (VDL Fleurs)

In maart – juni 2015 (nadat de microbiologische waterkwaliteit op orde was) is gestart met het toedienen van aanvullende voedingsstoffen voor de microflora op kap 15. Kap 13 is onbehandeld en dient als referentie. Na de toevoeging van OSL is in de 5^e, 6^e en 9^e week van de teelt de waarde aan organische voedingstof in de bodem voor beide kappen gemeten. Na

toevoeging van OSL zijn in de 5^e week significant hogere waarden organische voedingsstof gemeten, na 6 weken lag het gehalte iets boven de referentie kap. Na 9 weken was het verschil verdwenen.

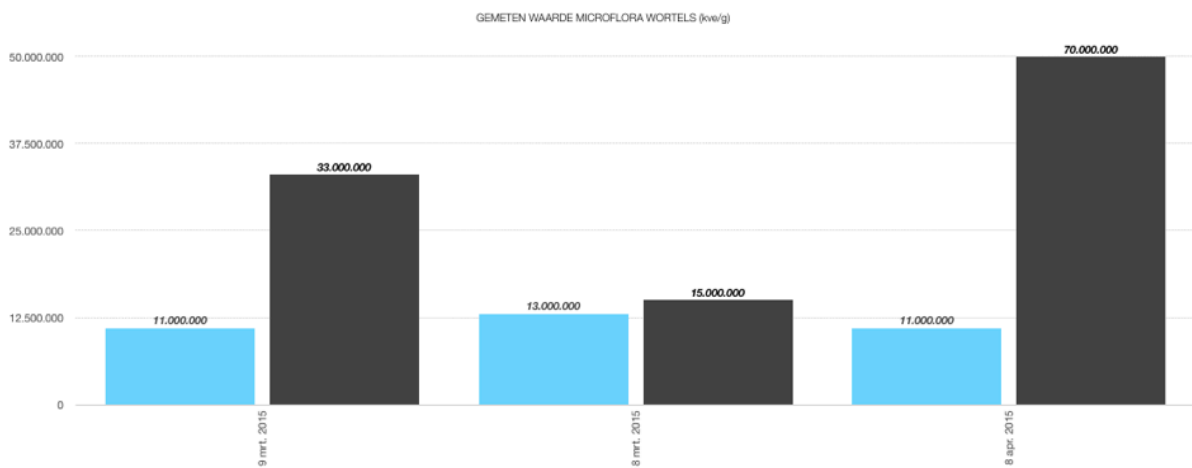


Grafiek 3 – Organische stof bodem chrysant (VLD Fleurs)

7.1.4. Microflora wortels

In 2014 zijn bij de metingen van 17 juni en 15 augustus weerbare microflora aangetroffen op de wortels. Deze DKTP bacteriën zijn met een gehalte van 0,18 ‰ in juni en 2 ‰ in augustus ondervertegenwoordigd t.o.v. de totale populatie aan micro-organismen. De weerbare microflora zijn in de overige maanden en in 2015 niet teruggevonden. Een verklaring voor de aanwezigheid in 2014 kan zijn het inrijden van compost dat de benodigde organische voedingsstoffen bevat voor de DKTP microflora.

Na het toedienen van de OSL was een duidelijk verschil zichtbaar in de microbiologische samenstelling van de wortels bij test kap 15 en de referentie (kap 13). Het kiemgetal bij kap 13 was significant hoger t.o.v. kap 15. Dit kan komen door de aantasting van wortelknobbelaaltjes die zijn geconstateerd op de wortels van de planten in kap 13. In kap 15 zijn geen wortelknobbelaaltjes aangetroffen. DKTP bacteriën zijn met 10 kve/g nagenoeg niet aanwezig op de wortels van beide kappen.



Grafiek 4 – Totale kiemgetal wortels chrysant (VLD Fleurs, blauw is kap 15, zwart is kap 13)



Foto 1 – Wortels kap 15



Foto 2 – Wortels kap 13

In de stoomronde is er gekeken wat de mogelijkheden zijn van het enten van microflora op gestoomde grond. Net na het stomen is er 2.900.000 kve/g aan micro-organismen aanwezig en na enkele uren is dit opgelopen naar 4.400.000 kve/g. Om resultaat te hebben met het enten is direct na het stomen een hoge concentratie OSL met micro-organismen aangebracht op de bodem d.m.v. sproeien.

Bij het bemonsteren van de planten met en zonder enting is een duidelijk verschil te zien t.a.v. de wortelontwikkeling. De planten hebben een totaal verschillende wortelstructuur. De plant uit kap 25 met enting heeft vertakte wortels en de verankering met de bodem is sterk, terwijl de plant uit kap 4 zonder enting lange slanke wortels heeft.



Foto 3 – Wortels kap 25



Foto 4 – Wortels kap 4

Het gehalte aan micro-organismen op de wortels uit kap 25 is met 750.000.000 kve/g hoger t.o.v. kap 4 met 550.000.000 kve/g. Het gehalte aan DKTP bacteriën verschilt (7.900 t.o.v. 10.000). Uit de determinatie van meest dominante bacteriegroep zijn duidelijke verschillen gevonden tussen beide kappen. *Delftia acidovorans* is het meest dominant op de wortels uit kap 25. Dit is een bacterie die positief is voor de rhizosfeer en zorgt voor een betere opname van ijzer door het vormen van chelaten. Op de wortels van kap 4 is de *Rhizobium radiobacter* dominant. Een bacterie die plantresten afbreekt, waarbij laag moleculaire voedingsstoffen worden afgebroken wat ongunstig is voor de plant. Uit deze resultaten blijkt dat er duidelijk een andere microflora en wortelstructuur is ontstaan.

7.1.5. Teelteffecten

Hergebruik van het drainwater is beperkt verhoogd gedurende het project, gezien het gehalte aan natrium en het risico van besmetting met aaltjes. Er wordt nu meer drainwater gebruikt. Een significante kostenreductie is nog niet inzichtelijk gemaakt. Calculatie van de besparing op voedingsstoffen dient gemaakt te worden.

