



# VU Research Portal

## Differential Salt Sensitivity in Potato Cultivars

Jaarsma, R.

2019

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Jaarsma, R. (2019). *Differential Salt Sensitivity in Potato Cultivars: The Role of Na<sup>+</sup> Tissue Distribution and Vacuolar Na<sup>+</sup> Sequestration*.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## Samenvatting

Naar schatting zal de wereldbevolking explosief groeien de komende tientallen jaren. Daardoor zal de beschikbaarheid van zoet water afnemen. Tegelijkertijd zal het oppervlak aan geïrrigeerde landbouwgrond toenemen in een poging om de wereldbevolking van voldoende voedsel te voorzien. Tegenwoordig wordt er wereldwijd al een derde van de landbouwgrond geïrrigeerd om de productiviteit te verhogen en ongeveer 20% is daardoor vervuild met verhoogde zoutconcentraties. Hierdoor is verzilting tegenwoordig de meest ernstige abiotische stress voor de landbouw. Om verschillende redenen zal verzilting in de toekomst toenemen.

Aardappel (*Solanum tuberosum*) is wereldwijd gezien een belangrijk voedselgewas en de productie van aardappels neemt sterk af wanneer de zoutconcentratie in landbouwgrond te hoog is. Vooralsnog is er weinig bekend over hoe commerciële aardappelen omgaan met deze hoge zoutconcentraties.

Om te begrijpen hoe aardappels in fysiologische zin omgaan met zout en om die kennis in veredelingsprogramma's te gebruiken hebben we zes aardappelrassen (Russet Burbank, Mona Lisa, Mozart, Mondial, Desiree, en Bintje) met verschillende zoutniveaus behandeld in Hoofdstuk 2. De groeireductie na de zoutbehandeling was het sterkst voor de rassen Mozart en Mona Lisa die allebei een sterke verouderingsreactie vertoonden en Mozart overleefde deze behandeling nauwelijks. De rassen Desiree en Russet Burbank vertoonden deze verouderingsreactie niet en zijn daarmee meer zout tolerant.

In een reactie op zout accumuleren planten proline als osmotische regulatie als gevolg van watertekort. Uit een analyse van de proline biosynthese genen in Mozart en Desiree bleek een duidelijk afname van proline dehydrogenase (*PDH*) genexpressie in beide rassen. Als gevolg van de zoutbehandeling nam de genexpressie van pyrroline-5-carboxylaat synthetase (*P5CSI*) toe in Desiree maar niet in Mozart. Een duidelijk verschil werd ook zichtbaar in de ion homeostase tussen de gevoelige en tolerante rassen. Mozart (zoutgevoelig) combineerde lage niveaus van zout in de wortels en stengels met een hoog zoutniveau in de bladeren terwijl de meer zouttolerante rassen het zout in de stengels accumuleerden om te voorkomen dat het zout naar de bladeren werd getransporteerd. Mozart vertoonde dus een sterke verouderingsreactie met hoge zoutconcentraties in bladeren en Desiree vertoonde deze verouderingsreactie niet en had minder zout in de bladeren. Naar aanleiding van deze resultaten uit Hoofdstuk 2 besloten we om de vacuolaire sequestratie van zout meer in detail te analyseren in de bladeren van Desiree en Mozart in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4.

In Hoofdstuk 3 vergeleken we de zout geïnduceerde verschillen in de activiteit van de vacuolaire proton pompen en de vacuolaire antiporters in tonoplast verrijkte vesicles geïsoleerd uit de bladeren van Desiree en Mozart. Dit hebben we gedaan door deze vesicles te gebruiken in een ACMA fluorescence quench assay. De belangrijkste

conclusie van Hoofdstuk 3 is dat de  $V_{\max}$  van zowel de V-H<sup>+</sup>-ATPase en de V-H<sup>+</sup>-PPase afnam in reactie op zout in Mozart en Desiree. Echter, de afname was sterker in Mozart in vergelijking met Desiree en dat betekent dat Desiree in staat is een hogere PMF te generen over het endomembraamsysteem dan Mozart. Daarnaast namen ook de eiwithoeveelheden af van zowel de V-H<sup>+</sup>-ATPase als de V-H<sup>+</sup>-PPase in Mozart maar niet in Desiree. Ook bleek het Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> uitwisselingssysteem in Desiree efficiënter te werken dan in de zoutgevoelige Mozart.

