



# Mogelijkheden voor de teelt van zeekraal in de volle grond

Greet Blom & Willem de Visser







# Mogelijkheden voor de teelt van zeekraal in de volle grond

Greet Blom & Willem de Visser

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.



### **Zeeuwse Tong**

Ontwikkelingsproject van Bedrijfsleven, Onderzoeksinstituten en Opleidingsinstituten voor de binnendijkse kweek van zagers, vis zoals zeetong en schelpdieren gecombineerd met de teelt van zilte gewassen. Het project wordt ondersteund door de Provincie Zeeland, het Ministerie van Economische Zaken en het Nederlandse operationeel programma 'Perspectief voor een duurzame visserij' dat wordt medegefinancierd uit het EVF.



'Europees Visserijfonds: Investering in duurzame visserij'

## **Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde**

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen  
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
Tel. : 0317 – 48 04 93  
Fax : 0317 – 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.wageningenUR/nl/pri](http://www.wageningenUR/nl/pri)

# Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1. Wat is zeekraal?	5
2. De zeekraalteelt	9
3. Protocol voor veldbewerking en teelt	17
4. Protocol voor de oogst en schoning van zaad	19
Literatuur	21



# Voorwoord

De verse groente zeekraal wordt momenteel nog op kleine schaal in Nederland commercieel geteeld. Een deel van de zeekraal die wordt geconsumeerd, wordt 'wild gesneden' in natuurlijke vegetaties langs de kust, of ingevoerd vanuit het buitenland. Aan de commerciële teelt is nog veel te verbeteren voordat een succesvolle opschaling kan plaatsvinden. In het kader van het project Zeeuwse Tong zijn gedurende 3 jaren proeven uitgevoerd op een perceel van het proefbedrijf van de Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder om te zoeken naar oplossingen voor de knelpunten in de teelt. In deze veldproeven (beschreven in hoofdstuk 2) zijn zo veel mogelijk de natuurlijke omstandigheden nagebootst waaronder zeekraal in het wild groeit. Dat heeft inzichten opgeleverd ten aanzien van de groei en ontwikkeling van zeekraal in de volle grond. Gebaseerd op experimentele resultaten is in het kader van het Interreg-project AquaVlan dit boekje tot stand gekomen.

Het boekje kan u helpen een nieuwe teelt op te zetten of verbeteringen aan te brengen in reeds bestaande teelten. Voor het tot stand komen van dit boekje is dankbaar gebruik gemaakt van de kennis en inzichten van experts uit de praktijk. Allereerst willen wij graag Truus Rigter van Van Hall Larenstein bedanken. Zij heeft een zeer uitvoerige, kundige en creatieve bijdrage geleverd aan discussies over en uitvoering van talrijke experimenten in de kas en op het veld. Graag willen wij Jeroen Verschoore van de Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder en Hubrecht Janse van de Heerlijkheid van Wolphaartsdijk bedanken voor hun bijdrage aan dit boekje. Ook willen wij graag dank zeggen voor de samenwerking met de leden van de Zilte Kennis Kring ([www.oasefoundation.eu/project/1007](http://www.oasefoundation.eu/project/1007)). De discussies over het onderzoek waren zeer stimulerend.

Aan dit boekje is een protocol voor veldbewerking en teelt en één voor oogst en schoning van zaad toegevoegd. Beide protocollen zijn in geplastificeerde vorm ook los verkrijgbaar.





## Samenvatting

Zeekraal (*Salicornia spp.*) is een eenjarige, zoutminnende plant en behoort tot de Chenopodiaceae. Hij groeit langs de kust op slikken en schorren of op zoute gronden. De plant ontwikkelt na kieming een succulente stengel met vlezige stengeldelen en zijtakken op de knopen, maar vormt geen bladeren. Zeekraal is één van de weinige plantensoorten die zout (NaCl) nodig hebben voor hun groei. Zonder zout blijft de groei achter maar bij te hoge zoutconcentraties treedt groeiremming op. Een zoutconcentratie in de range tussen 150 – 300 mM is optimaal. Zeekraal kan meerdere keren per groeiseizoen worden gesneden, te beginnen in mei. Zeekraal kan worden gegeten als kruid of (rauwe) groente, maar kent ook andere toepassingen, zoals: ingrediënt in bijvoorbeeld kaas, mosterd of mayonaise, hoogwaardige olieproductie uit zaden, om bij te mengen in veevoer of voor zuiveren en hergebruik van viswater. De teelt van zeekraal is goed te combineren met visteelt.

Sinds enkele jaren wordt in Nederland *Salicornia europaea* ook op kleine schaal commercieel geteeld. Op proefvelden van de Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder is de effectiviteit van een aantal maatregelen voor een volle grond teelt van *Salicornia europaea* en *Salicornia procumbens* getest. Het blijkt dat een inundatieperiode in de winter effectief is en de onkruiddruk in de teelt erna terugdringt.

Onder laboratorium omstandigheden kiemt zeekraal in zoet water vrijwel volledig plaats binnen 15 dagen, zelfs bij lage dag/nacht temperaturen. Maar in het veld is de kieming veel onregelmatiger en zou een voorkieming en pilleren van zaden gewenst zijn. Zaden kunnen ook in het donker kiemen, al blijven kiempercentages wel achter bij die in het licht. Een snelle overstap van zoet water naar zout water vlak na de kieming is essentieel voor een goede groei en goede smaak.

Zeekraal neemt veel stikstof op. De groeisnelheid van het gewas bleef tot giften van 180 kg/ha toenemen, waarmee het plafond dus nog niet was bereikt. Kleur is daarbij een goede graadmeter voor de stikstofstatus van het gewas.

Eén van de meest voorkomende en hardnekkigste onkruiden is zilte schijnspurrie. Bestrijding hiervan is lastig. Zelfs met een inundatieperiode in de winter is groei van zilte schijnspurrie niet volledig te voorkomen. Spurriezaden kiemen net als zaden van zeekraal in zoet water. De kieming wordt geremd door zout water, maar gaat bij overzetten naar zoet water alsnog kiemen. Deze kieming kan onder laboratoriumomstandigheden opnieuw worden geremd door zout water, mits binnen 1,5 dag toegediend. Hoe dit in het veld verloopt moet nog verder worden uitgezocht.

In het najaar rijpt de zeekraal af en kunnen planten worden geoogst voor zaadwinning. De methode voor zaadwinning, ontwikkeld in Wageningen, is voor de praktijk ook bruikbaar.



# 1. Wat is zeekraal?

Zeekraal (*Salicornia spp.*) is een zoutminnende plant (dwz. zout stimuleert de groei) en behoort tot de familie van de Chenopodiaceae, de zgn. tweezaadlobbigen. Hij groeit langs de kust in de gematigde en mediterrane zone van het noordelijk halfrond en Zuid Afrika op slikken en schorren of op zoute gronden.