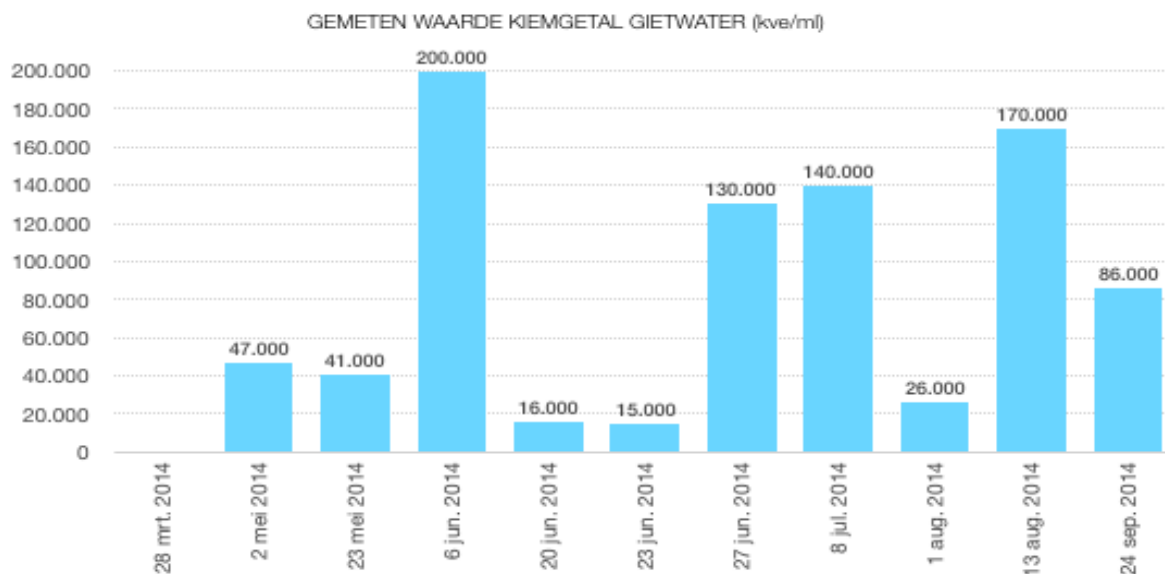
De verschillende onderzoeken voor het optimaal toepassen van microflora management hebben geen eenduidig beeld gegeven t.a.v. een reductie op productieverliezen of een verhoging van de productie. Het verhogen van het gehalte organische voedingsstoffen in de bodem heeft aan het eind van de teelt geen significant verschil opgeleverd t.a.v. het teelt resultaat. Gedurende de teelt lieten de planten in kap 15 met de dosering OSL een gelijkmatigere groei zien. Kap 15 had geen last van wortelknobbelaaltjes in tegenstelling tot kap 13. Aan het eind van de teeltronde, was er geen extra uitval van het gewas in kap 13 als gevolg van wortelknobbelaaltjes. De verschillen bij de oogst (oogstgewicht) tussen vak 15 en 13 waren minimaal.

Bij de enting van de microflora is zichtbaar dat het gewas op de ge-entte grond een zeer gelijkmatige groei en een sterke kluitvorming heeft. Dit is terug te zien in de wortelstructuur. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit ook een effect heeft op het reduceren van verliezen of het verhogen van de productie.

7.2. Resultaten delphinium

7.2.1. Waterkwaliteit: microbiologie

Het kiemgetal van het gietwater dat in de goten wordt gebracht is in 2014 verlaagd van 47.000 kve/ml in mei naar 15.000 kve/ml in juni. Het kiemgetal is vervolgens gestegen naar 140.000 kve/ml in juli 2014. Er is een aanvullende dosering met waterstofperoxide geplaatst om de uitgroei van bacterieslib in de goten terug te dringen. Het gehalte waterstofperoxide in de goten is gestegen en het kiemgetal van het gietwater gedaald naar 26.000 kve/ml in augustus 2014. Door irritatie aan de wortels is de aanvullende dosering waterstofperoxide uit gezet, het kiemgetal in het gietwater is hierdoor weer gestegen bij de 2^e meting in augustus. Het besmettingsniveau in het water na de teeltaanpassing in 2015 is verlaagd.



Grafiek 5 – Kiemgetal gietwater delphinium (Delphiniumkwekerij N.G. Wigchert)

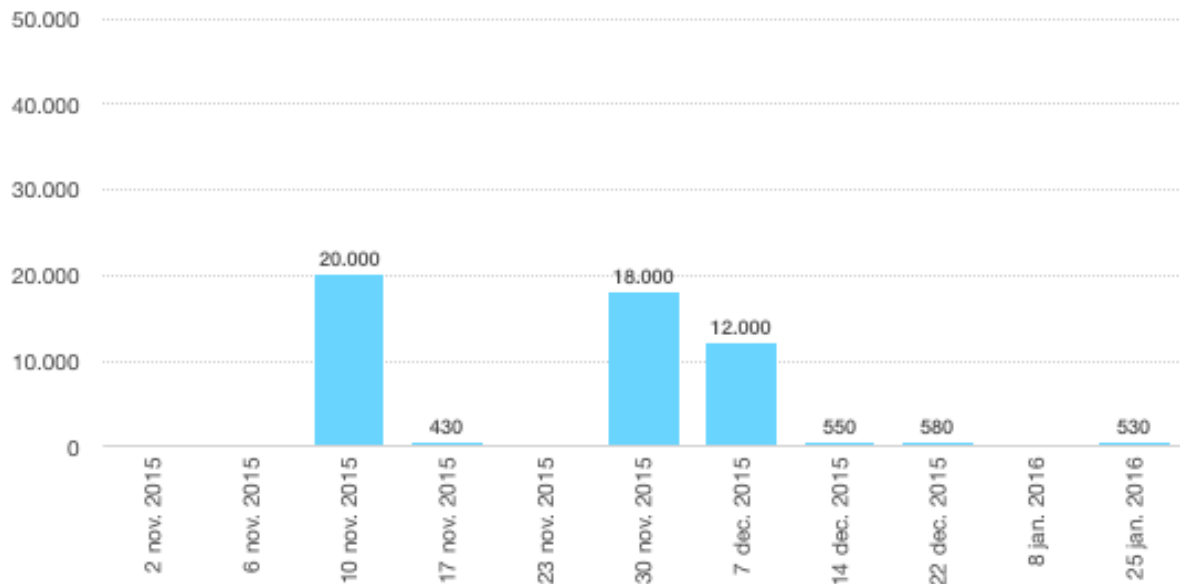
De OPTICLEAR DIAMOND zorgt voor een ontsmetting van het gietwater. Uit de meting van 22 juli 2014 t.a.v. de effectiviteit OPTICLEAR DIAMOND blijkt dat het kiemgetal verlaagd wordt van 410.000 kve/ml voor behandeling naar 470 kve/ml na behandeling.

Monster		Product	
001	Water Voor OCD Monsternamedatum: 22/07/2014 Monsternametijd: 13:41	Proceswater	
002	Water Na OCD Monsternamedatum: 22/07/2014 Monsternametijd: 13:42	Proceswater	
Analyse	001	002	
Aëroob kiemgetal (22 °C)	410.000 kve/ml	470 kve/ml	

Figuur 3 – resultaten ontsmetting OCD (001 voor behandeling, 002 na behandeling)

Eind 2015 zijn verschillende referentiemetingen uitgevoerd bij een gesloten teelt op water (sla) om vast te stellen of het kiemgetal van het water te controleren is met gerichte waterbehandeling. Toepassing van de OPTICLEAR DIAMOND heeft geleid tot een reductie van het kiemgetal (20.000 kve/ml in november 2015 naar 550 kve/ml in december 2015) en is stabiel gebleven, blijkend uit 3 opeenvolgende metingen.

