

# Resultaten gewasteelt onder verschillende zoutbehandelingen op proefveld de Petten, Texel



Bruning B., Katschnig D., De Vos A. C., Van Rijsselberghe M. , Broekman, R.A. & Rozema, J.

*Een rapport van het eerste veldseizoen op het onderzoeksveld naar zilte landbouw op proefveld de Petten op Texel, mogelijk gemaakt door stichting Zilt Perspectief: 'Het invullen van kennislacunes en het tonen van kansen voor teelt en verwerking van gewassen op zilte landbouwgrond rond de Wadden, met aandacht voor natuur, landschap en klimaat' en ondersteund door het Kennis voor Klimaat project 'Adaptation to dry and saline conditions by crop cultivation exploiting brackish water and saving fresh water'*

**Inhoudsopgave**

Inleiding	3
Het proefveld	3
Resultaten	5
Conclusies	7
Discussie	8

## Inleiding

De verzilting van landbouwgronden wereldwijd is een groot probleem. Onder de voorspellingen van de huidige klimatologische modellen zal dit probleem in de (nabije) toekomst steeds groter worden. Onderzoekscentra over de hele wereld buigen zich over dit probleem en hanteren bij het onderzoeken van oplossingen een aantal verschillende benaderingen. Zo proberen sommige onderzoekers gewassen te selecteren op zouttolerantie, waarbij generatie na generatie de beste gewassen (meest zouttolerant en een goede opbrengst) geselecteerd om mee verder te kweken. Dit is een traag proces en heeft toch nog toe beperkte resultaten opgeleverd. Een andere aanpak is om met moderne moleculaire technieken inzicht te krijgen in de fysiologische aanpassingen die vereist zijn voor zouttolerantie om daarmee vervolgens via genetische modificaties bestaande gewassen zouttoleranter te maken. Er ontbreekt echter nog wel wat kennis van de exacte mechanismen van zouttolerantie en hoewel er wel enige bescheiden succesjes geweest zijn heeft dus ook deze benadering nog niet echt tot de gewenste resultaten geleid.

Een derde benadering is om uit te gaan van gewassen die van nature al enige mate van zouttolerantie vertonen, om die vervolgens verder te ontwikkelen tot gewas. Deze benadering begint als het ware dus al met een voorsprong wat betreft zouttolerantie, en richt zich dus vooral op het onderzoeken van planten op geschiktheid als gewas. De keuze van de gewassen is echter dus gebaseerd op een natuurlijke zouttolerantie. Er worden wereldwijd vele gewassen geteeld met vele functies (voedsel voor mensen, veevoeder, hout, chemicaliën etc.) en er zullen dus zeer waarschijnlijk ook zouttolerante gewassen zijn die nuttige producten opleveren.

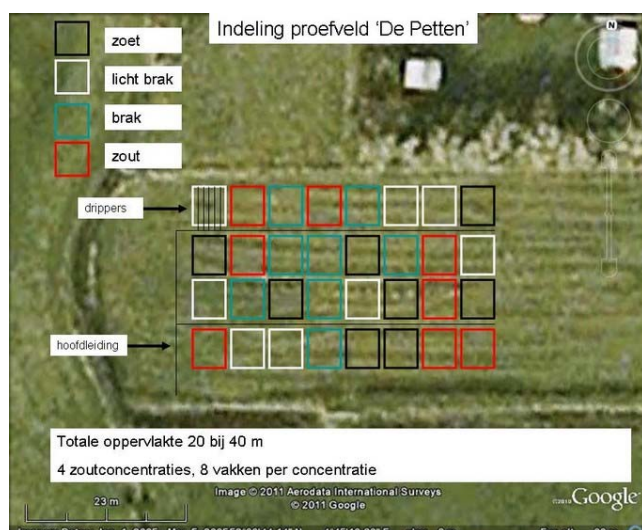
Zulke gewassen bestaan inderdaad. Planten die goed groeien in zeewater (of zelfs nog zouter), de meest tolerante planten dus, heten halophyten. Vanaf deze, echt zoutminnende planten bestaat er een heel spectrum aan planten die verschillen in zoutgevoeligheid, tot aan de meest gevoelige. Sommige van de meer tolerante gewassen worden al over de hele wereld verbouwd, zoals Gerst en Quinoa, andere zouttolerante planten zijn wellicht wat minder bekend maar hebben ook een grote potentie binnen de zoute landbouw. Voorbeelden hiervan zijn zeekool (de wilde voorouder van al onze kolen, zoals spruitjes, broccoli en bloemkool) en strandbiet. Een echt halophyt, zeekraal, wordt al eeuwen gegeten en is ook vandaag de dag in sommige supermarkten te vinden. Er lopen verschillende projecten om de productie van dit gewas op te schalen.