Plaatsen op aarde waar zeekraal groeit  
(Uit: Kadereit, 2007).

De plant is eenjarig. Dus na bloei en zaadzetting sterft de plant in het najaar af. Er zijn veel verschillende soorten zeekraal. Er zijn wel zo'n 60 soorten officieel geregistreerd in de lijst van de Global Biodiversity Information Facility (zie hiervoor [www.gbif.org](http://www.gbif.org)).

## Zeekraal in Nederland

Aan de Nederlands-Belgische kust groeien drie soorten zeekraal (van der Meijden, 2005):

- *Salicornia europaea* L., de kortarige, sterk vertakte zeekraal. De plant groeit buitendijks vooral op de schorren boven de hoogwaterlijn. Hier loopt eens in de paar weken zout water overheen tijdens het springtij. Binnendijks komt hij voor op open, sterk verzilte terreinen of in karrensporen, waar soms langdurig plasjes zout water kunnen blijven staan. Op deze plaatsen kan het zoutgehalte sterk variëren. *S. europaea* is een typische pioniersplant en goed bestand tegen wisselende omstandigheden.
- *Salicornia procumbens* L., de langarige zeekraal. Deze soort is meer langgerekt en minder vertakt dan *S. europaea*. Hij groeit buitendijks op kale slikken of in slijkgras- en kweldergrasvegetaties beneden de hoogwaterlijn. Deze gebieden lopen twee maal daags bij vloed onder water.

Binnendijks komt hij alleen voor op sterk verzilte, vochthoudende plaatsen, waar zich zoute kwel bevindt en waar tamelijk constante zout- en vochtcondities heersen.

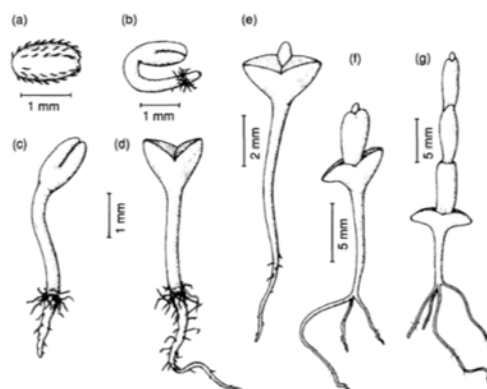
- *Salicornia disarticulata* (geen plaatje beschikbaar). Dit is de één-bloemige zeekraal. Dit type is zeer zeldzaam in Nederland.

Sinds enkele jaren wordt in Nederland *Salicornia europaea* (verder afgekort als *S. Europaea*) ook op kleine schaal commercieel geteeld. In andere landen (met name in Mexico, Israël, Turkije, China, Pakistan, Australië en op Hawaï) wordt op redelijk grote schaal de soort *S. bigelovii* commercieel geteeld. *S. bigelovii* is beter bestand tegen hoge temperaturen en droogte dan de Nederlandse soorten. In de wintermaanden wordt deze zeekraalsoort uit Mexico en Israël geïmporteerd.



*S. europaea*.

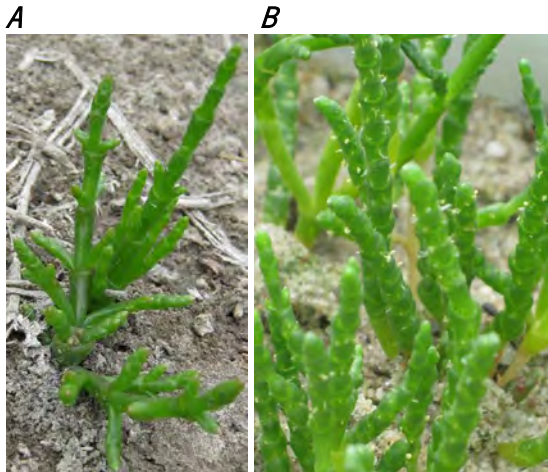
*S. procumbens*.



Ontwikkeling van zeekraal. a. Zaad; b. kieming; c t/m g. ontwikkeling kiemplant.  
(Uit: Davy et al., 2001).

### Bouw van de plant

De plant ontwikkelt na kieming een succulente stengel met vlezige stengeldelen (zoals getekend in onderdeel g van de figuur). De plant vormt geen bladeren. Zijtakken ontwikkelen zich op de knopen.

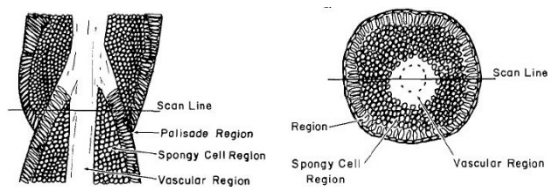


*S. europaea* tijdens vegetatieve groei (A) en bloei (B).

Tijdens de bloei krijgt de plant in de okselknoppen van de stengeltjes nauwelijks zichtbare, gele bloemetjes. De grootte van de zaden van zeekraal kan variëren, afhankelijk van de plaats van de bloemen op de stengel. Bloemetjes in het midden maken grotere zaden dan die aan de laterale zijde. De grote zaden kiemen waarschijnlijk zowel in licht als donker, terwijl de kleine waarschijnlijk alleen in het licht kiemen (Ungar, 1979). De zaden van *S. europaea* zijn behaard, die van *S. procumbens* onbehaard.



### Belang van zout voor de plant

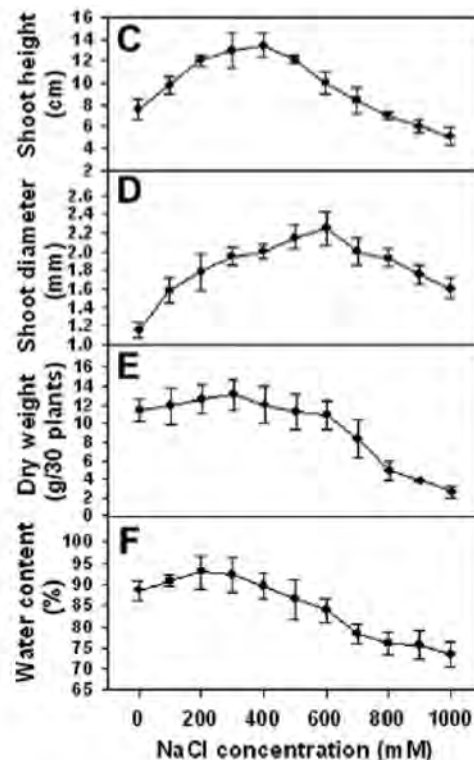


Dwars- en lengtedoorsnede door een zeekraalstengel. (Uit: Weber *et al.*, 1977).

Zeekraal is één van de weinige plantensoorten die zout (NaCl) nodig hebben voor hun groei (Glenn *et al.*, Rozema & Schat, 2012). Geaccumuleerd zout in de stengel heeft een belangrijke functie als osmoticum

en speelt daarmee een rol bij de wateropname tijdens de groei.