GEMETEN WAARDE KIEMGETAL WATER (kve/ml)

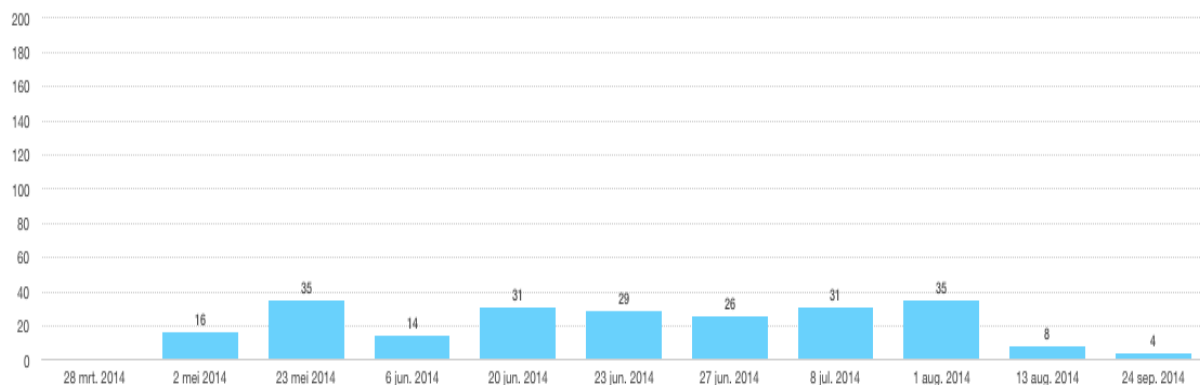


Grafiek 6 – Kiemgetal gietwater sla (sla teler met gesloten watersysteem)

7.2.2. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen

Uit de metingen van mei t/m september 2014 blijkt dat het gehalte organische voedingsstoffen in het gietwater onder de gewenste streefwaarde blijft. Het toedienen van extra voedingsstoffen met OSL is uitgesteld door het aanwezige kiemgetal in het water. In augustus en september zijn de gehalten het laagst, mogelijk door hoge kiemgetal wortels.

GEMETEN WAARDE ORGANISCHE STOF GIETWATER (mg/l)

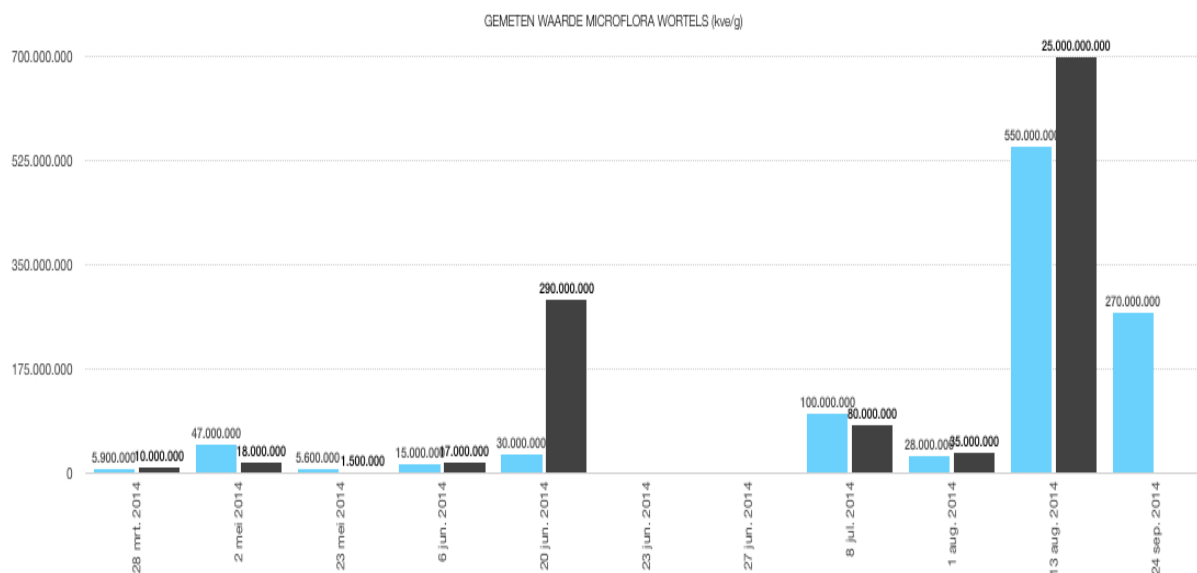


Grafiek 7 – Organische voedingsstof gietwater delphinium (Delphiniumkwekerij N.G. Wigchert)

Dosering van OSL om het gehalte organische voedingsstoffen in een waterteelt omhoog te krijgen is mogelijk. Uit de referentiemetingen bij de sla teelt op water blijkt een toename van 4 mg/l in november 2015 naar 30 mg/l in januari 2016. Een hogere dosering is nodig om de streefwaarde te halen.

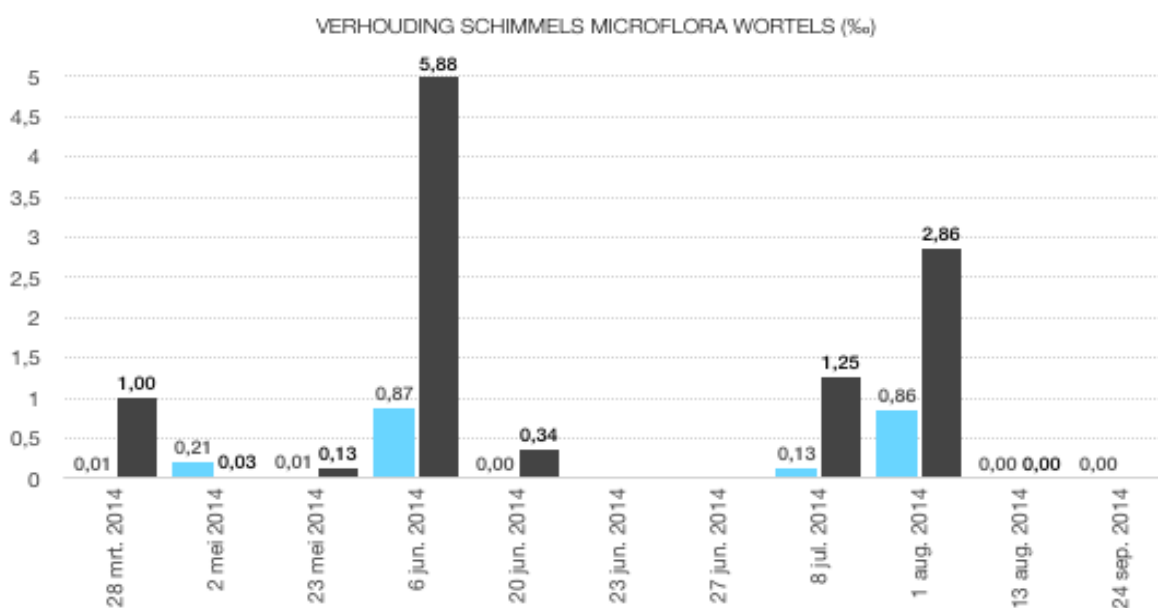
7.2.3. Microflora wortels

In 2014 zijn weerbare microflora aangetroffen op de wortels met een maximum van 1,29 % in augustus. Het gehalte is lager dan de streefwaarde. Het gehalte aan organische voedingsstoffen is te laag om deze DKTP micro-organismen te stimuleren. Het totaal aantal micro-organismen op de wortels binnen en buiten de pot loopt op in augustus 2014.