Na succesvolle kas experimenten met strandbiet en zeekool is het tijd om de kweek op te schalen en proeven te doen onder veldcondities. Samen met gerst en quinoa, ook twee tolerante planten en met gele lupine en luzerne (twee vlinderbloemigen, zie verderop in dit rapport) zijn deze planten in de lente van 2011 geplant op een proefveld op Texel. Dit rapport behandelt deze proeven.

## Het proefveld

Bij de Petten, een binnendijkse plas vlakbij de aankomstplaats van de boot naar Texel vanaf Den Helder, is een proefveld gerealiseerd voor de teelt van gewassen onder zoute omstandigheden. Er is een druppelirrigatie systeem aangelegd waar elke vier uur een half uur lang water uit druppelt. Er zijn vier verschillende zoutconcentraties water: zoet (kraan)water, licht brak water, brak en zout water. Dit water wordt uit omliggende sloten gepompt en heeft een variabel zoutgehalte. Het veld is opgedeeld in 32 vakken, zodat elke zoutconcentratie acht maal gerepliceerd is. Deze acht

herhalingen zijn random over het veld verdeeld. Afbeelding 1 is een bewerkte luchtfoto waarop de plotjes en de bijbehorende zoutconcentraties zijn ingetekend.



**Afbeelding 1.** Locatie zilte proeftuin bij de Petten, met 4 zoutconcentraties en 8 replica's per zoutbehandeling. De indeling voor het onderzoek is gemaakt aan de hand van een 'randomized block design'. Van één van de zoutconcentraties is geïllustreerd hoe de hoofdleiding en de druppelsslagen (1 vak) zullen lopen (Figuur van A. de Vos).

De grond van het proefveld bestaat uit zand met organisch materiaal. De grond is voorafgaand aan het experiment geploegd. In de rijen waar geen stikstoffixeerders kwamen te staan is bemesting toegepast. Verder is er gedurende het groeizeizoen zo veel mogelijk gewied om het perceel onkruidvrij te houden.

Er zijn, zoals in de inleiding genoemd, zes gewassen geteeld op dit proefveld: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Gerst (*Hordeum vulgare*), Strandbiet (*Beta vulgaris*), Zeekool (*Crambe maritima*), Gele lupine (*Lupinus luteus*) en Luzerne (*Medicago sativa*). Deze laatste twee gewassen zijn allebei leden van de *Fabaceae* plantenfamilie (vlinderbloemigen). Deze grote plantenfamilie (meer dan 20.000 soorten) staat bekend om zijn vermogen, d.m.v. symbiotische bacteriën in de wortels, om atmosferische stikstof te fixeren. Dit betekent dat die bacteriën gasvormig stikstof uit de lucht kunnen opnemen



**Afbeelding 2.** Het proefveld bij de Petten. Te zien is een volledige strook (van de vier) en een deel van de tweede. Verder zijn ook duidelijk de hoofdleidingen van de verschillende zoutwater behandelingen te zien, en de aftakkingen met de leidingen waaruit het water druppelt.

(N<sub>2</sub>), de drie dubbele verbinding die de twee stikstofatomen met elkaar verbindt kunnen verbreken en vervolgens de stikstof atomen in kunnen bouwen in een molecuul. Dit is meestal ammonium. Dit ammonium is vervolgens beschikbaar voor de plant. De plant geeft hier koolstof moleculen (producten van de fotosynthese) voor terug aan de bacteriën.

Om deze reden worden ze veel in de landbouw gebruikt om op natuurlijke wijze de bodem te verrijken (bemesten) met stikstof. Daarnaast zijn vele planten die wij eten afkomstig deze familie (alle soorten bonen bijvoorbeeld). Deze planten zijn op zes juli geplant als twee weken oude stekjes en zijn op 6 september 2011 geoogst.