Zonder zout blijft de groei achter maar bij te hoge zoutconcentraties treedt groeiremming op. Voor zeekraal is een zoutconcentratie in de range tussen 150 – 300 mM het meest optimaal (Rozema & Schat 2012). Ter vergelijking: zeewater heeft een concentratie van ongeveer 480 mM.



Groei van *S. europaea* bij verschillende zoutconcentraties; (C) stengelhoogte; (D) stengel diameter; (E) droge stof gehalte en (F) water gehalte, (planten 21 dagen oud. (Uit: Lv *et al.*, 2012).

Zeekraal slaat het zout op in sponscellen, de cellen rondom de centrale vaatbundel. In jong stengelweefsel is deze zone kleiner dan in oudere stengeldelen. Oudere stengels accumuleren daarom meer zout. Het zoutgehalte van de plant kan oplopen tot 50% van het drogestof gehalte (Ushakova *et al.*, 2005; Davy *et al.*, 2001) en geeft de plant zijn karakteristieke smaak. Omdat het zout in de cellen zit opgeslagen, kan het er niet zo maar uitgewassen worden. Door het hoge zoutgehalte in de plant, kan zeekraal zoutconcentraties in de bodem van meer dan 1000 mM, ongeveer 1,5 keer de concentratie van zeewater, weerstaan (Lv *et al.*, 2012). Daarmee is zeekraal één van de meest zouttolerante plantensoorten ter wereld (Flowers & Colmer, 2008; Ushakova *et al.*, 2005).

### Het snijden van zeekraal

Traditioneel wordt zeekraal (met name *S. europaea*), in 'het wild' gesneden op de Zeeuwse schorren en langs de kust in Noord Frankrijk. Ook nu wordt nog steeds zeekraal voor consumptie gesneden op de schorren en slikken in Zeeland, maar het meeste daarvan komt uit Frankrijk. Inmiddels heeft de overheid de regelgeving ten behoeve van de bescherming van zilte vegetatie in kwetsbare gebieden aangescherpt. Daarom moet men tegenwoordig, zowel in Frankrijk als in Nederland, een snijvergunning hebben.



Zeekraal kan meerdere keren per groeiseizoen worden gesneden. De eerste snede vindt ongeveer eind mei plaats. De afgesneden stengel heeft dan een lengte van circa 4 – 5 cm. Achterblijvende stronken vormen weer uitlopers op de knopen en vertakken na iedere snede meer. De planten worden dus in de loop van het groeiseizoen rijker vertakt en daardoor breder.

### Consumptie

Zeekraal kan worden gegeten als kruid of als groente (rauw, kort geblancheerd of gewokt). Door zijn zachte, zilte smaak kan zeekraal goed worden gecombineerd met vlees of vis. Het kan ook uitstekend worden gebruikt in salades. Op internet zijn er veel recepten met zeekraal te vinden (zoals op [www.ingredienten.nl/zeekraal](http://www.ingredienten.nl/zeekraal)).

### Kwaliteit

Zolang de zeekraal bestaat uit vlezige, knapperige stengeltjes, zoals bij jonge plantjes, wordt haar smaak zeer gewaardeerd. Wanneer het gewas ouder wordt en het bloeistadium nadert, begint de stengel onderaan (of soms tussen twee knopen) vanuit de kern te verhouten. De zeekraal krijgt wat men noemt 'stok'. In het beginstadium is dit nog niet aan de buitenkant zichtbaar.



*Verhouten vaatbundels.*

De verhoutende delen zijn niet meer eetbaar. Bij de oogst moeten de planten steeds hoger worden afgesneden. Bij een tweede of derde snede is de verhouting soms lastig te zien, maar levert wel mogelijke kwaliteitsverlies op ten aanzien van de smaak. Planten met stok groeien nog wel door, want de vaatbundels in het verhouten gedeelte zijn nog in tact. Als er teveel stok in de planten komt (meestal na half juli), is de plant niet meer geschikt voor consumptie.



### **Enkele kengetallen voor zeekraal**

*(Glenn et al. 1998 en 1999)*

*Gewasopbrengst: 16 - 18 ton/ha.*

*Zaadopbrengst: ca. 2 ton/ha.*

*Eiwitgehalte: rond 30%.*

*Oliegehalte: rond 28%. (bevat vooral onverzadigd linoleenzuur).*

### **Andere toepassingen van zeekraal**

Naast consumptie als groente kan zeekraal ook voor andere toepassingen worden gebruikt, zoals:

- Ingrediënt in bijvoorbeeld kaas, mosterd, mayonaise, cosmetische producten of jenever.
- Hoogwaardige olieproductie uit zaden (Clark, 1994, Christiansen, 2008).
- Eiwitproductie.

- Biomassa om bij te mengen in veevoer. Hierdoor kan het eiwitgehalte in veevoer worden verhoogd. Vanwege het hoge zoutgehalte kan het alleen als bijproduct worden gebruikt.
- Hergebruik van visafvalwater, door opname van zout en nutriënten. De teelt van zeekraal is goed te combineren met visteelt.

### Afzetmarkt

De afzetmarkt is momenteel klein. Er zijn enkele telers in Zeeland, Zuid Holland, Friesland en op Texel, die zeekraal telen en leveren aan particulieren, restaurants of supermarktketens.

In de wintermaanden wordt zeekraal (met name *S. bigelovii*) uit Mexico en Israël geïmporteerd en aan supermarkten en natuurvoedingswinkels geleverd.

De zeekraalmarkt biedt echter grote mogelijkheden voor uitbreiding, zowel voor de lokale, nationale als internationale markt. Vooral internationaal liggen in droge en verzilte gebieden ook grote kansen.



## 2. De zeekraalteelt

Zeekraal kan overdekt in een kas of buiten op het veld worden geteeld. Beide teelten hebben hun eigen aandachtspunten. Hier wordt de teelt van zeekraal in de volle grond behandeld. De effectiviteit van teelt maatregelen in de praktijk is getest op de proefvelden van de Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder.



*Proefvelden op het proefbedrijf van de Koninklijke maatschap de Wilhelminapolder.*

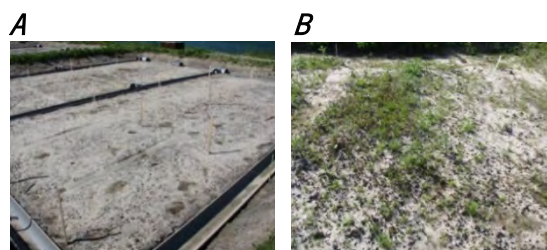
De twee velden hebben ieder een afmeting van 10 x 10 m<sup>2</sup> en een bodem van lichte zavel. De velden worden bevloed met zout water uit een algenvijver die zijn water betreft uit een bron. Om de velden liggen dijken en via een computergestuurd systeem wordt het water uit de vijver op de velden gepompt en afgevoerd. Op deze manier kan eb en vloed of springtij worden nagebootst. Dit hoofdstuk bevat tips voor de teelt van zeekraal op basis van de ervaringen die op de proefvelden zijn opgedaan.