Grafiek 8 – Totale kiemgetal wortels delphinium (Delphiniumkwekerij N.G. Wigchert, blauw is in de pot, zwart is buiten de pot)

Door schimmelaantasting die begint bij de worteluiteinden buiten de pot worden de wortels binnen de pot aangetast. Dit blijkt uit de verschillen in schimmelfractie niveaus van de wortels buiten en in de pot. De schimmel groeit vervolgens uit, waardoor de wortels buiten de pot zwart kleuren en afsterven.



Grafiek 9 – Verhouding schimmels t.o.v. totale microflora wortels (Delphiniumkwekerij N.G. Wigchert)

Door deze wortelaantasting komen voedingsstoffen vrij die bacteriegroei stimuleren en zorgen voor verslijming van de wortels in de pot. Hierdoor daalt het zuurstofgehalte in de pot en treedt verrotting op. Het gevolg is een toename van de bacteriën op de wortels en in het gietwater. Het verhogen van de ontsmetting van het gietwater is niet voldoende geweest, de oorzaak wordt gezocht in het teeltsysteem.

In 2015 is gestart met een aangepast teeltsysteem en geen microflora management. Het wegnemen van het capillair bij de wortels heeft in het begin van het jaar tot minder uitval geleid. De verhouding microflora op de wortels laten een relatief hoog gehalte schimmels zijn (>100.000 kve/g). De weerbare DKTP bacteriën zijn aanwezig, uit de meting van 21 augustus 2015 blijkt een gehalte van 0,75 ‰. Dit kan een reactie zijn op het gehalte schimmels op de wortels.

Uit de determinatie van meest dominante bacteriegroepen blijkt een duidelijke aanwezigheid van aerobe bacteriën op de wortels. De *Aeromonas* bacteriën die worden gevonden kunnen slijmvorming op de wortels veroorzaken. Deze bacteriegroep draagt niet bij aan een positief effect op de plantengroei. De slijmlaag werkt verstikkend.

Een toename van weerbare microflora op de wortels blijkt uit de referentiemetingen bij de sla teelt op water. Het gehalte van 0,02 ‰ in november 2015 is opgelopen naar 4,49 ‰ in januari 2016. De oorzaken zijn de stijging van organische voedingsstoffen en het lage kiemgetal in het water.

7.2.4. Teelteffecten

De teeltresultaten in 2014 vielen tegen t.o.v. 2013. Er is sprake van meer uitval, ondanks de toepassing van microflora management. Inzicht gedurende de teelt, dat het huidige teeltsysteem en watergiftstrategie een negatieve invloed heeft op het teeltresultaat. Eind 2014 is het teeltsysteem aangepast wat in begin 2015 heeft geleid tot minder uitval. Aan het einde van het jaar blijkt dat bij de teelt, ondanks de aanpassingen, nog duidelijk uitval zichtbaar is. De oorzaak van de toename van uitval in de aangepaste teeltsysteem is de ontwikkeling van de slijmvormende microflora op de wortels. Deze slijmvormende microflora kon zich ontwikkelen doordat er geen waterbehandeling plaats vond om het effect van het teeltsysteem te meten.

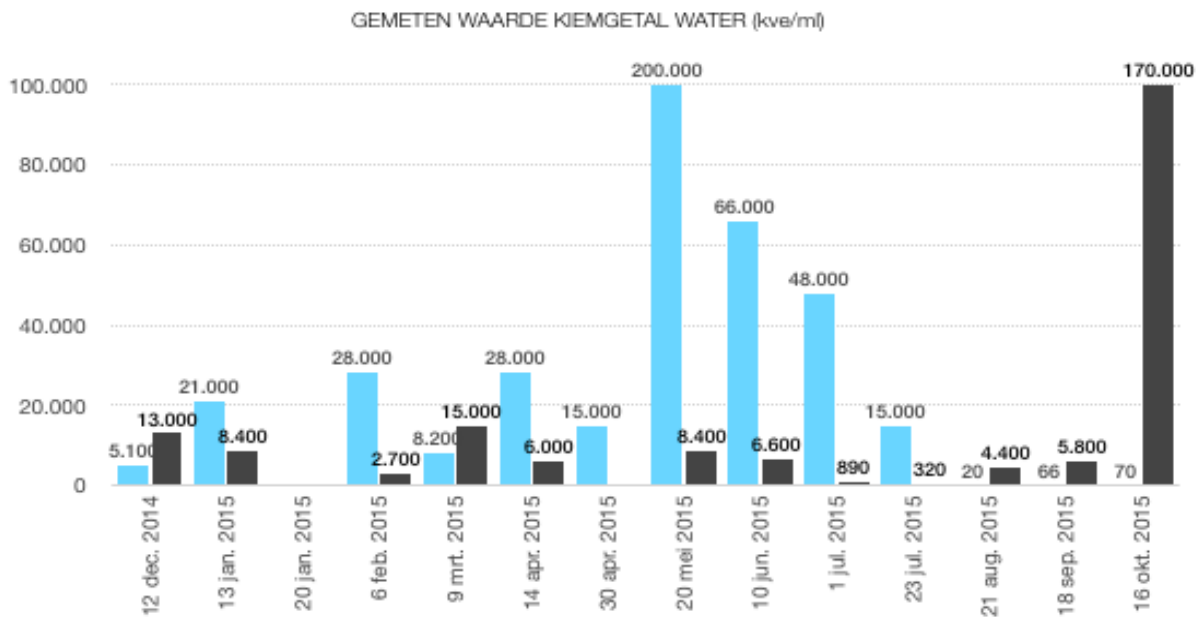
7.3. Resultaten paprika

7.3.1. Waterkwaliteit: microbiologie

Het kiemgetal van het gietwater dat via de druppelaars aan de planten wordt gegeven ligt met waardes van 69.000 kve/ml tot 200.000 kve/ml in 2014 boven de streefwaarde van <10.000 kve/ml. De meetresultaten van het kiemgetal na behandeling: 750 kve/ml op 11 juli 2014 geeft een indicatie van een besmetting in het leidingwerk na de waterbehandeling. Bij de reiniging van de kas voor de nieuwe teelt (start december 2014) wordt ook het leidingwerk gereinigd. Dit heeft geresulteerd in schonere leidingen.

