

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

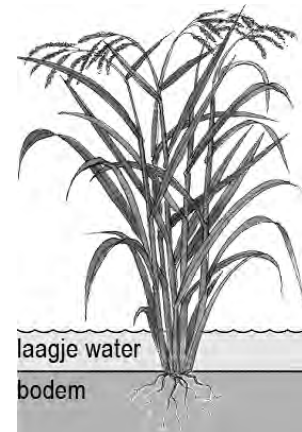
Onderdompelgen maakt rijstrassen 'waterproof'

Het is maar een simpel gen, maar wel één dat bij miljoenen mensen honger kan voorkomen. Het onderdompelgen zorgt dat rijst langdurige overstromingen kan doorstaan.

afbeelding 1

Rijst is een semi-aquatische plantensoort (zie afbeelding 1), maar blijkt bijna even gevoelig voor onderdompeling als veel landplantensoorten.

Plantenveredelaar David Mackill van het International Rice Research Institute is erin geslaagd om uit een laag productief Indiaas rijstras het onderdompelgen Sub1A in te kruisen in veel gebruikte commerciële rijstrassen. Omdat er geen sprake is van transgene planten zijn omvangrijke veldproeven niet nodig.



Het op een klassieke manier inkruisen van een gen in een plant verschilt van de moderne manier om met behulp van genetische modificatie een transgene plant te produceren.

- 3p 1 Beschrijf in drie stappen het op klassieke wijze inkruisen van het onderdompelgen in rijstplanten.
- 3p 2 Beschrijf in drie stappen hoe door genetische modificatie rijstplanten kunnen worden verkregen die langdurige overstromingen weerstaan.

De veldproeven die vereist zijn voor nieuwe gewassen, zijn nodig om te onderzoeken of het gewas de nieuwe eigenschap bezit en er geen belangrijke andere eigenschappen verloren zijn gegaan. Maar ook, en dat geldt vooral voor transgene gewassen, om bepaalde negatieve effecten van deze gewassen op de omgeving uit te sluiten.

De nieuwe eigenschap waar het om gaat bij deze 'onderdompel' rijst, is het bestand zijn tegen langdurige overstromingen.

- 2p 3 Noteer twee voor een hoge opbrengst belangrijke eigenschappen die bij deze rijstplanten niet verloren mogen gaan.
- 2p 4 Beschrijf twee mogelijke negatieve effecten van een genetisch gemodificeerde rijstvariant op de omgeving, die uit veldproeven kunnen blijken.

De nieuwe rijstrassen die langdurige overstroming moeten weerstaan, worden door Indiase boeren uitgetest (zie afbeelding 2). De resultaten zijn hoopgevend.

Bij langdurige onderdompeling is de opbrengst vijf tot tien keer hoger dan die van soortgelijke rassen zonder het onderdompelen. De plaatselijke boeren zijn zo enthousiast dat ze het zaaigoed al onder elkaar verspreiden.

De 'onderdompel' rijst is bewust ontwikkeld voor algemeen gebruik: er zijn geen kwekersrechten en het nieuwe ras is geen hybride. Elke rijstteler kan de planten dus zelf vermenigvuldigen.

afbeelding 2



Regelmatig wordt bij plantenveredeling wél gebruik gemaakt van F1-hybriden. Een F1-hybride is de eerste generatie na kruising van twee zuivere lijnen. Deze planten hebben vaak een betere opbrengst dan de gebruikte zuivere lijnen. Dit geldt echter niet voor de F2-hybriden. Boeren moeten daarom elk jaar weer het F1-hybride zaad bij de zaadhandelaren aanschaffen.

- 1p 5 Verklaar waardoor de opbrengst lager kan zijn als de boer het zaad, gewonnen uit zijn F1-hybride planten, opnieuw uitzaait en het jaar daarop de F2-hybriden gaat oogsten.

Versnelde lengtegroei is een reactie van rijstplanten op langdurige onderdompeling. Deze reactie is voor het overleven van de plant voordelig.

- 2p 6 Leg dit uit aan de hand van een stofwisselingsproces dat onder water slechter zal verlopen dan boven water.

