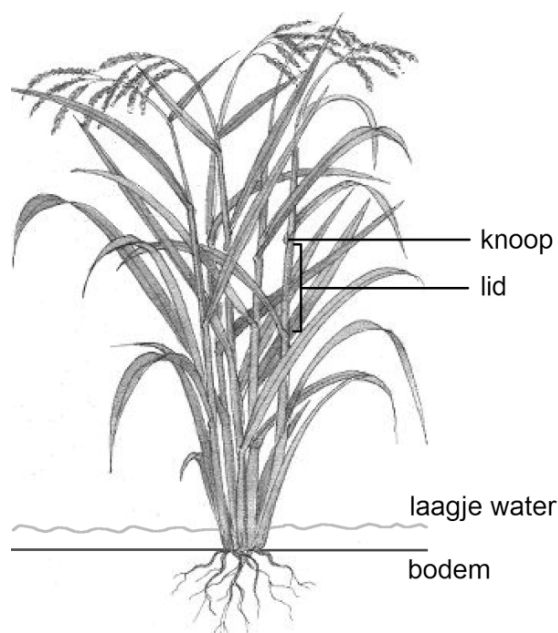


## Onderdompelgen maakt rijstrassen 'waterproof'

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

Rijst is een semi-aquatische plantensoort, maar blijkt bijna even gevoelig voor volledige onderdompeling als veel landplantensoorten. Gewone rijstplanten die compleet onder water worden gezet, reageren meestal door hun celdeling en celstrekking te versnellen. Celdeling vindt vooral plaats in de knopen, celstrekking vooral in de leden van de rijststengels (tussen de knopen, zie afbeelding 1).

afbeelding 1



Drie transportprocessen door celmembranen zijn:

- 1 actief ionentransport;
- 2 endocytose van organische stoffen;
- 3 osmose.

- 2p 1 Welke twee van deze transportprocessen vinden achtereenvolgens plaats bij celstrekking?
- A 1 en daarna 2
  - B 2 en daarna 1
  - C 1 en daarna 3
  - D 3 en daarna 1
  - E 2 en daarna 3
  - F 3 en daarna 2

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

- 2p 2 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.

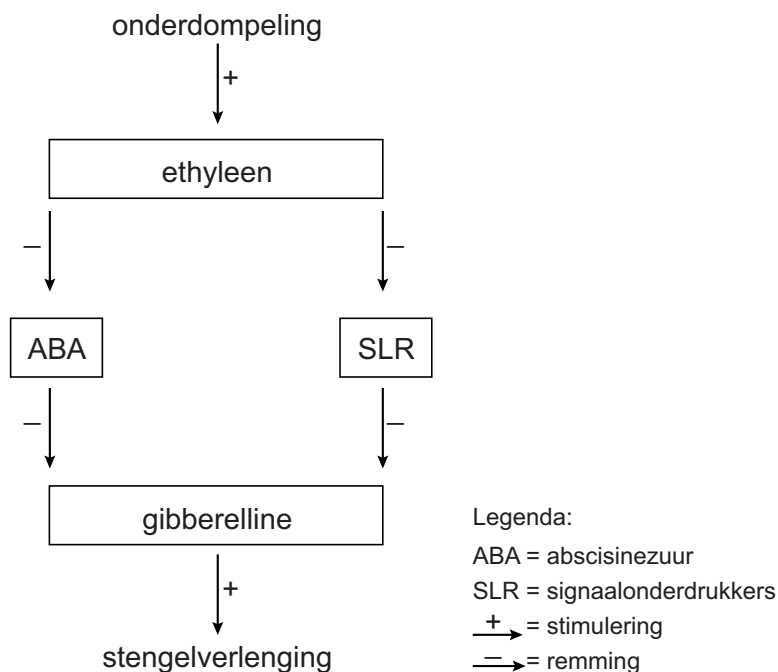
Het effect van gibberelline op twee rijstmutanten met dwerggroei wordt onderzocht:

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

- 2p 3 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 2 is schematisch weergegeven hoe de respons op onderdompeling bij planten **zonder** het Sub1A-gen tot stand komt.

### afbeelding 2



Rijstplanten zonder het onderdompelgen gaan bij langdurige overstroming sneller groeien.

- 2p 4 Beschrijf deze reactie op onderdompeling aan de hand van het schema in afbeelding 2.

Bij rijstplanten **met** het Sub1A-gen wordt versnelde groei na onderdompeling verhinderd via een effect op signaalonderdrukkers. Deze regulatie kan toegevoegd worden aan het schema van afbeelding 2. In de uitwerkbijlage is een aanzet voor dit uitgebreide schema getekend.

- 2p 5 Maak het schema in de uitwerkbijlage compleet door
- twee extra pijlen toe te voegen
  - en bij deze pijlen aan te geven of er na onderdompeling van de plant met het Sub1A-gen stimulering (+) of remming (-) plaatsvindt.

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 6 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

**afbeelding 3**

De nieuwe rijstrassen, die langdurige overstroming moeten weerstaan, worden door Indiase boeren uitgetest (zie afbeelding 3). De resultaten zijn hoopgevend.

Bij langdurige onderdompeling is de opbrengst vijf tot tien keer hoger dan die van soortgelijke rassen zonder het onderdompelen.

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 7 Noteer twee voor een hoge opbrengst belangrijke eigenschappen die bij deze rijstplanten niet verloren mogen gaan.
- 2p 8 Beschrijf twee mogelijke negatieve effecten van een genetisch gemodificeerde rijstvariant op de omgeving, die uit veldproeven kunnen blijken.

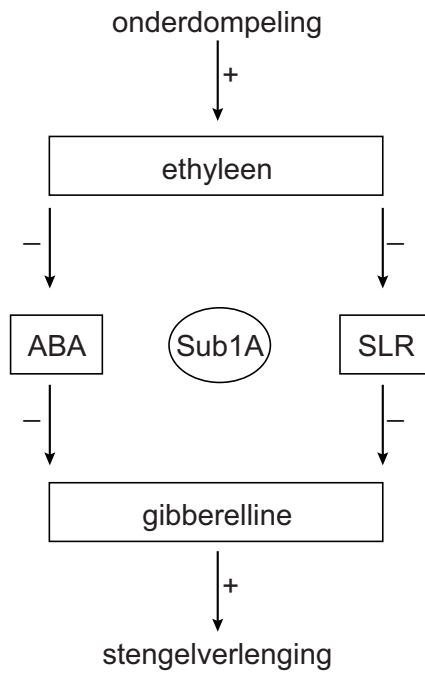
- 2p 9 Leg uit dat de ontwikkeling van rijstrassen met het onderdompelgen een bijdrage kan leveren aan de productie van voldoende voedsel voor een groeiende wereldbevolking.

---

**Bronvermelding**

*Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.*

5



Legenda:  
ABA = abscisinezuur  
SLR = signaalonderdrukkers  
+ = stimulering  
- = remming