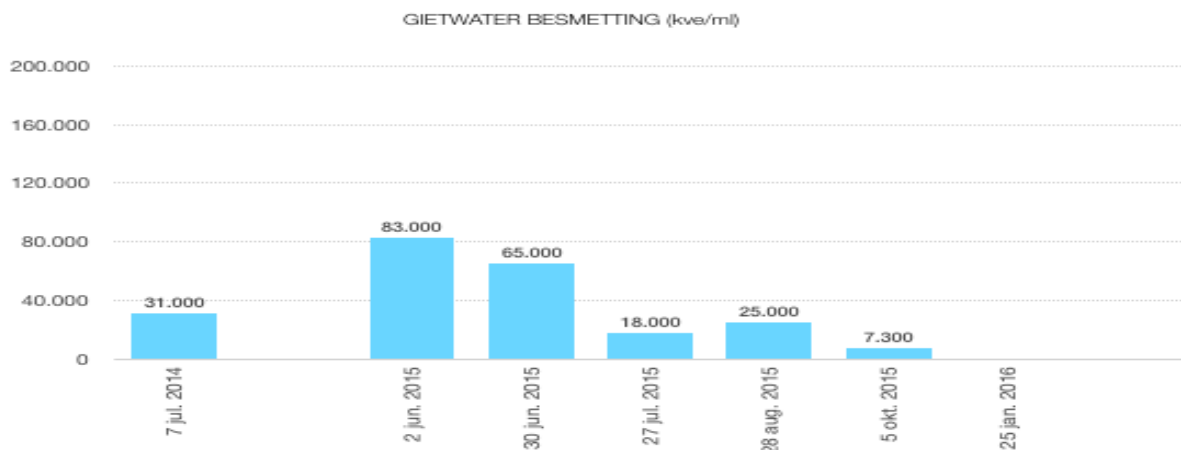
In 2015 is een schommeling van het kiemgetal zichtbaar in de test kas. In het begin van het jaar was er weinig verschil zichtbaar tussen de test kas en referentie kas. Daarbij dient opgemerkt te worden dat er in de referentiekas aanvullend waterstofperoxide wordt

gedoseerd om nabesmetting in de leidingen te beperken. In mei/juni 2015 is een toename van het kiemgetal in de test kas zichtbaar, na onderzoek bleek de dosering van oxidanten te laag (geen waterstofperoxide meer meetbaar bij de druppelaar). Een aanpassing van de dosering heeft geleid tot een daling van het kiemgetal in juni en juli 2015. In augustus en september 2015 is het kiemgetal verder gedaald in tegenstelling tot de referentiekas waar het kiemgetal is opgelopen (mede als gevolg van minder doseren). De besmettingsgraad in het water is onder controle en voldoet aan de streefwaarde (70 kve/ml in oktober 2015).



Grafiek 10 – Kiemgetal gietwater paprika (Kwekerij Overgaag, blauw is test kas, zwart is referentie kas)

Het sturen van de waterbehandeling met de OPTICLEAR DIAMOND bij een andere paprika teler laat een vergelijkbaar beeld zien. Een afname van het kiemgetal in het gietwater uit de druppelaar is zichtbaar in de periode juni – oktober 2015 na toepassing van gerichte waterbehandeling. Aan het eind van de teelt is het leidingsysteem gereinigd en het kiemgetal in het gietwater onder de streefwaarde.



Grafiek 11 – Kiemgetal gietwater paprika (Paprika teler met recirculatiesysteem op 1 kas)

Uit verschillende metingen t.a.v. de effectiviteit van de OPTICLEAR DIAMOND blijkt dat het kiemgetal in het gietwater verlaagd wordt na behandeling. Het kiemgetal van 30.000 kve/ml wordt teruggebracht naar 750 kve/ml op 11 juli 2015. Een meting in 2015 (9 maart) geeft een vergelijkbaar resultaat, 100 kve/ml na behandeling en 13.000 kve/ml voor behandeling. Het gehalte schimmels is met 2 kve/g voor behandeling klein. Na behandeling is minder dan 1 kve/g terug te vinden.

Monster		Product	
001	Water A Monsternamedatum: 09/03/2015 Monsternametijd: 20:36	Proceswater	
002	Water B Monsternamedatum: 09/03/2015 Monsternametijd: 20:37	Proceswater	
Analyse	001	002	
Gisten en schimmels			
gisten	2 kve/g (1)	<1 kve/g	
schimmels	2 kve/g (1)	<1 kve/g	
Aëroob kiemgetal (22 °C)	13.000 kve/ml	100 kve/ml	

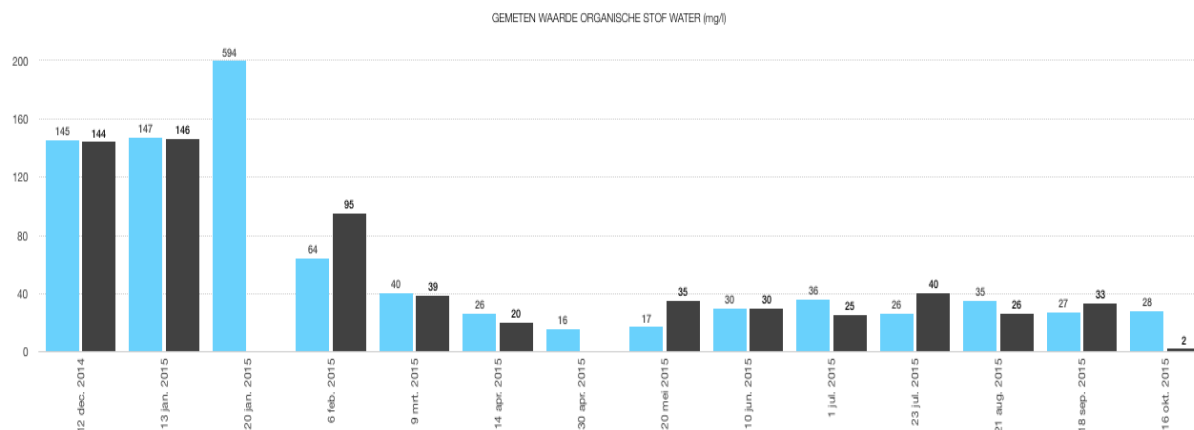
Figuur 6 – resultaten ontsmetting OCD (001 voor behandeling, 002 na behandeling)

7.3.2. Waterkwaliteit: organische voedingsstoffen

Aan het begin van de teelt zijn duidelijk organische voedingsstoffen zichtbaar in het gietwater (594 mg/l in januari 2015). Het water is gemeten direct na dosering. De gemeten waarden in de mat blijven echter gedurende de teelt onder de streefwaarde van 200 mg/l. Er is weinig verschil zichtbaar met de referentie kas, ondanks het toevoegen van OSL. In het drainwater uit de mat worden weinig organische voedingsstoffen gevonden, deze worden verbruikt.

Uit metingen in het drainwater circuit blijkt minimaal 25% van de stoffen verloren te gaan. Het drainwater van de test kas (Hoefweg 40) wordt gerecirculeerd via het drainwater systeem van de kas op Hoefweg 7 waar het door een verhitter gaat. De afname is toe te schrijven aan de verhitter en de vervuilde drainsilo op Hoefweg 7. De hoge besmettingsgraad in de periode april – juni zorgt ook voor een afname van het gehalte organische voedingsstoffen die beschikbaar zijn voor rhizofeer bacteriën.

