

## WETENSCHAP



Rijstterrassen bij Yuanyang in de Chinese provincie Yunnan bij zonsondergang in de herfst. Rijst is een eenjarig gewas en moet dus elk jaar opnieuw gezaaid worden. FOTO CHRIS STENGER

# Er is leven na de oogst

**LANDBOUW** Eén gen kan van tarwe, mais en rijst meerjarige gewassen maken. Maar wil de boer die hebben? tekst **Willem Schoonen**

**R**ejuvenator, noemt Remko Offringa hem; de verjonger. Het is een gen dat planten kan terugbrengen naar een vroegere levensfase. De Leidse hoogleraar plantengenetica en zijn medewerkers hebben ontdekt dat dit gen ook het verschil kan maken tussen een- en meerjarige gewassen.

De groep van Offringa doet veel onderzoek naar de overgangen in een plantenleven. “Een plant gaat van embryo naar zaailing, naar volwassen plant en dan naar de fase van reproductie.

Een van de vragen die wij hadden was of het mogelijk is om van zaailing terug te gaan naar de embryonale fase.”

Het moet de mens als een onmogelijkheid in de oren klinken. En dat is het ook. Mensen en dieren moeten leven met vele biologische beperkingen. Maar in de plantenwereld is dat anders. Je kunt het zo gek niet bedenken of het komt er voor. Ook de verjonging van zaailing naar embryo.

Offringa: “Met dit gen kan dat. We hebben het in het lab gedaan met onze

modelplant *Arabidopsis thaliana*, ofwel de zandraket. Toen onderzoeker Omid Karami die verjongde planten liet groeien, bleken ze heel lang te leven.”

Uit vervolgonderzoek, dat nu is gepubliceerd in vakblad *Nature Plants*, bleek dat het gen, AHL15, ook een sleutelrol speelt in de verdere ontwikkeling van de plant. Basis voor de groei van planten zijn meristemen, groepen van stamcellen die onder meer voorkomen in de groeitop van de plant en in de bladoksels. Die stamcellen kunnen verschillende kanten op: ze kunnen stengels met nieuwe bladeren voortbrengen, maar ook stengels met bloemen.

## Sterven na de bloei

Bij eenjarige planten kiezen de meristemen in de bladoksels vooral de laatste weg: stengels met bloemen. Een strategische keuze, zegt Offringa: “De plant kan kiezen voor een lang leven door niet alle meristemen meteen bloem te laten worden, of voor snelle reproductie. Dat laatste kan een voordeel zijn in moeilijke leefomstandigheden. Maar de prijs is dat de plant na de bloei sterft.”

Planten die niet kiezen voor snelle reproductie en dood, zetten hun verjongingsgen AHL15 aan, liet de onder-

## Met het gen AHL15 kunnen zaailingen terug naar de embryonale fase

zoeksgroep van Offringa zien. Daardoor worden de stamcellen van het meristeem in vegetatieve staat gehouden. De keuze om reproductief te worden, wordt eigenlijk uitgesteld.

Beheersing van het verjongingsgen kan interessante toepassingen opleveren. Denk aan slasoorten, zegt Offringa, waarin je bloemvorming wilt voorkomen. Of aan sierplanten die je vermeerdert door ze te stekken. Stekken kan alleen in de vegetatieve fase, en AHL15 kan de plant in die fase houden.

Maar hier lonkt ook de mogelijkheid om van eenjarige gewassen meerjarige te maken. In theorie kan dat een enorme verandering zijn. Tarwe, rijst, mais en vele andere groenten zijn eenjarige gewassen. Eenjarigen voorzien in meer dan de helft van de caloriebehoefte van de wereldbevolking. Als die gewassen niet na elke oogst opnieuw gezaaid hoeven worden, maar na de bloei verder leven, kan dat de wereldvoedselproductie helpen. In theorie. Want hier lopen de meningen uiteen.

Het voordeel van meerjarigen is niet zo duidelijk, zegt Martin Kropff, de (Nederlandse) directeur van de mondiale kennisinstelling voor mais en tarwe (CIMMYT) in Mexico-Stad. Om de

groeïende wereldbevolking te voeden moeten we de beschikbare landbouwgronden efficiënt gebruiken, zegt Kropff. “Dan moet je de vegetatieve fase van de plant niet verlengen, maar juist verkorten, zodat je meerdere keren per jaar gewassen in rotatie kunt zaaien en oogsten. In de tropen liefst drie keer per jaar.” Klimaatverandering maakt het alleen maar belangrijker de groeiperiode te verkorten; hoe langer het gewas op het land staat, hoe groter de kans op warmtestress waardoor de opbrengst erg laag wordt, aldus Kropff.

