

Zout afvalwater van zeebaarskwekerij geschikt voor teelt van zoutminnende gewassen en een tweede visteeltronde

Door Greet Blom (PRI, Wageningen UR) & Peter G.M. van der Heijden (CDI, Wageningen UR)

Vis is een belangrijke bron van inkomsten voor Egypte. Niet alleen aan de kust, maar ook in de woestijn worden commerciële viskweekbedrijven opgezet. In Wadi Natroun, het gebied waar in de oudheid het zout vandaan werd gehaald om de overleden farao's te mummificeren, wordt op de boerderij 'Rula for Land Reclamation' door Wadi Fish sinds enige jaren ook vis gekweekt in water uit een zoute bron. In *Aquacultuur* 2014, nr. 1 is een bedrijfsreportage over Wadi Fish te vinden. Aanvankelijk werd het afvalwater van de kwekerij geloosd in de woestijn. Maar de Egyptische overheid oefent de laatste jaren steeds meer druk uit om zuinig om te gaan met water en met het woestijn ecosysteem. Daarom is in 2010 een project gestart om te testen of de viskwekerij gecombineerd kan worden met een teelt van halofyten (ofwel zoutminnende gewassen) en of het afvalwater met de zgn. 'biofloc' methode (een waterzuinige viskweekmethode) weer voor visteelt kan worden gebruikt. Het bleek succesvol. Hieronder een kort verslag van het verloop en enkele resultaten van het project.

Waarom actueel?

Het project werd uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van nieuwe teeltsystemen waarin zo zuinig mogelijk met water wordt omgegaan en was gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken. Het combineren van verschillende teelten biedt mogelijkheden om water meermalen te gebruiken. De combinatie van visteelt en gewasteelt biedt grote voordelen: afvalwater van een visteelt bevat veel nutriënten en kan uitstekend worden gebruikt als meststof voor planten. Vooral in gebieden waar water schaars is en landbouwgewassen moeten worden geïrrigeerd, is hergebruik van afvalwater een goede manier om de druk op het watergebruik te verminderen. Een voorwaarde is wel dat de kwaliteit van

het water en de aanvoersnelheid in het veld worden afgestemd op de karakteristieken en behoeften van het gewas. Zoutwatervis kan dus alleen worden gecombineerd met gewassen die tegen zout kunnen.

Zouttolerantie van landbouwgewassen

De gevoeligheid voor zout verschilt sterk per gewas. Een aantal gewassen is vrij goed bestand tegen brakke omstandigheden, zoals gerst of suikerbiet. Sommige plantensoorten (zogenaamde *halofyten*) kunnen zelfs in zeewater groeien. Het wordt voor ondernemers interessant wanneer gewassen uit deze categorie ook een gebruikswaarde hebben. En die zijn er. Zeekraal bijvoorbeeld, een eenjarige plant, kan als verse groente worden gegeten. Melde en



Afvalwater wordt geloosd in een serie bezinkingsvijvers in de woestijn

schorrekruid, beide meerjarige planten, zijn geschikt voor veevoer. Zo zijn er ook zoutminnende sier- en oliehoudende gewassen. Dit soort gewassen is dus geschikt om te combineren met het kweken van zoutwater-vis en om daarna op de markt te brengen.