Recirculatie van drainwater over de OPTICLEAR DIAMOND op een kas (Hoefweg 40) kan het verlies van organische voedingsstoffen verhelpen. Dit is met het huidige systeem niet mogelijk, er is namelijk geen EC correctie beschikbaar op de locatie. Hierdoor is het lastig om voldoende voedingsstoffen in het water te houden, zelfs met aanvullende dosering OSL.



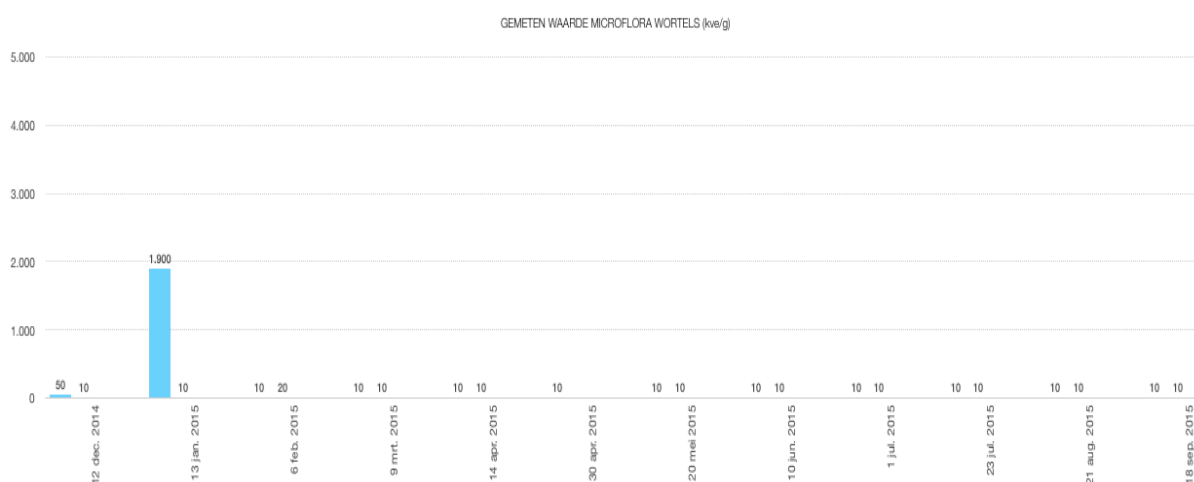
Grafiek 12 – Organische voedingsstoffen in gietwater paprika (Kwekerij Overgaag, blauw is test kas, zwart is referentie kas)

De inzichten van deze resultaten zijn gebruikt bij een andere paprika teler om bij de start van de teelt een dosering OSL toe te passen en het water volledig te recirculeren op een kas. Uit de eerste resultaten 2016 blijkt dat het gehalte organische voedingsstoffen blijft behouden.

7.3.3. Microflora wortels

Begin 2015 is een toename van weerbare microflora zichtbaar (1.900 kve/g). Met een gehalte van 0,12 ‰ ondervertegenwoordigd t.o.v. de totale populatie aan micro-organismen. Gedurende het jaar is het gehalte DKTP bacteriën niet op het gewenste niveau gekomen. Het totale gehalte micro-organismen is tot aan april toegenomen en daarna gestabiliseerd. Tussen de test kas en referentie kas zijn geen significante verschillen te constateren.

Een enting met DKTP bacteriën met de dosering van OSL heeft niet tot de gewenste toename van de weerbare microflora geleid. Het lage gehalte aan voedingsstoffen is hiervan de oorzaak.



Grafiek 13 – Weerbare microflora wortels paprika (Kwekerij Overgaag blauw is test kas, zwart is referentie kas)

Uit analyse resultaten van de bacteriegroep samenstelling blijken verschillen tussen de test kas en de referentie kas. Het gehalte aan pseudomonas bacteriën is hoger bij de test kas (1.000.000 kve/g t.o.v. 850.000 kve/g bij de referentie kas).

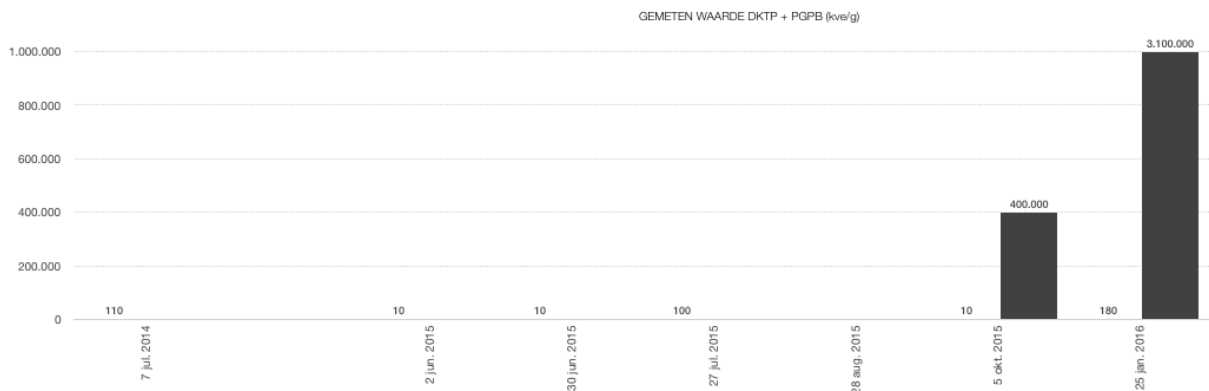


Foto 5 – wortels test kas



Foto 6 – wortels referentie kas

De toepassing van OSL dosering aan het begin van de teelt bij de paprika teler met het recirculatiesysteem op een kas heeft direct invloed gehad op het gehalte weerbare micro-organismen op de wortels. Uit de eerste metingen blijkt een toename van de weerbare micro-organismen op de wortels.



Grafiek 14 – Weerbare microflora wortels paprika (Paprika teler met gesloten watersysteem)

7.3.4. Teelteffecten

Het drainwater is zoveel mogelijk hergebruikt. Een verandering t.o.v. de situatie voor de toepassing van de OPTICLEAR DIAMOND is niet zichtbaar als het gaat om kwantiteit van het hergebruik. De kwaliteit van het hergebruikte drainwater is verhoogd. Door het toepassen van de waterbehandeling is vergaand hergebruik van het water mogelijk.

Het onderzoek naar het optimaal toepassen van microflora management heeft geen eenduidig beeld gegeven t.a.v. een reductie van productie verliezen. Het exacte uitval percentage als gevolg van stengel fusarium en vruchten met interne vruchtrot is niet kunnen

registreren. Inschatting is dat de uitval bij de test kas gelijk is aan de referentie kas. De uitval is wel gedaald t.o.v. van vorig jaar. Er is vrijwel geen uitval van inwendige vruchtrot, vergelijkbaar met vorig jaar.

