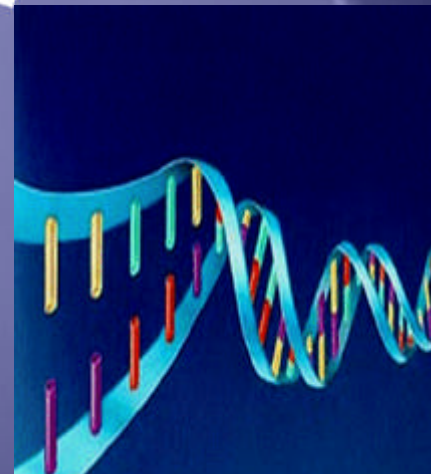


Studiedag Zuurstof

TNO Voeding



Doelstellingen

- Inventarisatie van beschikbare informatie die het belang van **zuurstof** in de teeltmanagement belicht
- Formulering van voorliggende vragen die richting geven aan vervolgonderzoek

Scope

Substraten (wortelmilieu), leidingen, voedings- en drainwater

Problematiek welke mogelijk gecorreleerd is aan zuurstof

recirculatie, microbiële vervuiling, ziektedruk (en daardoor gewasstagnatie)

Beschikbare informatie

1. Wetenschappelijke literatuur
2. Productschap Tuinbouw projecten
3. EET en overige projecten
4. Vakbladen (Bloemisterij en Groente en Fruit)

Effecten van “laag” zuurstof in het wortelmilieu op de wortel (wetenschappelijke literatuur)

- **Afname wortel lengtegroei** (bijv. Trough en Drew, 1980; Huang et al, 1997; Box et al., 1989)
- **Ethyleen productie, adventief wortel vorming, aerenchym vorming, cel lysis, ABA vorming, vermindering cytokinine** (bijv. Morard en Silvestre, 1996; Ray et al., 1998; Huang et al., 1997; Schussler en Longstreth, 1996; Hunt et al., 1981)
- **Wegvallen worteldruk en sapstroom** (bijv. Morard en Silvestre, 1996; Else et al, 1995; Everard en Drew, 1989)
- **Vermindering nutriënten opname in volgorde: K>N>P>water>Mg-Ca** (bijv. Morard en Silvestre, 1996; Morard et al., 2000, Fischer en Stone 1990).
- **Ethanol productie: transport naar omgeving en bovengronds: toxisch** (bijv. Bolton en Erickson, 1970; Barta, 1984)

Effecten van “laag” zuurstof in het wortelmilieu op bovengrondse delen (wetenschappelijke literatuur)

- **Sluiten van de huidmondjes en slaphangen** (bijv. Else et al., 1995; Bradford en Hsiao, 1982)
- **Vermindering fotosynthese** (bijv. Ashraf en Mehmood, 1990; Zakrzhevskii en Ladygina, 1989; Morard en Silvestre, 1996)
- **Vermindering groei en ontwikkeling (tot meer dan 50%)** (bijv. Smit et al., 1989; Trought en Drew, 1980; Canell et al., 1985; Voesenek et al., 1989; Silvestre en Morard, 1994; Silvestre 1992 etc.) (gewassen o.a. **tomaat, tarwe, aardappel, koolzaad, populier**)

Factoren die wortel-zuurstof gebruik beïnvloeden (wetenschappelijke literatuur)

- **Wortel-massa**
- **Temperatuur**
- **Transport van “suikers” van blad naar wortel:**
 - Meer **licht** veroorzaakt meer zuurstof consumptie door de wortels
 - ‘s nachts vermindering zuurstof verbruik, afhankelijk van licht overdag

Relatie zuurstof-ziekten (wetenschappelijke literatuur)

- **Laag zuurstof, minder weerstand??**
- **Meer pathogenen, meer zuurstofverbruik ??**
- **In de literatuur is niet veel (wellicht niets) te vinden.**

PT projecten

Titel: *Zuurstofvoorziening in substraat management*

(Uitvoerder: TNO)

Resultaat:

- grote verschillen van **zuurstof** en watergehaltes tussen verschillende roos-en komkommerbedrijven
- indicatie dat watermanagement van belang is voor **zuurstof**voorziening in wortelmilieu

