

Eindrapportage onderzoek

Effect van watermanagement en substraatkeuze op zuurstofniveaus in relatie tot opbrengst

(Project nummer 10.907)

Uitgevoerd door:

TNO Toegepaste Plantwetenschappen

Substratus Horticultural Consultancy

Gefinancierd door:



Productschap Tuinbouw

Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

© TNO Toegepaste Plantwetenschappen, Substratus Horticultural Consultancy

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO Toegepaste Plantwetenschappen en Substratus Horticultural Consultancy.

TNO Toegepaste Plantwetenschappen en Substratus Horticultural Consultancy zijn niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld van de zijde van TNO Toegepaste Plantwetenschappen of Substratus Horticultural Consultancy

Inhoudsopgave

Pagina 3	-----	Samenvatting
Pagina 4	-----	Achtergrond en probleemstelling
Pagina 4	-----	Doelstelling
Pagina 5	-----	Uitvoering
Pagina 7	-----	Resultaten
Pagina 13	-----	Conclusies

Samenvatting

In dit eindrapport wordt verslag gedaan van een praktijkonderzoek, waarbij het doel was om te bepalen wat de rol is van watermanagement, en substraatkeuze op zuurstofniveaus in relatie tot opbrengst in de rozenteelt.

De resultaten lieten zien dat watergiftregime een sterke impact heeft op de opbrengst. In de huidige proefopzet bleek het effect van substraatkeuze geringer dan watergiftregime. De beste resultaten werden behaald bij het substraat Phoenix bij een watergiftregime dat gekenmerkt werd door op tijd te starten met de beurten, waarbij gestuurd werd op tijd en straling en ook laat te stoppen met sturen op tijd en straling. Er werden zodoende veel korte beurten gegeven.

Gebruik van Antibloc dient met de nodige voorzichtigheid te gebeuren. Het bleek dat Antibloc een gunstig effect had op zuurstofgehalten in leidingwater, maar in de substraten werd het zuurstofgehalte juist verlaagd.

Het project heeft concrete aanwijzingen gegeven dat zuurstof een positief effect heeft op opbrengst. Indien een zuurstofsensoren beschikbaar komt die een representatief beeld kan geven van zuurstofgehalten in substraten, is feedback naar teeltmanagement haalbaar.

Achtergrond en probleemstelling:

Onderzoek van PT project 10.907 , getiteld "Zuurstofvoorziening substraten", zoals beschreven in de eindrapportage, heeft uitgewezen dat de teeltstrategie en daarmee gepaard gaand watermanagement in de rozenteelt grote invloed heeft op water- en zuurstofgehaltes in substraten. Het bleek dat in matten die dagelijks voedingsoplossing kregen op vaste tijdstippen, onafhankelijk van instraling, temperatuur, verdamping etc., hoge watergehaltes werden aangetroffen (70-85%). Tevens werden in deze matten regelmatig zeer lage zuurstofconcentraties gemeten (0-5 mg/L; met lucht verzadigd water bevat ca. 9 mg/L). Daarentegen waren watergehaltes in matten bij een andere teler, waarbij de voedingsoplossing toegediend werd afhankelijk van bovengenoemde parameters, belangrijk lager (40-70%), en waren ook zuurstofniveaus aanzienlijk hoger (3-7 mg/L). Wortels hebben zuurstof nodig. Ofschoon de plant (wortel) zich tijdelijk kan aanpassen aan lage zuurstofniveaus, zal een tekort aan zuurstof resulteren in substantiële groeivermindering. Zuurstofgebrek gedurende lange tijd zal wortelsterfte veroorzaken. Tevens is de kans groot dat de weerstand van de plant afneemt, wat de kans op ziektes vergroot.

Met de betrokken rozentelers is (apart) gesproken over de meetresultaten, en is ook geprobeerd inzicht te krijgen in opbrengsten om zodoende een indruk te krijgen van het effect van de verschillende zuurstofniveaus. In deze gesprekken werd duidelijk dat het lastig is om aan de hand van de huidige resultaten vast te stellen wat het effect is van lage zuurstofniveaus in substraten op de opbrengst, omdat bij beide telers veel overige parameters verschilden. Allereerst telen ze verschillende soorten rozen, verder waren de planten niet even oud, en ook was de temperatuur in beide kassen verschillend.

Om een relatie te leggen tussen watermanagement en daaraan gekoppelde zuurstofniveaus enerzijds en opbrengst anderzijds is het daarom noodzakelijk om op één locatie rozen te telen (één soort) in verschillende vakken, gebruik makend van verschillende watermanagement systemen. De planten in de verschillende vakken dienen in hetzelfde groeistadium te verkeren. Tevens is het aan te bevelen gedurende verschillende perioden in een seizoen te meten. Wat is de invloed van zomerse omstandigheden met hoge instraling, en de overgang van zomer naar herfst en winter omstandigheden in december en januari met zeer lage instraling ?

