

# **Zeekraal, zout en slib, een mogelijke win-win situatie**

*Onkruidonderdrukking bij opschaling van zeekraalteelt door variaties in zouttolerantie, kiemkracht en slib-bemesting*

## **Deelrapportage Veldproeven Texel en Zeeland april-oktober 2012**

*uitgevoerd door TMNP B.V.<sup>1</sup> en de Heerlijkheid van Wolphaartsdijk<sup>2</sup>  
dagelijkse uitvoering en controle: Marc van Rijsselberghe<sup>1</sup>, Edwin van Straten<sup>1</sup>, Hubrecht Janse<sup>2</sup>  
bemonstering, controle en rapportage: Arjen de Vos<sup>1</sup>  
projectbegeleiding Jeannette Hoek (OASE) en Frans Veenstra (Imares)*

**in opdracht van ‘de Zilte Kennis Kring’**

### **Inleiding**

In het kader van het “Projectplan Collectieve Acties in de Visketen - Zeekraal, zout en slib, een mogelijke win-win situatie,” zijn, op basis van de eerder uitgevoerde kasproeven en bakproeven (zie desbetreffende deelrapportages, ook de deelrapportage van Wageningen UR), aansluitend veldproeven uitgevoerd om de kieming en verdere groei van Zeekraal (*Salicornia sp*) en Zilte schijnspurrie (*Spergularia marina*) onder veldomstandigheden te onderzoeken. Uit deze eerdere rapportages is gebleken dat er een verschil in de zouttolerantie tijdens de kieming is tussen beide soorten. Het is aangetoond dat er geen kieming van Zilte schijnspurrie optreedt als de zoutconcentratie van het irrigatiewater boven de 30 dS/m is, terwijl de kieming van Zeekraal nog nagenoeg optimaal is. In een aanvullende kiemproef, uitgevoerd door Wageningen UR, is onderzocht hoe snel Spurrie kiemt en of dit kiemingproces door een zoutbehandeling weer stop gezet kan worden. Hieruit is gebleken dat na 1 dag van zoete omstandigheden ongeveer 0% van de zaden kiemt, na 2 dagen zoet is dit ongeveer 2%, en na 5 dagen ongeveer 7%. Ook is gebleken dat een (lange) periode van zout de kieming van spurrie niet onderdrukt als de bodem weer zoet wordt. Na 1 dag zoet, voorafgegaan door een zoute periode, kiemde al 2% van de zaden. In de praktijk zou dit dus betekenen dat als de zoutconcentratie van de bodem continue boven de 30 dS/m gehouden kan worden, er in principe geen kieming van spurrie optreedt. Maar als het regent, dan zou er dus binnen 1 tot 2 dagen met zout water geïrrigeerd moeten worden om te voorkomen dat spurrie alsnog kiemt. Dit principe is zowel op een onderzoekslocatie op Texel als in Zeeland getest onder veldomstandigheden. De onderzoekslocatie op Texel (zandgrond) beschikt over een geautomatiseerd irrigatiesysteem waarmee geconditioneerde veldproeven uitgevoerd kunnen worden. Hier is de kieming van Zeekraal en Schijnspurrie onder tien verschillende irrigatieregimes onderzocht. In Zeeland (kleigrond) is de huidige irrigatiepraktijk in de zeekraalteelt vergeleken met 2 andere, meer intensieve irrigatieregimes. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze veldproeven.



Dit project is geselecteerd in het kader van het Europees  
Visserijfonds: Investerings in duurzame visserij

## **Doelstelling**

Het vergroten van de biologische kennis van het juveniele stadium van Zeekraal en Zilte schijnspurrie onder veldomstandigheden. In deze laatste reeks van experimenten is getest of resultaten uit laboratoriumtesten en kleinschalige veldtesten (de bakproeven) ook reproduceerbaar zijn onder de praktijksituatie, een validatie van resultaten uit het laboratorium onder veldomstandigheden dus. Hiervoor is, in twee afzonderlijke veldproeven, de kieming en verdere groei van beide soorten onderzocht onder invloed van verschillende irrigatieregimes, zowel op zand als op klei.

## **Materiaal en methode**

### **Locatie Texel**

#### *Opstelling en irrigatie*

Voor de testen op Texel is gebruik gemaakt van de onderzoekslocatie van Zilt Proefbedrijf (zie afbeelding 1). Deze onderzoekslocatie is 1 hectare groot en is opgedeeld in 56 vakken van 160 m<sup>2</sup>. Deze 56 vakken zijn willekeurig verdeeld in 7 zoutconcentraties, elke zoutconcentratie heeft dus 8 herhalingen. Met het systeem is het mogelijk om elke zoutconcentratie tussen zoet en de zoutconcentratie van waddenzeewater te realiseren. De zoutconcentratie en de hoeveelheid irrigatiewater wordt continue gemeten en gelogd. Voor de zeekraalproef is 1 zoutconcentratie gebruikt (32 dS/m), met 8 herhalingen (op de luchtfoto te zien als de 8 vakken waar geen begroeiing staat). Binnen elk vak zijn 10 verschillende behandelingen uitgevoerd (dus per herhaling 16 m<sup>2</sup> en 8 herhalingen totaal, 128 m<sup>2</sup> per behandeling), namelijk 'altijd zoet', 'altijd zout', 0, 1, 2, 3 en 4 dagen zoet, gevolgd door continue zout. Deze 1, 2, 3, en 4 dagen zoet zijn op 2 verschillende data uitgevoerd. Direct na zaaien zijn 5 behandelingen een eerste keer met zoet water behandeld, namelijk 'altijd zoet', 1, 2, 3 en 4 dagen zoet. De resterende 6 behandelingen hebben alleen zout water gekregen in deze fase. Na 91 dagen na zaaien is deze behandeling voor een 2<sup>e</sup> maal uitgevoerd en op dat moment zijn 4 additionele behandelingen, die hiervoor alleen zout water hebben gekregen, ook behandeld met zoet water (1, 2, 3 en 4 dagen zoet). Dit laatste is gedaan om te achterhalen of een zoute periode de kieming onder zoete omstandigheden beïnvloed. De behandeling 1, 2, 3 en 4 dagen zoet is dus 2 maal uitgevoerd, 1 hiervan heeft de behandeling pas 91 dagen na het zaaien ontvangen, de andere direct aan het begin én 91 dagen na het zaaien. De proef is op 23 april begonnen en op 8 oktober afgerond.

Irrigatie vond plaats d.m.v. druppelirrigatie en is ingesteld op 4 maal 15 minuten per dag. Dit komt overeen met 17.2 mm irrigatiewater/m<sup>2</sup>/dag. De irrigatie is direct na zaaien begonnen. Op 23 april is er 1 uur lang met zoet water geïrrigeerd voor de zoete behandelingen.

Op de locatie is een weerstation aanwezig die o.a. de hoeveelheid neerslag en evapotranspiratie meet.

#### *Bemesting*

De bemesting van de zeekraal is uitgevoerd met een organische mestkorrel (Monterra 5-1-5, NPK), welke in 2 fases is opgebracht namelijk 53 dagen na zaaien en 73 dagen na zaaien. Bij beide keren is omgerekend 39 kg stikstof per hectare opgebracht, dus in het hele seizoen 78 kg N/ha.

#### *Zaden, zaaien en oogsten*

Voordat de zaden zijn gezaaid is de grond gefreesd. Omdat dit nogal een grove structuur opleverde en de zaden mogelijk te diep in de grond terecht zouden komen, is er voor gekozen om de grond eerst met een wals aan te drukken voordat er gezaaid werd. Per behandeling van

16 m<sup>2</sup> is 48 gram zeekraal zaad (variant 'zeeland' uit de vorige proeven) en 2,9 gram zaad van Zilte schijnspruie gezaaid. Op 23/04/2012 is er gezaaid, op 23/07/2012 is de eerste oogst gedaan, en op 08/10/2012 is de eindoogst uitgevoerd. Voor het oogsten van de zeekraal is gebruik gemaakt van een zeekraal oogstmachine welke gebaseerd is op een thee oogstmachine. Met deze machine is het mogelijk om op een bepaalde hoogte de zeekraal af te snijden. De zeekraal is op ongeveer 5 cm boven het maaiveld gesneden, zodat de hergroei snel plaats kon vinden (onderste vertakkingen van de plant worden dan niet gesneden). De oppervlakte van de oogst is ongeveer 2 m<sup>2</sup> per herhaling. In de resultaten is dit omgerekend naar opbrengst per m<sup>2</sup>.



**Afbeelding 1.** Luchtfoto (foto Ton Zegers) van de testlocatie van Zilt Proefbedrijf te Texel. De testlocatie bestaat uit 56 vakken van 8 bij 20 meter elk. Voor de zeekraalproef is alleen de hoogste zoutconcentratie gebruikt, deze vakken zijn op de foto herkenbaar als de 8 vakken die nog geheel onbegroeid zijn.

### *Metingen*

Op locatie is door een weerstation (merk Davis) elke 5 minuten een uitgebreide reeks parameters vastgelegd. In de resultaten zijn alleen de gegevens van neerslag en evapotranspiratie (per etmaal) weergegeven. Het zoutgehalte van het irrigatiewater wordt continue gemeten en bijgesteld ( $\pm 0.3$  dS/m t.o.v. ingestelde waarde). Er is geïrrigeerd met een zoutgehalte van 32 dS/m. Het zout- en vochtgehalte van de bodem is elke 10 minuten gemeten en gelogd d.m.v. sensoren (Decagon GS3) die in elk vak waren geplaatst. Gedurende de proef is op 7 verschillende dagen het bodemvocht bemonsterd m.b.v. een macro-rhizon meter en doorgemeten op EC (in dS/m). Gedurende de proef is op 3 verschillende dagen de bodem zelf bemonsterd (nabij sensor en rhizonmeter, gedroogd, gezeefd (1.2mm)) en doorgemeten op EC (in dS/m). Dit is zowel volgens de 1:2 methode (v/v droge grond/water) als op basis van de 'saturated paste methode' uitgevoerd (conform USSS, 1954). Voor elk grondmonster zijn minstens 3 steken per monster verzameld en alleen de bovenste 20 cm van de bodem is bemonsterd (actieve wortelzone zeekraal). Van de grondmonsters is ook het vochtpercentage bepaald.

