

Hoe planten overstrooming overleven

Door klimaatverandering zullen rivieren vaker overstromen, waardoor oogsten verloren zullen gaan. Dit komt doordat de meeste landbouwgewassen slecht bestand zijn tegen overstrooming. Maar er zijn ook plantensoorten die beter bestand zijn tegen overstrooming. Onderzoekers van de Universiteit Utrecht hebben onderzocht hoe dat komt.

Wanneer landplanten in een natte bodem staan, levert dit vooral problemen op voor de wortels. Normaal nemen de wortels zuurstof op uit luchtholten in de bodem. Bij overstrooming zijn deze holten echter gevuld met water.

Overstrooming van de bodem leidt tot verminderde zuurstofopname door de wortels.

2p 8 Leg dit uit aan de hand van een factor uit de wet van Fick.

Door het zuurstoftekort in de wortels zal het transport van water naar de bladeren afnemen.

3p 9 Leg uit hoe transport van water naar de bladeren afneemt als gevolg van het zuurstoftekort in de cellen van de wortels.

De Utrechtse biologen deden onderzoek naar het effect dat het plantenhormoon ethyleen (etheen) heeft als planten door overstrooming onder water komen te staan. In hun onderzoek aan de zandraket (*Arabidopsis thaliana*, afbeelding 1) toonden ze aan dat ethyleen de plant in overlevingsmodus brengt, waardoor de plant beter bestand wordt tegen zuurstofgebrek.

Ethyleen is een stof die snel kan verdampen. Als planten volledig onder water staan, blijkt ethyleen zich op te hopen in de plant.

afbeelding 1



1p 10 Noteer via welk onderdeel van het blad het meeste ethyleen ontsnapt als de plant **niet** onder water staat.

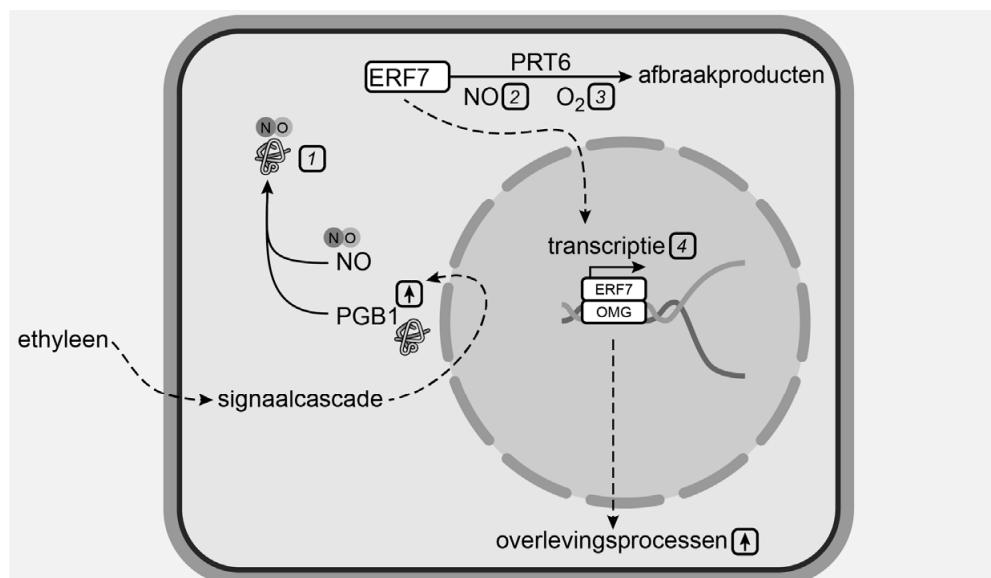
Bepaalde transcriptiefactoren, de zogenoemde ERF7's (ethyleen-responsfactoren), sturen het proces aan dat een plant in de overlevingsmodus brengt. Zolang stikstofoxide (NO) en zuurstof aanwezig zijn, worden de ERF7's afgebroken door het enzym PRT6.

De onderzoekers ontdekten dat ethyleenophoping leidt tot een toename van de concentratie phytooglobine1 (PGB1) in de cellen van de groeipunten van de stengels en worteltoppen. PGB1 bindt stikstofoxide, waardoor de overstroomde plant in overlevingsmodus komt.

De onderzoekers hebben een model opgesteld (afbeelding 2) van het moleculaire mechanisme dat de cel in overlevingsmodus brengt.

