

## **Uitdagingen water en tuinbouw**

Diverse ontwikkelingen op het gebied van water en tuinbouw stellen tuinders voor nieuwe uitdagingen. De emissievrije kas en zoetwatertekorten [1] leiden tot de noodzaak voor vergaande recirculatie, maar ook hergebruik van stedelijk, industrieel of tuinbouw-afvalwater. De glastuinbouw maakt een overgang mee van doorstroombedrijf (water in, water uit) naar een kas waar water zo lang mogelijk wordt vastgehouden (circulaire kas) [2]. Hieraan hangen risico's voor plant- en mensgezondheid, maar ook kansen door minder verspilling van nutriënten en betere beheersbaarheid van de waterkwaliteit.

Samenwerkingsverbanden van tuinders, universiteiten, onderzoeksinstituten en technologieleveranciers onderzoeken deze aspecten om tot productieve, efficiënte en veilige tuinbouw te komen. Daarvoor worden de nieuwste meettechnieken, zuiveringstechnieken en inzichten gebruikt. In dit artikel worden recente ontwikkelingen rond de microbiologische waterkwaliteit in de kas gepresenteerd en hun potentie voor de praktijk besproken. KWR voert al 40 jaar drinkwateronderzoek uit. De kennis over waterkwaliteit, waterhergebruik en het microbioom uit dit onderzoek implementeert KWR nu in de tuinbouw voor onderzoek naar de effecten van recirculatie op plantgezondheid en veiligheid van de producten voor de consument.

### **Gezond water in de kas**

Water is essentieel voor planten, maar niet elk water is hetzelfde en het kan ook een transportmiddel vormen voor ziekteverwekkers (pathogenen). Het watersysteem is op te delen in i) water in de opslag en aanvoer (schoonwater silo's, toevoerleidingen, druppelaars en andere watergeefsystemen), ii) water in het wortelmilieu (op en in de wortels, in het substraat), en iii) water in de afvoer, oftewel drainwater (goten, folies, vloeren, afvoerleidingen, vuilwater silo's) [3]. In de verschillende onderdelen van het watersysteem bevindt zich een grote diversiteit aan bacteriën, schimmels en virussen, mede dankzij de aanwezige planten-voedingsstoffen en organisch materiaal. Planten leven samen met micro-organismen en een gezonde microbiologische populatie rond de wortels kan groei stimuleren en maakt planten weerbaarder tegen ziektes.

Een goede microbiologische kwaliteit van het gietwater zorgt voor een robuuste groeiomgeving waarin ziekteverwekkende micro-organismen minder kans hebben om zich te vestigen en vermeerderen. Het is daarom belangrijk om een goede, beschermende microbiologische gemeenschap te creëren en te handhaven in het gietwater als basis voor een gezonde plantengroei tijdens de teelt. Overal waar water is, is een biofilm aanwezig, in het bassin, in leidingen, pompen, waterreservoirs, maar ook direct op de wortels van de planten. De biofilm speelt een cruciale rol bij de microbiële processen in het water. Zo is vanuit de drinkwater bemonstering bekend dat de meeste micro-organismen zich niet in het water bevinden, maar in de biofilm die zich bevindt aan de wand van bijvoorbeeld de leidingen van het distributiesysteem. We weten ook dat voedingsstoffen in het water vaak worden gebruikt door de bacteriën in de biofilm, en dat bij een toename van voedingsstoffen in het water de biofilm toeneemt in omvang. Het water en de biofilm zijn in een permanente interactie met elkaar. De biofilm kan als een reservoir dienen voor alle soorten micro-organismen, inclusief ziekteverwekkende. Deze ziekteverwekkers zijn vermoedelijk altijd in lage aantallen aanwezig, maar kunnen een gezonde plant in een robuust teeltsysteem vermoedelijk niet ziek maken. Pas als de omstandigheden voor de teelt ten gunste veranderen voor de ziekteverwekker, bijvoorbeeld doordat condities gunstig zijn voor vermeerdering van plantpathogene micro-organismen in het watersysteem of wanneer de plant zwak is, kunnen ze een plant infecteren. Omstandigheden die hierbij mogelijk een rol spelen zijn bijvoorbeeld een hoge temperatuur van het gietwater en/of veel oplosbaar organisch materiaal in het water. Hierdoor kan snelle groei van micro-organismen optreden, met als gevolg een overmatige zuurstofconsumptie. Hierdoor kan het systeem op bepaalde plaatsen zuurstofloos (anaeroob) worden met een negatief effect op plantgezondheid. Bacterie- en schimmelsoorten in de biofilm zijn niet gelijk aan de bacterie- en schimmelsoorten in het water, waardoor het karakteriseren van micro-organismen in watermonsters geen informatie geeft

over micro-organismen in de biofilm. Om een teeltsysteem microbiologisch volledig in kaart te brengen is het daarom belangrijk om micro-organismen in zowel het water als de biofilm te monitoren. Daarnaast is de aanwezigheid van verschillende populaties micro-organismen een dynamisch proces dat afhankelijk is van een groot aantal factoren. Tijdens de opstart van de teelt zijn de populaties anders dan in het midden of aan het eind van de teelt. Het enten van een startende teelt met de goede micro-organismen kan daarom ook belangrijk zijn voor een stabiele start van een teelt. Een weerbaar wortelmilieu van de plant is afhankelijk van gezond water en een efficiënte waterhuishouding.