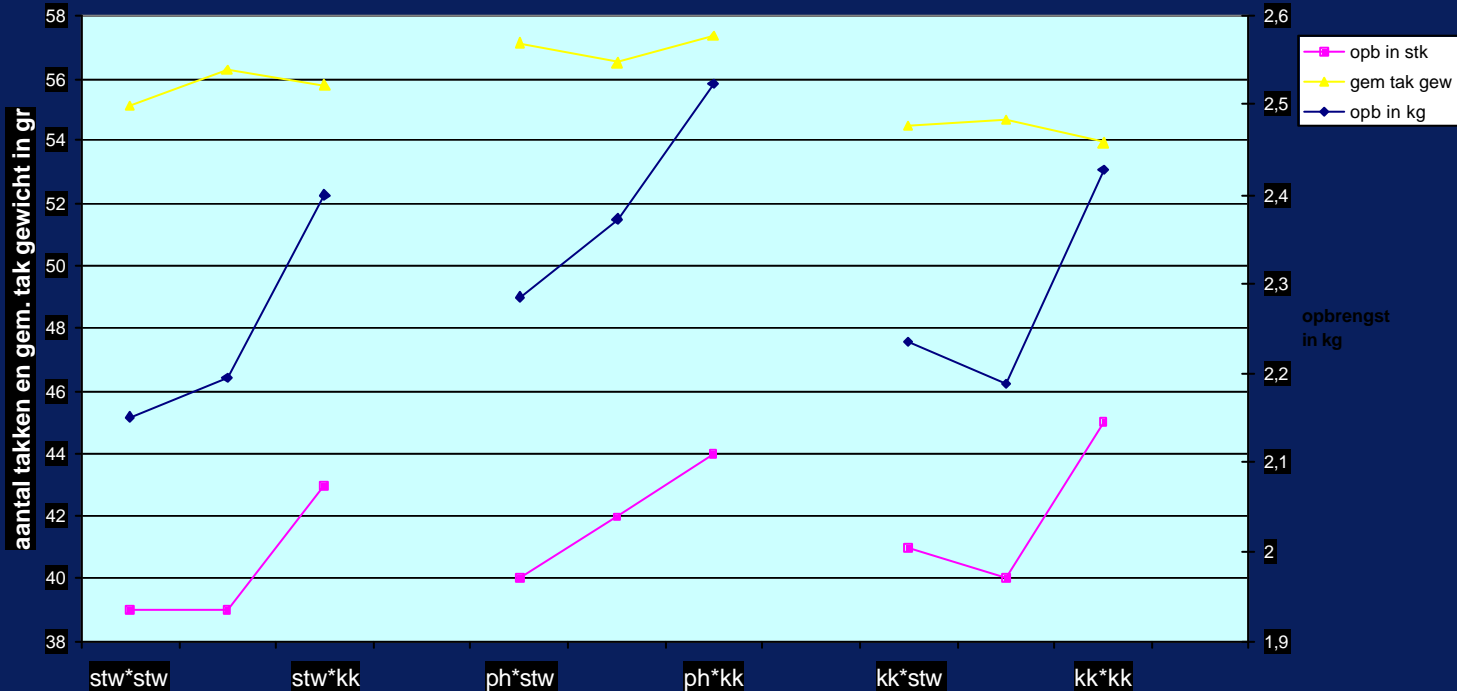
PT projecten

Titel: *Zuurstofvoorziening in substraat management (vervolg)*
(Uitvoerders: TNO, Substratus/Grodan)

Resultaat:

- watermanagement speelt een grote rol in opbrengst bij roos
- aanwijzing dat **zuurstof** gecorreleerd is aan opbrengst; validatie ontbreekt, en dient te gebeuren in goed gecontroleerde proef (looptijd min 6 maanden)
- waterstofperoxide verhoogt **zuurstof**gehalte in leidingen, maar niet in substraten (ook geen hogere opbrengst)

opbrengst in kg, aantal en takgewicht per mat en watergift tussen sept-dec 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

PT projecten

Titel: *Zuurstofverrijking voedingswater*

(Uitvoerder: TNO)

Resultaat:

- De methode “van Enthoven” leidt niet tot een verhoging van **zuurstof**gehaltes in voedingswater

Titel: *Enten paprika*

(Uitvoerder: TNO)

Resultaat:

- **Zuurstof** en worteldruk zijn bruikbare parameters voor de selectie van onderstammen bij paprika enten

PT projecten

Titel: *Wortellexudaten roos*

(Uitvoerder: LTO/PPO)