Doelstelling:

Om de impact te bepalen van watermanagement en zuurstofvoorziening op de opbrengst in de rozenteelt is het essentieel om metingen in de praktijk uit te voeren. Andere factoren dan watermanagement dienen tijdens een dergelijke effectstudie zo weinig mogelijk te verschillen. In een dergelijk systeem moet dus één rozensoort geteeld worden, op één locatie, gebruik makend van uiteenlopende watermanagement systemen. Gezien de beschikbare organisatorische setting was het mogelijk 3 verschillende substraten (in 3 herhalingen) in het project te betrekken en betrouwbare resultaten te boeken. Zuurstofniveaus en watergehaltes werden meerdere malen tijdens de teelt gemeten, en tijdens de teelt is de opbrengst bepaald. Dat is gebeurd aan de hand van kilogram rozen/mat (of rij) /periode, en verder is het aantal rozen en het takgewicht bepaald. De meetsessies vonden plaats in verschillende jaargetijden, waardoor duidelijk moest worden in hoeverre de invloed van water- en zuurstofhuishouding op opbrengst beïnvloed wordt door wisselende klimaatcondities.

Uitvoering:

Gedurende een jaar is een aantal malen een meetsessie uitgevoerd, waarbij het zuurstofniveau, het watergehalte, de temperatuur en de opbrengst is bepaald.

Mattyten:

Er is gemeten bij drie verschillende substraten:

- kokos
- steenwol (type WFL)
- steenwol (type Phoenix)

De WFL en Phoenix mat zijn vergelijkbaar wat betreft structuur, vezelrichting etc. De fysische eigenschappen zijn verschillend, waardoor het watergedrag anders is. Met Phoenix worden in de groenteteelt betere groeieresultaten bereikt.

Watergiftregimes

De bestaande setting maakte het mogelijk dat bij de drie substraten, op drie manieren het watergehalte werd gereguleerd, nl. op de manier die voorgeschreven is voor dat bepaalde substraat, als ook de aanbevolen watergiftregimes van de andere substraten. De verschillende watergiftregimes kunnen als volgt worden omschreven:

Watergiftregime tot 1 november 2002

- **Regime A:** Relatief laat starten met gift op tijd en straling. Redelijk vroeg stoppen met gift op straling. Er worden relatief grote beurten gegeven
- **Regime B:** Relatief laat starten met gift op tijd en straling. Redelijk vroeg stoppen met gift op straling. Er worden relatief grote beurten gegeven.
- **Regime C :** Op tijd starten met gift op tijd en straling. Redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven.

Waterregime C kenmerkt zich dus door veel korte beurten, en lang sturen op licht.

De watergehalten zijn niet continu gemeten, maar op een schaal van 0-100 % kan het watergehalte in de matten als volgt worden weergegeven:

Regime A: watergehalte is 60 %

Regime B: watergehalte is 60 %

Regime C: watergehalte is 80 %

Conclusies die tijdens tussenrapportage zijn getrokken (periode september - december 2002), zijn gebaseerd op watergiftregimes als hierboven beschreven.

Waterregimes van A en B waren aanvankelijk dus gelijk; maar in later stadium van het project (zie hieronder) zouden A en B gaan verschillen.

Watergift regime van 1 februari – 10 april 2003:

- **Regime A:** Op tijd starten met gift op tijd en straling. Redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven.
- **Regime B:** Eerder starten met gift op tijd en straling. Later stoppen met gift op straling. Er worden relatief grote beurten gegeven. Vooral 's morgens enkele grote beurten. De beurten worden met een kortere interval gegeven
- **Regime C:** Laat starten met gift op tijd en straling. Vroeg stoppen met gift op straling en tijd. Er worden minder beurten gegeven die iets groter zijn dan voorheen.

Van 10 april – 1 juli 2003 was het watergiftregime als volgt:

- **Regime A:** Op tijd starten met gift op tijd en straling. Redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven
- **Regime B:** Eerder starten met gift op tijd en straling. Later stoppen met gift op straling. Er worden relatief grote beurten gegeven. Vooral 's morgens enkele grote beurten. De beurten worden met een kortere interval gegeven..
- **Regime C:** Op tijd starten met gift op tijd en straling. Redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven.

Overzicht van watergehaltes in de verschillende periodes:

Gift / periode	Tot 1 november	1 feb-10 april	10 april- 1 juli
A	60 %	75 %	75 %
B	60 %	100 %	100 %
C	80 %	50 %	75 %

Metingen:

Het zuurstof niveau is bepaald op 1 cm boven de bodem van de mat. In de eerste meetsessies is een brede inventarisatie uitgevoerd, waarbij in het wortelmilieu van rozen is gemeten op 3 verschillende substraten. De opbrengst van de rozen werd uitgedrukt in stuks, kilogram en takgewicht.