Natuurlijke populatie

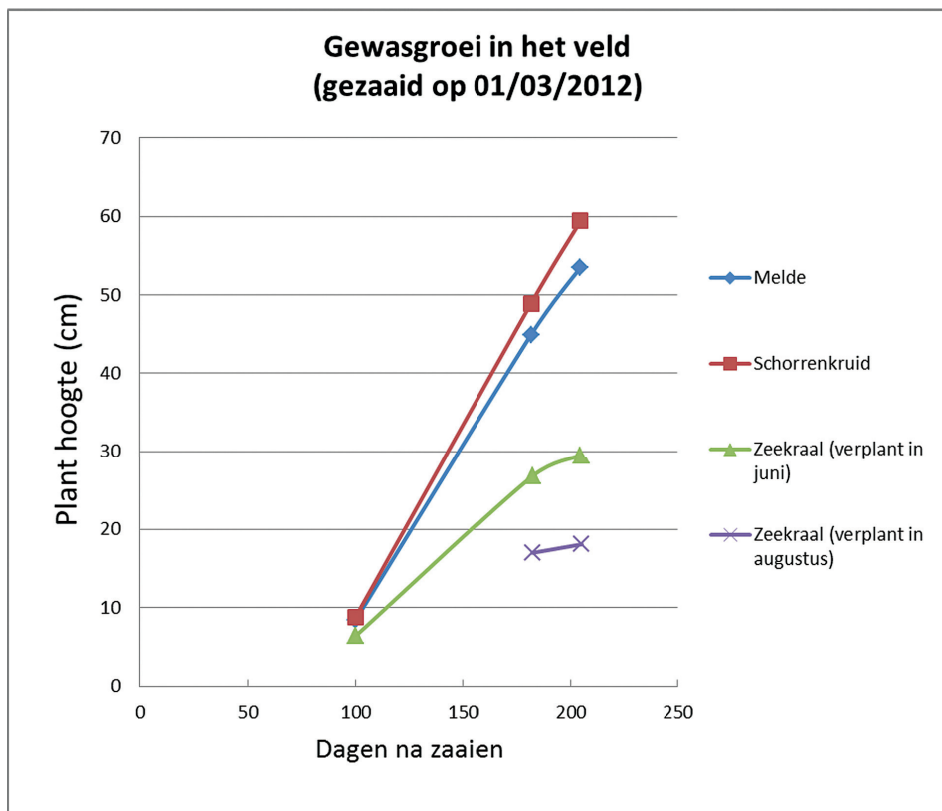
De boerderij in Wadi Natroun, waar het project werd uitgevoerd, ligt in de woestijn ca. 75 km ten zuiden van Alexandrië. Voor een goede gewaskeuze was het nodig om eerst na te gaan welke halofyten van nature in het gebied voorkomen en van economische waarde zouden kunnen zijn. Een bezoek aan het herbarium in Cairo leverde daarvoor interessant informatie. Van de bovengenoemde zeekraal, melde en schorre kruid bleken inheemse variëteiten voor te komen. Voor zeekraal bleek dit de zgn. *Salicornia europaea* te zijn, voor melde *Atriplex halimus* en voor schorrekruid *Suaeda maritima*. We zijn in gezelschap van een Egyptische plantentaxonom een dag op stap geweest om zaden van de drie plantensoorten te zoeken en troffen de planten inderdaad aan langs de kust bij Alexandrië, waar ze tijdens de hele groei blootstaan aan zout water.

Zilte gewassen telen in de woestijn

Op de boerderij in Wadi Natroun was een geschikt perceel aanwezig voor een

halofytenteelt, voorzien van sprinklers en mogelijkheden voor druppelirrigatie met effluent uit de viskwekerij. Ook stond er een kas, althans een plastic overkapping, die beschutting bood tegen de extreme weersomstandigheden van de woestijn. Hierin werden de zaden in maart voorafgaand aan de buitenteelt gekiemd in zoet water. Ter aanvulling werden ook zaailingen van enkele boomsoorten gekocht. Sommige boomsoorten, waaronder de acacia, zijn ook zouttolerant en kunnen in het veld dienst doen als windhaag of op lange termijn als brandstof dienen.





Figuur 1. Groei van zeekraal, melde en schorrenkruid op het proefveld in Wadi Natroun.



Zeekraal in november, wanneer het door zaadvorming felrood gekleurd is

De groei

De zaden kiemden onder de plastic overkapping uitstekend. Maar de vraag was hoe de planten het beste konden worden aangepast aan de zoute, hete en droge omstandigheden in het open veld en wat het meest geschikte moment zou zijn om de kiemplanten over te zetten naar het perceel. Om de planten gelegenheid te geven zich bij hoge dagtemperaturen aan te passen aan zout water, is ervoor gekozen ze na overzetten naar het veld stapsgewijs te irrigeren met water met toenemende zoutconcentraties.

De kiemplanten van de zeekraal zijn op twee tijdstippen, in juni en in augustus, naar het veld overgezet. De zaailingen van melde en schorre kruid allemaal in juni.

Het overzetten naar het veld en de aanpassing aan het zoute water verliep succesvol. De zeekraal doorliep in korte tijd het vegetatieve stadium en was vrijwel meteen na

overzetten geschikt voor consumptie. Het rijpte – net als in Nederland – ongeveer in november af, waarbij het eerst dieprood kleurde en vervolgens bruin werd. In de groeicurve van figuur 1 komt duidelijk naar voren dat het moment van overzetten veel invloed heeft op de verdere groei van de planten. De planten die in juni waren overgeplant, bereikten een veel hoger gewicht dan de planten die in augustus waren overgezet, terwijl ze op het zelfde moment waren gezaaid. Dus hoe sneller de planten kunnen worden overgezet, des te meer ze zullen opbrengen.

