



Zink in recirculerende teeltsystemen

Toepassing van een 'selectief' zinkmembraan

Barbara Eveleens, Jim van Ruijven

Rapport WPR-1297

Referaat

In gesloten teeltsystemen kunnen elementen ophopen als ze meer worden toegevoegd dan worden opgenomen door het gewas. Zink lost in een aantal teeltsystemen op in het drainwater en kan daarmee voor gewasschade zorgen (ijzergebrek). In het project is een 'selectief' zinkmembraan toegepast in de teelt van dendrobium, waarmee het opgeloste zink in de vuil draintank gehouden kan worden, zonder emissie van water. Hierdoor kan een groter percentage drainwater bijgemengd worden, zodat emissie van drainwater onder invloed van zink voorkomen kan worden. Er is nog geen oplossing gevonden om het zink selectief genoeg uit water te kunnen verwijderen om afgevoerd te kunnen worden.

Abstract

In closed cultivation systems, elements will increase in concentration if more is added to the water than can be taken up by the crop. Zinc dissolves in some cultivation systems in drain water and can potentially cause crop damage (mainly by lack of iron). In this project a 'selective' zinc membrane is applied in the cultivation of dendrobium, that stopped dissolved zinc from passing to the clean drain tank, without emission of water. This creates a situation in which more drain water can be recirculated, so that emission of drain water by increased zinc can be prevented. No solution was found to remove zinc selectively enough from the water the be discharged.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1297

Projectnummer: 3742288600

BO-nummer: BO-60-002-002

DOI: [https://doi.org/ 10.18174/650561](https://doi.org/10.18174/650561)

Dit project / onderzoek is onderdeel van PPS Waterefficiënte teelt op substraat en mede tot stand gekomen door de bijdrage van TKI Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Stichting Kennis in je Kas en STOWA.

Disclaimer

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 - 48 56 06

F +31 (0)10 - 522 51 93

glastuinbouw@wur.nl

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

1	Inleiding	5
	1.1 Achtergrond	5
	1.2 Doel	5
	1.3 Aanpak	6
	1.4 Organisatie	6
2	Situatie en meetmethode	7
	2.1 Watersysteem	7
	2.2 Meetmethode	8
3	Resultaten	10
4	Conclusies	13
	Literatuur	14
	Bijlage 1 Concentraties nutriënten	15
	Bijlage 2 Concentraties zware metalen	16

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) stelt dat oppervlaktewater van chemisch en biologisch goede kwaliteit moet zijn per 2027. Voor de Nederlandse glastuinbouwsector zijn in dit kader afspraken gemaakt om de emissie van drainwater te beperken, vastgelegd in de emissienormen voor stikstof. In lijn met deze emissienormen zorgen Nederlandse telers ervoor dat ze drainwater maximaal opvangen en hergebruiken. Dit zorgt voor een grotere noodzaak om de waterkwaliteit op het bedrijf te monitoren en ervoor te zorgen dat concentraties van bepaalde stoffen niet oplopen en zo gewasschade kunnen veroorzaken.

Binnen de teelt van potorchidee (phalaenopsis, dendrobium, etc.) en gerbera wordt waargenomen dat door toegenomen recirculatie (en dus minder lozing) de concentratie zink in de voedingsoplossing kan oplopen, zelfs als de dosering van zink via verse voeding wordt gestopt. Een overzicht van de rol van zink in de teelt van phalaenopsis en bronnen van zink in teeltsystemen wordt gegeven in Blok en Kromwijk (2014):

- Zink is een metaal dat in kleine hoeveelheden (2 - 5 $\mu\text{mol/L}$; BemestingsAdviesBasis) nodig is om eiwitten en enzymen in de plant te laten functioneren. Veel verbindingen met zink spelen een rol bij het verlagen van de stressgevoeligheid.
- Zink wordt opgenomen als ion (Zn^{2+}), en concurreert daarbij met ijzer en mangaan. Dat wil zeggen dat een hoger gehalte van de één een lagere opname van de ander betekent. Zo uit zinkovermaat zich allereerst als een ernstig ijzertekort. De symptomen zijn vergeling van het blad tot wit toe van boven naar beneden en sterk achterblijvende groei.
- De oplossing is de zinkbron opsporen en elimineren. Herstel wordt bevorderd door de ijzergift sterk te verhogen (2 - 3x de bemestingsadvies waarde).
- Problemen met zink worden in het algemeen zichtbaar vanaf 20 - 25 $\mu\text{mol/L}$, maar bij hoge ijzergehalten in de voedingsoplossing pas bij een concentratie van >50 $\mu\text{mol/L}$. Een schadegrens voor zink is niet vastgesteld voor phalaenopsis, maar is onder andere afhankelijk van de pH en de concentratie ijzer. In de praktijk worden zinkgehalten in het retour/gietwater van maximaal 20-25 $\mu\text{mol/L}$ aangehouden. Bij hogere gehalten wordt er meer gespuid. Nu dit met de emissienormen stikstof niet meer mogelijk is, moet een oplossing worden gevonden voor het oplopen van de concentratie zink in de voedingsoplossing.