*Inundatie van de velden.*

### Voorbehandeling van het veld

De bodem kan een groot aantal onkruidzaden bevatten. Kieming hiervan kan worden vertraagd door het veld in de wintermaanden voorafgaand aan de teelt een maand onder zout water te zetten. Daarmee worden zaden van een aantal onkruid soorten gedood. In Wilhelminapolder was zo'n inundatieperiode effectief. De bodembedekking door onkruiden in het groeiseizoen na winterinundatie was minder dan 1%, terwijl die in het veld zonder inundatie meer dan 50% bedroeg.



*Velden 2 maanden na wel (A) of geen (B) inundatie.*

### Kieming van zeekraal

Kieming van zeekraal in het veld is onvoorspelbaar en onregelmatig. Verschillende omgevingsfactoren spelen hierbij een rol. Onder laboratoriumomstandigheden kunnen de reacties van zaden op omgevingsfactoren in detail worden bestudeerd. Voor de veldsituatie geeft dit inzicht in de manier waarop verschillende factoren, (zoals zoet of zout water, effect van licht of donker, dag/nacht temperatuur) de kieming afzonderlijk beïnvloeden en welke maatregelen genomen kunnen worden om de kieming in het veld zo goed mogelijk te laten verlopen.

#### *Kiempotentie*

Zaden van *S. europaea* en *S. procumbens* kiemen onder geconditioneerde omstandigheden vrijwel allemaal binnen 15 dagen, zelfs bij de lage dag/nacht temperaturen, die in het voorjaar kunnen optreden. In het veld kiemen zaden minder goed dan onder laboratoriumomstandigheden. Waarschijnlijk speelt de vochtaanvoer in de bodem een cruciale rol. Droogte kan de kieming belemmeren en onregelmatige of vertraagde kieming veroorzaken. Een goede watervoorziening in het veld is tijdens de kieming cruciaal.



*Kiemplantjes van zeekraal.*

Zaden kunnen ook in het donker kiemen, al blijven kiempercentages wel achter bij die in het licht. Mogelijk waren in het uitgangsmateriaal zowel de grote als de kleine zaadtypen die de literatuur vermeldt (Ungar, 1979) aanwezig. De tabel laat zien dat zaden goed kiemen in zoet water, terwijl maar een deel in zout water kiemt. Zaden van *S. procumbens* kunnen beter tegen brak water dan die van *S. europaea*.

*S. procumbens* kiemt zelfs in zeewater nog redelijk goed.

Zeekraal hoeft niet in één keer gezaaid te worden, want ze kunnen op elk willekeurig moment in het groeiseizoen kiemen. De kieming is onafhankelijk van de daglengte. Door het faseren van de zaai van zeekraal kunnen faseverschillen in de groei worden geïntroduceerd. Het voordeel daarvan kan zijn dat in verschillende maanden jong, vers materiaal kan worden gesneden en verkocht. Wat het rendement kan zijn van later gezaaide zeekraal is nog niet onderzocht.

## **De groei**

### *Zoutbehoefte*

Toevoeging van zout vanaf een vroeg stadium in de teelt is essentieel voor een goede groei en goede smaak. In de kas blijken de planten zonder zout al vrij snel na kieming in groei achter te blijven bij planten die wel zout krijgen. Echter, teveel zout veroorzaakt ook weer groeiremming. Een halve zeewaterconcentratie is optimaal.



*Zeekraal op steenwolblokjes in voedingsoplossing. (van links naar rechts: 0 - 1/2 - 1 zeewaterconcentratie).*

### *Nutriëntenbehoefte*

Voldoende bemesting tijdens de groei is van belang. De belangrijkste meststoffen zijn stikstof, fosfaat en kalium.

*Kiemingspercentages van S. europaea (SE) en S. procumbens (SP) bij verschillende zoutgehalten, dag-nacht temperaturen en lichtomstandigheden.*

Zout behandeling	Type	Dag/nacht T 20°/10°C						Dag/nacht T 10°/0°C					
		Licht			Donker			Licht			Donker		
		Dag 7	Dag 15	Dag 41	Dag10	Dag15	Dag41	Dag 7	Dag 15	Dag 41	Dag 10	Dag15	Dag41
Kraan-water	SE	95	99	99	23	75	75	45	84	84	28	49	66
	SP	96	91	91	59	78	78	42	68	68	44	54	54
1/2 conc. zeewater	SE	69	83	83	5	17	17	9	59	59	13	24	64
	SP	91	100	100	58	68	68	28	58	58	46	58	58
Zeewater	SE	7	43	57	2	7	7	2	29	68	0	2	13
	SP	60	82	82	32	54	54	21	43	43	32	42	42



Stikstof kan worden gegeven als nitraat-N, als ammonium-N of als ureum. Volgens de literatuur kan zee-kraal ammonium en ureum beter opnemen dan nitraat (Kudo & Fujiyama, 2010; Ushakova *et al.*, 2006; Tikhomirova, 2009). Ureum blijft langer in de bodem dan ammonium, omdat het eerst in ammonium moet worden omgezet voordat de plant het kan opnemen. Ammonium kan echter ook als ammoniak uit de bodem vervliegen.

### Stikstofopname door zee-kraal

Volgens de literatuur bevatten stengels van zee-kraal ca. 3 gram stikstof per kg vers product (Ushakova *et al.*, 2006.) Stel dat 4 kg vers materiaal van 1 m<sup>2</sup> kan worden gesneden, dan moet het gewas in het groei-seizoen 12 gram N/m<sup>2</sup> (of 120 kg/ha) kunnen opnemen.

Zee-kraal neemt veel stikstof op. Hoeveel stikstof er in het totaal moet worden gegeven is lastig aan te geven, omdat de stikstof tijdens het groeiseizoen kan uitspoelen. Hoeveel uitspoelt hangt af van de grondsoort, het watergeef regime en de hoeveelheid regen. De minerale N-voorraad in de bodem is daarom erg variabel.

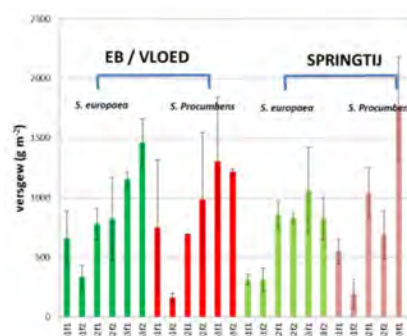
In Wilhelminapolder is met ammoniumnitraat (Amnitra) als meststof gekeken naar verschillen tussen een springvloed en een eb/vloed systeem. Als middenbemesting is 120 kg/ha gekozen.