### **Recirculeren**

Onder invloed van de emissienormen van stikstof zijn telers steeds meer drainwater gaan hergebruiken [4]. Door recirculeren is er minder zoetwatervraag, worden emissies naar het milieu voorkomen en blijven nuttige stoffen zoals nutriënten behouden. Er zijn ook risico's, als één plant besmet is, of bij besmetting van het water van buitenaf (vogels, insecten) kunnen virussen, bacteriën en/of schimmels door de hele kas worden verspreid. Bij de glastuinbouw op substraat of op water speelt de microbiologie in het recirculatie water een belangrijke en wellicht cruciale rol [5]. Het is tot op heden nog onbekend in hoeverre virussen, bacteriën en/of schimmels recirculeren en een effect hebben op plantgezondheid en wat het effect van ontsmetting hierop is. Een veranderende organische stofsamenstelling door recirculatie is van invloed op de samenstelling en functionaliteiten van de microbiologie in kassystemen. Het in kaart brengen van de microbiologie in het water en rondom het wortelmilieu is belangrijk om de effecten op de plantgezondheid te bepalen. Door recirculatie kan de waterkwaliteit verslechteren wat nu vaak aanleiding geeft tot permanente desinfectie [2]. Met nieuwe technieken kan een besmetting in het drainwater binnen enkele uren worden gedetecteerd (early warning) en de zieke plant of zwakke plek in de kas worden opgespoord. Door deze meting voorafgaand aan een gevalideerde ontsmetting te doen, zou de afwezigheid van pathogenen in het gerecirculeerde water kunnen worden geborgd. Zo zou grootschalige besmetting van de kas en daarmee verlies van inkomsten kunnen worden voorkomen.

### **Andere bronnen**

Door verdamping en plantengroei blijft er, ondanks recirculatie, een aanzienlijke zoetwatervraag in de kas. Restwaterstromen kunnen een goed alternatief vormen voor grondwater en drinkwater. Veel restwaterstromen zijn, in tegenstelling tot regenwater, continu beschikbaar. Gemeentelijk of industrieel afvalwater kan echter ziekteverwekkers voor planten of mensen bevatten. In regelgeving en monitoring is veel aandacht voor menspathogenen. Zo stelt de EU regelgeving voor waterhergebruik voor irrigatie eisen aan de concentraties *E. coli* en vereist Global G.A.P. het meten van *E. coli* in irrigatiewater. Dit biedt echter geen de bescherming van plantgezondheid, aangezien de aanwezigheid van *E. coli* duidt op mogelijke aanwezigheid van menspathogenen, maar *E. coli* nauwelijks een relatie heeft met de aanwezigheid van plantpathogenen. Ook zijn de meeste plantpathogenen beter bestand tegen ontsmetting dan *E. coli*. Daarom kunnen er nog plantpathogenen (of persistente menspathogenen) in het ontsmette water aanwezig zijn, terwijl er geen *E. coli* wordt gevonden. In analogie met de Nederlandse wetgeving voor drinkwaterveiligheid zou voor irrigatiewater een risicoanalyse voor plantpathogenen (en persistente menspathogenen) kunnen worden opgenomen in het risicobeheersplan om de veiligheid voor mens en plant beter te borgen. In onder andere het TKI project Borging van effluent RWZI voor glastuinbouwsector wordt gewerkt aan een dergelijke risicoanalyse voor plantpathogenen.