Gebaseerd op de resultaten van Hoofdstuk 3 waaruit bleek dat Desiree een hogere PMF genereert over het endomembraamsysteem besloten we om het proton transport over alleen de tonoplast uitgebreider te onderzoeken in Hoofdstuk 4. Daarvoor hebben we vacuoles geïsoleerd uit de bladeren van zoutbehandelde aardappel- en gerst (*Hordeum vulgare*) planten. De vacuoles van gerst zijn gemakkelijker te isoleren dan de vacuoles van aardappels en daarom hebben we ze toegevoegd aan dit onderzoek. Vervolgens hebben we de vacuoles gebruikt om de substraat (PPi en ATP) geïnduceerde proton stromen te meten met de patch-clamp techniek. De zoutbehandeling vertoonde een licht effect op de  $V_{\max}$  van de V-H<sup>+</sup>-PPase in de vacuoles van aardappel en een gematigd effect op de PPi afhankelijke proton stromen in vacuoles van gerst.

Tevens had de zoutbehandeling slechts een gematigd effect op de ATP afhankelijke proton stromen in de vacuoles. Onze conclusie is dat de eerder gevonden verschillen in zoutgevoeligheid aangetoond na gebruik van de ACMA fluorescence quench assay tussen de aardappelrassen, niet of nauwelijks verklaard kunnen worden met de patch-clamp metingen.

In de patch-clamp studie uit Hoofdstuk 4 hebben we de proton stromen van vacuoles gemeten die omringd zijn door een tonoplast membraam terwijl de met tonoplast verrijkte geïsoleerde vesicles uit Hoofdstuk 3 ook andere endomembrane structuren kunnen bevatten zoals vroege- en late endodomen en het trans-Golgi netwerk. Al deze endomembrane structuren bevatten protonpompen die elk op een andere manier reageren op verhoogde cellulaire zoutniveaus. De verschillende resultaten van deze verschillende technieken kunnen er op wijzen dat het endomembraam systeem een belangrijke aanvullende functie heeft in zouttolerantie dan de vacuoles alleen.

K<sup>+</sup> retentie in de wortels van planten is een eigenschap van zouttolerante planten. Alle soorten die tot nog toe zijn getest vertoonden een zout geïnduceerde K<sup>+</sup> efflux in worteltopjes, de elongatie zone en de volwassen zone van de wortels. Daarom hebben we in Hoofdstuk 5 het wortel profiel van verschillende aardappel rassen gescanned op zout geïnduceerd K<sup>+</sup> verlies met behulp van K<sup>+</sup> selectieve vibrating probe elektroden. In tegenstelling tot andere soorten hebben we geen zout geïnduceerde K<sup>+</sup> efflux kunnen meten in de volwassen zone van de wortels van aardappels. Daarnaast bleek de zout geïnduceerde K<sup>+</sup> efflux in de elongatie zone geen goede voorspeller te zijn voor zouttolerantie waar dat voor andere soorten wel zo is. In de wortels van de meeste

andere soorten vertoont de zout geïnduceerde  $K^+$  efflux een sterke toename gevolgd door een snelle afname. De zout geïnduceerde  $K^+$  efflux in wortels van de aardappelrassen vertoonde een trage maar toenemende  $K^+$  efflux die lang aanhield en resulteerde in een ernstig  $K^+$  verlies. Dit verlies van  $K^+$  kan bijdragen aan de algemene zoutgevoeligheid van aardappel.

Samenvattend beschrijft dit proefschrift de significantie van de  $Na^+$  distributie door de plant in relatie tot zouttolerantie bij aardappel. Daarnaast beschrijft dit proefschrift de noodzaak om de rol van het endomembraamsysteem in zouttolerantie verder te onderzoeken. Tot slot biedt dit proefschrift inzichten die bij kunnen dragen aan het ontwikkelen van zouttolerante aardappels.