

PPS Ion Specifiek Telen

Oktober 2019

Chris Blok en Ellen Beerling (WUR Glastuinbouw) namens het projectteam



Samenvatting

In het PPS project Ion Specifiek Telen ontwikkelen we een nieuwe nauwkeuriger manier van meten en doseren van de voeding, waarmee de voedingssamenstelling van alle macro-elementen op uur basis kan worden afgestemd op de plantopname. Hierdoor wordt telen zonder lozingen gemakkelijker en kan de groei van de plant beter beheerst en geoptimaliseerd worden. In dit project wordt de meerwaarde van ion specifiek telen aangetoond voor de praktijk. Het verwachte positieve effect op de groei (2-4% opbrengstverhoging) moet worden bewezen en inzichtelijk worden gemaakt. Ook wordt onderzocht of de meet- en doseertechniek robuust en betrouwbaar genoeg zijn voor de glastuinbouw praktijk.

Achtergrond

Waarom ion specifiek meten?

Op dit moment wordt de voedingsgift gestuurd op drainmonsters die eens in de 7-21 dagen worden genomen. Dit werkt op zich goed, maar hier is een verbetering te maken. Als het meetinterval wordt verkort, ontstaat kennis van de dynamiek per dag en kan de groei nauwkeuriger worden gevolgd. Dit is belangrijk om te voorkomen dat de plant meer energie dan nodig gebruikt voor voedingsopname en om te voorkomen dat de kwaliteit van uitgroeiende cellen blijvend beïnvloed wordt. Van calcium en kalium laten incidentele gegevens al zien dat de opname verhouding fluctueert over het etmaal.

Waarom deze meter?

Er zijn 6-7 meetprincipes voor ion specifieke meten en er zijn alleen al in Europa meer dan 5 bedrijven die ion specifieke meters aanbieden. Op basis van overzicht studies en ervaringen van gebruikers is gezocht naar systemen die a) minstens alle macro elementen kunnen meten; b) het minste last hebben van storing van de meting van een element door de wisselende aanwezigheid van een ander element (interferentie).

Het [CELINE](#) apparaat van The Sensor Factory voldoet op dit moment het best aan de criteria. Dat sluit niet uit dat op termijn andere principes ook praktijkrijp worden.

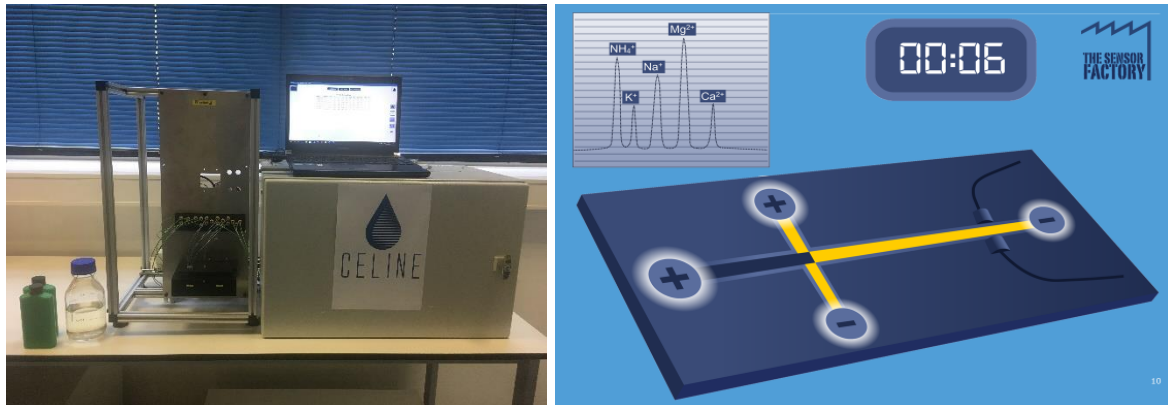
Hoe wordt de sensor getest?

[Standaard Water](#) wordt gebruikt voor het testen van de apparatuur (valideren) door CEW, het Centre of Expertise Water-technologie. Standaard Water is representatief voor drainwater van uiteenlopende substraatteelten, en bevat naast alle nutriënten ook gewasbeschermingsmiddelen en vervuilingen. Voor concentraties nutriënten, temperatuur, pH en EC zijn grenswaarden gedefinieerd die recht doen aan wat in de praktijk wordt toegepast. Deze grenswaarden bepalen de meetranges die in de validatietests worden gebruikt.