Er zijn varianten rijst bekend die na de bloei weer uitlopen. Maar hun opbrengsten vallen tegen. Meerjarige tarwevarianten zijn er ook. Het CIMMYT heeft ze getest en het graan bleek geen jaren stand te houden, zegt programmamaleider Hans-Joachim Braun. En er is een gerede kans dat meerjarige granen gevoeliger zijn voor ziekten, zoals roest in tarwe, omdat de ziekteverwekkers in meerjarigen beter kunnen overleven. Op goede landbouwgronden, waar nu juist jaarlijks gewassen worden gewisseld om opbrengsten te verhogen en ziektes tegen te gaan, zijn meerjarigen geen goede optie, zegt Braun.

Tegelijk is er een heel onderzoeksin-



**De kans bestaat dat meerjarige granen gevoeliger zijn voor ziekten als roest in tarwe**

stituut gewijd aan de ontwikkeling van meerjarige granen: het Land Institute in de Amerikaanse staat Kansas. De onderzoekers hameren al vele jaren op de voordelen van meerjarige granen.

Meerjarige granen ontwikkelen meer blad en kunnen daardoor meer zonlicht en CO<sub>2</sub> omzetten in bruikbaar plantaardig materiaal. Ze wortelen dieper en benutten een groter deel van het regenwater dan eenjarige. En met die langere wortels beschermen meerjarige de bodem tegen erosie. Bovendien zouden ze minder mest en bestrijdingsmiddelen nodig hebben.

Dat meerjarige granen ooit dezelfde opbrengst zullen hebben als eenjarige is een illusie, zeggen ook de onderzoekers van het Land Institute. Zoals Offringa al zei: de plant kiest tussen langer leven of snel voortplanten en sterven. Langer leven betekent investeren in blad- en wortelgroei, en gaat dus ten koste van zaadopbrengst, waar de eenjarige juist alles op inzet.

#### Watertekort en erosie

Op goede landbouwgronden is meerjarig graan dus in het nadeel, maar die gronden zijn maar een derde van het mondiale areaal. De andere twee derde zijn marginale gronden, bijvoorbeeld door watertekort of erosie. Op die marginale gronden kunnen meerjarige granen een optie zijn, omdat ze water beter benutten en erosie tegengaan.

Maar dan moet dat meerjarige graan ook aantrekkelijk zijn voor de boer. Het Land Institute kijkt daarvoor naar de verdeling van wilde en meerjarige varianten, bijvoorbeeld van tarwe. In een artikel dat deze maand werd gepubli-

ceerd in vakblad *Trends in Plant Science*, spreken zijn onderzoekers de hoop uit dat gerichte genetische verandering wilde tarwerassen aantrekkelijk maakt voor de boer.

Nu is het gat nog te groot. Wilde tarwerassen leveren een opbrengst die vijf keer kleiner is dan die van gedomesticeerde, eenjarige tarwe. En de korrels zijn vier keer zo klein. Dat moet je veranderen. En gelukkig, betogen de onderzoekers, is het aantal betrokken genen te overzien. Dus met gerichte genetische verbetering kan dat, zonder dat het graan zijn meerjarigheid verliest.

Hans-Joachim Braun, van het CIM-MYT, erkent dat meerjarige tarwe een optie kan zijn op marginale gronden die door erosie worden bedreigd. Maar, zegt hij, probeer dan niet wilde, meerjarige varianten zo productief te maken als gedomesticeerde tarwe, maar breng de genetische eigenschappen voor meerjarigheid in de productieve tarwerassen die we al hebben.

Waarmee we terug zijn in Leiden. Want dat is precies de deur die de onderzoeksgroep van Offringa opent met de ontdekking van de cruciale rol van verjonger AHL15.

Of die ooit zijn weg zal vinden naar de grote voedingsgewassen is de vraag. Offringa is bezig met vervolgonderzoek, maar de toekomst hangt niet alleen af van de uitkomsten van nieuwe experimenten, maar ook van de haalbaarheid in het veld, én van de bereidheid van grote zaadbreeders om in deze ontwikkeling te investeren. Ze staan nog niet te trappelen; de overstap op meerjarig graan zal hun verkoop van eenjarig zaad drukken.