Velden met verschillende bemestingstrappen.

Kleurverschillen tussen de proefveldjes (zie foto met verschillende bemestingstrappen) bleken een goede graadmeter voor de stikstofstatus van het gewas.

De opbrengsten bleven toenemen bij hogere stikstofgiften. Bij de hoogste mesttrap was nog geen plafond bereikt. En het watergeef regime bleek niet zo cruciaal. Waarschijnlijk spoelt de stikstof in de bodem niet zo snel uit en blijft het gedurende het groeiseizoen redelijk goed beschikbaar voor het gewas. Bij lage bemesting groeit het gewas iets beter als de meststof in drie giften wordt gegeven dan in zes. Bij hoge bemesting maakt het niet uit of het in drie of in zes porties wordt gegeven. Het is belangrijk om het tijdstip van bemesting zorgvuldig te kiezen en niet te bemesten wanneer planten in stress verkeren (warmte, fel zonlicht, droogte, vlak na een snee, etc.).



Versgewichten van zee-kraal bij 3 bemestingstrappen, 84 dagen na zaai. (b1= 6,5 g N/m<sup>2</sup>; b2= 13 g N/m<sup>2</sup>; b3= 19,5 g N/m<sup>2</sup>; f1= 3 giften; f2= 6 giften).

### Stikstofgiften in de praktijk

- 100-150 g/m<sup>2</sup> Culterra vòdr de teelt of
- 10 kg/ha ureum na de eerste snee, bijmesten als het gewas lichtgroen wordt of
- 40 kg/ha ureum bij 2 cm planthoogte, bijmesten als het gewas lichtgroen wordt.



### Watergiften in de praktijk

Zee-kraal wordt in de praktijkteelt geïrrigeerd via druppelslangen. De mate waarin varieert van 'drassig houden' tot '1 à 2 keer per week' water geven en:

- Zoet water bij aanvang van de teelt direct na zaai. Zout na kieming.
- Geen water zolang planten niet gekiemd zijn, na de kieming meteen zout water.

Met fosfor en kalium is nog geen praktijkervaring. Volgens de literatuur (Ushakova *et al.*, 2006) ligt het K-gehalte van zeekraal in de zelfde orde van grootte als stikstof en is het fosforgehalte ongeveer 1/6 van het stikstofgehalte.

### Ziekten en plagen

Er is in Nederland nog niet veel ervaring opgedaan met mogelijke ziekten en plagen. In het kader staan een aantal mogelijkheden vermeld, die in de literatuur worden genoemd.

<b>Gepubliceerde ziekten en plagen</b> (Davy <i>et al.</i> , 2001).	
Nematoden	Rondwormen
Insecten	Blindwantsen, dwergcicaden, rupsen, motten, kevers, galmuggen, oevervliegen, mijten
Vogels	Vinken, zangvogels, kust-leeuweriken, eenden, ganzen, etc.
Zoogdieren	Konijnen, veldmuizen, etc
Schimmels	Broodschimmels, roestschimmels, trichoderma, botrytus, alternaria, fusarium, pythium, etc.
Bacteriën	Bacillus subtilis
Virussen	Suikerbietvirus

### Onkruiden

Naast zeekraal zijn er andere zoutminnende plantensoorten met vergelijkbare kiem- en groeikarakteristieken. In de wilde vegetaties in Nederland zijn er een aantal tussen de zeekraal aangetroffen. Vooral zilte schijnspurrie is heel onaangenaam in een zeekraalteelt. De plant slingert zich om de zeekraal heen en is na het snijden moeilijk te verwijderen. Afgesneden schijnspurrie heeft dezelfde hergroei als zeekraal.

<b>Onkruidsoorten in wilde zeekraalvegetaties</b>	
Plantensoort	Waargenomen bedekkingsgraad
Engels slijkgras	25-50%
Zeeaster	<5%
Klein schorrenkruid	25-50%
Kweldergras	50-75%
Zilte schijnspurrie	<5%
Zeeweegbree	<5%
Strandmelde	<5%
Lamsoor	<5%

### Beheersing van zilte schijnspurrie

Bestrijding van zilte schijnspurrie is lastig. Zelfs met een inundatieperiode in de winter is de opkomst van zilte schijnspurrie niet volledig te voorkomen.

Spurriezaden kiemen net als zeekraalzaden, in zoet water en wordt geremd door zout water (Ungar, 1984; Keiffer & Ungar, 1997). Zodra de zaden weer in contact komen met zoet water start de kieming alsnog (Ungar, 1991). In laboratoriumproeven bleek dat de kieming weer kan worden geremd door zout water, maar de tijds marge daarvoor is slechts 1,5 – 2 dagen ongeacht de omgevingstemperaturen (Blom *et al.*, 2011; Blom & de Visser, 2012). Als de kieming eenmaal op gang is gekomen, ontwikkelen de kiemplanten zich ongestoord verder onder zoute omstandigheden. Voor *S. europaea* is dit een complicatie, omdat deze zeekraalsoort ook zoet water nodig heeft voor de start van de kieming. *S. procumbens* kan echter beter kiemen onder zoute omstandigheden.



Zeekraal met zilte schijnspurrie.

Een rotatieschema met *S. europaea* en *S. procumbens* kan de groei van zilte schijnspurrie mogelijk onder de duim te houden. Momenteel wordt *S. procumbens* nog niet commercieel geteeld, maar deze soort kan interessant zijn voor de commerciële teelt. Uit laboratoriumproeven blijkt dat zilte schijnspurriezaden die een aantal weken in zout water gelegen hebben, in zoet water beter kiemen (Blom & de Visser, 2012). Een inundatieperiode in de winter, goed om een aantal onkruidzaden te doden, kan de kieming van zilte schijnspurrie bij een regenbui in het voorjaar dus juist stimuleren. Een snelle overstap naar zout water kan dan wellicht nodig zijn, al moeten de precieze consequenties voor de praktijk nog verder worden uitgetest.



Schijnspurrie



Zeeweegbree



Kweldergras



Engels slijkgras



Lamsoor

Klein  
schorrekruid

Zeeaster



Strandmelde

*Zoutminnende plantensoorten die tussen zeekraal kunnen groeien.*

### Zaadwinning en bewaring

In oktober en november rijpt zeekraal af. *S. europaea* verkleurt rood/paars, *S. procumbens* geel/oranje. Daarna wordt alles bruin. De planten kunnen dan worden geoogst voor zaadwinning. Het afrijpingsstadium, waarin planten worden geoogst, is niet zo cruciaal voor een goede kieming.



*Rattekaai.*

Zaden moeten droog worden bewaard in een droge exsiccator. Zeekraalzaden kunnen na jaren van bewaren nog goed kiemen, hoewel in de loop der jaren aanzienlijke onderlinge verschillen tussen partijen kunnen gaan optreden. Zaden verouderen na winning echter snel als ze niet droog en koel worden bewaard.