Hoe werkt deze CELINE meter?

De meting vindt plaats aan voedingsoplossing die volautomatisch ingebracht wordt in microkanalen in een glasplaatje van 2x5 cm. Alle hoofdelementen zijn als ion (opgelost zout) in de voedingsoplossing aanwezig en hebben dus positieve (kationen) of negatieve (anionen) lading. Als over een korte afstand een spanningsverschil wordt aangebracht, zullen de kationen in de oplossing gaan bewegen naar de ne-

gatieve pool en de anionen naar de positieve pool. Omdat de ionen niet even groot zijn, bewegen ze met verschillende snelheden. Aan het einde van een kanaaltje kan met een micro geleidbaarheidsmeter worden gemeten wanneer en hoeveel van een ion langs de sensor loopt. Omdat de looptijd en volgorde van de ionen vooraf bekend is, kan worden vastgesteld hoeveel van welk ion aanwezig is. De meting van één monster duurt ongeveer 15 minuten (inclusief spoelen).



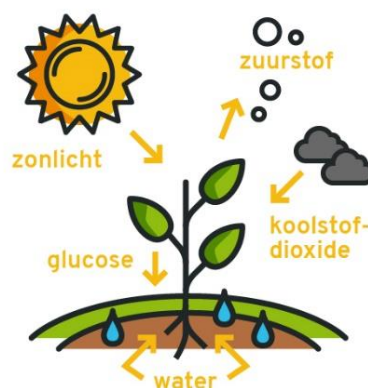
Figuur 1: Links het Celine apparaat en rechts het principe van de CELINE meter: onder een glasplaat met micro kanalen, spanningsverschil en een microgeleidbaarheidsmeter. Boven een voorbeeld van de output van de geleidbaarheidsmeting in de tijd.

Waarom meten van de zuurstofopname van de wortels?

Het kost meestal energie om de juiste voedingsionen op te nemen, maar soms kost dat meer energie dan nodig doordat de verhouding van de ionen niet optimaal wordt aangeboden (zie fig 2). De benodigde energie voor opname komt beschikbaar tijdens de verbranding van assimilaten (b.v. glucose). Deze assimilaten zijn door de groene delen van de plant gemaakt (fotosynthese, zie figuur). Als de wortels minder assimilaten voor de opname gebruiken blijven er meer assimilaten over voor groei van de bovengrondse delen. Door het zuurstofverbruik van de wortels bij verschillende voeding te vergelijken, kan worden bepaald welke voeding meer assimilaten overlaat voor bovengrondse groei.

Hoe werkt de zuurstofhuishouding van een plant (figuur 3)?

Overdag wordt zonlicht door de groene delen van de plant gebruikt om koolzuurgas (koolstofdioxide) op te nemen en om te zetten in assimilaten zoals glucose. Bij dat proces komt zuurstof vrij als nevenproduct. Zowel overdag als 's nachts gebruiken alle delen van de plant zuurstof om assimilaten om te zetten in energie die nodig is voor allerlei processen en voor groei. Daarbij komt koolzuurgas vrij. De productie van zuurstof overdag is meestal veel groter dan het verbruik van zuurstof over het etmaal.



Figuur 2: Principe van assimilatie; zonlicht wordt door de bovengrondse groene delen gebruikt om uit koolzuurgas glucose te maken. De glucose wordt door de hele plant vervoerd en gebruikt om dag en nacht energie en bouwstoffen te leveren.

Waarom meet je de bovengrondse groei niet?

Door verschillen tussen individuele planten is het kleinste opbrengstverschil dat kan worden gemeten in plantproeven 5-10%. Het theoretisch verwachte verschil is echter net onder de 5% (wat economisch nog steeds relevant is). De veronderstelling is, dat voor zo'n klein verschil in bovengrondse groei, het zuurstofverbruik van de wortels al snel 30-40% toe of afgenomen is. Dat is bruikbare kennis, want een verschil van 30-40% is gemakkelijker met zekerheid vast te stellen. Als voorbeeld: in figuur 4 betekent de verschuiving van 3 eenheden assimilaten voor de vrucht -5% maar voor de wortel +33%.