In afbeelding 2 zijn de toename van de concentratie ethyleen en PGB1, en de toename van overlevingsprocessen bij volledige overstroming weergegeven met een pijltje (↑). De overlevingsmodusgenen zijn aangegeven met OMG. De afbeelding is niet compleet: bij drie stoffen en een proces in de cel staat een vakje met een nummer.

afbeelding 2



- 2p 11 Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar. Geef achter elk nummer met een pijltje aan of het bijbehorende proces of de concentratie van de bijbehorende stof bij volledige overstroming toeneemt (↑) of afneemt (↓).

De onderzoekers konden dit moleculaire mechanisme achterhalen door onderzoek te doen aan mutante zandraketplanten. Bij deze planten zijn verschillende delen van het proces om in de overlevingsmodus te komen, geblokkeerd.

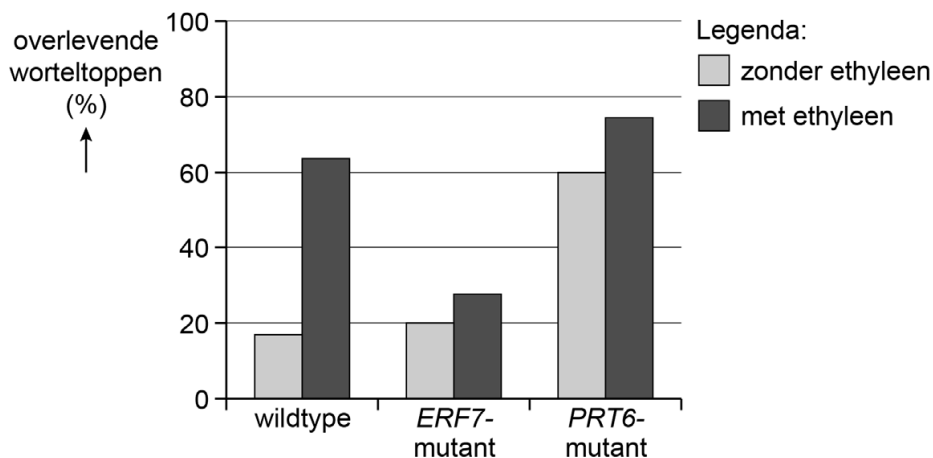
De onderzoekers gebruikten de volgende typen zandraketplanten:

- planten met een mutatie waardoor een bepaalde ERF7 niet werkzaam is: de *ERF7*-mutanten
- planten met een mutatie waardoor het enzym PRT6 niet werkzaam is: de *PRT6*-mutanten
- wildtype-planten (zonder de mutaties)

De onderzoekers plaatsten de planten in een ruimte waarin deze eerst werden blootgesteld aan lucht met ethyleen (nabootsing ethyleen-ophoping) of aan lucht zonder ethyleen (controle-voorbehandeling).

Vervolgens stelden ze alle planten vier uur lang bloot aan lucht zonder zuurstof. Daarna werd de overleving van de worteltoppen van de planten bepaald (afbeelding 3).

afbeelding 3



Hieronder staan uitspraken over de resultaten in afbeelding 3.

- 1 De worteltoppen van het wildtype zijn beter bestand tegen zuurstofgebrek na een voorbehandeling met ethyleen.
- 2 Zowel met als zonder ethyleen-voorbehandeling is er bij *ERF7*-mutanten minder overleving van de worteltoppen dan bij wildtype-planten.
- 3 Het enzym PRT6 verhoogt de overleving bij volledige overstroming.

2p 12 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar. Noteer erachter of de bijbehorende uitspraak **wel** of **niet** ondersteund wordt door de resultaten in afbeelding 3.

De onderzoekers hopen de opgedane kennis te kunnen gebruiken om door middel van genetische modificatie landbouwgewassen te beschermen tegen overstromingen. Met genetische modificatie kunnen in landbouwgewassen de volgende veranderingen worden aangebracht:

- 1 het PGB1-gen knock-out maken
- 2 cisgene PGB1-genen toevoegen
- 3 genen voor ethyleenproductie knock-out maken
- 4 cisgene genen voor ethyleenproductie toevoegen

1p 13 Noteer de nummers van de twee veranderingen die landbouwgewassen beter bestand zouden kunnen maken tegen overstroming.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.