Uit proeven waarbij rijstplanten worden besproeid met gibberelline blijkt dat dit plantenhormoon de stengelgroei stimuleert.

Het effect van gibberelline op twee rijstmutanten met dwerggroei wordt onderzocht:

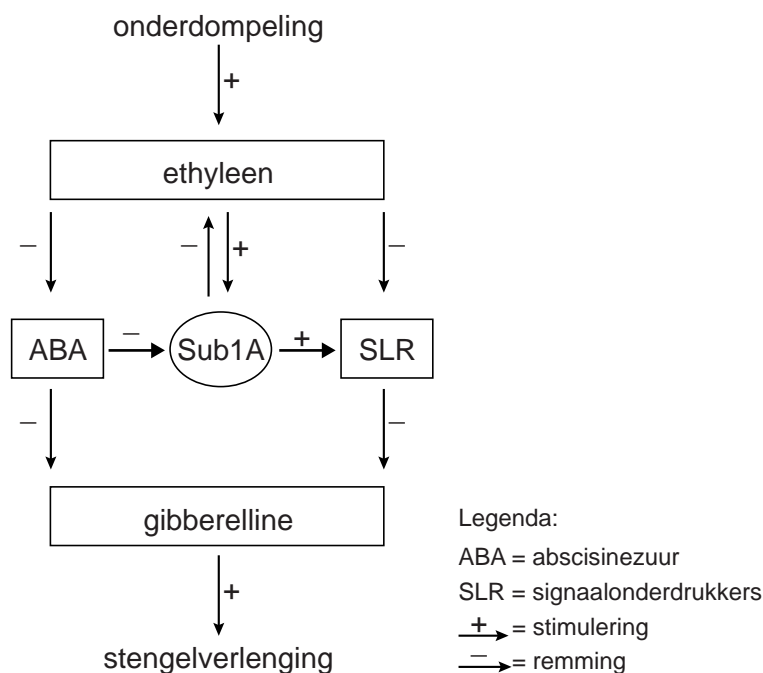
Rijstmutant type 1 mist het gen voor de synthese van gibberelline, type 2 mist het gen voor de receptor voor gibberelline.

- 2p 7 Wat zal het effect zijn als de beide typen rijstmutanten worden besproeid met een gibberelline-oplossing?

- A Het zal bij beide typen geen effect hebben.
- B Rijstmutant 1 zal hierdoor sneller groeien, rijstmutant 2 niet.
- C Rijstmutant 2 zal hierdoor sneller groeien, rijstmutant 1 niet.
- D Beide typen rijstmutanten zullen sneller groeien.

Door de versnelde lengtegroei worden bij de meeste rijstrassen de stengels langer, maar ook minder stevig. Wanneer het waterniveau weer daalt vallen de stengels om en verrotten de rijstkorrels. Rijstplanten met een Sub1A-gen, het onderdompelgen, hebben een andere strategie. Deze planten gaan bij overstroming in rust tot het water weer gezakt is. Het Sub1A-gen werd ontdekt in een traditioneel en laagproductief Indiaas rijstras. Het wordt geactiveerd bij onderdompeling. Plantengeneticus Julia Bailey-Serres heeft ontdekt dat de plantenhormonen ethyleen, abscisinezuur (ABA) en gibberelline hierbij een rol spelen. In afbeelding 3 is schematisch weergegeven hoe de respons op onderdompeling tot stand komt.

afbeelding 3



- 3p **8** Leg uit hoe bij rijstplanten met het Sub1A-gen snellere groei na onderdompeling verhinderd wordt.

Het hormoon gibberelline heeft in wortelcellen een heel ander effect dan in cellen uit de stengel van de rijstplant.

Over de oorzaak hiervan worden twee beweringen gedaan:

- 1 In de verschillende celtypen worden verschillende receptoren gevormd.
- 2 In de verschillende celtypen worden andere genen aan- of uitgeschakeld.

- 2p **9** Welke van deze beweringen kan of welke kunnen een verklaring zijn voor het verschil in effect van eenzelfde hormoon op verschillende celtypen?
- A** geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D beide beweringen