Resultaat:

- geen concrete aanwijzingen gevonden dat een bepaald metaboliet a.g.v. recirculatie van voedingswater tot opbrengstderving leidt
- wel aanwijzingen van laag **zuurstof** gehalte en hoog nitrietgehalte in druppelwater

PT projecten

Titel: *Zuurstof fytomonitoring*

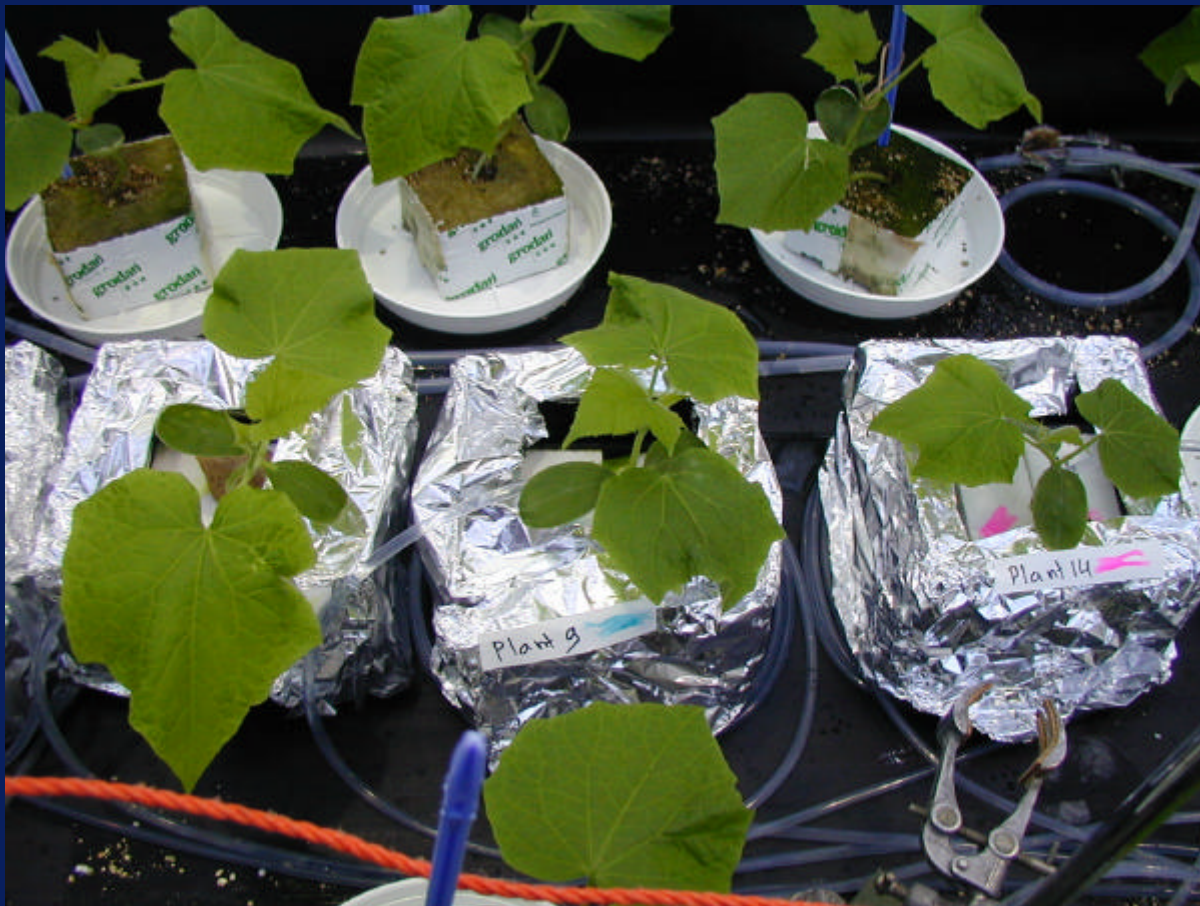
Uitvoerder: TNO/DLV

- zuurstof is negatief gecorreleerd aan (par-)licht: dus hoe meer licht, hoe minder **zuurstof** in de mat
- hoe hoger kasttemperatuur, hoe lager **zuurstof**gehalte
- hoe hoger luchtvochtigheid, des te lager is **zuurstof** gehalte in de mat