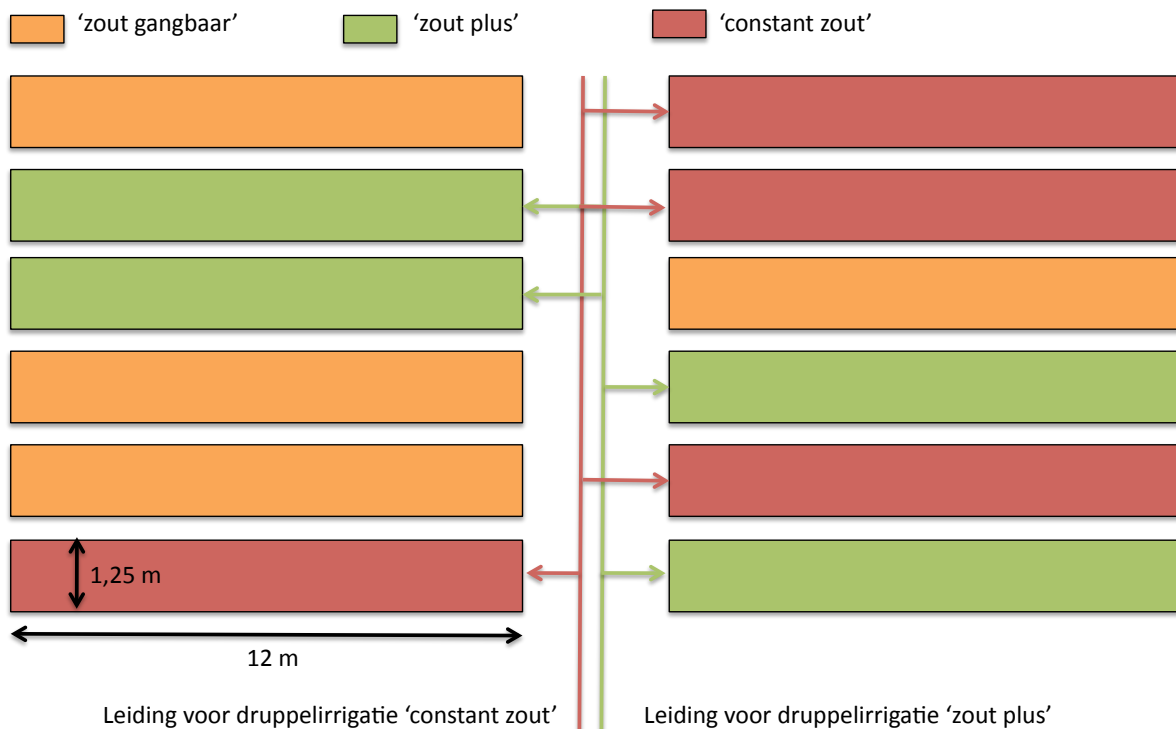
### Statistische analyse

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van SPSS 19. De data is geanalyseerd met behulp van een One-way ANOVA met de Tukey's test voor het testen van verschillen tussen de behandelingen (post-hoc). Normaliteit en homogeniteit van de data is geanalyseerd m.b.v. de Levene's test. Indien noodzakelijk is de data log-getransformeerd om homogeniteit te verkrijgen.

### Locatie Zeeland

#### Opstelling en irrigatie

De proef in Zeeland is opgezet volgens Figuur 1. Naast de gangbare praktijk ('zout gangbaar' in Figuur 1) zijn ook 2 meer intensieve zoutbehandeling uitgetest. Bij de behandeling 'constant zout' is er naar gestreefd om de zoutconcentratie zo constant mogelijk te houden, van begin (voor het zaaien begon) tot aan het einde van de proef. Hierbij lag de focus vooral op periodes van regen, en voor tijdens en na de regen is geïrrigeerd. De derde behandeling was een tussenvorm van de behandeling 'gangbaar' en 'constant', waarbij de focus wel lag op het zo constant mogelijk houden van de zoutconcentratie in de bodem, maar waarbij tijdens periodes van droogte minder frequent werd geïrrigeerd om zo de bodem enigszins op te laten drogen. De behandeling 'gangbaar' is alleen geïrrigeerd met sprinklers, conform de praktijksituatie op de locatie in Zeeland. De behandelingen 'plus' en 'constant' kregen naast de sprinkler irrigatie ook nog additionele druppelirrigatie toegediend.



**Figuur 1.** De proefopzet op de testlocatie in Zeeland. Hier zijn 3 verschillende irrigatieregimes uitgetest, 1 volgens de gangbare praktijk ('zout gangbaar') en 2 meer intensieve vormen van irrigatie, waarbij 'constant zout' nagenoeg dagelijks geïrrigeerd werd en 'zout plus' een tussenvorm is van 'gangbaar' en 'constant'. De behandeling 'gangbaar' kreeg alleen irrigatie via sprinklers, de 2 andere behandelingen naast de sprinklers ook via druppelirrigatie.

Op de locatie in Zeeland hebben de volgende grondbewerkingen plaatsgevonden: op 30/11-2011 ploegen en roteren, op 28/03/12 teeltbedden frezen, op 31/03/12 bedden gerold. Om zeker te zijn dat de freesbedden totaal vrij waren van kiemplanten en additioneel zaad, wat de proefuitkomst zou kunnen beïnvloeden, is er op de dag van zaaien (14/05/12) gespoten met Clinic (200 ml/10 L).

#### *Zaden, zaaien en oogsten*

Op 14 mei 2012 is er voor een eerste keer gezaaid (3 g zeekraal en 0.2 g spurrie /m<sup>2</sup>). In verband met een tegenvallende kieming is er nog eens extra gezaaid op 20 juni 2012 (2 g zeekraal, 0.02 g spurrie /m<sup>2</sup>). In verband met de beperkte kieming was het niet mogelijk om representatieve kwantitatieve metingen te verrichten en de oogst heeft zich daarom beperkt tot een kwalitatieve oogst.

#### *Metingen*

Er zijn op 3 momenten gedurende de proef grondmonsters genomen (13 april, 9 juli, en 12 oktober). Grondmonsters zijn op 2 dieptes genomen, namelijk van 0 tot 10 cm minus maaiveld (-mv) en van 10 tot 30 cm-mv, 3 steken per monster, 4 monsters per zoutbehandeling. Gedurende het seizoen zijn op meerdere momenten monsters genomen van het bodemvocht m.b.v. rhizonmeters. Op 12 oktober is er ook een kwalitatieve eindoogst uitgevoerd.

## **Resultaten**

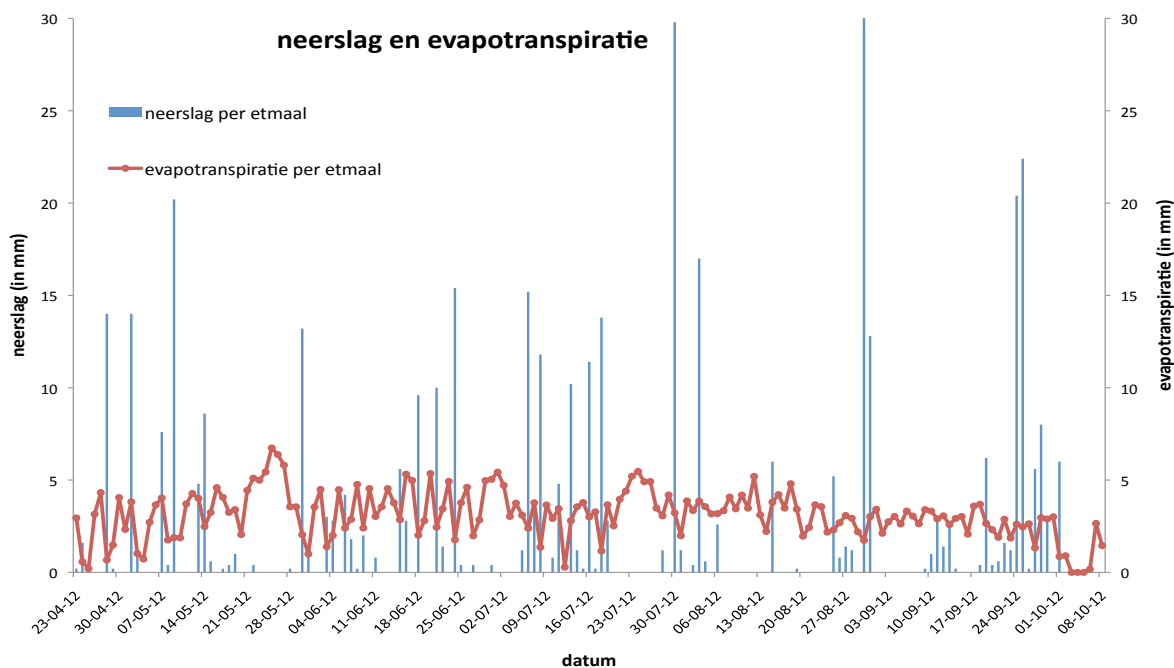
### **Locatie Texel**

#### *Algemene opmerking*

Voor aanvang van de proef is besloten om de grond eerst vlak te maken d.m.v. een wals, dit om te voorkomen dat de zaden (te) diep in de grond zouden wegzakken (de eerdere kasproef heeft aangetoond dat een zaaidiepte van 5 mm al een grote daling in kiemingspercentage veroorzaakt). In 2 van de 8 vakken resulteerden dit echter in een zeer compacte bodem waar het irrigatiewater maar langzaam weg kon zakken. Hierdoor ontstond gedurende een groot deel van de dag een plas, waardoor zuurstofloze omstandigheden konden optreden en de doorspoeling van de bodem verre van optimaal was. Er is besloten deze 2 vakken niet mee te nemen in de beoordeling van de proeven. De uitgewerkte data heeft dus betrekking op 6 herhalingen i.p.v. de 8 herhalingen waarmee de proef is gestart.

#### *Meteorologische omstandigheden*

In Figuur 2 zijn de data van neerslag en evapotranspiratie weergegeven. Deze zijn op de testlocatie van Zilt Proefbedrijf gemeten met behulp van een weerstation. Dit weerstation meet elke 5 minuten de weersomstandigheden, in Figuur 2 is de som per etmaal weergegeven. Op verreweg de meeste dagen gedurende de proef was de evapotranspiratie dus groter dan de hoeveelheid neerslag. Dit is duidelijker weergegeven in Figuur 3 waar een overzicht is gegeven van het neerslag overschot (=neerslag-evapotranspiratie). Op 34 dagen gedurende de gehele proef was de neerslag groter dan de verdamping. In Tabel 1 is een overzicht te zien was het neerslag overschot op maandbasis.



**Figuur 2.** De hoeveelheid neerslag en evapotranspiratie (beide in mm, som per etmaal) gedurende de proef op de testlocatie van Zilt Proefbedrijf te Texel.

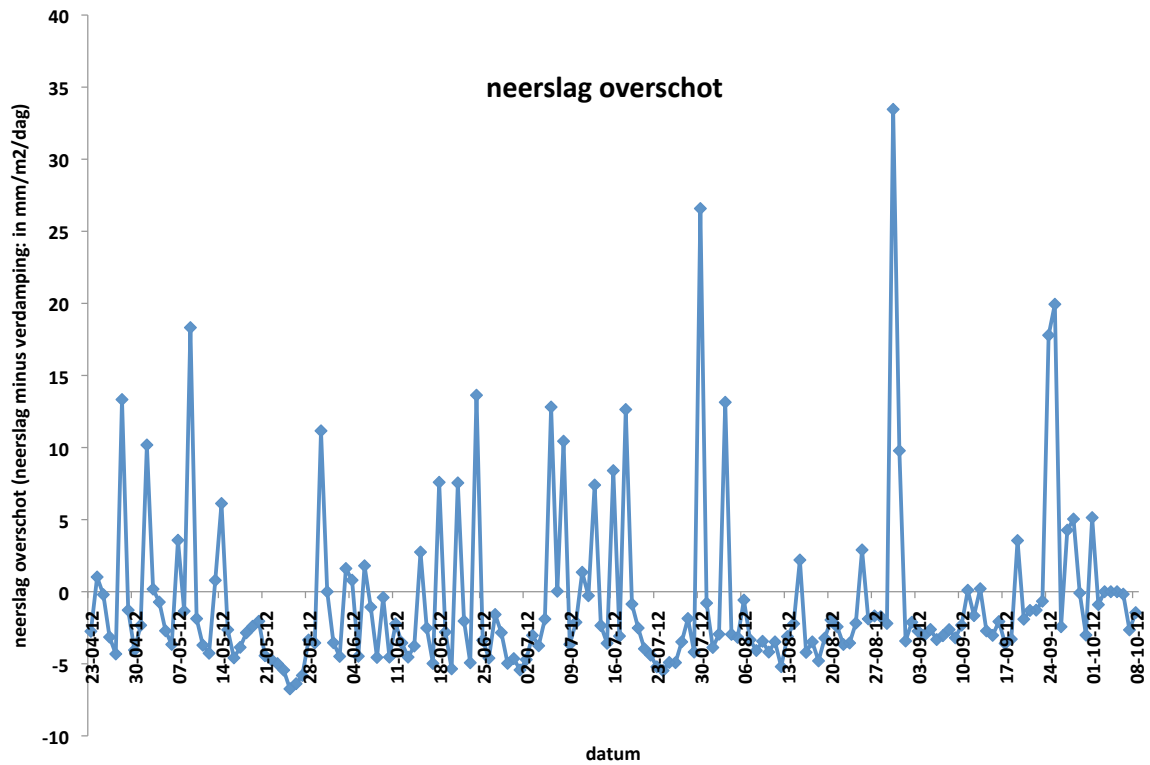
**Tabel 1.** Overzicht van de totale hoeveelheid neerslag en evapotranspiratie (beide in mm) en het neerslag overschot (=neerslag-evapotranspiratie) per maand gedurende de testperiode.