De productie was zeer goed. De test kas heeft meer geproduceerd dan de referentie kas. Uit een meting van september 2015 blijkt dat de test kas 28,5 kilo per m² heeft gerealiseerd i.t.t. 28 kilo per m² bij de referentie kas. Of dit is toe te wijden aan de OSL dosering of de intensievere inspanningen rondom de teelt in combinatie met microflora management is moeilijk te zeggen.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1. Discussie

8.1.1. Microflora management in de tuinbouw

Proactieve sturing op microflora rondom de wortels onder specifieke praktijkcondities in de tuinbouw vereist een gerichte aanpak. Factoren als de waterkwaliteit, het watersysteem en de teeltstrategie hebben een directe invloed op de mate waarin de samenstelling van de microflora op de wortels verandert kan worden. De onderzoeksresultaten laten zien dat een verandering in samenstelling mogelijk is als aan kritische succesfactoren wordt voldaan. Het project heeft de generiek kritische succesfactoren inzichtelijk gemaakt. Om aan deze factoren te voldoen zijn, afhankelijk van het bestaande teelt- en watergiftsysteem, wijzigingen in werkwijze en praktijkcondities noodzakelijk gebleken. Bij de chrysantenteelt zijn gedurende het project acties ondernomen zoals het reinigen van het leidingsysteem en het enten van organische voedingsstoffen, die uiteindelijk hebben geleid tot resultaat. De verschillende resultaten bij de paprikateelt onderstrepen het belang van de juiste praktijkcondities.

8.1.2. Effect van microflora management op teeltresultaten

Het optimaliseren van de praktijkcondities gedurende de projectperiode bij de verschillende teelten heeft geleid tot resultaten, maar er is nog een belangrijke slag te maken op het vlak van microbiologie om effecten op het gewas te kunnen zien. De waarden aan weerbare microflora zijn niet op het gewenste niveau om effecten in de teelt te staven. Een conclusie t.a.v. de effectiviteit op de teelt is daarom niet te maken ondanks positieve signalen. Een voorbeeld bij chrysant is een verminderde aantasting door wortelknobbelaaltjes en een gelijkmatigere groei op de kappen waar microflora management wordt toegepast. Bij paprika is een hogere productie per m² in vergelijking met de referentie en t.o.v. van het vorige teeltjaar een indicatie. Een langere periode toepassen van microflora management met de juiste praktijkcondities is nodig om de relatie tussen de methodiek en teeltresultaten inzichtelijk te maken.

8.2. Conclusies

8.2.1. Chrysant

Het drainwater van grondgebonden chrysantenteelt bevat voldoende organische voedingsstoffen om microflora management toe te passen. Het hergebruik van drainwater kan positief bijdragen aan de ontwikkeling van microflora. In het drainwater van een grondgebonden chrysantenteelt zit veel organische voedingsstof, welke als voeding voor de microflora kunnen dienen. Het gehalte aan natrium en het risico op besmetting van de grond met aaltjes via het drainwater weerhoudt telers om vergaand hergebruik toe te passen. De

algemene opinie bij de meeste chrysantenondernemers is dat het hergebruik van drainwater een verplichting is, maar dat men het liever niet hergebruikt. Belangrijkste reden hiervoor is de verhoogde ziektedruk die hierdoor mogelijk zou ontstaan. Onderzoeken in het verleden hebben aangetoond dat ten aanzien van wortelknobbelaaltjes en Verticillium + Fusarium dit niet het geval is. Desondanks is het chrysantenvak terughoudend met hergebruik van drainwater op het moment dat er problemen met deze ziekten en plagen ontstaan.

Toevoeging van OSL aan de bodem kort voor het planten verhoogd het gehalte organische voedingsstoffen in de bodem. De voedingsstoffen in de bodem van de test kap was significant hoger t.o.v. de referentie. Gedurende de teelt neemt dit gehalte af, het wordt verbruikt door micro-organismen. De wortelontwikkeling van de plant na enting met microflora op gestoomde grond verschilt van de wortelontwikkeling van een plant uit reguliere gestoomde grond. Uit waarnemingen van de planten op de ge-entte grond blijkt een zeer gelijkmatige groei en enorme kluitvorming. De planten uit de test kap en referentie kap hebben een totaal verschillende wortelstructuur. De plant uit de test kap heeft vertakte wortels en de verankering met de bodem is sterk, terwijl de plant uit de referentie kap lange slanke wortels heeft. Het effect van de wortelstructuur op de groei en het teeltresultaat dient nader onderzocht te worden.

Een kwalitatieve verandering van de microflora samenstelling op de wortels is gerealiseerd na toepassing van microflora management bij grondgebonden chrysantenteelt. De wortels uit de test kap bevat weerbare microflora. Uit de determinatie is gebleken dat de Delftia acidovorans de meest dominante bacterie op de wortel is. Deze bacterie is positief voor de rhizosfeer en zorgt voor een betere opname van ijzer door de vorming van chelaten. Op de wortels van de referentie kas is een andere bacterie dominant (Rhizobium radiobacter), die laag moleculaire voedingsstoffen afbreekt. Dit is ongunstig voor de plant. Kwantitatief zijn de verschillen niet substantieel. Dit verklaart het gebrek aan zichtbare en substantiële resultaten in de teelt.

Groei technisch zijn nagenoeg geen verschillen zichtbaar tussen de test kap en de referentie, behalve dat de test kap een gelijkmatigere groei liet zien. De test kap heeft ook minder last van wortelknobbelaaltjes. Het bodemleven is gestimuleerd maar de positieve microflora heeft zich onvoldoende kunnen ontwikkelen. Het gehalte weerbare microflora op de wortels voldoet niet aan de gewenste microbiologische condities om teelteffecten te realiseren.

8.2.2. Delphinium⁵

Telen op water in goten zonder waterbehandeling stimuleert slijmvormende Aeromonas bacteriën op de wortels. Deze bacterie groep heeft een negatief effect op het functioneren van de wortels en vervolgens de plantengroei. De bacteriën vormen een slijmlaag op de

⁵ *Weinig conclusies te trekken, er is geen microflora management toegepast in 2015*

wortels die verstikkend werkt. De opname van water en voedingsstoffen wordt hierdoor belemmerd.

8.2.3. Paprika

Het stimuleren van weerbare microflora op de wortels is mogelijk als er voldoende organische voedingsstoffen in het water aanwezig zijn. Een enting met DKTP bacteriën en het doseren van OSL heeft niet tot de gewenste toename van de weerbare microflora geleid. Het verlies van voedingsstoffen in het watersysteem is hier de oorzaak van. Bij behoud van voedingsstoffen is een duidelijke toename van de weerbare microflora zichtbaar. Het op peil houden van de organische voedingsstoffen in het gietwater vraagt om een gesloten recirculatiesysteem. Drainwater uit een inert substraatsysteem bevat weinig organische voedingsstoffen. Toevoeging van deze voedingsstoffen is noodzakelijk om op de streefwaarde te komen voor microflora management. De gedoseerde voedingsstoffen dienen in het water te blijven en niet verloren te gaan als gevolg van het watersysteem (zoals aanvullende waterbehandeling met verhitting of UV of vervuiling in bassins). Uit de resultaten blijkt dat in een gesloten systeem voedingsstoffen behouden blijven.