Een deel van de stikstoffixeerders is in ingegraven potten geplant, een ander deel in de volle grond (te zien op sommige van de foto's). Dit was om het oogsten van ook de ondergrondse plantendelen (de wortels en de daaraan vastzittende wortelknolletjes) te vergemakkelijken. De hele plant werd met pot en al uit de grond genomen en vervolgens op de Vrije Universiteit verder geanalyseerd.



**Afbeelding 3.** Het proefveld een aantal weken later, vanuit het noordwesten genomen. Op de voorgrond de goed groeiende strandbiet, daarnaast (links) de gerst en daarachter de quinoa. Rechtsonderin op de foto zien we ingegraven potten met daarin kleine gele lupines.

## Resultaten

### *Vlinderbloemigen*

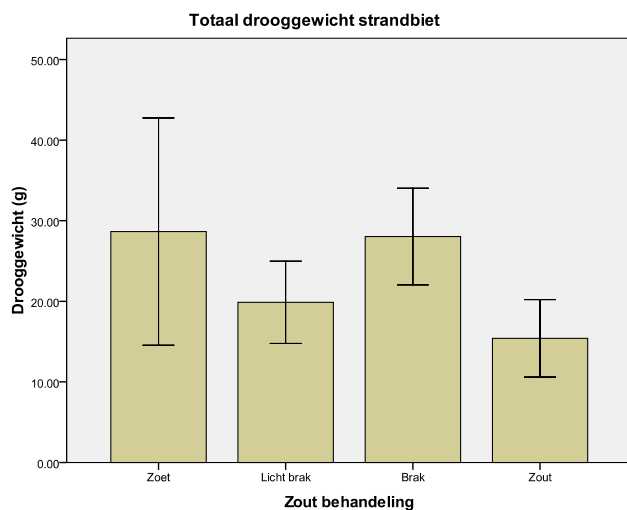
De vlinderbloemigen (*Lupinus luteus* en *Medicago sativa*) hebben het zwaar gehad. Van de gele lupines hebben er zes het overleefd op de zoetwater plotjes, een plant heeft het overleefd op een licht brak plot en een op een brak plot. Aangezien de overige planten op een niet-zoet water plotje snel dood gingen moet de overlever op het brakke plot zeker als een anomalie beschouwd worden, en de overlever op het licht brakke plot waarschijnlijk ook. Het duurde daar echter wel langer voordat de planten dood gingen.

De luzernes hebben het maar weinig beter gedaan. Van deze soort hebben twee planten de licht brakke behandeling overleefd, en een de brakke. Luzernes staan echter wel bekend als een redelijk tolerante vlinderbloemige. De luzernes hebben het ook op de zoute behandelingen langer overleefd, maar dus niet de volle drie maanden.

### *Strandbiet*



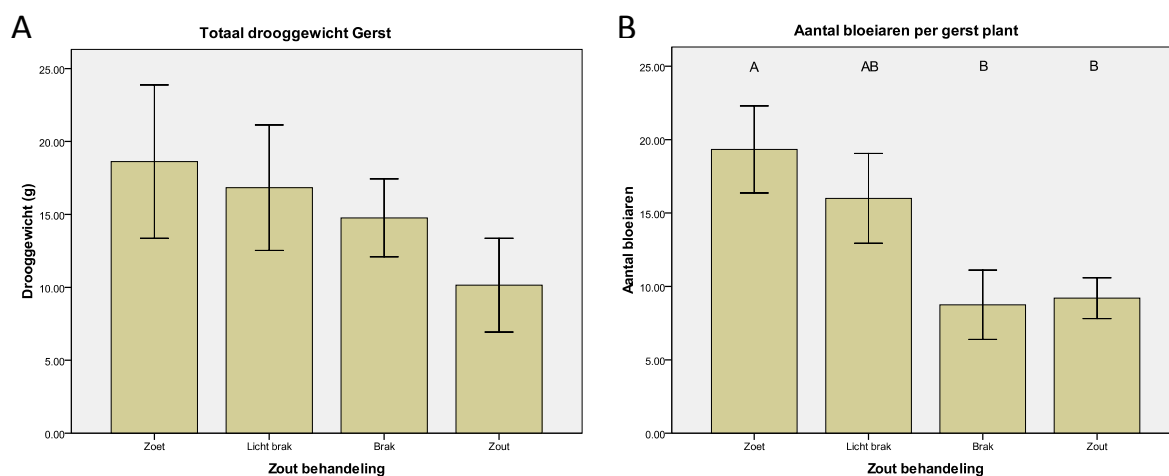
De overige gewassen hebben het beter gedaan. Bij strandbiet is er geen significant verschil in gemiddelde totale biomassa tussen de planten gegroeid op de verschillende zoutconcentraties (figuur 2). De planten zagen er verder ook goed uit, met een gemiddeld bovengronds versgewicht van meer dan 210 gram.



