



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Sink or swim: submergence tolerance and survival strategies in Rorippa and Arabidopsis

Akman, M.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Akman, M. (2012). *Sink or swim: submergence tolerance and survival strategies in Rorippa and Arabidopsis*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

SAMENVATTING

Net als mensen kunnen ook planten niet overleven zonder voldoende zuurstof, hoewel ze zelf de grootste producenten van de zuurstof of op aarde zijn. Planten kunnen onder verschillende omstandigheden te maken krijgen met lage zuurstofconcentraties, daarvan is overstroming er een. Planten en mensen hebben interessant genoeg vergelijkbare oplossingen gevonden als aanpassingen aan de uitdagende omstandigheden onder water. Mensen hebben verschillende manieren gevonden om het zeer bijzondere onderwaterleven te verkennen. Het ademen door een snorkel is daarvan de eenvoudigste en goedkoopste oplossing. Planten kunnen op vergelijkbare manier hun stengels of bladeren als snorkel gebruiken door deze naar het wateroppervlak te laten groeien. Op deze manier kunnen gassen van boven het wateroppervlak naar de onderste delen van de plant worden getransporteerd. Deze plantensnorkels zijn echter niet zo goedkoop als hun menselijke tegenhangers; er is nogal wat energie nodig om ze te produceren. Als het water diep is en alle energie verbruikt is voordat de plantensnorkels het wateroppervlak hebben kunnen bereiken, is sterfte onvermijdelijk. Aan de andere kant, als de snorkel het wateroppervlak op tijd bereikt kunnen de planten heel lang overleven.

Een strategie die menselijke vrijduikers gebruiken om langer onder water te kunnen blijven of dieper te duiken is het bereiken van een meditatieve staat waarbij ze hun metabolisme op een minimumniveau handhaven. Een van deze vrijduikers, Tom Sietas, heeft zo onlangs een plek in het Guinness World Records Book bemachtigd door ruim tweeëntwintig minuten onder water te blijven zonder adem te halen. Op vergelijkbare manier zijn sommige plantensoorten in staat om hun metabolisme te verlagen wanneer ze onder water staan, zodat het energieverbruik tot een minimum wordt beperkt. Dit wordt bereikt door middel van aanpassingsprocessen die leiden tot een nagenoeg stopzetten van energieverbruikende processen zoals groei.

Dit zijn slechts een paar voorbeelden van strategieën om met overstromingsstress om te gaan. Er is daarnaast nog een grote hoeveelheid natuurlijke variatie te onderzoeken die het resultaat is van de evolutionaire geschiedenis. Het begrijpen van de evolutionaire mechanismen die een rol spelen bij overstromingen zal tot nieuwe inzichten kunnen leiden als het gaat om overstromingstolerantie van planten. Met het oog op de voorspellingen van toenemende frequentie van overstromingen in een veranderend klimaat, zullen deze inzichten ons kunnen helpen om de gewasbestendigheid tegen overstromingen te vergroten en om natuurlijke populaties in overstromingsgevoelige gebieden te behouden. Dit proefschrift exploreert de natuurlijke variatie tussen en binnen soorten door zowel fysiologische, genetische als evolutionaire aspecten van overstromingstolerantie te onderzoeken. Hiervoor zijn soorten uit drie verschillende genera onderzocht: Zuring (*Rumex*), *Arabidopsis* en Gele kers (*Rorippa*).

In hoofdstuk 2 van dit proefschrift hebben we de extreme overstromingstolerantie van twee soorten waterkers onderzocht, namelijk van Gele waterkers (*Rorippa amphibia*) en Moeraskers (*Rorippa sylvestris*). Wanneer *Rorippa amphibia* onder water komt te staan verlengt de plant zijn stengels en gebruikt deze als snorkel. Als echter de snorkel het wateroppervlak niet op tijd bereikt, sterft de plant door een gebrek aan energie veroorzaakt door die groei. Aan de andere kant kan de “mediterende” soort *Rorippa sylvestris* voor langere tijd onder water overleven, omdat deze gedurende een overstroming geen energie gebruikt voor groei. De habitattypen waarin deze soorten voorkomen kunnen verklaren waarom ze deze uiteenlopende strategieën hebben. De snorkel-vormende *Rorippa amphibia* komt namelijk vooral voor in gebieden waar ondiepe overstromingen plaatsvinden, zodat de snorkel het oppervlak kan bereiken voordat de plant is uitgeput. *Rorippa sylvestris* komt juist vooral voor in gebieden waar overstromingen kortdurend zijn, maar waar het water tegelijkertijd erg hoog komt te staan. Onder deze omstandigheden zou groei niet leiden tot een verhoogde overlevingskans, omdat het minder waarschijnlijk is dat het oppervlak wordt bereikt.

Het is nog steeds niet precies bekend welke mechanismen in de plant een rol spelen bij het waarnemen van verlaagde zuurstofgehalten en de daaropvolgende geïnduceerde processen. Recent is aangetoond dat bepaalde genfamilies een sleutelrol vervullen in zowel het waarnemen van lage zuurstofgehalten als in de regulatie van de twee besproken strategieën. Door beter te begrijpen hoe deze processen door die genen worden gereguleerd kan uiteindelijk een verbetering worden bereikt van gewassen die worden verbouwd in overstromingsgevoelige gebieden.

In hoofdstuk 3 onderzoeken we daarom de potentiële regulatoren van de twee overlevingsstrategieën. Dit doen we met behulp van twee evolutionair verschillende taxa, *Rorippa* en *Rumex*. We hebben in ons onderzoek geen patronen in de regulatie van deze genen geobserveerd die duiden op parallele evolutie van de overlevingsstrategieën na overstroming. Wel hebben we mogelijke zuurstofsensoren geïdentificeerd die een rol zouden kunnen spelen bij het vergroten van de overstromingstolerantie voor zowel *Rorippa* als *Rumex palustris* (Moerazuring) en *R. acetosa* (Veldzuring).

Alle planten zijn gelijk, maar gelukkig lijken sommige meer op elkaar dan andere. De Zandraket (*Arabidopsis thaliana*) is met zijn enorme schat aan moleculaire en genetische informatie waardevoller voor de wetenschap dan welke andere plantensoort ook. Met behulp van deze soort hebben we in de hoofdstuk 4 genomische regio's geïdentificeerd die variatie in de overstromingstolerantie verklaren tussen twee variëteiten afkomstig van verschillende vindplaatsen. Deze informatie stelde ons in staat om kandidaatgenen te selecteren die de

overstromingstolerantie van deze soort vergroten. In hoofdstuk 5 hebben we met behulp van moderne sequencing-technieken nog meer ingezoomd op deze genen. Daarnaast hebben we voor de twee variëteiten een belangrijke groep genen geïdentificeerd die gereguleerd worden bij overstromingsstress.

Onze resultaten laten zien dat het in kaart brengen van natuurlijke variatie binnen soorten het onderzoek naar overstroming kan helpen bij het identificeren van de verschillende overlevingsstrategieën bij overstromingen. Zo begrijpen we beter hoe deze eigenschappen gereguleerd worden. De resultaten die in dit proefschrift zijn gepresenteerd vormen een veelbelovend uitgangspunt voor het identificeren van genen met een fundamentele rol in overstromingsstress in *Rorippa*, *Arabidopsis* and *Rumex*.