De belangrijkste bronnen voor zink in een teeltsysteem:

- Zinken kasdelen
 - Dakgoten aan binnen- en buitenzijde
- Gegalvaniseerde onderdelen in de kas waar water langsloopt dat uiteindelijk in de teelt wordt gebruikt, bijvoorbeeld teelttafels en staanders in teelt gerbera
- Bouten
- Binnenwerk van kranen
- Condenswatergoten
- Betonijzer
- Rasters

Eén bout of kraandeel kan genoeg zink afgeven voor problemen in complete kraanvakken. Opsporen en elimineren van de bron kan het oplopen van zink verminderen. Indien de bron moeilijk te achterhalen is, kan binnen enkele weken met systematische monsternames de bron worden vastgesteld.

1.2 Doel

Doelen binnen dit project zijn:

- Monitoren van de concentratie zink in een (nagenoeg) gesloten teeltsysteem voor potorchidee;
- het ontwikkelen en testen van een filter dat zink (selectief) kan tegenhouden.

1.3 Aanpak

Door middel van een korte literatuurstudie is onderzoek gedaan naar de mogelijke bronnen voor zink in teeltsystemen. Deze bronnen zijn vergeleken met een praktijksituatie bij een teelt van potorchidee (dendrobium). De waterstromen zijn in kaart gebracht en aanpassingen zijn gedaan aan het irrigatiesysteem om te komen tot een (nagenoeg) gesloten systeem. In het irrigatiesysteem is vervolgens een filter aangebracht voor het 'selectief' tegenhouden van zink in de recirculerende voedingsoplossing. Onderzoek is gedaan naar de effectiviteit van het filter op het verwijderen van zink en het effect op de andere voedingselementen.

1.4 Organisatie

De tests zijn uitgevoerd bij Fransen Orchideeën in Maasland, waar Bruine de Bruin een zink filter heeft geïnstalleerd. De eerste meting is in juli 2021 uitgevoerd door Jim van Ruijven i.s.m. Daniel Santos Cardoso (Bruine de Bruin). De vier metingen (januari, februari, maart en april) in 2022 zijn vooral uitgevoerd door Barbara Eveleens, in januari i.s.m. Jim van Ruijven en Daniel Santos Cardoso.

2 Situatie en meetmethode

2.1 Watersysteem

Dendrobium is een potorchidee die geteeld wordt op open teelttafels met irrigatie via een beregeningsinstallatie. Het teeltsysteem is identiek aan het teeltsysteem voor phalaenopsis, een ander lid uit de familie van de potorchidee. Drainwater wordt onder de teelttafels opgevangen via een Erfgoedvloer en afgevoerd naar een vuil drain bassin. Het vuil drain bassin ligt op het onderzochte bedrijf in de teeltafdeling onder de teelttafels en wordt in drie banen heen en weer gepompt. Ook de rioolbuffer is in de kas gelegen onder de teelttafels. Vanuit de vuil drain opslag wordt het water behandeld met een Amiad schermfilter en Vialux HDUV, voordat het wordt opgeslagen in een schoon draintank en bijgemengd in de voedingsoplossing. Vuil drainwater en filterspoelwater kan worden overgepompt naar een rioolbuffer om te worden afgevoerd naar het riool.