Figuur 2. Gemiddeld ( $\pm 1$  standaard fout) drooggewicht van de totale (boven- en ondergrondse delen) planten per zoutbehandeling. De verschillen zijn niet significant.

### Gerst

Ondanks dat er een afname van het drooggewicht te zien is bij toenemende zoutconcentraties in figuur 3a, is dit verschil niet significant ( $p > 0.05$ ). Dat het ondanks het gebrek aan significantie er toch op lijkt dat er een afname te zien is bij olopende zoutbehandelingen komt ook overeen met wat er te zien was op het veld. Hier was vooral het verschil in planthoogte bij de verschillende zoutbehandelingen goed te zien. Er is echter wel een significant lager aantal bloeiaren bij de gerst gegroeid op de hoogste twee zoutconcentraties (figuur 3b). Dit is erg relevant omdat het bij gerst om het zaad gaat. Zaadgewicht hebben we helaas niet kunnen meten omdat een aantal weken voor de oogst all zaden op zijn gegeten door vogels.

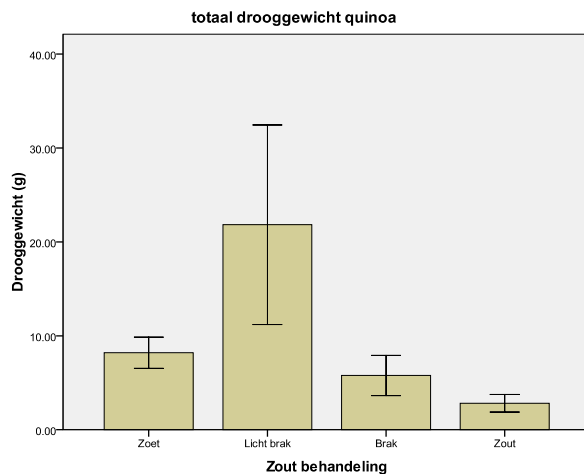


Figuur 3. In figuur A is het gemiddeld ( $\pm 1$  standaard fout) drooggewicht van de totale plant (boven- en ondergrondse delen) te zien per zoutconcentratie. De verschillen tussen de behandelingen zijn niet significant. In figuur 3b staat het

gemiddeld ( $\pm 1$  standaard fout) aantal bloeiaren per zoutbehandeling aangegeven. Verschillende letters betekenen dat de behandelingen significant van elkaar verschillen (ANOVA  $p = 0.021$ ,  $F = 4.921$ ; Post Hoc test: Least Square Difference).

### Quinoa

In figuur vier staat de gemiddelde biomassa van quinoa bij de verschillende zoutbehandelingen. Er lijkt groeistimulatie plaats te vinden bij de lichtste zoutbehandeling, maar er zat veel variatie in de planten bij de eerste zoutbehandeling, en de verschillen uit de grafiek zijn dan ook niet significant. We moeten dus concluderen dat ook quinoa, net als gerst, geen significant verschil in groei laat zien onder de verschillende zoutbehandelingen.



Figuur 4. Gemiddeld ( $\pm 1$  standaard fout) drooggewicht van de totale (boven- en ondergrondse delen) planten per zoutbehandeling. De verschillen zijn niet significant.

### Conclusie

Over het algemeen is de conclusie dat de proeven geslaagd zijn. Er zijn ook leermomenten geweest, die besproken zullen worden in de discussie.