maand	neerslag	evapotranspiratie	neerslag overschot
april*	16,0	17,4	-1,4
mei	73,8	107,9	-34,1
juni	60,8	106,9	-46,1
juli	109,6	106,4	3,2
augustus	83,4	101,5	-18,1
september	78,4	83,0	-4,6
oktober*	6,0	6,0	0,0
totaal	428,0	529,1	-101,1

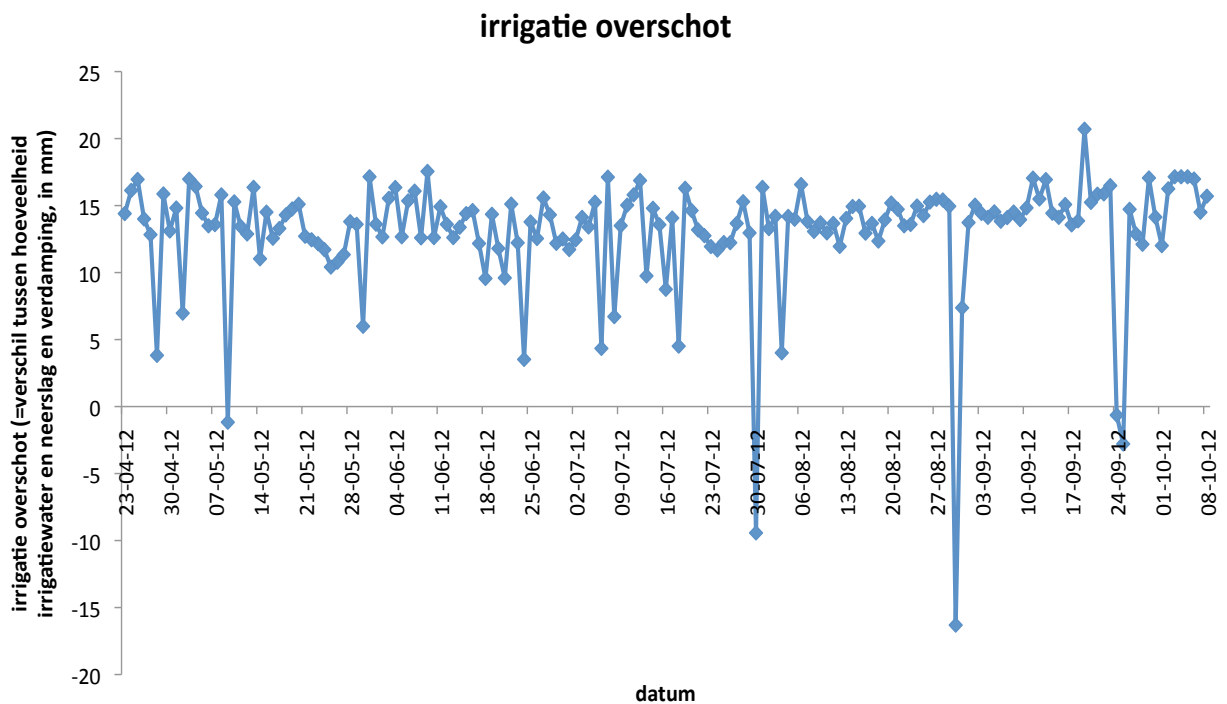
\* alleen periode proef, vanaf 23 april en tot 9 oktober

### *Irrigatiewater*

De hoeveelheid irrigatiewater was omgerekend 17,2 mm/m<sup>2</sup>/dag, toegediend in 4 maal 15 minuten tussen 6 uur 's ochtends en 8 uur 's avonds. In relatie tot de neerslag en evapotranspiratie betekent dit dat het gemiddelde irrigatie overschot per dag (gedefinieerd als de hoeveelheid toegediende irrigatiewater (mm) minus het verschil tussen neerslag en evapotranspiratie) 13,1 mm was en het aantal dagen dat de hoeveelheid neerslag de hoeveelheid irrigatiewater overtrof in totaal maar 5 dagen betrof (zie Figuur 4). Het zoutgehalte van het irrigatiewater was ingesteld op 32 dS/m. De maximale afwijking van het zoutgehalte van het irrigatiewater was 0.3 dS/m.

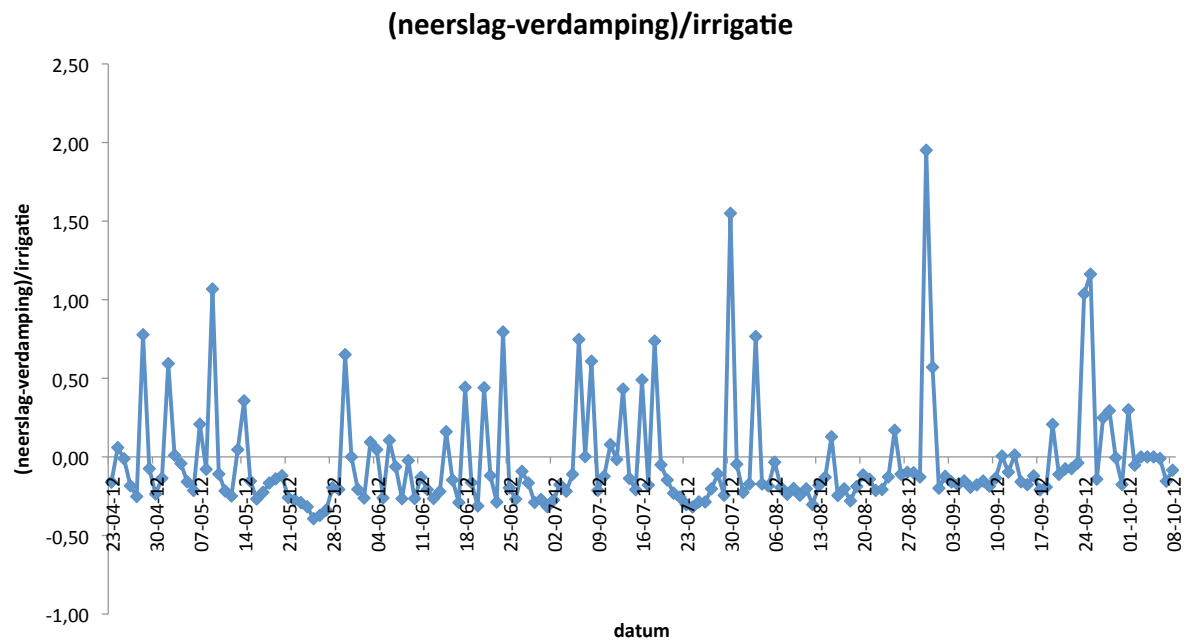


**Figuur 3.** Het neerslag overschot, gedefinieerd als de hoeveelheid neerslag minus de hoeveelheid evapotranspiratie per dag, gedurende de looptijd van het experiment op Texel.



**Figuur 4.** Overzicht van het overschot aan irrigatiewater (gedefinieerd als de hoeveelheid toegediende irrigatiewater (mm) minus ( $\Delta$ ) van neerslag en evapotranspiratie).

Uiteraard geeft neerslag een verlaging van de zoutconcentratie van de bodem en niet alleen als de hoeveelheid neerslag de hoeveelheid irrigatiewater overschrijdt. Als de hoeveelheid neerslag (minus de verdamping) even groot is als de hoeveelheid irrigatie, dan treedt er theoretisch een verzoeting op van 50%. Om deze potentiële verzoeting verder in kaart te brengen is in Figuur 5 de functie (neerslag-totale verdamping)/irrigatie weergegeven. In deze figuur geeft een negatieve waarde een hogere concentratie van het zoutgehalte weer (geen neerslag terwijl er wel een deel van het irrigatiewater verdampt) en een positieve waarde een verzoeting. Vanuit het oogpunt van mogelijke verzoeting zijn vooral de data boven de 0.33 van belang (25% verdunning van de ingestelde waarde), dit was op 19 dagen gedurende de proef het geval. Een 50% verdunning (waarde van 1 in Figuur 5) was maar op 6 dagen gedurende de proef het geval. Hierbij is de zoutconcentratie van de bodem gemiddeld gezien dus nog steeds zo'n 19 dS/m. Een volledige verzoeting (waarde van 2 in Figuur 5) was maar op 1 dag het zoval en deze dag was aan het einde van het groeiseizoen. Tot 31 augustus werden alle dagen waarbij een verzoeting heeft opgetreden (verzoeting op basis van Figuur 5) gevolgd door een dag waarbij of een zeer beperkte verzoeting (<10%) of juist een concentratie van zout heeft plaatsgevonden.



**Figuur 5.** De relatie tussen neerslag, totale verdamping (evapotranspiratie) en irrigatie ((neerslag-verdamping)/irrigatie). Een negatieve waarde laat een concentrering van de zoutconcentratie zien (een waarde van -0.2 geeft een 25% hogere zoutconcentratie van de bodem) en een positieve waarde laat de verzoeting zien (een waarde van 1 geeft een 50% verzoeting t.o.v. de ingestelde zoutconcentratie).

### *Zoutgehalte bodem(vocht)*

Het zoutgehalte van de bodem is zowel door metingen aan het bodemvocht (zie Tabel 2: direct gemeten in het veld in extracties van het bodemvocht, verzameld d.m.v. rhizonmeter) als door metingen aan grondmonsters (Tabel 3). De gemiddelde zoutconcentratie van het bodemvocht onder veldomstandigheden was  $38.0 \pm 6.8$  dS/m. Duidelijk is dat metingen volgens de ECe (gemeten in extract van saturated paste) ongeveer een factor 2 lager liggen dan de EC metingen van de extracten van het bodemvocht (extracties rhizonmeters in het veld). Deze relatie is voor alle zoutconcentraties op het proefveld bepaald (Figuur 6) waarbij de relatie is vastgesteld op  $ECe = 0,55 * EC_{\text{bodemvocht}} + 1,54$ . In Bijlage 1 is ook te zien dat de relatie tussen de EC van het irrigatiewater en de EC van het bodemvocht ongeveer 1:1 is.