Onder invloed van de emissienormen stikstof heeft de teler aanpassingen laten doen aan het irrigatiesysteem (zie Figuur 2-1), zodat filterspoelwater wordt hergebruikt op het bedrijf via de vuil draintank. Vervolgens is extra waterbehandeling en buffervolume ingepast tussen de vuil draintank en de bestaande waterbehandeling, voor het verwijderen van zink (zie Figuur 2-2). De door Bruine de Bruin gebruikte zinkmembranen zijn gevoelig voor vervuiling, waardoor voorfiltratie met een bandfilter en een ultrafiltratie noodzakelijk zijn. Stapsgewijs ziet het waterbehandelingsproces er als volgt uit:

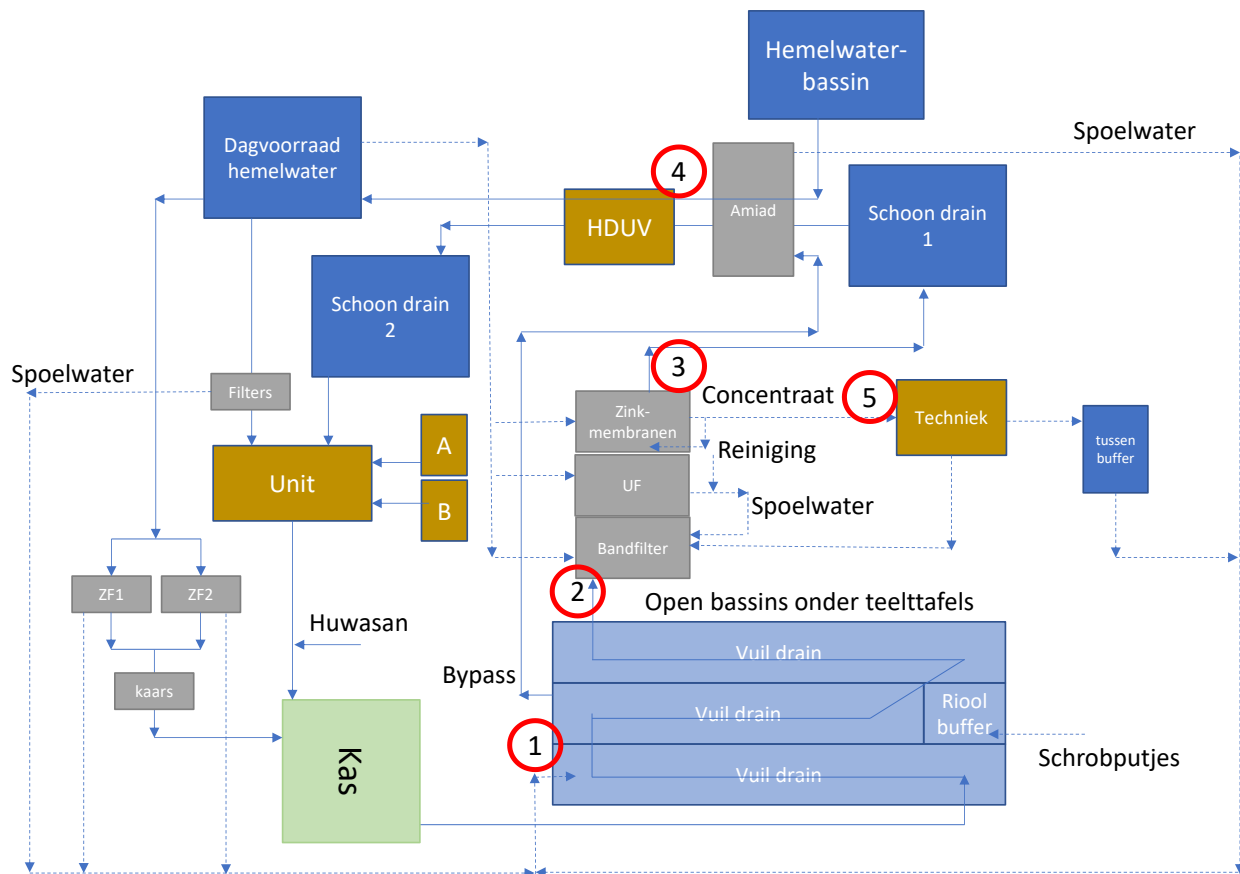
0 – 4 uur: behandeling drainwater

- De zinkmembranen produceren een continue stroom met schoon water die wordt opgeslagen in de nieuwe schoon draintank. Het reject van het filter wordt gedurende 4 uur gerecycled over de membranen, zodat dit verder wordt geconcentreerd (concentraat).