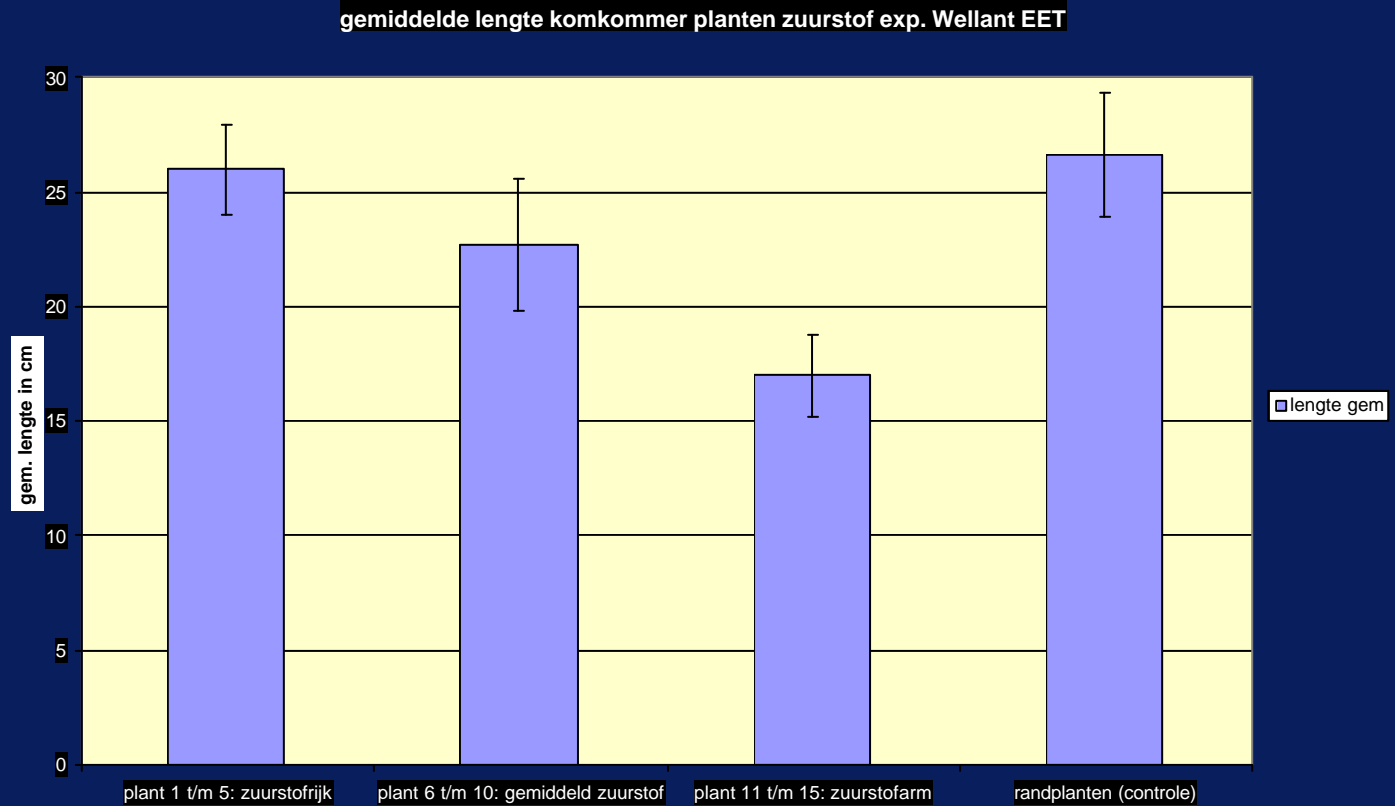
EET en overige projecten

- **Titel:** *EET kiemproject: de gasfactor in de teeltmanagement*
- **Uitvoerders:** TNO, Grodan, PPO
- **Resultaat:** de gasfactor **zuurstof** is van significant belang voor de ontwikkeling van jonge komkommerplanten
- **ADS lijkt geschikt om watergehaltes in substraten actief te reguleren. Voordelen zijn meeropbrengst, energiereductie, geringere ziektedruk, reductie nutriënten. Onderbouwing in praktijk moet nog gebeuren**
- **ADS-G zal bovenstaande voordelen versterken**
-