## JAN BEUVING

### Met de taal kun je ook memory spelen

Wij waren thuis in het bezit van een memoryspel, toen wij op een verjaardag precies hetzelfde memoryspel nog eens kregen. Het kwam goed uit, want van het oude spel waren hier en daar wat kaartjes kwijtgeraakt. Omdat te voorzien was dat dit met het nieuwe spel weer zou gebeuren, gooiden we het oude spel niet weg, want hopelijk kon je dan een ontbrekend stukje in het nieuwe spel aanvullen met een oud kaartje. (Al schrijft de wet van Murphy natuurlijk voor dat je precies hetzelfde kaartje dat in het oude spel weg was, ook in het nieuwe spel kwijt zult raken.)

Nu vroeg ik mij af: stel je voor dat je twee complete, identieke memoryspellen hebt en ze bij elkaar doet, wordt memory dan makkelijker? Laten we klein beginnen: stel je voor dat je een gewoon (enkel) memoryspel hebt van vier kaartjes, dus twee paren. Je draait het eerste kaartje om, waarna er nog drie kaartjes liggen, waarvan er één het juiste is. Kortom: een kans van 1 op 3 dat je in je eerste beurt gelijk beet hebt.

Laten we dit spel nu verdubbelen met de identieke paren, zodat je acht kaartjes krijgt, die nog steeds maar twee verschillende paren vormen. (Bijvoorbeeld vier keer het hoofd van Mark Rutte, en vier keer het hoofd van Hugo de Jonge. (Holofernes en Johannes de Doper kan ook.)) Je draait eerst één kaartje om (zeg Mark Rutte). De kans dat je de volgende keer weer een Mark Rutte omdraait, is nu 3 op 7. Dat is bijna 43 procent, tegen ruim 33 procent in het 'enkele' memoryspel. Die succesansen worden natuurlijk kleiner als je het spel groter maakt, maar het blijft zo dat het dubbele spel makkelijker is. Het dubbele spel wordt nooit moeilijker dan het enkele spel, want het moeilijkste wat je kan overkomen, is dat er maar één kaartje een paar vormt met het kaartje dat je hebt omgedraaid – net als in het gewone spel.

Alhoewel: als je na het eerste Rutte-paar weer een Mark Rutte draait, is de kans 1 op 5 dat je hem compleetert. Zo laag is de succeskans in het enkele spel nooit, omdat je veel minder kaarten hebt. Je moet een dubbel memoryspel met acht kaarten eigenlijk vergelijken met een enkel memoryspel met acht kaarten.

Het enkele spel met vier kaartjes duurt maximaal twee beurten (een beurt is bezig zolang een speler draaien mag). De succeskans in de eerste beurt is, zoals voorgerekend, 1 op 3. Daarna heb je ook meteen het tweede paar natuurlijk, en is het spel afgelopen. Als je dus begint aan een 4-kaartenmemory met z'n tweeën, heb je als startspeler een kans van 1 op 3 om te winnen. Anders wint de ander (aangenomen dat die een slimme speler is).

Hé: 'gewoon' memory is dus helemaal geen eerlijk spel! Als beginnende partij ben je in het nadeel. Gelukkig wordt dit nadeel snel verwaarloosbaar als je met meer kaartjes speelt. Vandaar dat die memoryspellen altijd zo groot zijn (en je vervolgens kaartjes kwijtraakt). Bovendien wordt in theoretische rekenvoorbeelden altijd uitgegaan van oneindig slimme spelers, maar in de praktijk doet het spel zijn naam eer aan, en moet je je kansen vermenigvuldigen met je falende geheugen.

Met de taal kun je ook memory spelen. Je kunt natuurlijk twee



**De mogelijkheden zijn eindeloos. Kussens en over. Massa en in. Beu en verder.**

dezelfde woorden op twee kaartjes schrijven, maar dat is saai. Leuker is het om twee woorden op de kaartjes te schrijven die allebei met hetzelfde woord kunnen worden uitgebreid.

Een kaartje met Irma en een kaartje met Maas horen dan bijvoorbeeld bij elkaar – achter alle twee kan 'sluis'. Of Meryl en zebra, die allebei met een 'streep' erachter af zijn. We hebben desinfecterende maanden van gelpompjes achter de rug, maar Pomp en gel worden met een ei Pompei en gelei. De mogelijkheden zijn eindeloos. Kussens en over. Massa en in. Beu en verder. En als je niet binnen 5 seconden na het draaien weet of het een paar is, omdat je geen gemeenschappelijk achtervoegsel weet, moet je de kaartjes terugdraaien.

Enige probleem: je moet zorgen dat ieder woord maar één ander woord heeft waar zo'n truc mee kan. In en over bijvoorbeeld kunnen ook met elkaar (winnen, slaan). Dat wordt flink puzzelen voor de maker – gelukkig heb ik de hele zomer de tijd.