De opbrengst (uitgedrukt in drooggewicht) van gerst, strandbiet en quinoa liepen niet significant terug op hogere zoutconcentraties. Dat is veelzeggend, zeker als we het vergelijken met de gevoeligste planten uit deze proef, de vlinderbloemigen, die allemaal zeer snel nadat het druppelirrigatiesysteem in werking was gezet, stierven. De conclusie is dan ook dat deze gewassen een hoge potentie hebben als zilte gewassen. Er moet wel aangemerkt worden dat het aantal bloeiaren bij gerst wel significant lager was bij hogere zoutconcentraties. Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen of dat ook voor het aantal zaden geldt. er zal dan ook gekeken moeten worden naar de inhoud van die zaden (er zijn data over gehalten van Na, K, Cl, N en C in de bloeiaren van gerst etc. beschikbaar).

De resultaten in dit rapport zijn op kleine steekproeven uit de veldjes gebaseerd. Dit is zo gebeurd omdat de oogst een erg arbeidsintensieve bezigheid was en we ook graag in detail naar de planten wilden kijken (ionen in de verschillende plantendelen). Deze kleine 'samplesize' gaat echter wel ten koste van de precisie van de grafieken, en de waarschijnlijkheid dat de statistische testen een significante uitkomst laten zien. De kans op toevallig een uitschieter te pakken hebben wordt namelijk groter. Het is dan ook het voornemen om volgend jaar de volledige plotjes te oogsten en de opbrengst te wegen, zodat er een duidelijke opbrengst is per plotje (1,25 x 1,25 m) en de individuele

variatie uitgemiddeld wordt. De precieze analyses kunnen dan uitgevoerd worden op een subsample van het geogoste materiaal.

## Discussie

### *Water*

De afwatering op het veld de Petten was niet ideaal. Een aantal weken nadat de druppelirrigatie aangezet werd begon er zich op het veld een nat gebied af te tekenen. Dit was in de Noord-West hoek van het proefveld.

Het zoutgehalte in het irrigatiewater verschilde soms sterk. De controle behandeling was kraanwater en daarom stabiel. Ook de hoogste zoutconcentratie zat redelijk constant tussen de 30 en de 35 dS/m. De zoutconcentraties van de twee tussenliggende behandelingen verschilden echter erg en overlaptten vaak met elkaar.

Dit komt omdat het irrigatiewater uit de omliggende sloten wordt gehaald. Over het algemeen laten die een best mooie in zoutconcentratie zien, maar dit is erg variabel. Oorzaken hiervoor zijn onder andere regen (als het een tijd niet regent neemt het zoutgehalte van de sloten toe) en kwel (toenemende kweldruk zorgt ook voor een stijging van het zoutgehalte. Tot slot is het nog zo dat de pompen die in de sloot hangen ook soms wat hoger, soms wat lager hangen en aangezien zout water zwaarder is dan zoetwater en er daarom al gauw een stratificatie (gelaagdheid) ontstaat kan dit ook erg van invloed zijn op de zoutconcentratie.

Verder was de zomer van 2011 een ongewoon natte zomer. Zoals hierboven genoemd kan dat invloed hebben op de zoutconcentratie van de om het veld liggende oppervlaktewateren, maar belangrijker is dat het zoute water uit de druppelslangen erg vaak vermengd wordt met zoet water als het vaak regent, en ook makkelijk uitspoelt. Dit kan er voor gezorgd hebben dat het beeld wat wij op basis van dit jaar hebben gekregen en wat in dit rapport wordt gepresenteerd, positiever is dan wellicht op basis van neerslag gemiddelden verwacht mag worden.

### *Onkruid*

Aangezien er geen bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt groeide er veel onkruid op het perceel. Dit was soms zo erg dat er aangenomen moet worden dat sommige van de gewassen hier competitie van hebben ondervonden. Om deze reden en om de op sommige plekken problematische drainage is er besloten de gewassen te oogsten in alleen die vakken waarvan ingeschat werd dat de planten geen last hadden van te veel water of onkruid. Het vele onkruid, ook op de vlakken die met zout water bedruppeld werden, kwam een beetje als een verrassing en er zal over gebrainstormd moeten worden over hoe hier in de toekomst mee om te gaan.

### Aanbevelingen

- Volgend seizoen de irrigatieleidingen zo plaatsen dat het zoute druppelwater op de plaats van bestemming komt en niet naar de lager hangende leidingen op de paden en tussen de plots afdruipt
- Indien mogelijk continue *in situ* meting van het zoutgehalte van een aantal geïrrigeerde plots. Mogelijk in samenwerking met groep