Resultaten:

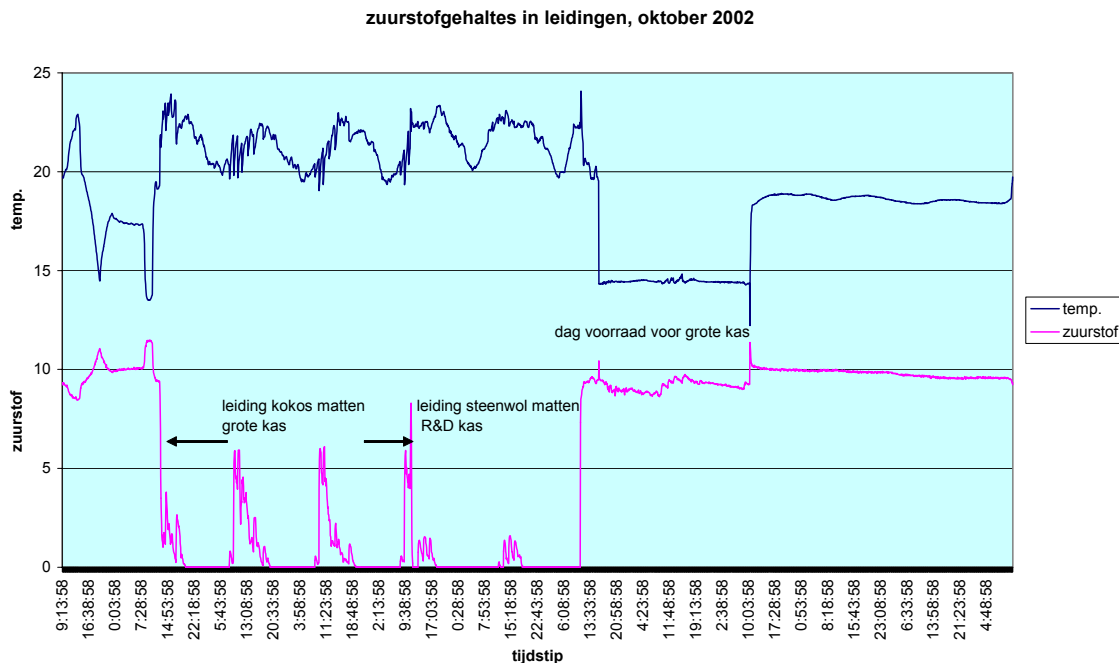
Inleidende experimenten

In eerste instantie is begonnen met een zuurstof meetcampagne in de kas, waarbij op uitgebreide schaal zuurstof metingen zijn uitgevoerd. Behalve in de verschillende substraten is gemeten in het uitgangswater, in het ontsmette drainwater en dagvoorraad voor de kassen.

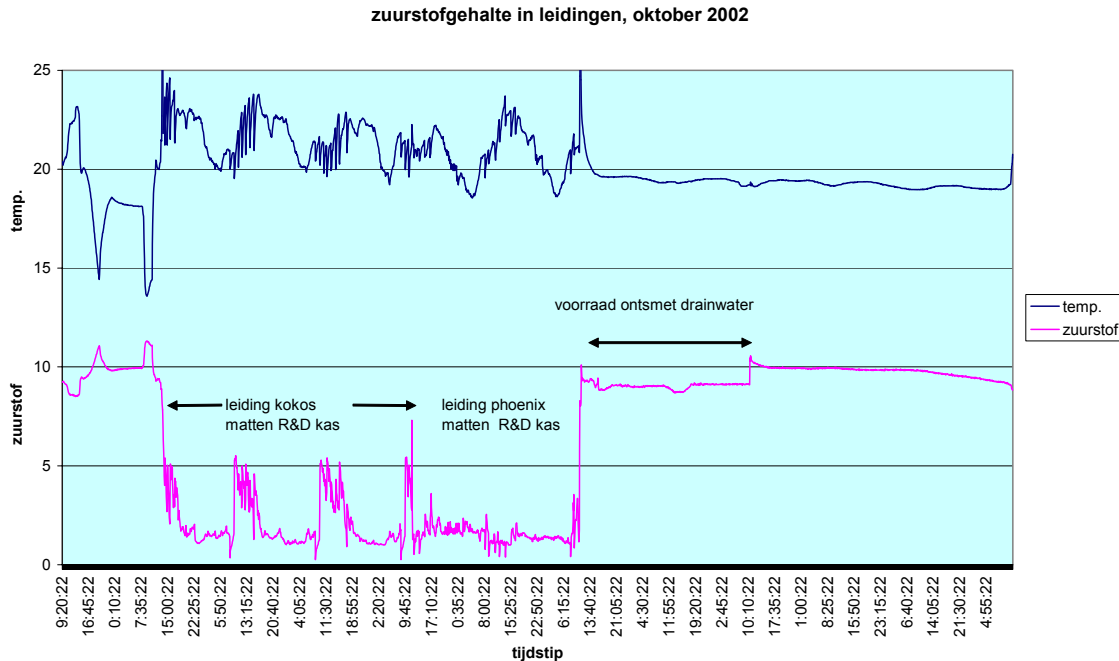
Naast de R&D kas, waar de meeste metingen voor dit project zijn uitgevoerd, is in de grote (productie) kas ook een serie metingen verricht.