Het schorrekruid begon net als de zeekraal in november zaad te zetten en was daarmee in het goede stadium om aan vee te voeren. Samen met de Atriplex is het aan geiten gevoerd, die het zonder aarzelen in korte tijd hadden opgegeten.

Zaaien in het veld

De vraag kwam echter op of de ingewikkelde en tijdrovende procedure van voorkiemen, verplanten naar het veld en stapsgewijs laten wennen aan zout water wel nodig was? Misschien kon het eenvoudiger. Het projectteam heeft daarom in het volgende jaar getest of direct zaaien in het veld ook mogelijk was. Om voldoende opbrengst te krijgen, moest de zaai vroeg in het jaar (februari) plaatsvinden. In deze periode kan het 's nachts vriezen en waaien er regelmatig harde woestijnwinden of -stormen (de zo genoemde khamisin). Daarom werden plastic tunnels over de druppelirrigatiebuizen gespannen en is daar direct zeekraal onder gezaaid. Via de druppelirrigatie werd korte tijd zoet water gegeven en direct na kieming werd overgestapt naar zout water. De aanpak had succes. De zeekraal kiemde snel en zodra de nachtvorst voorbij was en de harde winden waren gaan liggen (medio maart) werd het plastic verwijderd. In april kon van de plantjes voldoende materiaal worden gesneden voor consumptie.



Schapen aten gretig van het schorrekruid en de melde.

Direct zaaien in het veld blijkt dus een goede methode te zijn. Nog beter is wellicht om ook de tijdrovende zaadwinningsstap over te slaan en het afgemaaide materiaal van het vorige jaar te hakselen en als laag over het veld te strooien. Dat levert zaden op plus organisch materiaal om de bodem mee te verrijken en het beschermt de bodem tijdens het kiemen tegen hoge instraling en verdamping. Waterbesparend dus.

Tilapiateelt met biofloc methode

Theorie achter biofloc

Behalve dat ammonium en fosfaat in het effluent van een viskwekerij planten tot voeding kan dienen, kan het ook worden gebruikt om detritus-etende vissoorten te voeden. Voorwaarde hiervoor is het beschikbaar zijn van voldoende koolstof in een voor bacteriën gemakkelijk absorbeerbare vorm en voldoende zuurstof. De zogenaamde biofloc methode is één van de manieren waarop in intensieve visteelt met de ophoping van ammonium/ammonia wordt omgegaan. Volgens de Israëlische onderzoeker en bedenker van deze methode Yoram Avnimelech (2011) is die ophoping (en alle nare gevolgen voor waterkwaliteit en vissen) het gevolg van een gebrek aan makkelijk opneembare koolhydraten. Wanneer zulke koolhydraten wel in voldoende mate aanwezig zijn (de gewenste koolstof: stikstof verhouding is 15 à 20:1) en bij aanwezigheid van voldoende zuurstof wordt alle stikstof (in de vorm van ammonium of ammonia) door bacteriën opgenomen en in eiwit omgezet. Wanneer de omstandigheden voor bacteriegroei gunstig zijn is de vraag naar stikstof zo groot dat het ammoniumgehalte in het water laag blijft. Slijmafscheiding door bacteriën is de oorzaak van samenklontering (vlokvorming) waar de methode zijn Engelse naam aan ontleent. De bacterievlokken (vaak vermengd met microplankton) zijn voor een

aantal garnalensoorten (zoals *Peneaus vannamei*) en voor vissoorten die plankton en detritus eten (zoals tilapia) een eiwitrijke voedselbron. Om de C/N verhouding optimaal te houden kan voer met een laag eiwitgehalte (ca. 20%) worden gevoerd. De meeste commerciële visvoerders hebben een hoger eiwitgehalte. Als voer met een laag eiwitgehalte niet beschikbaar is, dient een koolstofbron aan het water te worden toegevoegd. Mest- en voerresten in het bassin zijn ook een bron van koolstof en blijven in een biofloc systeem in het visbassin achter om geleidelijk in bacterie-eiwit (en dus visvoer) te worden omgezet. Op YouTube is een tekenfilmpje te bekijken waarin het proces van ammonium tot bacterie-eiwit wordt weergegeven:

<http://www.youtube.com/watch?v=mdw4zPTzFPM&feature=youtu.be>

Met de biofloc techniek kan de efficiëntie van omzetting van ruw eiwit in het voer naar visbiomassa verhoogd worden van ca. 25 tot 50%. Het is van belang te voorkomen dat de mest- en voerresten zich op de bodem of in hoekjes ophopen. Dit wordt bereikt door ronde bassins of bassins met rond afgewerkte hoeken te gebruiken en door peddelwielen met voldoende capaciteit om een forse stroming en werveling in het water teweeg te brengen.