Jonge komkommer planten opgegroeid bij 10, 3.6 en 0.5 mg zuurstof/Liter



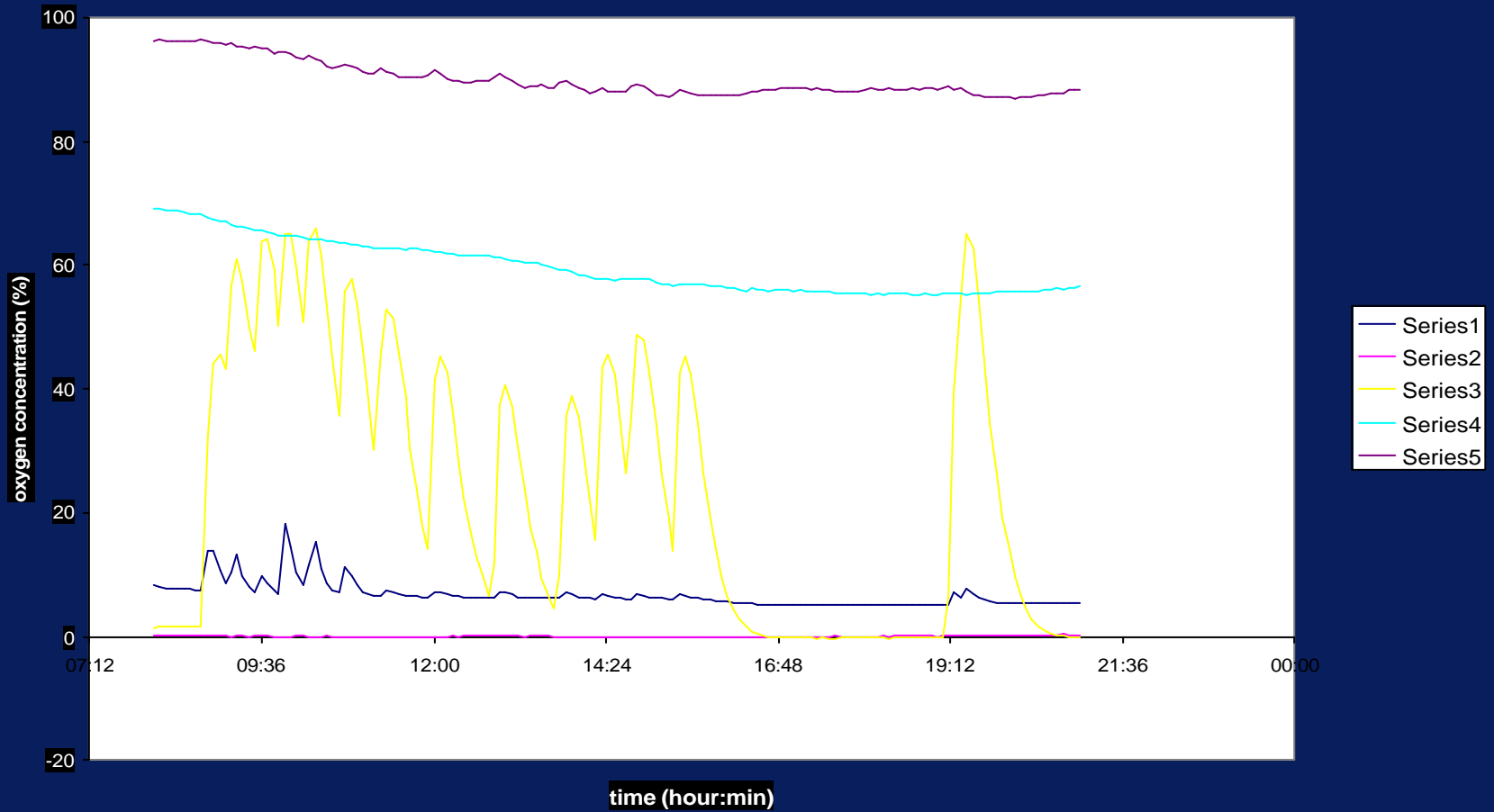
Bladoppervlak na 5 weken



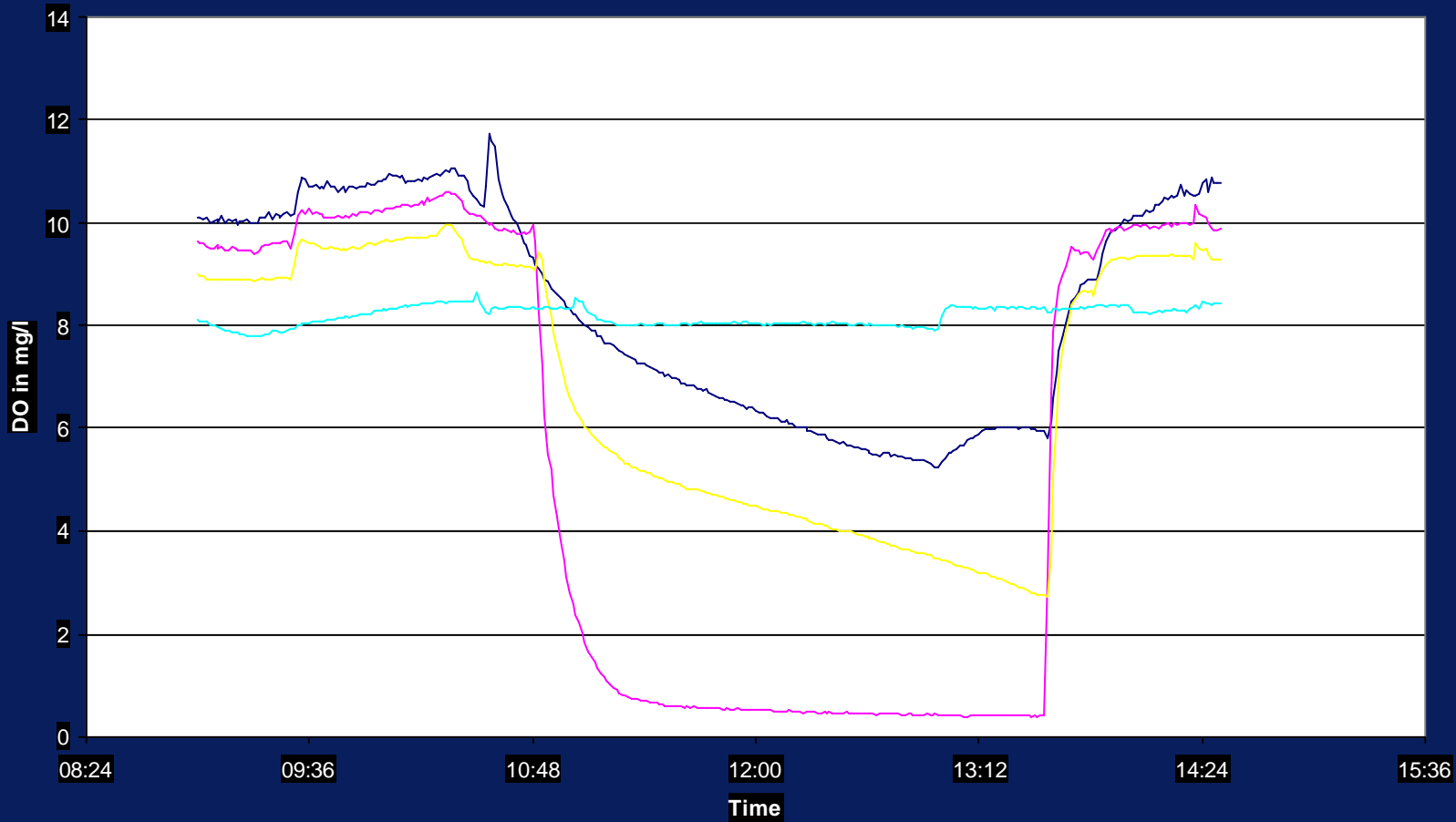
Overige projecten

- **Titel:** *Praktijkmeting en zuurstofverbruik bij komkommer – e tomatenteelt*
- **Opdrachtgever** Grodan; uitvoerder TNO
- **Resultaten:**
- **Zuurstof**niveau in substraten worden volledig bepaald door watermanagement
- **COP** waarden en **zuurstof**behoeften van jonge en volwassen tomaten en komkommer planten zijn bepaald