### Verbeteren van uitgangsmateriaal en homogene kieming

De methode voor zaadwinning, ontwikkeld in Wageningen, is voor de praktijk heel bruikbaar, maar de kieming kan heterogeen zijn. Factoren, die het moment van kiemen beïnvloeden zijn: dag/nacht temperatuur, de aanwezigheid van zoet of zout water en de aanwezigheid van licht en hun onderlinge interactie.

In de praktijk zal een teler het snijden van verse zeekraal willen plannen en bij voorkeur vanaf de tweede week van mei continu willen kunnen verkopen. Het zou mooi zijn als de zaden bij aanvang van de teelt 'in de startblokken' staan om te kiemen zodra ze water krijgen en de planten daarna gelijkmatig groeien. Dit pleit voor ontwikkeling van een voorbewerking van het zaad ('*priming*') waarin een eventuele kiemrust al is doorbroken, en de kieming al is geïnduceerd, maar in de 'wachtstand' wordt gehouden. Momenteel wordt gewerkt aan de ontwikkeling van voorbehandeld zaad. Voorwaarde voor rendabel gebruik daarvan is dat de meerkosten kunnen worden terugverdiend door een vroege en continue verkoop te kunnen realiseren.

#### Veroudering van zaden

- Drie jaar oude zaden kiemen vrijwel altijd prima.
- Het kiemingspercentage van 8 jaar oud zaden kan echter variëren tussen 1% en 75%.
- Een partij zaden van *S. europaea* van 21 jaar oud, afkomstig van de Slikken van Flakkee kiemde nog voor 1%.
- Een 21-jarige partij uit de Inlaag 1887 bij Ellewoutsdijk, kiemde voor 0.5%.

### Veldbewerking na oogst

In het najaar kan het overgebleven plantmateriaal worden weggemaaid en het veld worden geploegd of omgespit. Om de onkruiddruk voor de volgende teelt zo veel mogelijk te beperken wordt aanbevolen om minimaal 10 cm te ploegen. Sommigen telers laten in het najaar planten afrijpen en zaad zetten. Het zaad kan zich dan op natuurlijke wijze in het veld verspreiden en in het volgende voorjaar weer kiemen. In dat geval is ploegen geen aanbeveling.



*Schouwen-Duiveland ter hoogte van Serooskerke.*

### Telen in rotaties

Alternatieve zeegroenten voor een gewasrotatie met zeekraal zijn: snijbiet (*Beta vulgaris maritima*), zeeaster (*Aster tripolium*), en zeekeool (*Crambe maritima*).

Zeeaster kan, behalve via zaad, ook vegetatief worden vermeerderd en daarna uitgeplant. De eerste verkenningen in kassen tonen aan dat dit laatste waarschijnlijk een homogener gewas oplevert.

### Mechanisatiemogelijkheden

Met het pilleren of voorkiemen van zaden in de kas is precisiezaai of mechanisch uitplanten mogelijk. Het wordt interessant om in overleg met producenten van plantmachines te bekijken met welke plant- en zaai-dichtheid een maximale opbrengst per m<sup>2</sup> kan worden behaald.

Een homogene gewasgroei biedt mogelijkheden voor mechanisch oogsten, hetgeen op enkele plaatsen in Nederland al wordt gedaan. De Eazycut knipmachine (zie [www.avanheek.nl](http://www.avanheek.nl)) is een mogelijkheid om hiervoor te gebruiken.

### Vernieuwingsmogelijkheden

Het is belangrijk om meer duurzame agroproductiesystemen te ontwikkelen zonder claim op hoogwaardige landbouwgrond. De verzilting van landbouwgronden neemt toe. Naar verwachting zal over tien tot twintig jaar zo'n 125 000 hectare landbouwgrond in Nederland licht tot ernstig verzilt zijn en niet meer geschikt voor een gangbare landbouw met zoutgevoelige gewassen, zoals de huidige tarwe- en aardappelrassen. De teelt van zouttolerante gewassen op deze gronden kan dan belangrijker worden. Een combinatie teelt vis – zilte groenten kan hiervoor een duurzaam en kosteneffectief concept zijn, waarin de nutriënten uit de visteelt kunnen worden hergebruikt voor de teelt van zeekraal.



*Snijbiet (links), zeeaster (midden) en zeekeool (rechts) geschikt voor rotatieteelt.*



### 3. Protocol voor veldbewerking en teelt

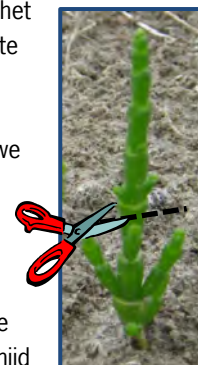
De teelt van zeekraal kan in verschillende systemen plaatsvinden onder verschillende waterregimes, onder water zetten of irrigeren. Voor een systeem met onder water zetten (eb/vloed of springtij) moet het veld omringd worden met dijkes en moet het zoute water aan- én afgevoerd kunnen worden. Voor een systeem met sprinkler- of druppelirrigatie moet, om zout-ophoping te voorkomen, het systeem regelmatig schoongespoeld worden. De resultaten van proeven in Wilhelminapolder vormen de basis voor dit protocol en zijn gebaseerd op een buitenteelt met eb/vloed en springtij als watergeefregimes. Een zeekraalperceel kan veel onkruidzaden bevatten, die jaren vitaal blijven. Inundatie, ofwel het onder water zetten van het perceel gedurende langere tijd, kan ziekten, plagen en onkruiden bestrijden. Inundatie met zout water kan effectief zijn voor de bestrijding van zaden die kiemen in zoet water. Hiervoor zijn de wintermaanden geschikt. Zodra de vorst uit de grond is kan het veld worden bewerkt. De zeekraal kan eind maart of begin april worden gezaaid zodra de gemiddelde dagtemperatuur boven 8 – 10 °C uit komt. Voor informatie over de juiste bemesting moet het huidige onderzoek nog worden afgerond. Een redelijke schatting op basis van de huidige gegevens is tussen 150 – 180 kg N per ha. De bemesting kan tijdens de teelt bijvoorbeeld in drie porties worden gegeven.



#### *Veldbewerking stap voor stap*

- Omring het veld met dijkes.
- Zet het veld in de wintermaanden gedurende 6 tot 8 weken onder een laag zout water van 20 - 30 cm.