**Tabel 2.** Zoutconcentratie van het bodemvocht ( $\pm$ s.d., in dS/m), bemonsterd d.m.v. macro rhizon meters

datum	08 juni	15 juni	22 juni	27 juni	5 juli	16 juli	17 sept
Zoutconcentratie	35 $\pm$ 6	43 $\pm$ 3	45 $\pm$ 9	41 $\pm$ 7	41 $\pm$ 6	40 $\pm$ 6	33 $\pm$ 2

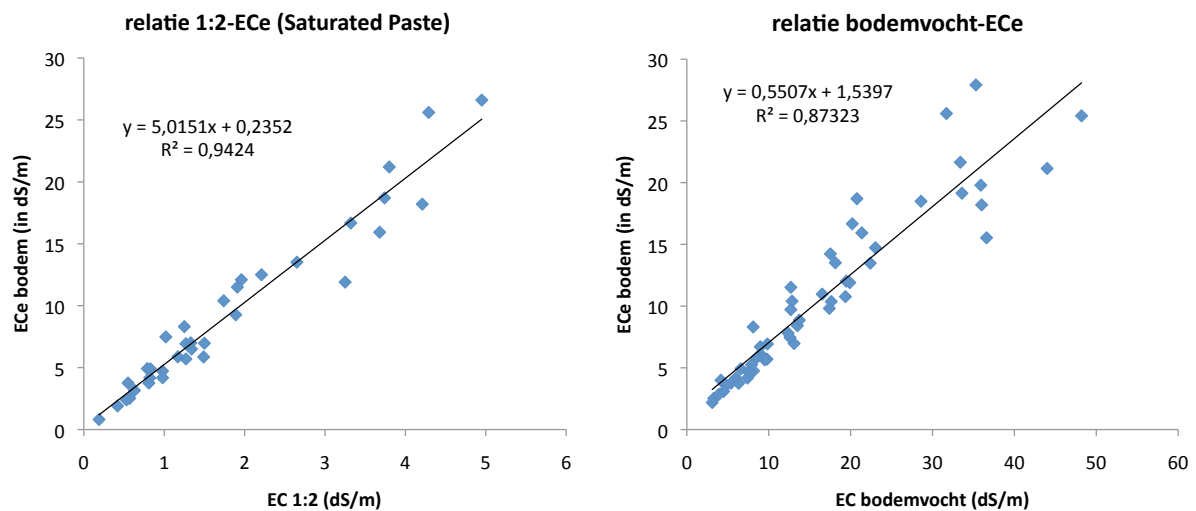
N=4 voor 8 juni, n=3 voor 15 juni, n= 6 voor 22 juni, n= 5 voor 27 juni, n=5 voor 5 juli, n=6 voor 16 juli, n= 4 voor 17 september

**Tabel 3.** Zoutconcentratie grondmonsters ( $\pm$ s.d., in dS/m).

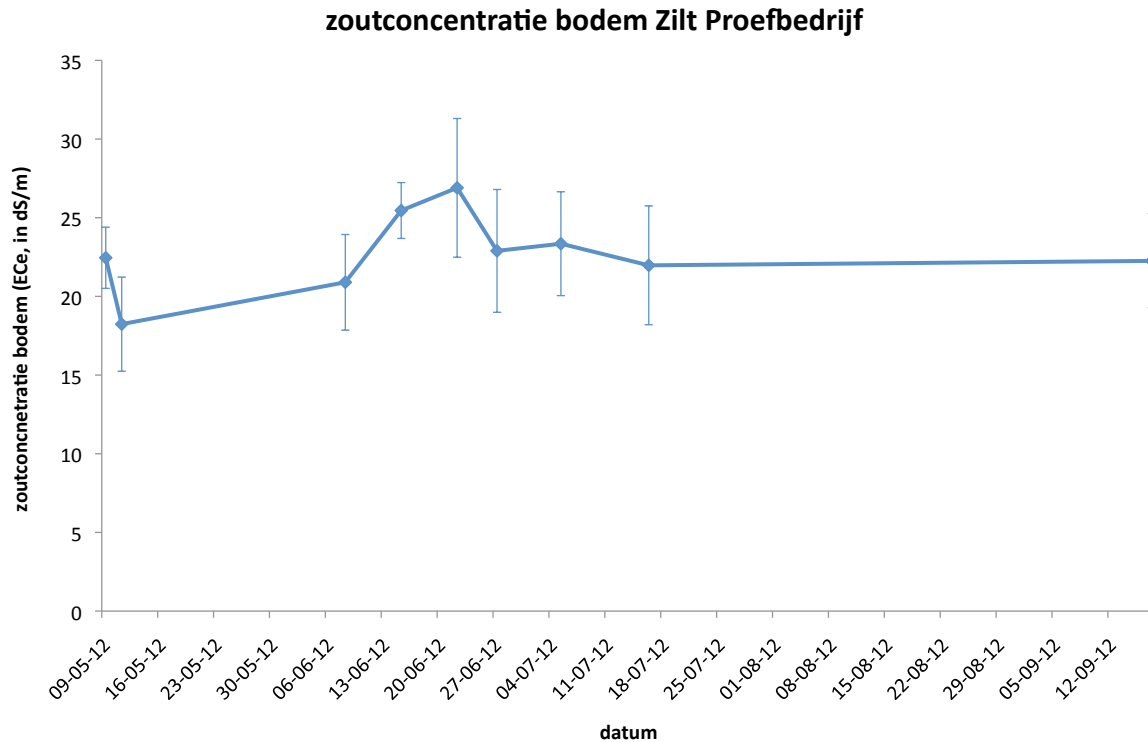
datum	15 juni	16 juli	17 september
Zoutconcentratie	27	21 $\pm$ 5	22 $\pm$ 2

N=1 voor 15 juni, n=6 voor 16 juli, n= 6 voor 17 september. Data van 15 juni is gebaseerd op E<sub>Ce</sub>, de EC van het extract van de saturated paste methode, data van 16 juli is gebaseerd op de 1:2 methode en omgerekend met de formule  $E_{Ce} = (5,0151 \times EC\ 1:2) + 0,2352$ , met  $R^2 = 0,9424$ , n=35 (zie Figuur 5). Op 17 september is zowel de E<sub>Ce</sub> als de 1:2 methode gebruikt, weergegeven data is alleen van omgerekende 1:2 methode.

Wat verder naar voren komt in Figuur 6 is dat de spreiding van de data binnen 1 zoutconcentratie groter wordt met een oplopende zoutconcentratie. Zowel voor de relatie 1:2-E<sub>Ce</sub> en bodemvocht-E<sub>Ce</sub> geldt dat de grootste spreiding optreedt bij de hoogste zoutconcentratie (32 dS/m). Door de relatie van Figuur 6 te gebruiken kan de data van de 1:2 methode en van het bodemvocht ook worden uitgedrukt als de ‘standaard meting E<sub>Ce</sub>’ (Electrische Conductiviteit van het extract van een verzadigde bodem). Hierdoor kunnen zowel de data van het bodemvocht als de data van de grondmonsters op een vergelijkbare wijze worden weergegeven. Dit is gedaan in figuur 7.



**Figuur 6.** Relatie tussen de waarden van de metingen volgens de 1:2 methode en de EC van het extract van een verzadigde bodem (E<sub>Ce</sub>) (links) en die van het bodemvocht en E<sub>Ce</sub> bodem (rechts). Bodemvocht is geëxtraheerd m.b.v. rhizonmeters.



**Figuur 7.** Zoutconcentratie van de bodem (bovenste 20 cm) gemeten d.m.v. bodemvochtextracties en grondmonsters. Alle data is omgerekend naar de standaard waarde van ECe m.b.v. de vergelijkingen uit Figuur 3.

De zoutmetingen van de bodem in Figuur 7 laten een minimale afwijking en minimale spreiding zien. De gemiddelde bodemzoutconcentratie  $\pm$  standaard deviatie is  $22.4 \pm 3.6$  dS/m.

#### *Zoutgehalte sensoren*

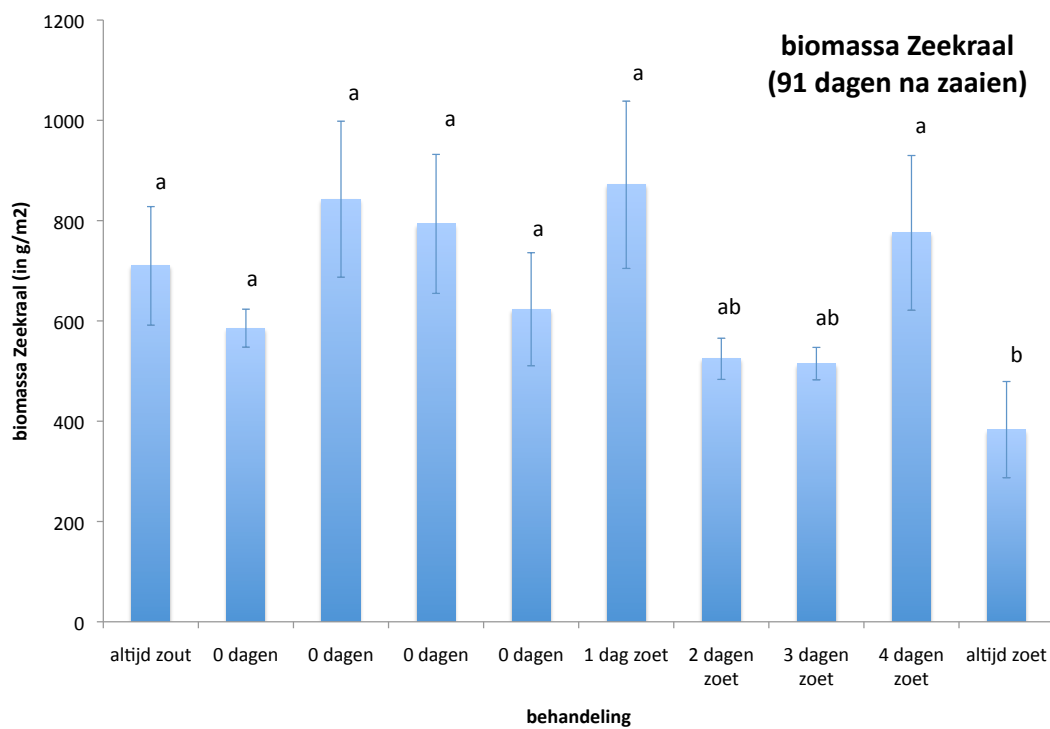
Het zout- en vochtgehalte van de bodem is elke 10 minuten gemeten d.m.v. sensoren die in elk vak waren geplaatst. Op dit moment wordt deze data nog gekalibreerd en is nog niet bruikbaar voor rapportage. Deze metingen kunnen gebruikt worden om aan te tonen dat er tussen de meetpunten in Figuur 7 mogelijk nog uitschieters in bodemzoutconcentratie opgetreden zijn.