4 – 4.5 uur: uitspoelen nutriënten

- Na 4 uur stopt deze productiecyclus en wordt overgestapt op een spoelcyclus. Gedurende 36 minuten wordt schoon hemelwater door het membraan geleid, waarbij de nutriënten los komen van het membraan en worden afgevoerd naar de schoon draintank. Zink blijft achter in het concentraat, wat na deze spoelstap wordt teruggebracht naar de vuil draintank.

Met deze toepassing van het filter wordt de concentratie zink steeds hoger in de vuil draintank, maar komt niet bij het gewas. In het huidige onderzoek wordt gekeken hoe effectief deze membranen zijn in het tegenhouden van zink.



Figuur 2-1 Overzicht van de waterstromen bij Franssen Orchideeën, met genummerd de punten waarop het water in het teeltsysteem is bemonsterd.

2.2 Meetmethode

Op verschillende punten in het teeltsysteem bij Franssen Orchideeën zijn monsters genomen voor het volgen van de waterkwaliteit. De punten zijn weergegeven in Figuur 2-1:

1. Drainwater in het bassin in de kas;
2. Vuil drain in de aanvoer naar de waterbehandelingsunits;
3. Schoon drain na het zinkmembraan;
4. Schoon drain uit schoon draintank 1;
5. Concentraat (reject) van zinkmembraan.

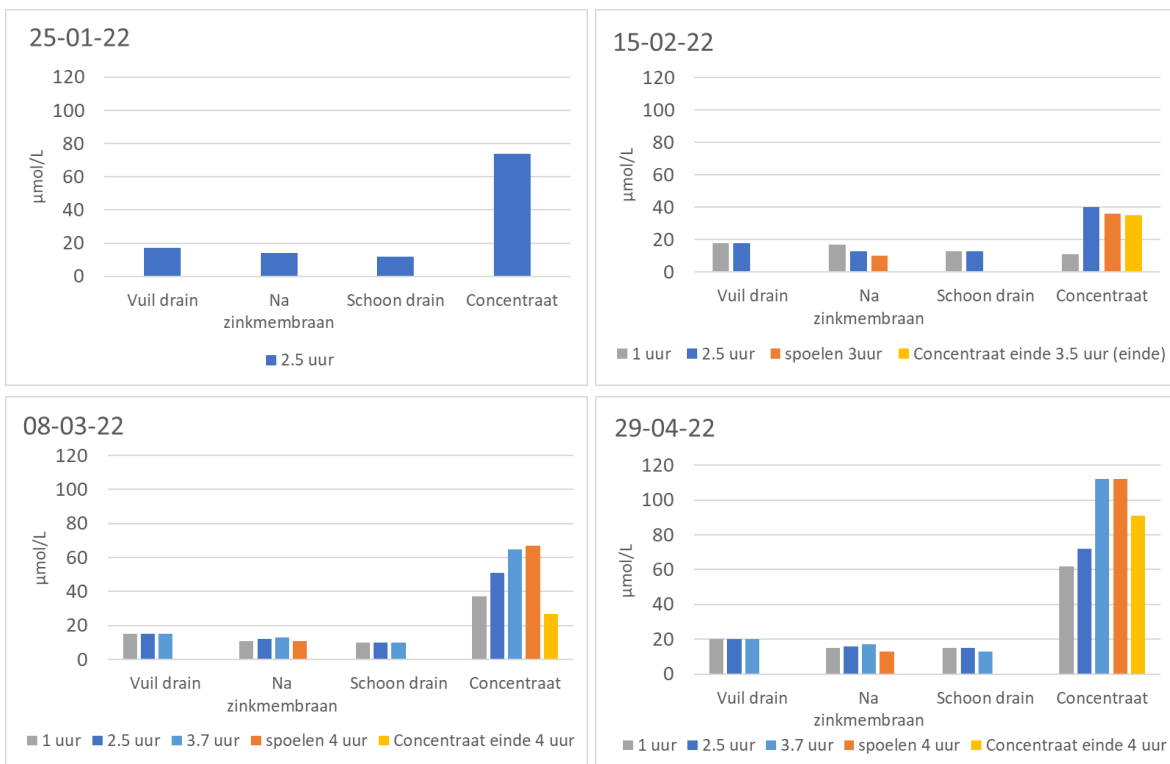
Deze punten zijn op meerdere dagen tijdens de teelt bemonsterd op de aanwezigheid van nutriënten en zware metalen, om te kunnen volgen waar de stoffen blijven. Op de punten rond het zinkmembraan (schoon water en concentraat) is ook op meerdere momenten tijdens een cyclus bemonsterd, om het verloop van effectiviteit in de verwijdering van zink in een behandelingscyclus te kunnen zien. De analyses voor nutriënten en zware metalen zijn uitbesteed aan een commercieel onderzoekslab.