Bij 25 graden Celsius kan maximaal ongeveer 9 mg zuurstof per liter oplossen. Uit de metingen blijkt (zie figuren 1 en 2 hieronder) dat zuurstofgehalten in de dagvoorraad van de grote kas en in het ontsmette drainwater doorgaans hoog was. Ook in het uitgangswater was het zuurstofgehalte hoog (figuur staat niet afgebeeld). Het zuurstof gehalte in leidingwater uit de dagvoorraad voor de grote kas nam in de loop van de dag echter enorm af. Wellicht dat micro-organismen hier een rol spelen.

In de leidingen zijn de zuurstofgehalten vaak veel lager, en fluctueerde gedurende de dag tussen 0 en 7 mg liter (zie Figuur 1 en 2). De fluctuatie is waarschijnlijk een gevolg van de verversing van het water tijdens de beurten. Dit geldt voor zowel de hoofdleidingen, als de kleinere leidingen naar de maten toe. Tussen de giften door daalt het zuurstofgehalte. Wellicht dat micro-organismen hier een rol spelen.



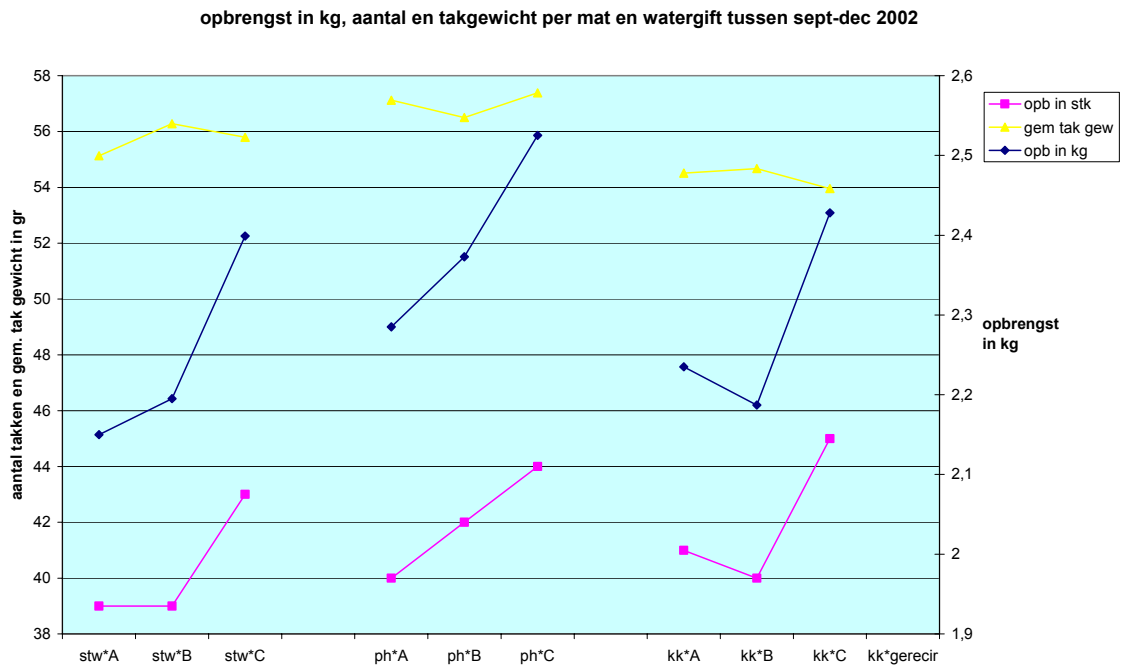
Figuur 1: zuurstofgehalten en temperatuur in leidingen voor kokos en steenwolmatten, en in de dagvoorraad voor de grote kas.



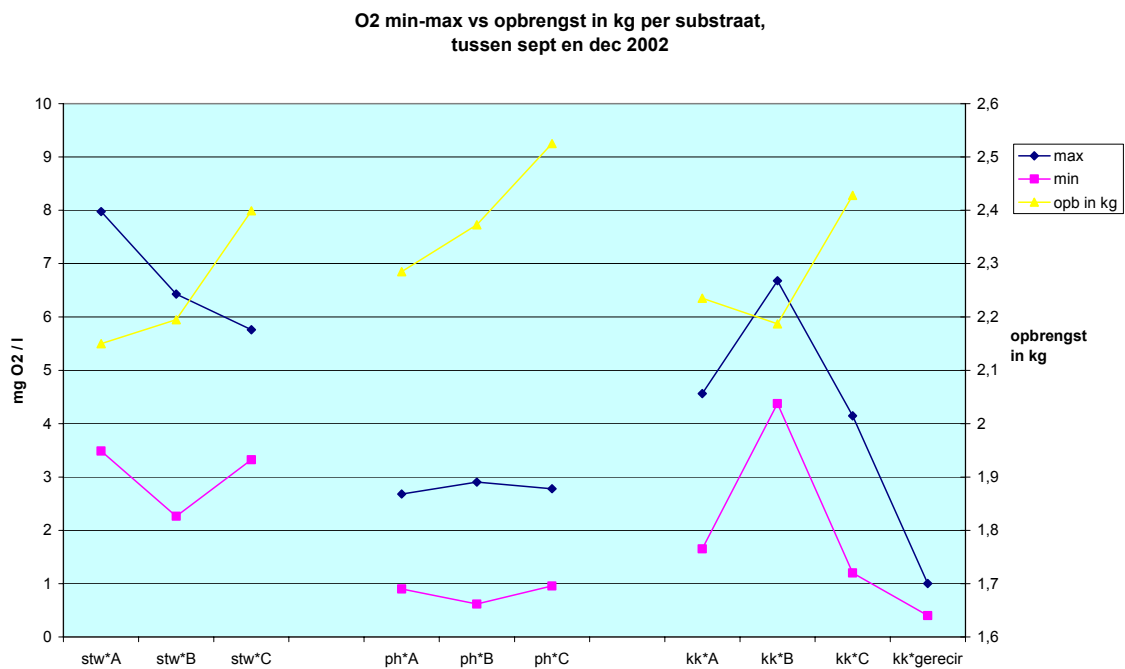
Figuur 2: zuurstofgehalten en temperatuur in leidingen voor kokos en Phoenix matten en in de voorraad van het ontsmette drainwater.