#### *Biomassa Zeekraal-Zilte schijnspurrie*

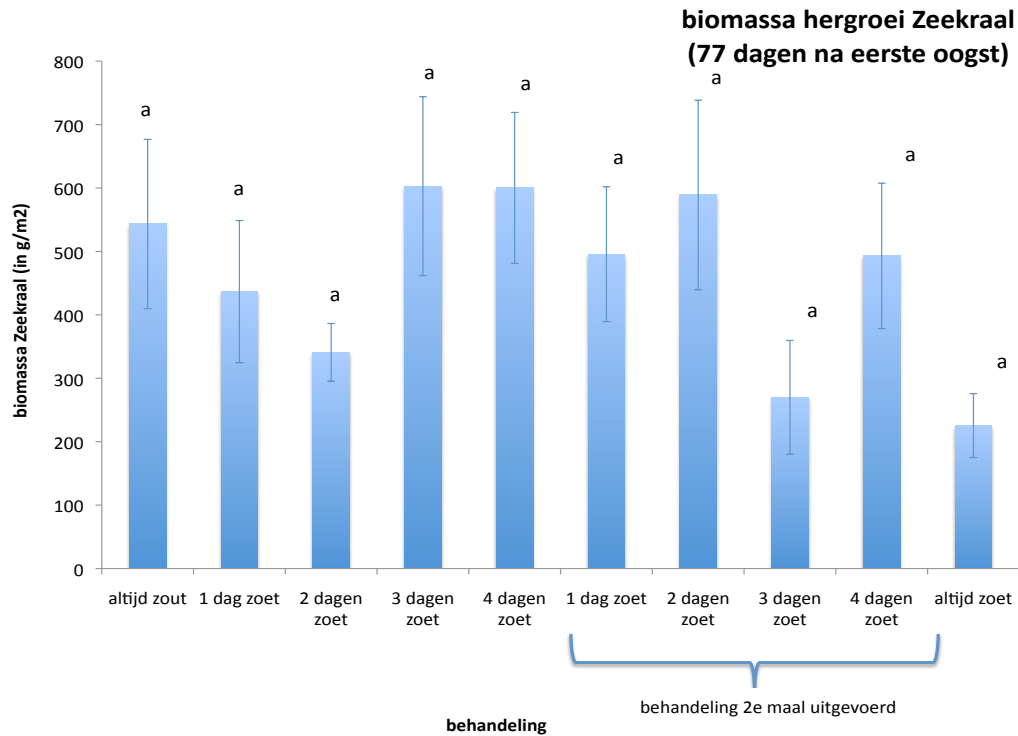
Op 3 mei is de eerste visueel kieming waargenomen, 10 dagen na zaaien. Op afbeelding 2 is de kieming van zeekraal op 8 mei te zien. De eerste daadwerkelijke oogst van zeekraal is 91 dagen na zaaien uitgevoerd (zie Figuur 8). In Figuur 8 is te zien dat de eerste keer dat de diverse zoete behandelingen plaats hebben gevonden, dit niet heeft geleid tot verschillen in de biomassa productie van zeekraal. Alleen de behandeling ‘altijd zoet’ heeft een daling van de biomassa productie tot gevolg gehad. De behandelingen ‘2 dagen zoet’ en ‘3 dagen zoet’ verschillen weliswaar niet van de behandeling ‘altijd zoet’ (een mogelijke indicatie dat deze twee behandelingen toch een effect van de zoet water irrigatie hebben ondervonden), maar de relatief hoge biomassa productie van de behandeling ‘4 dagen zoet’ weerspreekt deze indicatie. De data van de hergroei van zeekraal (Figuur 9) laten vergelijkbare resultaten zien. Door de relatief grote spreiding in biomassa productie tussen de herhalingen binnen een behandeling, zijn er geen verschillen gevonden in de hergroei van zeekraal bij de diverse behandelingen.



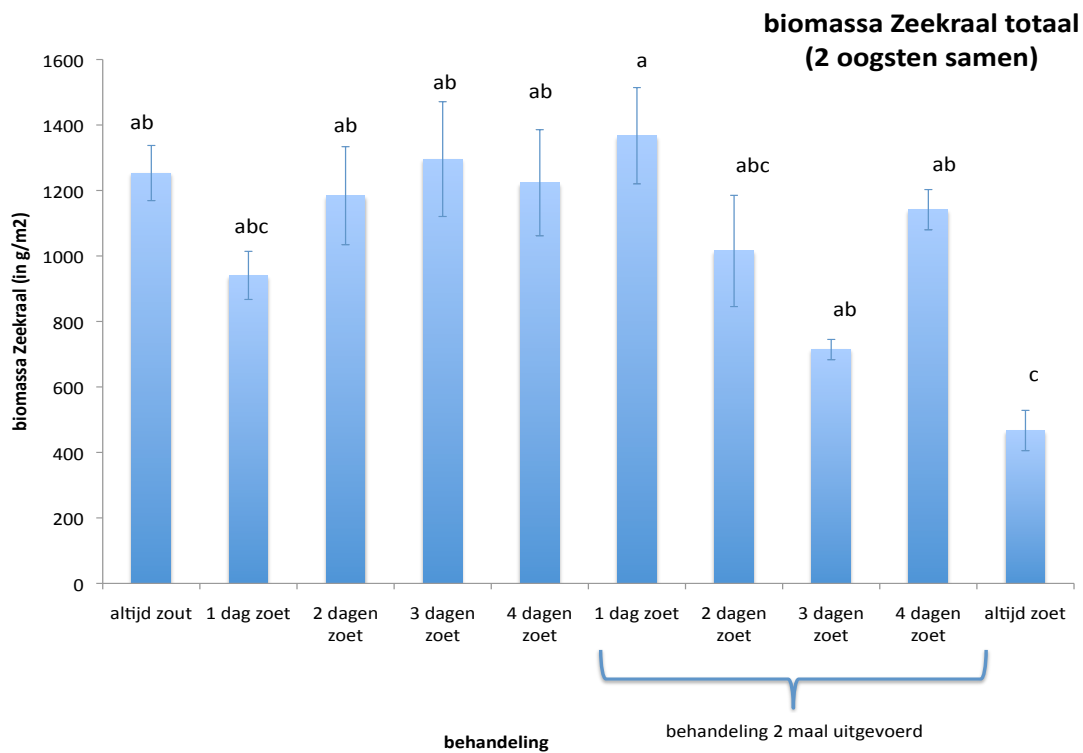
**Afbeelding 2.** Impressie van een proefvak met de druppelsslagen (links) en de staat van de kieming van zeekraal op 8 mei (rechts).



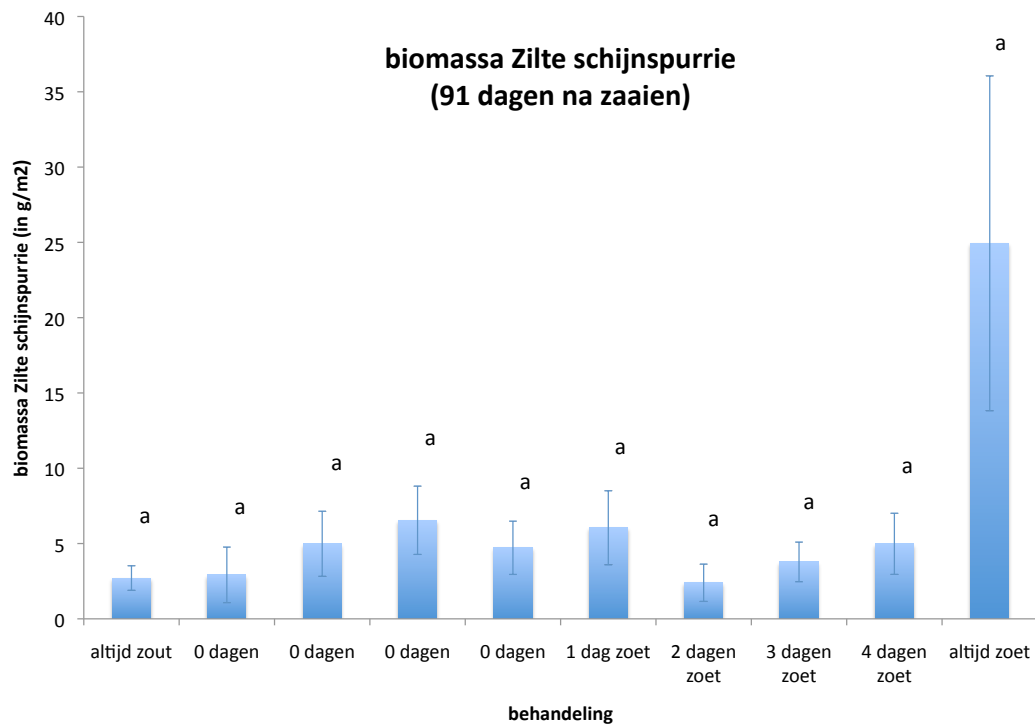
**Figuur 8.** De opbrengst van Zeekraal (in g/m<sup>2</sup>) van de 10 verschillende behandelingen, 91 dagen na zaaien.



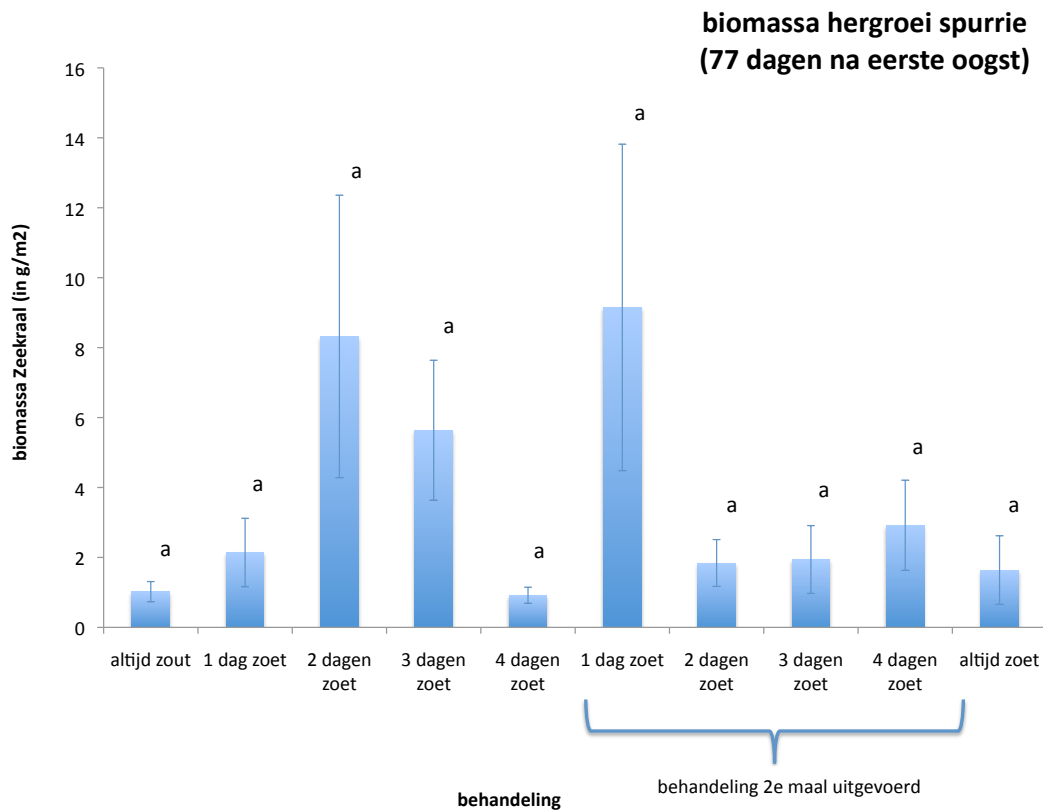
**Figuur 9.** De opbrengst van Zeekraal (in g/m<sup>2</sup>) van de 10 verschillende behandelingen, 77 dagen na de eerste oogst. De zeekraal is op dezelfde plek gesneden als de eerste oogst en betreft dus de hergroei van zeekraal.



**Figuur 10.** De opbrengst van Zeekraal (in g/m<sup>2</sup>) van de 10 verschillende behandelingen, als som van de eerste en tweede oogst.



**Figuur 11.** De opbrengst van Zilte schijnspurrie (in g/m<sup>2</sup>) van de 10 verschillende behandelingen, 91 dagen na zaaien.



**Figuur 12.** De opbrengst van Zilte schijnspurrie (in g/m<sup>2</sup>) van de 10 verschillende behandelingen, 77 dagen na de eerste oogst. Net als bij Zeekraal geldt ook hier dat dit de biomassa van de hergroei is.

De totale zeekraal biomassa productie gedurende het groeiseizoen (de twee oogsten samen) is weergegeven in Figuur 10. In deze Figuur zijn de data verwerkt van het effect van een eenmalige zoete behandeling (1, 2, 3 en 4 dagen zoet alleen na de eerste oogst) en van de herhaalde zoete behandeling (1, 2, 3 en 4 dagen zoet zowel bij kieming als na de eerste oogst (tijdens eerste fase van hergroei). Geen van deze behandelingen laten een onderling verschil zien, er is dus geen effect van de diverse zoete behandelingen al dan niet eenmalig of twee maal uitgevoerd. Het enige verschil in de biomassa productie van zeekraal is bij de behandeling 'altijd zoet'.