Figuur 2-2 Doekfilter als voorfiltratie voor het zinkmembraan zoals geplaatst bij Fransen Orchideeën.

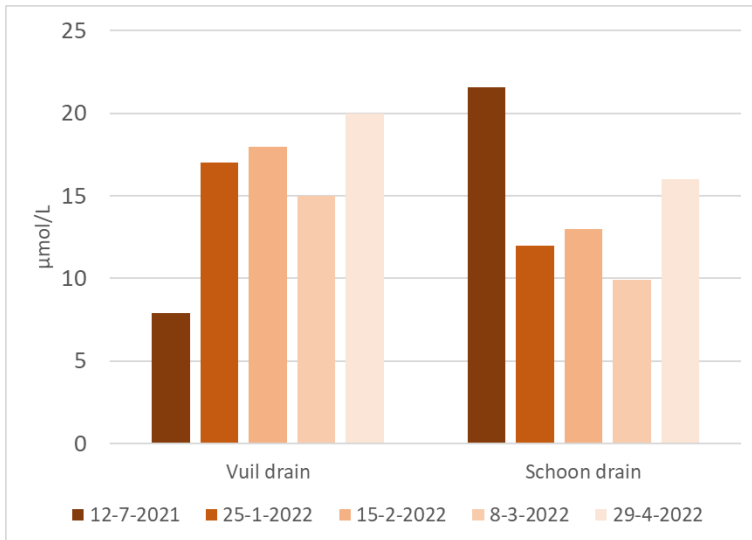
3 Resultaten

Het directe effect van het zinkmembraan op de concentratie zink in het water in de verschillende waterstromen om het filter heen is weergegeven in Figuur 3-1. Het proces zorgt voor een steeds hogere concentratie zink in het concentraat. De concentratie in het water na het zinkmembraan blijft gedurende de cyclus op ongeveer een gelijk niveau, wat erop duidt dat de concentratie in het concentraat niet van invloed is op de werking van het membraan. Het spoelproces voor het terugbrengen van de nutriënten heeft een duidelijk effect op de concentratie zink, er gaat hier weer een deel van het opgevangen zink verloren naar dit spoelwater en dus naar de schoon draintank.



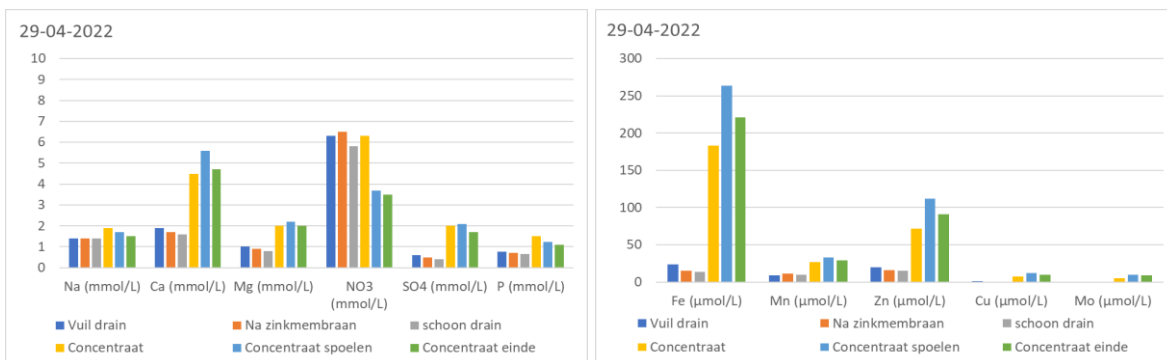
Figuur 3-1 Concentratie zink in water in de verschillende waterstromen rond het zinkmembraan, op vier meetdagen.