Daarna is uitgebreid gemeten in de verschillende substraten, d.w.z. kokos, steenwol en Phoenix, waarop geteeld werd met verschillende watergiftregimes (A, B, en C; zie ook de inleiding van deze rapportage). Het zuurstofgehalte in de matten fluctueerde tussen de 0 en 7 mg per liter. Er waren duidelijke dag/nachtschommelingen waarneembaar, (waarschijnlijk) als gevolg van intering. Behalve zuurstofgehalten zijn in de betreffende periodes de opbrengst bepaald, uitgedrukt in kilogram, stuks en gemiddeld takgewicht. Een samenvatting van alle metingen is weergegeven in Figuur 3 en 4. Ten aanzien van de inleidende experimenten kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- **Watergiftregime** blijkt een duidelijk invloed te hebben op opbrengst, met name indien opbrengst wordt uitgedrukt in kilogram en stuks. Voor alle substraten scoorde watergiftregime C duidelijk het beste (dit regime kenmerkt zich gedurende deze periode door veel korte beurten, en lang sturen op licht) met betrekking tot opbrengst.
- **Substraatkeuze** blijkt in de huidige proefopzet minder effect te hebben op opbrengst dan watergiftregime; bij de meest optimale watergift (d.w.z. watergiftregime C), werden de beste resultaten behaald bij Phoenix.
- De reden dat watergiftregime C het beste scoort is nog niet geheel duidelijk. De regimes verschilden namelijk in meerdere parameters, (hoeveelheid water, giftfrequentie, en dus ook wijze van toediening van zuurstof), en dus is het moeilijk om het belang van een individuele parameter te bepalen.
- Hieruit volgt dan ook dat op grond van deze data nog geen definitieve uitspraak kan worden gedaan over de **impact van zuurstof voor opbrengst**. In figuur 4 is bijvoorbeeld te zien dat Phoenix matten vergelijkbare zuurstofgehalten gegeven bij de 3 waterfrequentie, maar verschillende opbrengsten geven. Bij kokosmatten varieert zuurstof wel per gift, en worden hoogste opbrengsten niet gevonden bij de hoogste zuurstofgehalten. Het is dus niet onwaarschijnlijk dat bij de gemeten zuurstofwaarden de kritische (minimaal benodigde) zuurstofwaarden niet worden bereikt en een andere parameter dan zuurstof nog meer bepalend is voor de opbrengst



Figuur 3: opbrengst in stuks, takgewicht en kilo's per mat gedurende 3 maanden op steenwolmatten (stw*), Phoenix matten (Ph*), en kokosmatten (kk*). Op elk mattype werd geteeld met 3 watergiftregimes, A, B en C (zie voor toelichting de inleiding).