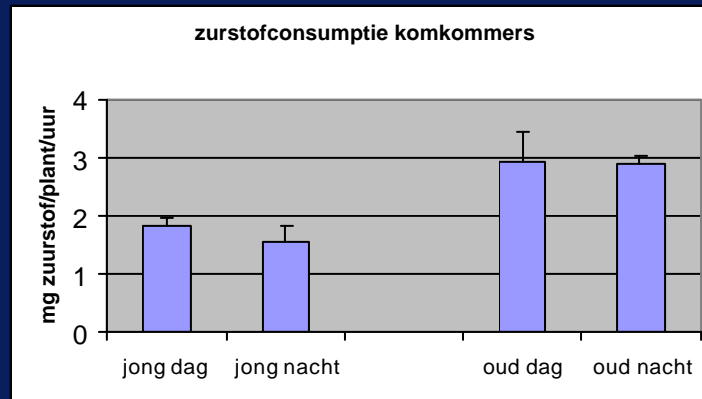
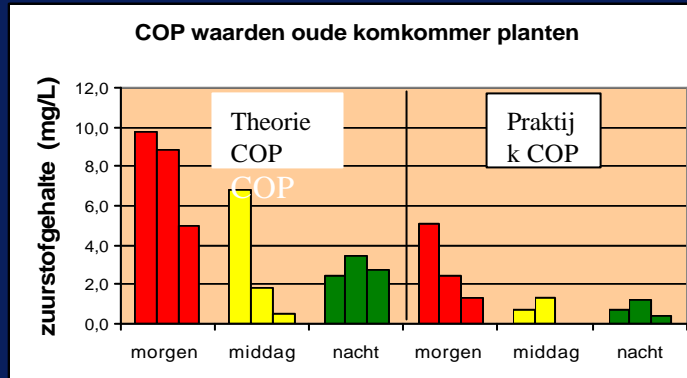
Zuurstof profiel op wortelniveau in steenwol in de kas



Zuurstof consumptie



COP waarden en zuurstofverbruik



- Bovenstaand verbruik is een gemiddelde over enkele uren
- Onder optimaal condities kan zuurstofverbruik oplopen tot 26-40 mg/uur/plant

Overige projecten

- **Titel:** *Wortelverdikking bij komkommer: rol van zuurstof en gaswisseling* (Uitvoerder AB-DLO; De Visser et al.)
- **Resultaat:** onder laboratorium condities leidt zuurstoftekort tot kringeling, en verdikking van wortels.
- Validatie in praktijk ontbreekt

Overige projecten

- **Titel:** Verlaging van de zuurstofspanning in combinatie met een besmette voedingsoplossing (in het kader van onderzoek naar verdikking bij komkommer) (Uitvoerder AB-DLO)
- **Resultaat:** verlaagde zuurstofspanning en/of besmet voedingswater leidt tot kringeling, maar niet tot wortelverdikking
- De hypothese wordt geopperd dat veranderde omgevingsfactoren de primaire oorzaak is van wortelverdikking.

Groente en fruit

- **2002**
- *Titel: Kleine, frequente startbeurten lijken productie te verhogen* (Uitvoerder Cultilene).
- **Opmerking:** in lijn met PT vervolproject 10.907. Meer verversing van **zuurstof**?
- *Titel: Beluchting verbetert kwaliteit gietwater* (bijeenkomst met o.a LTO en Gademan)
- **Strekking:** oxidatie (en neerslaan) van ijzer, afbraak van organische stof, neerslag in leidingen verlaagt **zuurstof**gehalte en leidt tot ophoping van nitriet.
- **Oplossingen:** belucht uitgangswater, ontijzeren, drab in drainwater verwijderen, spuien van leidingen, waterstof peroxide.

Groente en fruit

- **2002**
- **Titel:** *Zuurstof in mat werkt sterk op wortels (Uitvoerder TNO)*
Verslag van PT project 10.907.
- Er wordt aangekaart dat zuurstof en watergehaltes sterk per teler verschillen. Begrip COP wordt genoemd, en mogelijk sturing in toekomst op grond van zuurstofmetingen.
- **Titel:** *Substraatkeuzes beïnvloedt Phytium in komkommer (uitvoerder PPO)*
- In steenwol veel hogere aantasting door Phytium dan in perliet, kokos, puimsteen. Verschillen in **zuurstof** en temperatuur spelen hierbij geen rol
- (onderbouwing ontbreekt !!!)