D1: Aantonen praktisch groeieffect

Assimilaten	Voeding A	Voeding B
Uit zonlicht	100	100
Blad	29	29
Wortel	3	3
Wortelopname	9	12
Vrucht	59	56

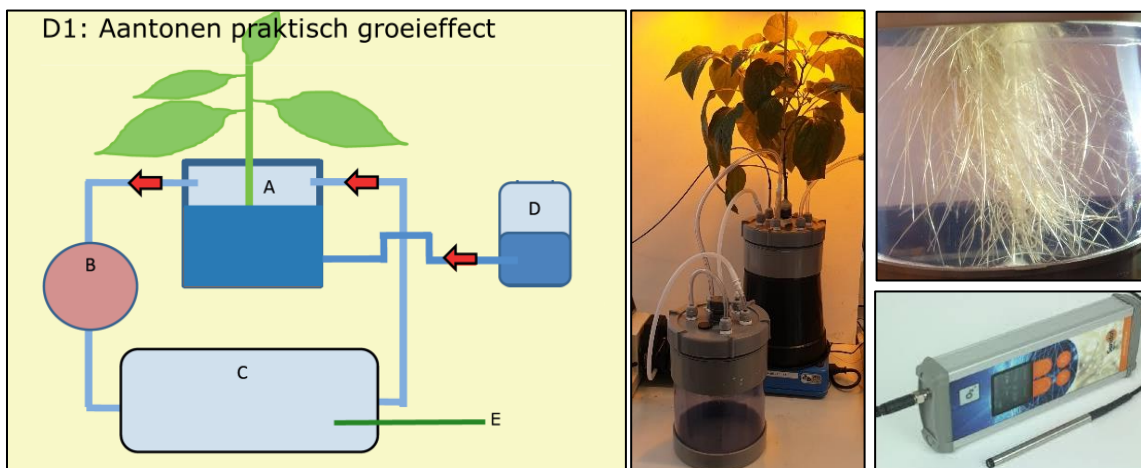
Voeding A	Plantopname A	Voeding B	Plantopname B
3K ⁺	3K ⁺	3K ⁺	3K ⁺
2Ca ⁺⁺	1Ca ⁺⁺	3Ca ⁺⁺	1Ca ⁺⁺
5NO ₃ ⁻	3NO ₃ ⁻	3NO ₃ ⁻	3NO ₃ ⁻
1SO ₄ ⁻⁻	1SO ₄ ⁻⁻	3SO ₄ ⁻⁻	1SO ₄ ⁻⁻

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Figuur 3: Voorbeeld met fictieve getallen laat zien dat opname van de juiste elementen uit voeding B meer assimilaten kost dan opname van dezelfde elementen uit voeding A.

Zuurstofopname van wortels is toch moeilijk te meten?

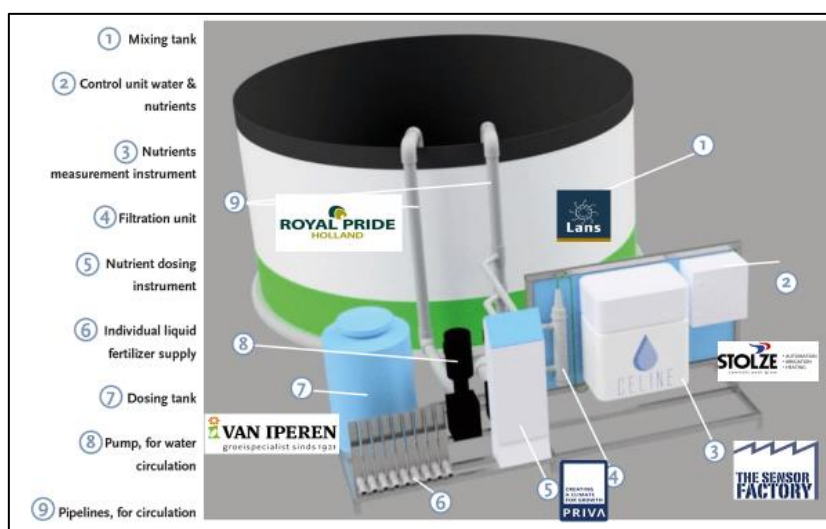
De opstelling is moeilijk te bouwen omdat die wel gasdicht moet zijn om zuurstof uit de buitenlucht buiten te houden en tegelijk de plantstengel niet afgeknepen mag worden. Maar als die opstelling eenmaal werkt is de meting van het zuurstofgehalte weer vrij eenvoudig en nauwkeurig. Dat stadium hebben we nu bereikt.