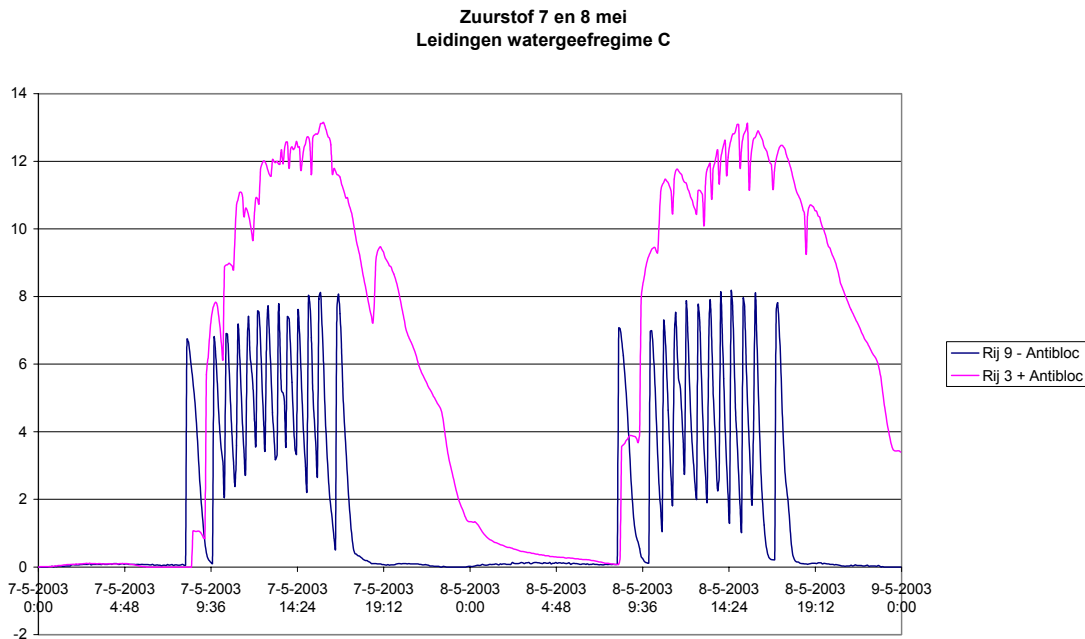


Figuur 4: zuurstof niveaus (min-max) en opbrengst in kilo's per mat gedurende 3 maanden op steenwolmatten (stw*), Phoenix matten (Ph*), en kokosmatten (kk*). Op elk mattype werd geteeld met 3 watergiftregimes, A, B en C (zie voor toelichting de inleiding).

Vervolgexperimenten

Om de impact van zuurstof op opbrengst te bepalen bij een bepaald substraat, moeten behalve zuurstofgehaltenes de overige parameters van het wateregime constant zijn. Bijvoorbeeld bij het substraat Phoenix, is wellicht nog winst te behalen, indien zuurstofgehaltenes flink worden verhoogd.

In een vervolg traject is getracht een situatie te creëren waarbij rozen werden geteeld bij waterregimes, die slechts verschillen in het zuurstofgehalte (frequentie, en hoeveelheid per beurt was gelijk). Eerdere resultaten wezen uit dat in leidingen geregeld lage zuurstofconcentraties worden aangetroffen (Figuur 1 en 2). Micro-organismen spelen daarbij wellicht een rol. Om nu regimes te creëren die alleen verschillen in zuurstofgehaltenes, is er voor gekozen om water een behandeling te geven met **Antibloc**, een middel dat op basis van waterstof peroxide micro-organismen doodt. Als gevolg daarvan zou het zuurstofgehalte in leidingwater hoog moeten blijven. Als met antibloc het zuurstofgehalte daadwerkelijk gereguleerd zou kunnen worden, dan zou dit de mogelijkheid scheppen een proef aan te leggen, waarbij planten worden geteeld op zuurstofrijk en “normaal” leidingwater. Dit zou dan gecorreleerd kunnen worden opbrengst. Het ware gewenst om ook een situatie te creëren, waarbij planten geteeld worden met zuurstofarm water. In een praktijk situatie, met commerciële belangen bleek dat helaas niet te realiseren. Allereerst is het effect van Antibloc op leidingwater getest. Het bleek dat Antibloc inderdaad een sterk positief effect had op zuurstofgehaltenes in leidingen (zie Figuur 5). Het is opvallend dat de zuurstofwaarden na een Antibloc behandeling ruim boven de boven de 9 mg/liter uit kwamen, d.w.z. de maximale hoeveelheid zuurstof die onder praktijkomstandigheden kan oplossen in voedingsoplossing. Wellicht dat de werkzame component van Antibloc (waterstof peroxide) zuurstof genereert. In een niet stabiel situatie zou zich dat vervolgens kunnen accumuleren wat tot waarden boven de 9 mg/L leidt. Zonder antibloc is te zien dat zuurstofgehaltenes tussen giften door erg laag worden. Een Antibloc-behandeling heeft als resultaat dat het zuurstofgehalte overdag continu hoog blijft. In beide gevallen (met en zonder Antibloc) neemt het zuurstofgehalte gedurende de nacht sterk af; echter met Antibloc is dit proces sterk vertraagd (5 uur versus een half uur).



Figuur 5: zuurstofgehaltenes in leidingen, waarbij voedingsoplossing vooraf (ca. 2 weken) wel of niet met Antibloc is behandeld

Hierna werd de proef voortgezet waarbij op 1 substraat, d.w.z Phoenix, rozen werden geteeld gebruikmakend van 1 watergiftregime, nl. regime C, met of zonder Antibloc. Gedurende de toetsperiode kenmerkte regime C zich door op tijd starten met gift op tijd en straling, en redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven.