Dezelfde resultaten zien we terug bij de biomassa productie van Zilte schijnspurrie. Zoals in Figuur 11 is te zien, zijn er geen verschillen in biomassa productie van spurrie tussen de verschillende behandelingen. Zelfs de behandeling 'altijd zoet', welke op het oog sterk afwijkt van de andere behandelingen, laat geen significant verschil zien (het verschil tussen de behandeling 'altijd zoet' en '2 dagen zoet' was wel bijna significant ( $p=0.085$ ) en de data moest i.v.m. een gebrek aan homogeniteit eerst log-getransformeerd worden). Opmerkelijk is dat zelfs bij de behandeling 'altijd zout' er een vergelijkbare groei van spurrie heeft plaatsgevonden i.v.m. de andere behandelingen. Een continue zoute behandeling heeft dus niet kunnen voorkomen dat er kieming van spurrie plaats heeft gevonden onder veldcondities. Ook de hergroei van spurrie (Figuur 12) laat geen verschillen zien tussen de behandelingen. De reden dat de hergroei van de behandeling 'altijd zoet' relatief laag is, is dat de vegetatie van deze behandeling laag bij de grond is gebleven en tijdens de 2<sup>e</sup> oogst grotendeels niet in de oogstmachine terecht is gekomen (oogst is gesneden op 5 cm boven maaiveld). Ook bij de eerste oogst van de behandeling 'altijd zoet' is er relatief weinig spurrie waargenomen, maar ook weinig zeekraal. De kieming was zichtbaar minder (alleen kwalitatief bepaald), waardoor de spurrie veel ruimte had en laag bleef. Hierdoor bleef spurrie dus intact met oogsten (ongeveer 5 cm hoogte) en werd het niet mee geoogst, vandaar de lage waardes.

## Locatie Zeeland

### *Irrigatiewater*

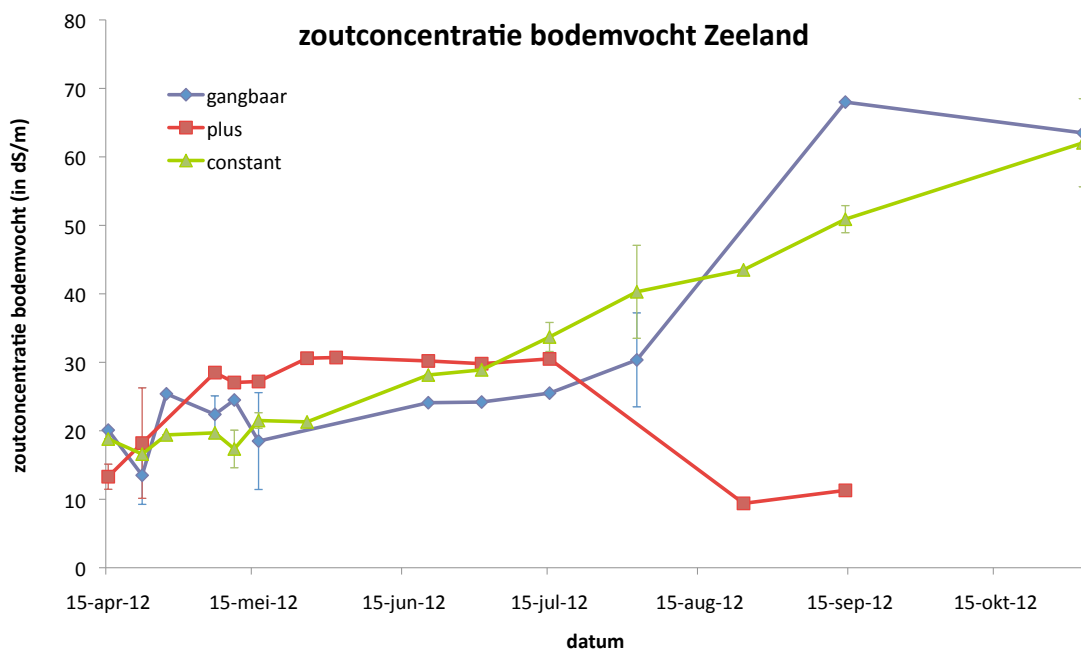
Voor irrigatie is gebruik gemaakt van het water direct uit het Veerse Meer. De zoutconcentratie van dit irrigatiewater is op 13 momenten verspreid over het hele seizoen gemeten en is gemiddeld  $28.3 \pm 0.9$  dS/m ( $\pm$ s.d.). Er zijn geen noemenswaardige verschillen in de tijd geweest.



**Afbeelding 3.** Impressie van de proefvelden in Zeeland (links) en spurrie tussen de zeekraal onder praktijkomstandigheden, ook in Zeeland (rechts).

### *Zoutgehalte bodem(vocht)*

In Figuur 13 is een overzicht gegeven van de zoutconcentratie van het bodemvocht van de verschillende behandelingen. Tot 15 juni komen er geen zichtbare verschillen voor tussen de drie behandelingen. Na 15 juni is er een sterke toename van de zoutconcentratie van de behandelingen ‘gangbaar’ en ‘constant’, terwijl de zoutconcentratie van ‘plus’ juist omlaag gaat. Deze daling in zoutconcentratie bij behandeling ‘plus’ is echter gebaseerd op een tweetal metingen. In Tabel 4, waar de zoutconcentratie van de grondmonsters is weergegeven, komen dergelijke verschillen niet voor. Op 9 augustus en 12 oktober is er geen sterke daling van de zoutconcentratie van behandeling ‘plus’. Ook is duidelijk geworden dat er een trend optreedt dat er een verschil is tussen de bovenste grondlaag (van 0 tot 10 cm minus maaiveld (-mv)) en de onderste grondlaag (10-30 cm-mv).



**Figuur 13.** Het verloop van de zoutconcentratie van het bodemvocht van de verschillende behandelingen in Zeeland. Het bodemvocht is bemonsterd met behulp van een rhizon-meter (n=2 voor data met foutbalken, rest n=1).

**Tabel 4.** Bodemzoutconcentratie (van ECe, in dS/m) van de grondmonsters p de testlocatie in Zeeland. Monsters zijn op drie verschillende data en op 2 dieptes verzameld, namelijk van 0 tot 10 minus maaiveld (-mv) en 10-30 cm-mv.

	13-04-12	09-07-12	12-10-12
Gangbaar 0-10	18.4±1.6	49.1±4.4	41.4±7.9
Gangbaar 10-30	9.9	30.5±9.5	-
Plus 0-10	-	45.5±6.3	32.2±9.8
Plus 10-30	10.1	31.3±11.2	-
Constant 0-10	24.8±3.8	46.3±8.5	26.7±7.5
Constant 10-30	14.8±4.0	36.6±5.2	-

Waarden zijn gemiddelde van n=4±s.d. (waar s.d. gegeven is, anders n=1). Monsters zijn vooral d.m.v. de 1:2 methode doorgemeten, van 4 monsters is zowel de 1:2 als de saturated paste waarde gemeten. Deze relatie (SP=(3,70\*1:2 methode)+4,09, met R<sup>2</sup>=0,94) is gebruikt om alle bovenstaande data om te rekenen naar ECe

### Oogst Zeekraal

Zoals eerder aangegeven heeft er in Zeeland alleen een kwalitatieve eindoogst plaatsgevonden (zie Tabel 5). De zichtbare verschillen uiteten zich vooral in de bedekkinggraad van het gewas ('relatief veel' of 'weinig gekiemd' in Tabel 5), de grootte van de planten, de kleur en de

hoeveelheid spurrie. De verschillen in hoeveelheid spurrie waren minimaal en eigenlijk was er alleen bij de behandeling ‘gangbaar’ enige hoeveelheid spurrie waarneembaar maar dan in zo’n hoeveelheid dat het verwaarloosbaar is. Het meest opmerkelijke verschil was het verschil in kleur. Waar de planten van de behandelingen ‘plus’ en ‘gangbaar’ geel bruin tot geel bruin groen waren te noemen, daar waren de planten van de behandeling ‘gangbaar’ duidelijk nog groen van kleur. Dit is ook te zien op Afbeelding 4.

**Tabel 5.** Kwalitatieve eindoogst Zeekraal in Zeeland

Behandeling	Uiterlijke kenmerken gewas
Gangbaar	Relatief weinig gekiemd, grote planten, groene kleur, zeer beperkt spurrie
Plus	Relatief veel gekiemd, matig tot kleine planten, geel bruine kleur, geen spurrie
Constant	Relatief veel gekiemd, matig tot kleine planten, geel bruin groene kleur, geen spurrie



**Afbeelding 4.** Overzicht van de proeflocatie in Zeeland waarbij naast de kieming en dichtheid van het gewas ook de verschillende kleuren tussen de behandelingen opvallen (variërend van groen (behandeling ‘gangbaar’) tot geel-bruin (de 2 andere behandelingen)).

## Discussie

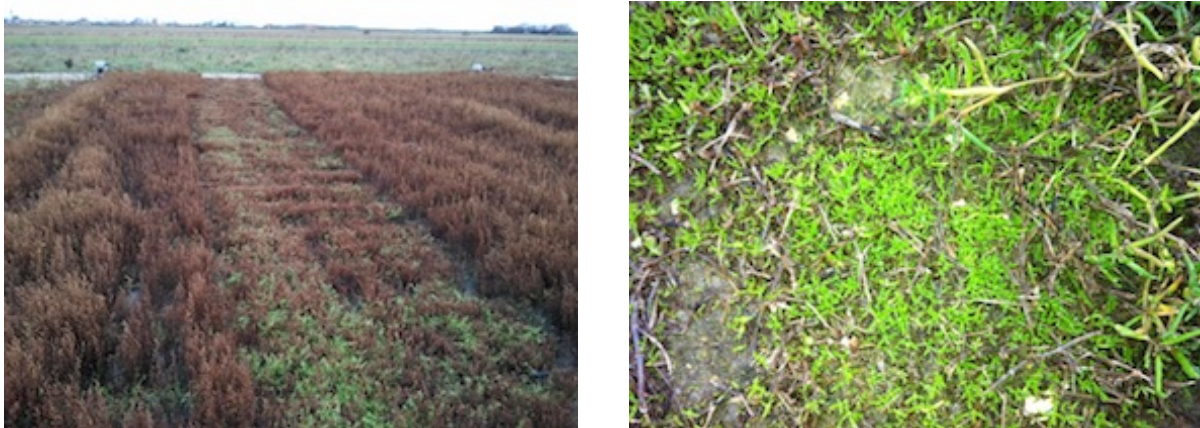
Het is duidelijk geworden dat er een groot verschil optreedt tussen de zoutconcentratie van het irrigatiewater en de zoutconcentratie van de bodem (gemeten als de standaard E<sub>Ce</sub>), en mogelijk kan dit verschil verantwoordelijk worden gehouden voor verschillen tussen resultaten van de kas- en de veldproeven voor wat betreft de waargenomen kieming van spurrie. De zoutconcentratie van de grondmonsters is op basis van E<sub>Ce</sub> bepaald, en deze waarde ligt aanzienlijk lager dan de zoutconcentratie van het irrigatiewater. De EC waarde waar de planten aan blootgesteld zijn, is nog het meest te vergelijken met de waarden van de bodemvocht (extracties). Deze extracties worden direct in het veld uitgevoerd, terwijl er voor een saturated paste een overvloedige hoeveelheid zoet water aan een droge bodem wordt toegevoegd. Onder veldomstandigheden wordt een bodem nooit zo nat als een saturated paste, met andere woorden: een saturated paste bevat meer water dan onder veldomstandigheden waardoor het aanwezige zout meer wordt verdund. De waarden van het zoutgehalte van het bodemvocht, verzameld met de rhizon meters direct in het veld, zijn nagenoeg identiek met de waarden van het irrigatiewater (zie Bijlage 1). Ook kan gesteld worden, op basis van de overmatige hoeveelheid irrigatiewater, de bodem nagenoeg continue tegen de veldcapaciteit aan heeft gezeten. In de regel is de EC van een bodem bij veldcapaciteit een factor 2 hoger dan de E<sub>Ce</sub>, gemeten in een saturated paste (Roest *et al.*, 2003). Deze factor twee is een gemiddelde en op basis van Figuur 6 kan gesteld worden dat deze relatie bij benadering een factor twee is voor de testlocatie op Texel ( $y=0.55x + 1.54$ : aanname hierbij is dat de rhizon metingen inderdaad een betrouwbare maat zijn voor het bodemvocht bij veldcapaciteit). Op basis hiervan kan dus gesteld worden dat de EC waarden van de veldproef niet lager zijn geweest dan de EC waarden van de kasproef (300 mM NaCl  $\approx$  30 dS/m bij de kasproef