De waarde van de biofloc methode voor landen zoals Egypte waar (zoet-)water schaars is, ligt in de geringe hoeveelheid water die voor deze kweekmethode nodig is.

Eerste test van tilapiateelt met biofloc methode in Egypte

Op het bedrijf Rula for Land Reclamation is in 2012 - 2013 gekeken of het ammoniumrijke, zoute afvalwater van de bassins met zeebaars geschikt is voor een tweede kweekronde met tilapia. Vanwege het hoge zoutgehalte (26 gr/liter) is gebruik gemaakt van rode tilapia, een variëteit die door kruising van *Oreochromis urolepis hornorum*



Oogst van rode tilapia opgekweekt in biofloc systeem.

en *Oreochromis mossambicus* tot stand is gekomen. Egypte heeft deze variëteit in de jaren '70 ingevoerd, maar omdat de Egyptische consument de voorkeur geeft aan de normale wildkleur van tilapia wordt deze variëteit in privékwekerijen vrijwel niet gebruikt. Één pootvisbedrijf van de overheid bleek nog een voorraadje pootvis en juvenielen van de rode tilapia te hebben en omdat er verder geen rode tilapia voorhanden was (en invoer van levende tilapia in Egypte aan vrij strenge en mogelijk tijdrovende procedures gebonden is) werd besloten de hele voorraad van ca. 17.000 pootvissen en halfwas vissen voor de test aan te schaffen. Na gewinning aan de omstandigheden op de kwekerij van Rula for Land Reclamation werden de 6000 grootste vissen (gemiddeld gewicht 210 gr)

in een ronde tank (200 m³) geplaatst en de overige 9000 kleinere exemplaren (gemiddeld stukgewicht 70 gr) in een ander bassin van gelijke omvang. Omdat er in Egypte geen commercieel tilapiavoer met een ruw eiwitgehalte lager dan 25% beschikbaar was, zijn twee koolhydraatbronnen als extra koolstofbron getest: vinasse (een soort melasse) en zetmeel. Deze koolstofbronnen werden gemiddeld om de 3 á 10 dagen toegediend. Door constante beluchting met peddelwielen werd het zuurstofgehalte van het water in de tanks op minimaal 4 mg/l gehouden, en werd voorkomen dat mest- en voerresten zich op de bodem ophoopten. In het bassin met 6000 vissen werd de proef na 60 dagen beëindigd vanwege de trage groei der vissen; een aantal van hen was begonnen met voortplanting wat nogal

Tabel 1. Groei, overleving, voeder- en waterverbruik tijdens de biofloc test in de kwekerij van Rula for Land Reclamation, Egypte.

Tank nr	Aantal vissen / tank	Aantal / m ³	kweek periode (dagen)	Start gewicht (gr)	Eindgewicht (gr)	Gem. gewichtstoe-name/vis (gr)
36	6000	30	61	210	293	83
34	9000	45	132	70	176	106



Rode tilapia na de oogst en zoals aangeboden in de winkel van Wadi Food

wat onrust in het bassin veroorzaakte. In het andere bassin werd de biofloc proef na 134 dagen beëindigd omdat de temperatuur van het water door de koude nachten tot onder 18°C daalde. Alleen door dagelijks een deel van het water met vers, warm grondwater te vervangen kon de temperatuur verhoogd worden tot een niveau waarop weer groei plaatsvond maar met deze dagelijkse verversing kwam ook een einde aan de biofloc test.

Eerste resultaten bemoedigend, maar er is nog veel te verbeteren

De start- en eindgewichten van de vissen, Voeder Conversie (VC), sterfte en enkele andere relevante kenmerken staan samengevat in Tabel 1.

Het verloop van de proef en de resultaten beschouwend kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- Toevoeging van een voor bacteriën

makkelijk opneembare koolstofbron zoals zetmeel of vinasse aan ammonia/ammonium-houdend water werkt inderdaad positief om het totaal ammonium stikstofgehalte (TAN) te drukken. De koolstofbron werd aanvankelijk onregelmatig toegevoegd; wanneer hoge ammoniumgehalten werden gemeten bracht toevoeging van vinasse of zetmeel het gehalte snel omlaag. Echter, het bleek niet eenvoudig het personeel te bewegen de koolhydraten ook dagelijks toe te voegen.