### **Zuiveren**

Een effectieve zuivering is nodig om veilige recirculatie of hergebruik mogelijk te maken. Het is van belang vooraf goed te bepalen welke waterbehandeling toegepast moet worden. Enerzijds moet worden bepaald in welke mate de verschillende ziekteverwekkers moeten worden verwijderd: wat is hun concentratie in het aangevoerde water en wat is een veilige concentratie in de kas? Vervolgens moet voor de verschillende zuiveringstechnologieën de effectiviteit worden bepaald in relatie tot

condities zoals waterkwaliteit, dosering en capaciteit. Zo kan de zuivering precies worden afgestemd en wordt te weinig (risico op ziektes) of te veel (geldverspilling) zuivering voorkomen. Deze inzichten helpen ook bij het bewaken van de zuivering, het verbeteren van technologieën en het minder afhankelijk zijn van gewasbeschermingsmiddelen. Zuivering biedt echter geen bescherming tegen groei van ziekteverwekkers in de biofilm. Het water in de aanvoer is doorgaans gedesinfecteerd (bijv. met UV, ozon, verhitting, peroxide of chloor). Micro-organismen die na desinfectie nog aanwezig zijn of via een andere weg in het systeem komen, bijvoorbeeld bij aanplant, kunnen in het watersysteem overleven en/of groeien en kunnen onder gunstige milieucondities alsnog een biofilm vormen in de leidingen van het irrigatiesysteem. De veelvuldig gebruikte desinfectiemiddelen die ingezet worden om biofilm in het systeem te verwijderen, zorgen voor selectiedruk op het microbioom in het wortelmilieu, waardoor ziekteverwekkers ruimte kunnen krijgen om zich te vermeerderen [3]. Het is nagenoeg onmogelijk om een biofilm volledig te verwijderen. Desinfectie van het systeem (bijvoorbeeld chloor toevoeging) zal een deel van de biofilm afbreken, maar uit praktijkexperimenten blijkt dat de biofilm vaak al na 1 tot 2 weken weer een gelijke omvang heeft als voor de behandeling. De zuivering van het voedings- of recirculatiewater kan ook worden ingezet om biofilm bevorderende stoffen te verwijderen en zo overmatige biofilmvorming te voorkomen.

### **Monitoren**

Microbiologische analyses worden traditioneel uitgevoerd met tijdrovende kweek- en infectiviteitsmetingen waarbij pas na dagen bekend is of er ziekteverwekkers in het water aanwezig zijn. In de drinkwatersector zijn verschillende methoden ontwikkeld waarmee micro-organismen in water en de biofilm snel kunnen worden onderzocht. Ook kunnen veranderingen in samenstelling en hoeveelheid en de microbiologische groeipotentie van het water worden bepaald. Moleculaire analysetechnieken detecteren levende en dode cellen (DNA), alleen levende cellen (RNA) of de aanwezige biomassa in het water en kunnen zeer snel en gevoelig meten. Bovendien lenen deze technieken zich voor automatisering en meten op locatie wat implementatie vergemakkelijkt en kosten reduceert. Zo kan gericht worden gezocht naar ziekteverwekkers in het water voorafgaand aan zuivering voor early warning in geval van een besmetting in het water. Wanneer bekend is hoe effectief zuivering deze organismen verwijdert biedt de combinatie met monitoring een bevestiging dat de waterkwaliteit na zuivering veilig is voor de planten en de producten veilig zijn voor de consument.

Met behulp van Next-generation sequencing (NGS) kan een brede vingerafdruk van de aanwezige microbiologie, zowel DNA als RNA, in het water worden gemaakt. Momenteel wordt onderzocht welke vingerafdrukken wijzen op een groei bevorderend en weerzaam microbioom in het water. Door veranderingen te meten in deze populatie kan vroegtijdig worden ingegrepen bij ongewenste ontwikkelingen van het microbioom. De biomassa kan worden bepaald met snelle ATP metingen. ATP is een stof die de energie in cellen vervoert. Elke bacteriële cel bevat ATP. Water in de kas bevat veel verbindingen die door bacteriën kunnen worden gebruikt als energiebron. De groeipotentie van micro-organismen op deze verbindingen kan worden bepaald door de biomassaproductiepotentie (BPP) met behulp van de continue biofilmmonitor (CBM). Door een slimme, gecombineerde inzet van deze technieken en beheersmaatregelen toe te passen kan de waterkwaliteit in de kas optimaal gehouden worden.

### **Referenties**

[1] Samenwerking binnen afsprakenkader Emissieloze kas voortgezet (2019). Glastuinbouw Waterproof

[2] Bonnet, J., Grimbergen, A., Korteland, J., Luijendijk, T., van der Wurff, A.W.G. (2020). Waterkwaliteit snel in beeld

[3] ] Bonnet, J., Korteland, J., Luijendijk, T., Krosse, J., van der Wielen, P., Learbuch, K., Hornstra, L., Verschoor, A., van der Wurff, A.W.G. (2020). Microbieel gezond water

[4] Lozen afvalwater bij substraatteelt. Geraadpleegd 13-09-2023 [Lozen afvalwater bij substraatteelt - Kenniscentrum InfoMil](#)

[5] Hornstra, L. Structurele aanpak microbiologische waterkwaliteitsproblemen bij teelt op water en substraat. KWR 2017.013 2017