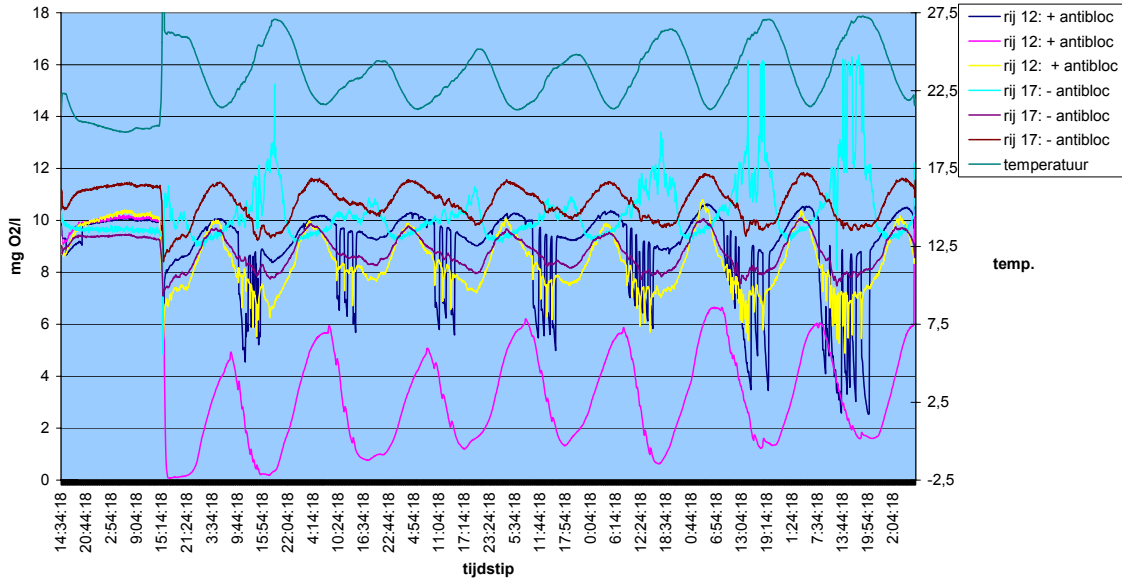
Om rozen te kunnen telen op 1 regime, plus of min Antibloc, werd een regime A gelijk getrokken aan regime C, waardoor ze identiek werden gedurende deze periode; het enige verschil was een behandeling met Antibloc of niet. Dat gold bij voorbeeld voor de rijen 12 en 17. Hierbij werd een situatie aangelegd met hetzelfde watergiftregime, maar één rij kreeg een antibloc behandeling (rij 12) en de andere niet (rij 17). In het experiment werden ook nog rij 2 en 19 (beide antibloc) en 6 en 25 (beide geen Antibloc) betrokken, die dus een zelfde behandeling kregen als respectievelijk 12 en 17.

De resultaten zijn te zien in de Figuren 6 en 7. Hieruit blijkt, verrassenderwijs, dat met Antibloc het zuurstofgehalte in de matten juist wordt verlaagd in vergelijking met rijen die deze behandeling niet kregen (Figuur 6). Dat is erg opvallend, omdat in de leidingen het zuurstofgehalte na gebruik van antibloc juist werd verhoogd. De exacte reden hiervan is niet duidelijk. Een verklaring zou kunnen zijn dat de actieve component van antibloc (waterstof peroxide) in de matten, in het wortelmilieu, zuurstof consumerende reacties induceert, waardoor het zuurstofgehalte in matten wordt verlaagd. De resultaten geven in ieder geval aan dat gebruik van Antibloc om zuurstofgehalte in voedingsoplossing in de substraatteelt te verbeteren met de nodige voorzichtigheid dient te gebeuren.

Tot slot werd de opbrengst bepaald gedurende deze periode. Er werd gekeken of er een correlatie was tussen zuurstofgehalte in de matten en opbrengst. De resultaten lieten zien dat in juni 2003 in rij 12 de opbrengst (in grammen) 12% lager was dan in rij 17 (zie Figuur 7). Ook van de overige rijen (2 & 19 en 6 & 25) werd de opbrengst bepaald. Zij ondersteunden de resultaten in rij 12 en 17. Als nu gefocuseerd wordt op rij 12 en 17, waarvan zowel opbrengst als zuurstofgegevens zijn bepaald, dan valt op dat in de maand juni zuurstof in rij 12 significant lager lag dan in rij 17. Dus de conclusie zou kunnen zijn dat verhoogd zuurstof in de mat een positief effect heeft op opbrengst. Bij deze conclusie dienen wel enige kanttekeningen geplaatst te worden.