- De vorm van de gebruikte bassins en de beluchting waren niet optimaal. In het centrum hoopte zich toch wat sediment op. Dit werd regelmatig via de centraal gelegen afvoerleiding verwijderd waardoor een deel van het basismateriaal voor biofloc verloren ging. De hoeveelheid biofloc (af te lezen na bezinking in een hoog peilglas) heeft mede hierdoor

Aantal vissen geoogst	Toename totaal gewicht (kg)	Voer (kg)	VC	Hoeveelheid vinasse V of zetmeel Z toegevoegd (kg)	Geschatte hoeveelheid water vervangen (m³)
5959	486	1025	2.1	175.5 V 7.5 Z	50
8314	881.3	1444	1.64	192 V 126 Z	138

nooit een grote hoeveelheid bereikt. Ook zal consumptie door de vissen hebben bijgedragen aan een laag biofloc gehalte.

- Het aantal beschikbare rode tilapia's was te laag om in beide bassins de geplande dichtheid (65 - 75 vissen/m³) te kunnen bereiken. Kleinere bassins waarin het beschikbare aantal vissen wel in de gewenste dichtheid gehouden had kunnen worden waren niet voorhanden. Bovendien waren de pootvissen en halfwas van verschillende leeftijden en niet van een kwalitatief hoge, foktechnisch goed beheerde groep teeltdieren afkomstig. Mogelijk was een deel van de vis tijdens het verblijf in het pootvisbedrijf in de groei gestagneerd en al (bijna) volwassen.
- De verwachting was dat de VC door de aanwezigheid van biofloc lager zou zijn dan werd gemeten. Dit kan veroorzaakt zijn door een combinatie van twijfelachtige genetische kwaliteit van de vissen en de bij de verwachtingen achtergebleven hoeveelheid biofloc die in de tanks werd aangetroffen.

Hoewel niet onder ideale omstandigheden uitgevoerd en niet vlekkeloos verlopen is de mogelijkheid om water te besparen met de bioflocmethode ook in deze praktijktest aangetoond. Per m³ water (bassininhoud plus toegevoegd water) is in deze test 1,9 en 2,6 kg vis geproduceerd. Schattingen van watergebruik in intensief beheerde tilapiakwekerijen met vijvers in Egypte (visdichtheid bij oogst ca. 30 kg/m³, beluchting met peddelwielen en in het laatste stadium van de teelt dagelijkse gedeeltelijke waterverversing) resulteerden in een schatting van 0.28 - 0.33 kg visproductie per m³ water (Heijden, Nasr-Allah en Kinawy, 2011). Helaas kon in 2013 de biofloc test niet herhaald worden wegens het niet beschikbaar zijn van pootvis van rode tilapia. Hopelijk kun-

nen in de nabije toekomst de lessen die uit de test van 2012 geleerd zijn in een nieuwe praktijktest toegepast worden.

In gesprek met ondernemers en beleidsmakers

Ter afsluiting van het samenwerkingsproject is in mei 2013 een tweedaagse workshop gehouden om de resultaten te bespreken met ondernemers uit de vis- en akkerbouwsector, beleidsmakers en onderzoekers. De eerste dag werden de boerderij in Wadi Natroun en een geïntegreerd vis-groentebedrijf (aquaponics) bezocht. Op de tweede dag werden de resultaten van het project en de mogelijkheden om het concept verder uit te rollen in Egypte in het gezelschap besproken. Over de perspectieven van een geïntegreerde teelt en de waterbesparende biofloc methode voor de visteelt waren de deelnemers het allemaal eens. Maar meer tests zijn nodig. Ook bleek er nog geen duidelijke marktvraag te bestaan naar halofyten. Daar ligt voor de komende jaren nog een uitdaging.

Een uitgebreid, Engelstalig verslag van de hierboven beschreven tests kan bij de auteurs van dit artikel worden opgevraagd.

Greet Blom: greet.blom@wur.nl

Peter G. M. van der Heijden: peter.vanderheijden@wur.nl

Referenties

- Avnimelech, Y. (2011) Tilapia production in biofloc systems. Presentatie op internet <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA9/PDF's/Yoram-Tilapia%20Using%20BFT5.3.11.pdf>
- Heijden, P.G.M. van der, A. Nasr-Allah en D. Kinawy (2011) Geïntegreerde visteelt in Egypte: 'It's complicated'. Aquacultuur 2011, nr. 5, blz. 18-25.