waarbij geen kieming van spurrie meer optrad, EC waardes van de bodemvocht extracties van de veldproef waren gemiddeld  $38.0 \pm 6.8$  dS/m o.b.v. metingen uit Tabel 2). Daarnaast hebben de bakproeven aangetoond dat er nagenoeg geen kieming van spurrie optrad als er geïrrigeerd wordt met 30 dS/m zout water. De EC van het irrigatiewater moet dus hoger zijn dan 30 dS/m om de kieming van spurrie te voorkomen en dit was het geval voor de veldproeven op Texel. Mogelijk heeft de neerslag er voor gezorgd dat er toch tijdelijke verzoeting heeft opgetreden. De regen komt terecht op een reeds zoute bodem en de vraag is in hoeverre dit de bodem ook zal verzoeten. De gemiddelde evapotranspiratie is gedurende het hele groeiseizoen  $3.1 \text{ mm/m}^2/\text{dag}$  geweest (op basis van data uit Figuur 2). Dit betekent dus dat een dagelijkse neerslag hoeveelheid van 3.1 mm nog niet tot verzoeting zal leiden, aangezien dezelfde hoeveelheid zoet water verloren gaat d.m.v. evapotranspiratie. De vraag is in hoeverre er een neerslag overschot (neerslag overschot = hoeveelheid neerslag minus hoeveelheid evapotranspiratie) is geweest t.o.v. de evapotranspiratie. Dit is op dagbasis uitgewerkt in Figuur 3. In deze figuur is te zien dat er voor 33 dagen van de 169 dagen van het experiment een neerslag overschot is geweest. Van deze 33 dagen zijn er 28 dagen waarbij de neerslag groter is geweest dan 3.6 mm. Een simpele rekensom illustreert het volgende: het vochtpercentage van de bodem (rond veldcapaciteit) van de proefvakken ligt rond de 18% (op basis van droge grond, data niet weergegeven). Dit houdt dus in dat 18% van het gewicht van de bodem uit water bestaat. Als we alleen even naar de bovenste cm van de bodem kijken (daar waar de kieming van zeekraal en spurrie plaatsvindt), houdt dit in dat er ongeveer 3.6 liter (irrigatie)water in deze bovenste cm zit (1 cm van  $1 \text{ m}^2$  is  $0.01 \text{ m}^3 \approx 20 \text{ kg}$  grond (van volume naar kg is factor 2 op basis van eerdere experimenten, data niet weergegeven), 18% hiervan is 3.6 kg, dus 3.6 liter water. Een hoeveelheid neerslag overschot van 3.6 mm (=  $3.6 \text{ L/m}^2$ ) zal het zoutgehalte dus maximaal 2 maal verdunnen (van 38 naar 19 dS/m), er van uit gaande dat het zoete water goed zal mengen met het zoute water. Deze verzoeting is tijdelijk aangezien er 4 maal per dag is geïrrigeerd, en elke irrigatiebeurt zal het zoete water naar beneden drukken. In nagenoeg alle gevallen van een neerslagoverschot was dit overschot de volgende dag al verdwenen. Alleen aan het einde van het seizoen zijn er een 3 tal dagen geweest waarbij er op twee aansluitende dagen er een neerslagoverschot is geweest. Aangezien deze dagen alleen aan het einde van het groeiseizoen optraden, heeft dit (waarschijnlijk) geen effect gehad op de gemeten biomassa's van zeekraal en spurrie. Alle momenten van mogelijke verzoeting (tot 31 augustus) hebben dus niet langer geduurd dan maximaal 10 uur (periode tussen laatste irrigatiebeurt van de ene dag en de eerste irrigatiebeurt van de opvolgende dag). De aanvullende kiemprouven van Wageningen UR-PRI hebben aangetoond dat een mogelijk zoet effect op de kieming binnen 24 uur teniet gedaan kan worden als er binnen die periode weer 'verzouting' optreedt. Alhoewel er dus maar periodieke en tijdelijk verzoeting heeft opgetreden, is het niet bekend wat het mogelijke effect is van deze herhalende verzoeting op de kieming van spurrie. Een mogelijkheid is dat er een soort cumulatief effect optreedt van neerslag waarbij er toch kieming van spurrie optreedt als de 'neerslagsom' een bepaalde waarde bereikt. Zo'n 'som' is bijvoorbeeld goed bekend voor de temperatuur, waarbij er kieming optreedt als een bepaalde temperatuursom wordt bereikt. Een andere mogelijkheid is dat er toch kieming onder zoute omstandigheden optreedt, maar dat deze kieming sterk wordt vertraagd. De maximale duur van de kiemprouven in de verschillende kasexperimenten was namelijk 26 dagen (geen kieming bij 30 dS/m), terwijl de bakproeven (na 139 dagen) en de veldproeven (na 91 dagen) pas in een later stadium zijn geogst (en waarbij dus wel kieming is geconstateerd).

Alhoewel de zoutwater irrigatie de kieming van spurrie niet geheel onderdrukt, is het wel duidelijk geworden dat het in ieder geval een aanzienlijk voordeel oplevert voor zeekraal. Door de zoutwater behandeling rond de kieming ondervindt zeekraal minimale concurrentie. Door dit voordeel is na de kieming ook de eerste groeifase nagenoeg concurrentievrij. Als

zeekraal de kans krijgt om groot te groeien, dan zal de kieming en groei van spurrie in een latere fase minimale problemen met zich meenemen. De grootste problemen ontstaan namelijk wanneer spurrie vroeg en snel kiemt waardoor het als het ware bovenop de zeekraal komt te liggen en ‘meelift’ met de groei van zeekraal. Deze spurrie wordt dan altijd mee geoogst bij de oogst van zeekraal. Ook is gebleken dat bij het snijden van zeekraal er voldoende uitlopers intact moeten blijven (4-6 cm hoogte snijden), zodat de hergroei van de zeekraal uitlopers snel kan verlopen. Maar als bij het snijden de zijtakken van de zeekraal (de nieuwe oogstbare delen) ook worden afgesneden, en de onderliggende spurrie net niet wordt afgesneden, dan bestaat de kans dat spurrie boven de zeekraal uitkomt en er bovenop blijft liggen. Het is dus ook van belang om vlak voor de oogst te beoordelen hoe hoog de spurrie zit (als spurrie bv op 3 cm hoogte zit, dan de zeekraal wat hoger afsnijden).



**Afbeelding 5.** Het proefperceel op Texel eind november (links) waarbij de spurrie duidelijk te herkennen is aan de groene kleur (de zeekraal is geheel bruin). Rechts is de massale kieming van spurrie in het najaar te zien.

#### *Kieming Zilte schijnspurrie in het najaar*

Het is aan de hand van de veldproeven in 2012 op Texel en eerdere waarnemingen in het veld in Zeeland duidelijk geworden dat de bloei, zaadvorming en kieming van Zilte schijnspurrie nagenoeg continue doorloopt. Daar waar de zeekraal aan het einde van het seizoen geheel afsterft, daar groeit spurrie op het oog nog steeds door. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van Afbeelding 5 (links) waarbij te zien is dat zeekraal al geheel bruin is geworden, maar de spurrie als groene planten er duidelijk nog vitaal bij staan. Op de afbeelding rechts (Afbeelding 5) is te zien hoe de kieming (deels) direct plaats vindt nadat het op de grond terecht gekomen is, dus ook in het najaar. Om te voorkomen dat spurrie kiemt zou dit dus betekenen dat de zoutconcentratie van de bodem nagenoeg continue zout gehouden moet worden. Praktisch gezien is dit niet uitvoerbaar en ook niet gewenst (o.a. voor grondbewerking). Op basis van de resultaten van de kasproeven is het bekend dat de kiemkracht van spurrie beperkt is: een ‘zaaidiepte’ van 5 mm geeft al een aanzienlijke reductie in kieming. Vanuit dit oogpunt is dus een grondbewerking vlak voor aanvang van het zaaien van zeekraal de beste optie om van spurrie af te komen, zowel van de zaailingen als van het zaad dat nog niet gekiemd is. Direct na het zaaien zou dan een zoutwater irrigatie plaats moeten vinden om de kieming van spurrie verder te onderdrukken. De hoeveelheid spurrie in de veldproeven van 2012 was, in vergelijking met de biomassa van zeekraal, minimaal. Een grondbewerking in combinatie met een aansluitende zoutwater irrigatie zou de kieming van spurrie dus in zo’n mate onderdrukken dat de minimale kieming die wel plaatsvindt, geen negatief effect heeft op de oogst en verwerkbaarheid van zeekraal.

Wat ook opgevallen is, is dat op beide locaties veel spurrie groeit op die plaatsen waar de grond verdicht is (rijpaden e.d.), dit is een indicatie dat een compacte goed is voor de kieming

en ontwikkeling van spurrie. Mogelijk betekent dit ook dat een luchtige bodem minder goed is voor spurrie.

### *Zeeland*

De zoutconcentratie van het bodemvocht laat een tweetal verschillen zien die hier worden besproken. Ten eerste is duidelijk dat de zoutconcentratie van het bodemvocht niet constant is geweest. De behandelingen 'gangbaar' en 'constant' laten een duidelijke toename van de zoutconcentratie zien. De grondsoort op de testlocatie in Zeeland is klei en bij een kleibodem is het zeer moeilijk tot onmogelijk om de bodem door te spoelen en zo de zoutconcentratie gelijk te houden t.a.v. de zoutconcentratie van het irrigatiewater. Aan de andere kant is bij de behandeling 'plus' de zoutconcentratie juist omlaag gegaan. Dit gegeven is gebaseerd op een tweetal metingen, waarbij er dus een kanttekening geplaatst kan worden aan het beperkt aantal metingen. Ook heeft deze behandeling meer zout (water) ontvangen dan de behandeling 'gangbaar', terwijl deze laatste juist omhoog gaat in zoutconcentratie. Op basis van de metingen van de bodemzoutconcentratie (Tabel 4) kan gesteld worden dat de 2 afwijkende metingen van het bodemvocht naar alle waarschijnlijkheid foutieve metingen zijn geweest. Op basis van zowel de metingen aan het bodemvocht als de metingen aan de grondmonsters, kan gesteld worden dat er geen verschil in bodemzoutconcentratie is opgetreden tussen de drie verschillende behandelingen en, in ieder geval voor de behandelingen 'gangbaar' en 'constant', er een toename van de bodemzoutconcentratie optreedt gedurende het seizoen.