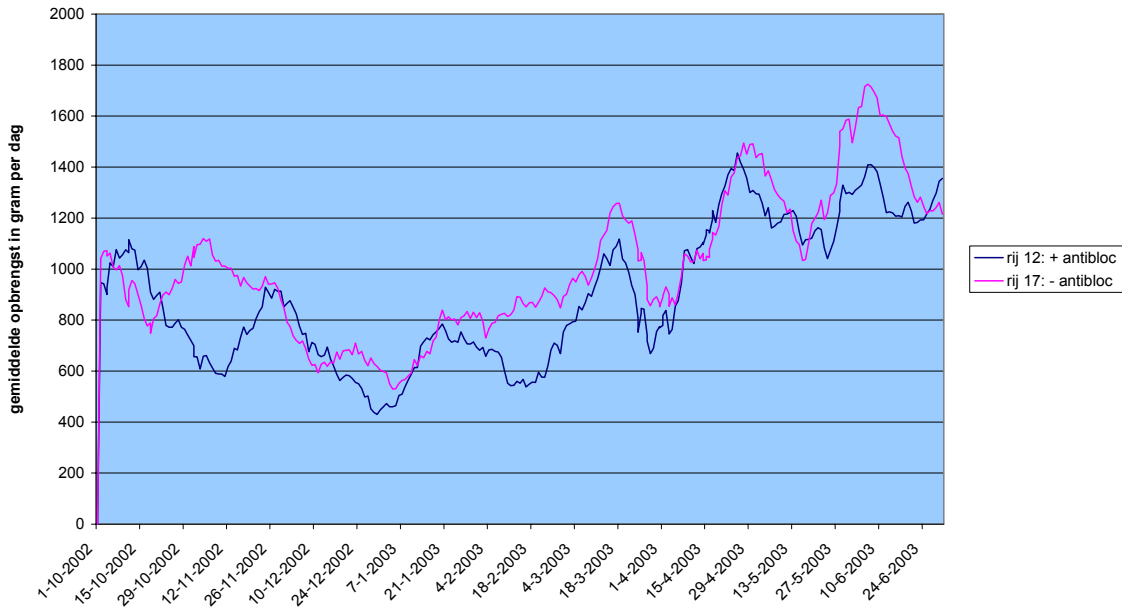
- Het is de vraag of de uitgangssituatie op 1 mei, het moment dat antibloc werd toegevoegd, stabiel was. Idealiter is een situatie gewenst waarbij de rijen 2, 12, 19 enerzijds (allemaal antibloc), en de rijen 6, 17 en 25 (allemaal geen antibloc) anderzijds, totaal gelijk zijn op het moment dat met Antibloc behandeling gestart wordt. Op het moment dat antibloc werd toegepast, hadden de rijen ca. 1 maand exact hetzelfde regime ondervonden (de regimes waren op 10 april gelijk getrokken). Het is maar de vraag of die periode lang genoeg was om een stabiele situatie te creëren.
- Daarnaast was het helaas niet bekend wat de zuurstof waarden waren voorafgaand aan 1 mei, voordat antibloc werd toegevoegd. Wellicht waren er al verschillen tussen rij 12 en 17

samenvatting zuurstogehalten in Phoenix matten + of - antibloc,
Steenks, 2 juni 2003



Figuur 6: samenvatting van zuurstofniveaus en temperatuur in Phoenix matten, waarbij de voedingsoplossing wel (rij 12) of niet(rij 17) een voorbehandeling met Antibloc kreeg.

opbrengst in rij 12 en 17 in gram



Figuur 7: gemiddelde opbrengst in grammen per dag in rij 12 en 17. Op 1 mei 2003 hadden rij 12 en 17 respectievelijk wel of geen antibloc behandeling gehad. Het watergift regime was in beide rijen exact hetzelfde vanaf 10 april 2003, en werd gekenmerkt door op tijd te starten met gift op tijd en straling, en redelijk laat stoppen met gift op straling. Er worden veel kleine beurten gegeven.

Samenvattende conclusies:

- **Watergift regime** heeft een sterke impact op de opbrengst.
- **Substraatkeuze** blijkt in de huidige proefopzet minder effect te hebben op opbrengst dan watergiftregime; bij de meest optimale watergift werden de beste resultaten behaald bij Phoenix
- Het nut van het gebruik van **antibloc** is twijfelachtig, vooral in relatie tot een beoogd positief effect op zuurstof in de matten.
- Zuurstofgehalten in uitgangswater, dagvoorraden van de voedingsoplossing en ontsmette drainwater is doorgaans hoog. In leidingen in de kas fluctueert zuurstofgehalte sterk. In stilstaand water neemt het zuurstofgehalte snel af, waarschijnlijk doordat micro-organismen zuurstof consumeren. Watermanagement en een schoon leiding netwerk lijkt daarom van groot belang voor optimale zuurstof voorziening in substraten.
- Er zijn concrete aanwijzingen dat **zuurstof** een positief effect heeft op **opbrengst**. Echter door de beperkingen van de huidige experimentele proefopzet, waarbij niet alle parameters (watergiftregime en zuurstof gehalten in het bijzonder) lang genoeg gecontroleerd konden worden gedurende de totale looptijd van de proef, konden de conclusies onvoldoende gevalideerd worden.

Aanbeveling: door het beperkte meetbereikvolume van een individuele zuurstofsensoren (ongeveer 2 mm² per meetpunt) is het moeilijk om een representatief beeld te krijgen van het zuurstofprofiel in de gehele mat, dit ondanks het feit dat er meerdere metingen hebben plaats gevonden. Het is daarom noodzakelijk om op korte termijn een multi-sensoren te ontwikkelen waarmee het mogelijk is om een compleet beeld te krijgen van zuurstofprofielen in substraten. Conclusies die getrokken worden ten aanzien van zuurstofgehalten in substraten worden hiermee significanter, en feedback naar teeltmanagement wordt daardoor haalbaar.