Figuur 4-7: De bouw van de opstelling vraagt om een gasdichte container (A) waarin de wortels van een plant groeien. Lucht kan met een pomp (B) worden gerecirculeerd over een zak met lucht (C), voeding kan worden aangevuld uit een tweede zak (D) en het zuurstofverbruik wordt gemeten met een sensor (E). Figuur 5 toont de werkelijk gebouwde opstelling. Figuur 6 toont de wortelgroei in de voedingsoplossing in de gasdichte container. Verlaging van zuurstofgehalte in het water (door wortel activiteit) betekent een verlaging van het zuurstofgehalte in de lucht. Figuur 7 toont de gebruikte zuurstofmeter die het zuurstofgehalte in de lucht meet.

Alleen een ion specifieke meter is toch niet genoeg?

Klopt, de meter vervangt alleen de drainmeting (en de aanvoermeting) en analyses door de laboratoria. Voor het werkelijk ion specifiek doseren moet een ion specifiek meetapparaat fysiek geïntegreerd worden met bestaande doseerapparatuur en waterzijdige apparatuur (zie figuur 8). Daarnaast moeten gegevens op een gestandaardiseerde manier worden uitgewisseld tussen ion specifiek meetapparaat, een elektronisch advies systeem, een meststoffen unit en het doseersysteem. Tenslotte moeten alle gegevens worden opgeslagen in een database voor controle en overzicht. Om optimaal te kunnen profiteren van de nauwkeurige in-line metingen maken we gebruik van de digitale BemestingsAdviesBasis 2.0, die recent door WUR Glastuinbouw in opdracht van de Club van 100 en T&U is ontwikkeld. Op basis van de meting wordt op elke gewenst moment een gewas- en stadium-specifiek aanvulrecept uitgerekend (dat vanaf de A/B bak gedoseerd moet worden). Dat recept gaat naar de meststoffenunit en wordt daar omgerekend naar kilogram of liter van de beschikbare meststoffen. Tenslotte worden die getallen weer omgerekend naar aantal slagen dat een motor of pomp moet lopen om de dosering te realiseren bij het gebruikte type meststoffenunit.



Figuur 8: In dit project gaan de meetwaarden van het meetapparaat van The Sensor Factory (3) naar WUR Glastuinbouw waar op basis van de BemestingsAdvies Basis 2.0 het juiste recept in mmol/L wordt uitgerekend. Dit wordt doorgestuurd naar Van Iperen die het recept omzet naar een dosering in liters (6-7). Die gegevens gaan naar Priva die het liter recept weer omzet in instructie naar de doseerpompen van de meststoffen unit (4-5). Alle gegevens worden opgeslagen in een database die voor alle deelnemers toegankelijk is.

Hoe zit het met de sporenelementen?

Sporenelementen zijn in beginsel met hetzelfde principe meetbaar. Omdat de concentraties veel lager liggen is dit lastiger te realiseren maar niet onmogelijk. TSF heeft besloten zich eerst te richten op de macro-elementen omdat hiervoor afwijkingen in concentraties en verhoudingen de grootste gevolgen hebben. Als het CELINE concept in praktijk geaccepteerd wordt, gaat TSF zich ook op de micro-elementen richten.

Wat kan er allemaal met ion specifiek meten?

Er kan, desnoods per uur, worden gevolgd wat de samenstelling van de drain en de aanvoer naar de plant zijn. Hiermee kunnen 1) fluctuaties door plotselinge snelle opname of plotselinge ongelukkige drainbijmenging worden opgemerkt; 2) veilig afwijkende schema's worden gedoseerd; 3) sluitende balanssen worden opgesteld voor de plantopname van voeding en water. De plantopname kan vervolgens weer worden gekoppeld aan bovengronds klimaat (instraling, temperatuur, luchtvochtigheid).