Alhoewel de handleiding voor het gebruikt van Clinic is gevolgd, met betrekking tot de periode tussen de toepassing en het moment van zaaien, heeft de toepassing van het middel mogelijk toch een effect gehad op de kieming. Het middel werkt alleen via de groene delen van een plant en niet via de bodem. In het geval van Zeeland was de bodem nagenoeg braakliggend, er waren maar weinig groene delen aanwezig. Het is vooral via deze groene delen dat het effect van het middel langer door kan werken. Een ander punt is dat het niet moet worden toegepast als binnen 4-6 uur regen wordt verwacht. Deze periode is aangehouden voordat er gezaaid is (wel op dezelfde dag gebeurd). Na een grondbewerking kan er direct worden gezaaid volgens de handleiding. Nu is er in ons geval geen extra grondbewerking meer geweest, dus de kans is groot dat de zaden toch met het actieve middel in aanraking zijn gekomen. Mogelijk heeft dit de kieming negatief beïnvloed.

Alhoewel een effect van de toediening van de onkruidbestrijding niet uitgesloten kan worden, is het wel de ervaring op de locatie in Zeeland dat de kieming van zeekraal sowieso onregelmatig is. Er heeft dus wel degelijk kieming plaatsgevonden, maar deze was beperkt en onregelmatig. Mogelijk heeft dit meer met de locatiespecifieke omstandigheden te maken (klei, vocht-, zoutgehalte?). Een ander belangrijk aspect is dat er wel kieming van zeekraal heeft opgetreden, maar nagenoeg geen kieming van spurrie is geweest (1 spurrie plant waargenomen!). Vanuit dit oogpunt is de proefopzet dus geslaagd geweest: met een zout irrigatie regime is ook op een kleibodem de kieming van spurrie te voorkomen!

### *Effect van gips*

Tijdens de proef in Zeeland heeft er ook een kleinschalige pilot-proef plaatsgevonden waarbij de toevoeging van gips is onderzocht. Het toevoegen van gips aan een kleibodem is een bekende manier om de negatieve effecten van zout op de structuur van een kleibodem te herstellen. Achtergrond hierbij is dat de natrium ionen in het zoute water de calcium ionen in het kleicomplex kunnen vervangen. Aangezien natrium als eenwaardig ion het tweewaardige calcium ion vervangt, wordt de ruimte tussen de kleiplaatjes kleiner en daarmee ook de ruimte voor het afvoeren van overtollig water. Na een regenbui is het zelfs mogelijk dat ook nog de natrium ionen wegspoelen waardoor de bodem helemaal dichtslaat. Het eindresultaat is een

verslempde bodem met een minimale draagkracht en waar waterstagnatie optreedt. Door de minimale draagkracht is het niet mogelijk het perceel te betreden met (zware) machines en de natte omstandigheden zorgen voor verminderde groei en kieming van gewassen en in het meest extreme geval tot helemaal geen kieming en/of afstervende planten i.v.m. zuurstofgebrek. Tijdens de kleinschalige pilot is gebleken dat het toevoegen van gips inderdaad heeft geleid tot een verbetering van de structuur van de grond. Dit is gebleken uit het feit dat bij betreding van de onbehandelde grond een persoon snel wegzakte in de grond en na enkele meters al grote kleiklumpen aan het schoeisel had, terwijl dit geheel niet het geval was bij de behandelde grond. De draagkracht nam dus aanzienlijk toe door de toevoeging van gips. Ook een inspectie van de wortelstructuur van de zeekraalplanten lieten een verschil zien. Bij de onbehandelde grond waren de wortels minimaal ontwikkeld en erg oppervlakkig, terwijl de behandelde grond een wortelstelsel opleverde met een duidelijke penwortel die diep in de grond groeide. Bij de behandelde grond was er vooral verticale groei van wortels, bij de onbehandelde grond was er vooral horizontale groei van wortels.

Zowel de toename van draagkracht (potentiële betere en snellere betreding van het perceel (met machines)) als een betere doorlatendheid van de bodem (potentiële betere groei wortels en daarmee betere groei bovengrondse biomassa) kan dus bereikt worden door het toedienen van gips (bron van calcium). Mogelijk kan het toedienen van compost ook een structuurverbetering van de bodem bewerkstelligen.

#### *Verskil tussen de kieming op een zand- en kleibodem*

Een ander aspect dat tijdens de veldproeven in Zeeland en op Texel naar voren is gekomen is dat er een verschil in kieming optreedt tussen een zand- en een kleibodem. Dit verschil zit vooral in de snelheid van kieming. Waar op Texel binnen een week de eerste kieming is waargenomen (conform de kasproeven), is in Zeeland een kiemingstermijn van 4 weken eerder standaard. Een voor de hand liggende reden is een mogelijk verschil in bodemtemperatuur. Het is binnen de Zilte Kenniskring niet bekend of er een verschil is tussen de opwarming van een zandbodem en een kleibodem, of dat deze mogelijke verschillen meer locatiespecifiek zijn.

#### *Slotopmerking*

Een belangrijke kanttekening die bij alle resultaten gemaakt moet worden is dat een goede veldproef altijd 2 seizoenen wordt herhaald. Dit wordt gedaan omdat onder veldomstandigheden er (grote) verschillen kunnen optreden tussen afzonderlijke jaren. Om een duidelijk beeld te krijgen van de effecten van een behandeling wordt het gemiddelde van de 2 seizoenen bepaald. Dit is in dit geval (nog) niet gedaan.

#### **Conclusies**

- De zoutconcentratie van de wortelzone is, op basis van 9 individuele meetmomenten in de tijd, constant geweest gedurende de proef op Texel met een gemiddelde bodemzoutconcentratie (ECe) van  $22.4 \pm 3.6$  dS/m. De gemiddelde zoutconcentratie van het bodemvocht onder veldomstandigheden was  $38.0 \pm 6.8$  dS/m.
- Deze zoutconcentratie is hoog genoeg om de kieming van Zilte schijnspurrie te voorkomen (op basis van deelrapportage 'kasproef').
- Onder de veldomstandigheden van de proeflocatie van Texel heeft er toch kieming van Zilte schijnspurrie onder zoute condities plaatsgevonden.
- Naast de veldproeven is ook bij de bakproeven (zie eerdere rapportage) kieming van Zilte schijnspurrie onder zoute condities waargenomen, terwijl op basis van de kasproeven dit niet werd verwacht (geen kieming bij 30 dS/m). De kieming trad echter waarschijnlijk pas laat op gedurende de proef (alleen gemeten als biomassa van

spurrie; bij de bakproef is dit 139 dagen na zaaien en bij de veldproef 91 dagen na zaaien gemeten), wat een mogelijke verklaring is voor de verschillen met de kasproef (maximale duur was 26 dagen).

- Op de zoute kleigrond van de testlocatie in Zeeland was de kieming van Zeekraal traag, beperkt en onregelmatig. Kieming van spurrie heeft echter niet plaatsgevonden.
- De kieming van Zilte schijnspurrie vindt nagenoeg jaarrond plaats, de bestrijding hiervan kan in het najaar en het voorjaar door een kerende grondbewerking plaatsvinden en rond de kiemfase vooral door zoutwater irrigatie.
- Alhoewel er aanzienlijke kieming van Zilte schijnspurrie bij continue zoute condities toch plaats heeft gevonden, is zelfs de biomassa na een periode van 2 maal 4 dagen zoet nog beperkt te noemen.
- De aanwezigheid van Zilte schijnspurrie zorgt altijd voor verminderde groei van Zeekraal, Zeekraal is erg gevoelig voor concurrentie en mogelijke concurrentie moet voorkomen worden.
- Zoutwater irrigatie direct na zaaien zorgt (op basis van de veldproef op Texel) tijdens de eerste oogst voor voldoende biomassa van Zeekraal en een nagenoeg verwaarloosbare hoeveelheid Zilte schijnspurrie.

### **Aanbevelingen**

- Om zo veel mogelijk de kieming en groei van Zilte schijnspurrie te onderdrukken, is een kerende grondbewerking, direct gevolgd door zoutwater irrigatie en het zaaien van zeekraal, aan te bevelen.
- Achterhalen of er inderdaad kieming van spurrie op langere termijn onder zoute condities plaatsvindt en of dit dan mogelijk komt door een ‘neerslagsom’ of dat het alleen een vertragend effect op de kieming heeft (zie ook volgende punt).
- Om vast te stellen wat de invloed van neerslag, grondbewerking en aansluitende zoutwater irrigatie is, is het aan te raden een vervolgprouf uit te voeren. Hiervoor kan na de grondbewerking en zoutwater irrigatie een mini-kas worden geplaatst (geen invloed neerslag). Aan de hand van deze resultaten kan een strategie worden ontwikkelt waarbij de kieming van zeekraal zo vroeg mogelijk in het seizoen plaatsvindt, zonder dat daarbij ook kieming van onkruiden optreedt.
- een goede veldproef wordt altijd 2 seizoenen herhaald. Dit wordt gedaan omdat onder veldomstandigheden er (grote) verschillen kunnen optreden tussen afzonderlijke jaren. Om een duidelijk beeld te krijgen van de effecten van een behandeling wordt het gemiddelde van de 2 seizoenen bepaald. Het heeft de voorkeur om minimaal 2 behandelingen (‘altijd zout’ en ‘4 dagen zoet’) in 2013 te herhalen. Deze resultaten zullen worden vergeleken met de resultaten van het eerste seizoen. Door beide seizoenen te vergelijken en samen te voegen zal een compleet beeld ontstaan van de kieming van Zilte schijnspurrie onder veldomstandigheden.
- Het (structureel) opbrengen van gips en compost kan de draagkracht en de doorlatendheid van een kleibodem onder zilte condities waarschijnlijk aanzienlijk verbeteren. Deze aspecten dienen verder onderzocht te worden.

Daarnaast zijn er meer redenen om de veldproef, in een versimpelde opzet, nogmaals uit te voeren. In het kort zijn de redenen voor het herhalen van de veldproef de volgende:

- uitsluiten dat een aantal randeffecten mogelijk de uitkomst hebben beïnvloed. Zo is de grond eerst afgevlakt met een wals waardoor mogelijk (te veel) bodemverdichting heeft plaatsgevonden. Ook was de scheiding tussen de behandelingen niet optimaal en

heeft er o.a. door de wind mogelijk een verplaatsing van zaden plaatsgevonden. Door o.a. op freesbedden te werken kunnen deze factoren worden uitgesloten.

- de eerste waarneming van kieming moet eerder plaatsvinden om zo de resultaten van de kasproeven vergelijkbaar te maken. Zo kan de kieming bv 20, 40 en 60 dagen na zaaien worden bepaald. Zo wordt duidelijk of er na verloop van tijd toch kieming onder zoute condities plaatsvindt (een mogelijke verklaring is dat er een cumulatief effect van neerslag bestaat).
- de zoutconcentratie van de bodem is nu in de actieve wortelzone bepaald (eerste 20 cm van het bodemprofiel), terwijl de kieming 'bovengronds' plaatsvindt. Om uit te sluiten dat er een verschil is tussen deze twee bodemlagen moeten er van beide zones grondmonsters genomen worden.

### **Literatuur:**

Roest CWJ, van Bakel PJT, Smit AAMFR, 2003. Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de berekening van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium. Alterra.

USSL Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60, Richards LA (ed.). USDA: Washington, DC; (Reprinted 1969).

**Bijlage 1.** Relatie tussen de zoutconcentratie van het bodemvocht (direct in het veld verzameld m.b.v. de rhizon meters) en de zoutconcentratie van het irrigatiewater (locatie Texel).