In Figuur 3-2 is het verloop van de concentratie zink weergegeven tijdens de testperiode. Hier is te zien dat de concentratie in de vuil draintank langzaam op lijkt te lopen en in de schoon draintank ongeveer gelijk blijft. Hier moet wel bij gezegd worden dat niet duidelijk is hoeveel water er in deze periode via de bypass langs het membraan van de vuil draintank naar de schoon draintank is gegaan. Als hier water doorheen is gegaan, dan verstoort dit het langere termijn beeld van het verloop van de concentratie.



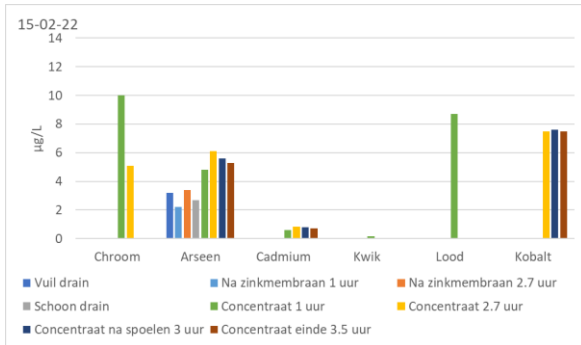
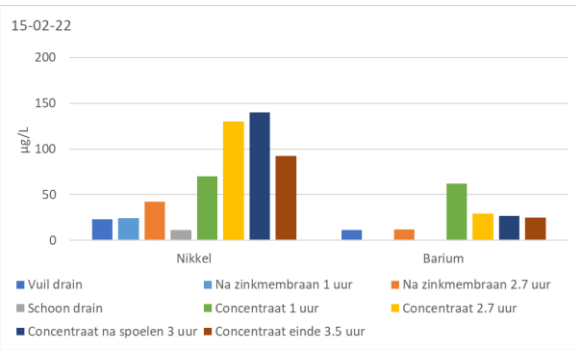
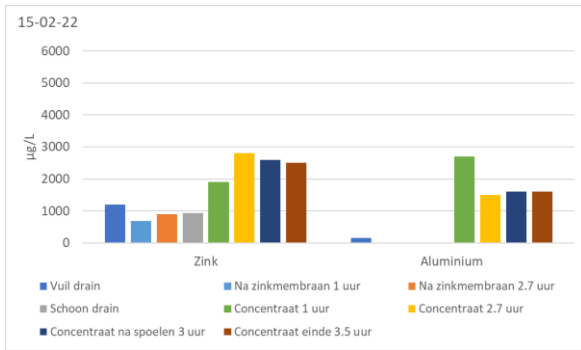
Figuur 3-2 Verloop van de concentratie zink in vuil en schoon draintank.

Er is ook onderzocht in welke mate het membraan selectief is voor het tegenhouden van zink. In Figuur 3-3 zijn de hoofd- en sporenelementen weergegeven voor en na het filter, tijdens de verschillende stappen van het behandelingsproces. Voor de meeste elementen is te zien dat ze ook deels worden tegengehouden door het membraan, wat te zien is aan de oplopende concentratie in het concentraat. Het spoelproces heeft vooral voor nitraat een positief effect (het komt in de schoon draintank en wordt hergebruikt), de overige elementen nemen niet zo sterk af en blijven daardoor in de vuil draintank achter. De resultaten van de overige monsternamedata laten hetzelfde beeld zien en zijn te vinden in Bijlage 1.



Figuur 3-3 Verloop van de concentratie overige nutriënten (links) en sporenelementen (rechts) door de stappen van de waterbehandeling heen op 29-04-2022.

Zware metalen kunnen het teeltsysteem binnenkomen via het gietwater (bij gebruik van bronwater) of kunnen oplossen van materialen die gebruikt worden in de kas. In Figuur 3-4 is te zien dat ook de zware metalen door het filter worden tegengehouden en over het algemeen niet door de spoelstep alsnog in het schoon drainwater terechtkomen. Met name aluminium wordt in hoge concentraties teruggevonden. Deze elementen hebben geen voedingswaarde voor het gewas en hoeven dus niet in de voedingsoplossing te zitten. Aandachtspunt in deze is de oplopende concentratie in het vuil drainwater, waarbij gebruik van de bypass om het zinkmembraan heen ervoor kan zorgen dat de concentratie in de voedingsoplossing ineens een stuk hoger is dan gewenst. Mogelijk heeft dit negatieve gevolgen voor de teelt. De analyses voor de overige meetdata zijn weergegeven in Bijlage 2.