- Laat na afloop van de inundatieperiode het water weglopen.
- Laat het veld gedurende een week drogen.
- Voer kerende grondbewerking uit door de grond om te ploegen of te spitten tot ca 20 cm.
- Verkruiemel de kluiten en egaliseer het veld zoveel mogelijk met een hark.
- Zet daarna het veld nogmaals gedurende ongeveer 8 uren onder water om de bodem verder te egaliseren.
- Laat het water weglopen en laat het veld opnieuw een paar dagen drogen.
- Bemest het veld voor met de eerste mestgift.
- Zeekraal kan worden gezaaid zodra de nachtvorst voorbij is en de dagtemperaturen gemiddeld boven de 8 – 10 °C zijn gestegen.
- Zaai vlak voor een (lichte) regenbui of geef na het zaaien een eerste watergift met zoet water (bij *S. europaea*) of met half zeewater concentratie (bij *S. procumbens*).
- Wacht minimaal een etmaal voordat het veld onder water kan worden gezet met zout water.
- Zeekraal is gevoelig voor droogte. Pomp zo nodig dagelijks zout water op het veld tot het gewas onder water staat. Laat het veld ongeveer een uur onder water staan.
- Pomp het water daarna van het veld af om het zout weer af te voeren.
- Bij gebruik van een irrigatie watergeefstelsel bevelen we aan om bij droog weer dagelijks een half uur te irrigeren.
- Zodra de planten ongeveer 5 cm lang zijn, kan de eerste oogst worden uitgevoerd. Snijd de stengel boven de tweede knoop af (zie foto), zodat de okselknoppen weer kunnen uitlopen.
- De planten kunnen meermalen worden geoogst.
- Proef regelmatig. Zodra de zeekraal draderig wordt, loopt de kwaliteit terug. Stop dan met oogsten.
- Na het beëindigen van het snijseizoen, kunt u eventueel een aantal planten aanhouden voor zaadproductie en de rest van de planten afdoden, uittrekken, de grond in frezen of omploegen. Bij aankoop van commercieel zaad, kunt u het veld in zijn geheel bewerken.







## 4. Protocol voor de oogst en schoning van zaad

Zaden voor de teelt kunnen commercieel worden gekocht. Het is echter ook mogelijk om zelf zaden van afgerijpte planten te winnen en op te schonen. Voor het oogsten en winnen van schoon zaad is een protocol ontwikkeld op Plant Research International.

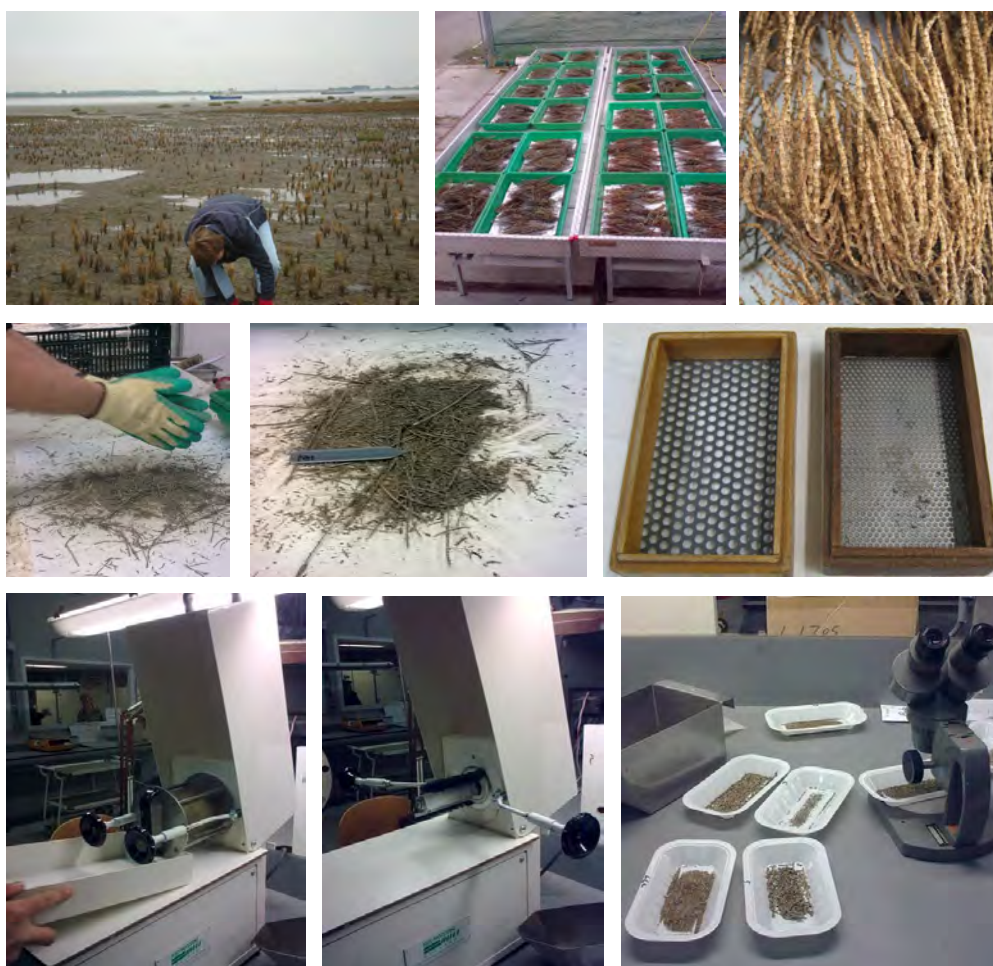
### *Oogsten en opschonen stap voor stap*

- Knip de planten met zaden boven de grond af.
- Laat de planten één tot twee maanden onder een overkapping buiten in de wind afrijpen en drogen.
- Leg het gedroogde materiaal nog 48 uren bij een kachel (of in een droogstoof bij 40 °C of geventileerde ruimte) om na te drogen.
- Wrijf de planten tussen de handen om de zaden eruit te krijgen. Rubber handschoenen met 'profiel' vergemakkelijken het vrijmaken van de zaden uit de aren. Na verloop van tijd ontstaat een mix van de zaden en de zogenaamde perigonia, de bloembekleedsels die de zaden bedekten.

### *Bij beschikbaarheid van een zeef- en borstelmachine*

- Zeef en borstel het residu ten behoeve van zaadschoning in de volgende stappen:
  - Zeven door 1,5 mm zeef om takjes te verwijderen.
  - Wrijfmachine toerental gedurende 1 minuut maximaal.
  - zeven door 0,6 mm.
  - Dan tweemaal door 1,1 mm zeven om laatste stokjes kwijt te raken.

Blowen in een blowmachine met een heel fijne onderzeef. Stel de luchtstroom zo in, dat perigonia en mogelijk aanwezige loze zaden worden weggeblazen en de volle zaden achterblijven.