De teeltresultaten van de test kas zijn beter t.o.v. het vorige teeltjaar. De uitval als gevolg van stengel fusarium is gedaald t.o.v. vorig jaar voor zowel de test kas als de referentie kas. Productie is toegenomen, waarbij de test kas met toepassing van microflora management meer heeft geproduceerd dan de referentie kas. Er is onvoldoende data om dit toe te schrijven aan het toepassen van microflora management. Het gehalte aan weerbare microflora op de wortels voldoet niet aan de microbiologische condities voor microflora management. De test kas heeft een hogere gehalte weerbare microflora op de wortels t.o.v. de referentie kas. De gehalten zijn nog niet op het gewenste niveau, door het gebrek aan voedingsstoffen. De toepassing van microflora management bij de paprikateler met het recirculatiesysteem op een kas is in een te vroeg stadium om conclusies te trekken t.a.v. teeltresultaten.

8.2.4. Generieke conclusies

1. Het managen van de gewenste microflora op de wortels is mogelijk.

Een verandering van de samenstelling van de microflora op de wortels is aangetoond bij de grondgebonden chrysantenteelt van VDL Fleurs. Bij de test kas is een positieve microflora gedetermineerd t.o.v. de referentie kas. Het gehalte aan weerbare microflora is te stimuleren zoals blijkt uit de resultaten in de paprika teelt. Bij de juiste omstandigheden krijgt de weerbare microflora groeikansen.

2. De mate waarin de weerbare microflora op de wortels is gemanaged voldoet nog niet aan de gewenste microbiologische condities om effecten te zien in de teelt.

De kwalitatieve veranderingen in de microflora op de wortels die zijn gerealiseerd gaan niet gepaard met kwantitatieve verschillen. De praktijkcondities bieden suboptimale omstandigheden om deze substantiële kwantitatieve veranderingen in de weerbare

microflora mogelijk te maken. De in de praktijk gerealiseerde teelteffecten onderschrijven deze conclusie.

3. Het verbeteren van de (giet)waterkwaliteit is mogelijk met het OPTICLEAR DIAMOND waterbehandelingssysteem.

De OPTICLEAR DIAMOND ontsmet het gietwater, waarbij bacteriën en schimmels worden verwijderd. Meststoffen en organische voedingsstoffen blijven behouden na behandeling. Positieve resultaten zijn behaald bij alle teelten uit het onderzoek en verschillende watertypes (regenwater, drainwater en oppervlaktewater);

4. De emissie van gewasbeschermingsmiddelen kan gereduceerd worden met het OPTICLEAR DIAMOND waterbehandelingssysteem.

Residuen van gewasbeschermingsmiddelen worden verwijderd na 1 keer behandelen. Vergaande zuivering van het water t.a.v. residuen (>95%) vergen aangepaste instellingen van het systeem t.o.v. waterbehandeling voor microflora management. Het weerbare teelteffect waardoor minder bestrijdingsmiddelen noodzakelijk zijn, is nog niet in de praktijk gevalideerd. Dit is toe te schrijven aan de niet substantiële verhouding weerbare microflora t.o.v. de totale microflora.

8.3. Aanbevelingen: kritische succesfactoren microflora management methodiek

De onderzoeksresultaten met microflora management zijn behaald na het doorvoeren van aanpassingen in de praktijkcondities bij de verschillende teelten. Het toepassen van microflora management met de OPTICLEAR DIAMOND in de tuinbouw is mogelijk als wordt voldaan aan de volgende kritische succesfactoren:

- *Een watergiftsysteem dat nabesmetting van het gietwater beheersbaar houdt;*
Voorkom nabesmetting van het gietwater in het watergift systeem. Bij een vervuild leidingsysteem of bassin na de waterbehandeling is een reinigingsperiode noodzakelijk voordat gestart kan worden met microflora management. Het watergiftsysteem dient zo ingericht te worden dat nabesmetting van het gietwater na de selectieve waterbehandeling met de OPTICLEAR DIAMOND voorkomen wordt. Een optimalisatie van het watergiftsysteem om stilstaande leidingen te vervangen en geschikt te maken voor reiniging is aanbevolen. Een actieve sturing met waterstofperoxide na de behandeling kan nodig zijn;
- *Behoudt van organische voedingsstoffen in het drainrecirculatiesysteem;*
Weerbare microflora hebben organische voedingsstoffen nodig om te groeien. Zijn er geen voedingsstoffen, dan heeft ontwikkeling van de gewenste microflora geen kans en zal er geen sprake zijn van plantengroei stimulerend. De voedingsstoffen zijn in een bepaalde mate aanwezig in het gietwater of teeltmedium. Bij onvoldoende organische voedingsstoffen, doseren van OSL (o.a. aminozuren, organische zuren en suikers) aan het gietwater om het gehalte op niveau te brengen. Bij grondgebonden teelten kan gekeken worden naar de interactie met de bodem (compost inrijden) of het vergaand hergebruiken van drainwater. Problemen met een te hoog natriumgehalte wegnemen

met selectieve natriumverwijdering gekoppeld aan de waterbehandeling met de OPTICLEAR DIAMOND. Naast het op pijl brengen van het gehalte organische voedingsstoffen is het noodzakelijk om deze te behouden. Het drainwaterrecirculatiesysteem inrichten zodat de voedingsstoffen in het systeem op 1 bedrijfslocatie blijven.

➤ *Integratie in de teeltstrategie.*

Microflora management staat niet op zichzelf en vraagt om een duidelijke implementatie binnen de aanpak van de teelt. Het gericht behandelen van het gietwater en het op peil houden van het gehalte organische voedingsstoffen moet onderdeel zijn van de dagelijkse routine;

BIJLAGE A – OPTICLEAR DIAMOND en OSL

De OPTICLEAR DIAMOND is specifiek ontwikkeld voor de behandeling van regen-, oppervlakte- en drainwater. Het systeem is effectief in het verwijderen van ongewenste bacteriën, schimmels, virussen en residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Organische stoffen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het gietwater, blijven behouden na behandeling. Het systeem is opgebouwd uit een combinatie van moleculaire adsorptie met efficiënte oxidatie op basis van zuurstofradicalen;



OPTICLEAR DIAMOND systeem, model 2016

De OPTICLEAR DIAMOND is binnen dit project ingezet bij de teelt van chrysanten, delphinium en paprika.

OSL is een voedingsstof met een selectieve samenstelling van organische stof, geschikt om de groeikansen van specifieke bacteriën te vergroten. Het product is in vloeibare vorm ingezet op te doseren bij de watergift. De voedingsstoffen voor de rhizosfeer bacteriën bestaan uit:

- Amino-zuren
- Organische zuren
- Koolhydraten

OSL is binnen het project ingezet bij de teelt van chrysanten en paprika.