Groente en fruit

- **2003**
- **Titel:** *Conditie Substraat spelen rol bij Phyium (uitvoerder PPO)*
- In steenwol veel hogere aantasting door Phyium dan in perliet, kokos, puimsteen. Oorzaak wordt gezocht in fysische eigenschappen van substraten, waardoor met name watergehaltes sterk verschillen. Gesuggereerd wordt om **droger** te telen, maar dat brengt risico's met zich mee.
- Gesteld wordt dat **zuurstof** en temperatuur geen rol spelen, maar metingen zijn summier, en redenering rammelt.
- Link (foutief) watermanagement en **zuurstof** wordt helaas niet gelegd

Groente en fruit

- **2003**
- *Titel: Substraatloos telen in Italië goed mogelijk*
- **Tomatenteelt op stromend water**
- **Volledig gesloten systeem**
- **Weinig problemen met ziekteverwekkers**
- **Belangrijkste argument is het zuurstofgehalte**

Groente en fruit

- **2003**
- **Titel:** *Beluchting verbetert gietwater* (Uitvoerder Gademan, Aqualab)
- Herhaling artikel 2002
- **Resultaat:** Zuurstofgehaltes van minimaal 8 mg/L voorkomt minerale neerslag ,en voorkomt ophoping methaan, en nitriet
- **Oplossingen:** beluchten, kleine dagvoorraden, drab (organisch materiaal) regelmatig verwijderen,

Groente en fruit

- **2003**
- **Titel:** *zuurstof bij wortels op niveau houden*
- **Resultaat:** Verslag van EET project van TNO. PPO en Grodan

- Optimaliseren van zuurstofgehalten rond de wortels kan in de toekomst wellicht een teeltmaatregel worden

- **Titel:** *Denitrificatie verliespost voor stikstof (Uitvoerders: PPO en Alterra)*
- **Resultaat:** door zuurstoftekort in de bodem treedt denitrificatie op, en gaat dus nitraat verloren

- Er wordt gesteld dat **meer kennis** nodig is onder welke omstandigheden denitrificatie plaats vindt

Groente en fruit

- **2004**
- **Titel:** *Zuurstof in druppelwater lang onderschat (review over werk van TNO, Gademan)*
- **Relatie watermanagement , zuurstof en opbrengst uiteengezet**
- **Verder worden resultaten van Gademan over gietwater nog eens op een rij gezet**
- **Aangekaart dat meer onderzoek nodig is om watermanagement en optimale zuurstofhuishouding voor wortels te realiseren**

Vakblad voor de Bloemisterij

- 2002
- **Titel:** *Rozentelers worstelen met lozingen besluit*
- Op 1-4-2002 gaat het Lozingenbesluit Glastuinbouw van kracht die lozen van drainwater aan banden legt
- **Resultaat:** metaboliëten (organisch stof) afkomstig van micro-flora afbraak van wortels worden verantwoordelijk gehouden voor gewasstagnatie, maar een causaal verband is niet onderbouwd (uitvoerder PPO)

Vakblad voor de Bloemisterij

- **2003**
- **Titel:** *Voldoende zuurstof in watergift zorgt voor hogere opbrengst* (uitvoerder TNO)
- **Resultaat:** verslag van PT project 10. 907

Consensus van uitgevoerd onderzoek

- Door verschillende partijen (TNO, Gademan, PPO, Grodan, LTO) is hard gemaakt dat watermanagement cruciaal is voor o.a plantkwaliteit, opbrengst en ziektedruk
- Er is aangetoond dat zuurstofvoorziening in substraten volledig wordt bepaald door watermanagement
- Ook zijn er sterke *aanwijzingen* zuurstof een belangrijke factor is voor de kwaliteit van voedingswater
-

Ontbrekende kennis

- Relatie zuurstof en plantkwaliteit is op laboratorium en semi-praktijkschaal aangetoond, maar de relatie met **opbrengst** in de praktijk is nog niet hard
- Ook effect op **nutrienten reductie, energiebesparing, en ziektedruk** is aannemelijk, maar niet of onvoldoende onderbouwd
- Relatie tussen **recirculatie** problematiek, organische stof, microflora en zuurstofvoorziening is niet onderbouwd
- Relatie **licht** en zuurstofverbruik is wetenschappelijk hard, maar consequentie voor praktijk is onbekend
-
- Technologische en economische haalbaarheid om zuurstofbehoefte te betrekken in watermanagement ontbreekt
- Hardware om actief watergehaltes in substraten te sturen is veelbelovend, maar staat nog in de kinderschoenen