## Literatuur

- Blom, G. & W. de Visser, 2012.  
Vervolgstudie naar de kieming van Schijnspurrie onder invloed van verschillende zoutconcentraties: Afhankelijkheid van het temperatuur regime, Rapport Plant Research International Rapport 477, pp 12
- Blom, G., T. Rigger & W. de Visser, 2011.  
Kieming van Spurrie onder invloed van verschillende zoutconcentraties, Rapportage Plant Research international Rapport 478, pp 11.
- Christiansen, R.C., 2008.  
'Sea asparagus can be oilseed feedstock for biodiesel'. Biomass Magazine.  
[http://www.biomassmagazine.com/article.jsp?article\\_id=1864](http://www.biomassmagazine.com/article.jsp?article_id=1864).
- Clark, A., 1994.  
'Samphire: From Sea to Shining Seed'. *Saudi Aramco World*. Saudi Aramco.  
<http://www.gcric.org/usiji/pdf/Mexico-3%203-04.pdf>.
- Davy, A.J., G.F. Bishop & C.S.B. Costa, 2001.  
*Salicornia* L. (*Salicornia pusilla* J. Woods, *S. ramosissima* J. Woods, *S. europaea* L., *S. obscura* P.W. Ball & Tutin, *S. nitens* P.W. Ball & Tutin, *S. fragilis* P.W. Ball & Tutin and *S. dolichostachya* Moss), *J. Ecol.* 89, 681-707.
- Flowers, T.J. & T.D. Colmer, 2008.  
Salinity tolerance in halophytes, *New Phytol.* 179, 945-963.
- Glenn, E.P., J. Brown & J.W. O'Leary, 1998.  
'Irrigating Crops with Seawater' (PDF). *Scientific American* (USA: Scientific American, Inc.) (August 1998): 76-81.  
<http://www.miracosta.edu/home/kmeldahl/writing/.%5Carticles/crops.pdf>.
- Glenn, E.P., J.J. Brown & E. Blumwald, 1999.  
Salt tolerance and crop potential of halophytes, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18:2, 227-255.
- Kadereit, G., P. Ball, S. Beer, L. Mucina, D. Sokoloff, P. Teege1, A.E. Yaprak & H. Freitag, 2007.  
A taxonomic nightmare comes true: phylogeny and biogeography of glassworts (*Salicornia* L., Chenopodiaceae), *Taxon* 56 (4): 1143-1170.
- Kudo, N. & H. Fujiyama, 2010.  
Responses of halophyte *Salicornia bigelovii* to different forms of nitrogen source, *Pedosphere* 20(3): 311-317
- Lv, S., P. Jiang, X. Chen, P. Fan, X. Wang & Y. Li, 2012.  
Multiple compartmentalization of sodium conferred salt tolerance in *Salicornia europaea*, *Plant Physiology and Biochemistry* 51: 47-52
- Meijden, R. van der, 2005.  
Heukels' Flora van Nederland, ed. 23, eerste druk. Wolters-Noordhoff, Groningen. ISBN 90 01 58344 X
- Rozema, J. & H. Schat.  
Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture. *Environ. Exp. Bot.* (2012), in press.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.08.004>.
- Schlahmilch, J., 2012.  
Wisselteelt van zeekraal en zagers. Onderzoek naar de mogelijkheden van een wisselteeltsysteem tussen zeekraal (*Salicornia europaea*) en zagers (*Neriens virens*), stagerapport Hogeschool Zeeland, pp 42 + bijlagen.
- Tikhomirova, N.A., S.A. Ushakova & G.S. Kalacheva, 2009.  
Production process in *Salicornia europaea* plants as a prospective phototrophic constituent in bioregenerative life support systems, *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 56, No. 1, pp. 22-28.
- Ungar, I.A., 1979.  
Seed dimorphism in *Salicornia europaea* L., *Botanical Gazette* 140, 102-108.
- Ushakova, S.A., N.P. Kovaleva, N.A. Tikhomirova, I.V. Gribovskaya & A.A. Kolmakova, 2006.  
Effect of photosynthetically active radiation, salinization, and type of nitrogen nutrition on growth of *Salicornia europaea* plants, *Russian Journal of Plant Physiology*, 6 Vol. 53, No. 6, pp. 785-792.
- Ushakova, S.A., N.P. Kovaleva, T.V. Gribovskaya, V.A. Dolgushev & N.A. Tikhomirova, 2005.  
Effect of NaCl concentration on productivity and mineral composition of *Salicornia europaea* as a potential crop for utilization NaCl in LSS, *Adv. Space Res.* 36, 1349-1353.

USIJ Uniform Reporting Document' (PDF).

United States Initiative on Joint Implementation (USIJ). c. 1997.

<http://www.gcric.org/usij/pdf/Mexico-3%203-04.pdf>. 'Project Salicornia: Halophyte Cultivation in Sonora.

Weber, D.J., H.P. Rasmussen & W.M. Hess, 1977.

Electron microprobe analyses of salt distribution in the halophyte *Salicornia pacifica* var. *utahensis*, Can. J. Bot. 55: 1516-1523.

### Bronvermelding afbeeldingen

Bij pagina 13:

Plantago: <http://www.flickr.com/photos/jdavidingram/4759273948/sizes/l/in/photostream/>

Limonium: [https://www.kuleuven-kulak.be/kulakbiocampus/images/buiten-kulak/lage\\_planten/Limonium%20vulgare%20-%20Gewoon%20lamsoor/index.htm](https://www.kuleuven-kulak.be/kulakbiocampus/images/buiten-kulak/lage_planten/Limonium%20vulgare%20-%20Gewoon%20lamsoor/index.htm)

Spartina: [http://www.biopix.dk/almindelig-vadegraes-spartina-townsendii\\_photo-35602.aspx](http://www.biopix.dk/almindelig-vadegraes-spartina-townsendii_photo-35602.aspx)

Kweldergras: <http://www.markblomster.com/Markblomster/Flora/F/Fjaeresaltgras.html>

Sueda: [http://www.floradecanarias.com/suaeda\\_maritima.html](http://www.floradecanarias.com/suaeda_maritima.html)

Atriplex: [http://www.aphotoflora.com/d\\_atriplex\\_laciniata\\_frosted\\_orache.html](http://www.aphotoflora.com/d_atriplex_laciniata_frosted_orache.html)

Bij pagina 15:

Zeebiet: <http://www.google.nl/imgres?q=zeebiet&hl=en&sa=X&biw=1065&bih=917&tbn=isch&prmd=imvns&tbnid=7zvQMGUyK-Zw3M:&imgrefurl=http://infos-fuer-alle.de/niederlaendisch/groenteteelt.html&docid=LYSi7BBIPr6gnM&imgurl=http://linnaeus.nrm.se/flora/di/chenopodia/beta/betavul6.jpg&w=358&h=537&ei=NTkiUKf8BaKo0QW-vYDQCw&zoom=1&iact=hc&vpx=479&vpy=116&dur=1556&hovh=275&hovw=183&tx=103&ty=168&sig=112398581023136662940&page=1&tbnh=153&tbnw=107&start=0&ndsp=27&ved=1t:429,r:2,s:0,i:79>