Figuur 3-4 Effect van de membranen op de concentratie zware metalen in het water.

4 Conclusies

In een gesloten teeltsysteem loopt de concentratie van stoffen in het water op, als er meer wordt toegevoegd dan er door het gewas wordt opgenomen. Zink is een element dat in veel kasconstructiedelen aanwezig is en dat bij corrosie gemakkelijk oplost in water. In gesloten teeltsystemen kan de concentratie zink oplopen, zelfs als de dosering van zink aan de voedingsoplossing volledig wordt gestopt. Doel van dit project was het onderzoeken van de concentratie zink op een bedrijf dat potorchideeën teelt (dendrobium) en te onderzoeken of een 'selectief' zinkmembraan problemen in de teelt kan voorkomen. Het onderzoek heeft laten zien dat het membraan in staat is zink tegen te houden en voorkomt dat het in de schoon draintank terechtkomt. Hierdoor kan meer drainwater uit de schoon draintank worden bijgemengd, zonder een oplopende concentratie zink. In de specifieke onderzocht situatie kan het schone drainwater met ongeveer 50% worden bijgemengd, zonder boven de streefwaarden voor zink volgens de bemestingsadviesbasis ($2 - 5 \mu\text{mol/L}$) in de voedingsoplossing uit te komen. Het zinkfilter is daarmee nodig in teeltsystemen waarin veel zink oplost in het water, waarbij veel water gerecirculeerd moet worden en in teelten die gevoelig zijn voor zink.

Het proces is echter niet erg selectief, ook andere voedingselementen worden door het membraan tegengehouden. Door het toepassen van een spoelstap op het gevormde concentraat, wordt een aantal elementen behouden voor de teelt. Tegelijkertijd verlaagt deze spoelstap de effectiviteit in het tegenhouden van zink. Er zijn drie opties om hiermee om te gaan:

1. De concentratie zink in de vuil draintank laten oplopen. In periodes dat minder zink in het water oplost vanuit het teeltsysteem zal de concentratie in de vuil draintank zakken. In deze oplossing wordt geen water geloosd.
2. Het concentraat dat ontstaat bij het filterproces wordt na het spoelproces voor terugwinnen van overige elementen geloosd op het riool. Hiervoor is, in navolging voor de installaties die natrium verwijderen, een goedkeuring nodig van de BZG om emissie van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen.
3. Het concentraat wordt door een nageschakelde techniek behandeld, waarmee de zink selectief en mogelijk in vaste vorm uit het water wordt verwijderd. Deze techniek is nog niet gevonden.

Overige zware metalen worden over het algemeen ook goed tegengehouden door het membraan. In de tijd is te zien dat de concentratie zink in de vuil draintank langzaam oploopt.

Navraag bij andere telers van potorchidee geeft inzicht dat een hogere concentratie zink niet direct tot problemen hoeft te leiden, zolang er maar voldoende ijzer wordt aangeboden. Dit zal niet voor alle soorten potorchidee hetzelfde zijn. Doordat het membraan ook veel ijzer uit het water verwijdert, is het wel noodzakelijk om de dosering ijzer aan de verse voedingsoplossing te verhogen.

Literatuur

Bemestingsadviesbasis, via <https://edepot.wur.nl/218456>

Blok & Kromwijk, 2014. Handout Recirculatie potorchidee; 5. Zink. Via <https://edepot.wur.nl/296236>

Bijlage 1 Concentraties nutriënten

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van het effect van het zinkmembraan op de overige nutriënten voor alle meetdata. De trend zoals geschetst in het hoofdrapport geldt voor alle meetmomenten; met name het effect op ijzer en calcium is aanzienlijk.



Bijlage 2 Concentraties zware metalen

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van het effect van het zinkmembraan op zware metalen voor alle meetdata. De zware metalen worden net zo goed tegengehouden als zink en worden niet uitgespoeld in de tweede fase van de cyclus. Het uiteindelijk zonder behandeling bijmengen van het drainwater waar het concentraat naartoe wordt afgevoerd vormt wel een groter risico voor de teelt, omdat het nu niet wordt afgevoerd uit het teeltsysteem.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1297

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.