



RUIM 100 JAAR PLANTENVEREDELING

Zoeken naar de beste genen

Begin vorige eeuw waren Wageningse tarwerassen populair vanwege hun hoge opbrengst. De plantenveredelaars van nu proberen gewassen minder afhankelijk te maken van bestrijdingsmiddelen of weerbaarder tegen klimaatverandering. Dankzij robots en DNA-techniek is dat steeds vaker maatwerk.

TEKST MARION DE BOO

Kijk, dit is quinoa', wijst plantenveredelaar Gerard van der Linden van Wageningen University & Research. 'Het quinoa-onderzoek is op dit moment ons belangrijkste veredelingsprogramma: de meeste Europese telers gebruiken Wageningse rassen.' In de kassen ten noorden van Wageningen staat een bonte collectie bossige quinoaplanten, sommige groen, andere paars-rood. 'We pesten ze met zilt water', vertelt Van der Linden. 'Rijst zou hier allang dood zijn, maar deze planten blijven redelijk gezond onder zoutconcentraties die in de richting van zeewater gaan. Alleen zijn ze wat kleiner dan normaal.' Quinoa hoort thuis op de hete, droge hoogvlakten van de Andes. Het groeit zelfs rond het Titicacameer, waar de oevers wit uitgeslagen zijn van de opgehoopte zoutkristallen. 'In de loop van de evolutie heeft dit gewas zich verbluffend goed aangepast aan zout, droogte en felle zon', vertelt Van der Linden. 'Die eigenschappen zijn ook bij andere gewassen hard nodig, als aanpassing aan klimaatverandering. In landen als

Bangladesh en Vietnam bijvoorbeeld staan in het droge seizoen de rivieren lager, waardoor zeewater de delta binnendringt en de zoutgrens landinwaarts verschuift. Ook het irrigatiewater uit de rivier wordt steeds zilter. Daar heeft de rijstogst flink onder te lijden.'

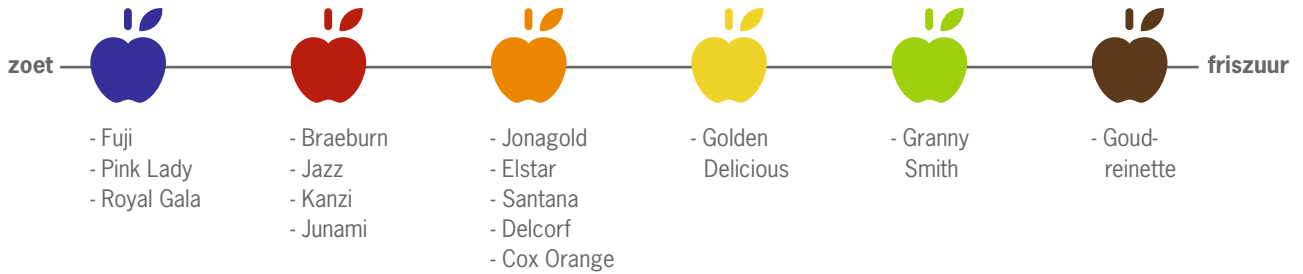
ZOUTTRANSPORT

Van der Lindens onderzoeksgroep Abiotische stress ontrafelt de bijzondere fysiologische eigenschappen van quinoa, om die ook in andere gewassen te kunnen inbouwen. 'We hebben zo langzamerhand een sterk vermoeden van de belangrijkste genen, bijvoorbeeld voor zouttransport en zoutopslag.' Ook gaat quinoa slim met zijn huidmondjes om, zo blijkt onder meer uit beelden van infraroodcamera's die aan drones over het gewas vliegen. Een droogteresistente plant sluit zijn huidmondjes op tijd om de verdamping te beperken. Om de stand van de huidmondjes nog beter te volgen, wordt gewerkt aan een proefopstelling met robots om de camerametingen automatisch te analyseren.

Het quinoa-onderzoek sluit aan bij een lange traditie; plantenveredeling is een oer-Wageningse vakgebied. Het Instituut voor Plantenveredeling werd gesticht in 1912 en is daarmee zes jaar ouder dan de universiteit zelf. 'Baanbrekend was begin vorige eeuw de veredeling van twee zeer succesvolle tarwerassen, de Wilhelminatarwe en de Julianatarwe', vertelt hoogleraar plantenveredeling Richard Visser. Dankzij de nieuwe rassen steeg de tarweopbrengst tussen 1900 en 1920 van circa 2.000 naar 2.700 kilo per hectare. 'Hierdoor smolt het wantrouwen van de boeren tegenover de geleerden uit Wageningen weg als sneeuw voor de zon.' Van pakweg 1930 tot 1950 was tweederde van het Noordwest-Europese tarweareaal beplant met Wageningse rassen. Inmiddels wordt tot 12 ton tarwe per hectare geoogst.

SELECTEREN EN KRUISEN

Het doel van de plantenveredeling is nieuwe rassen ontwikkelen door planten met geschikte eigenschappen te selecteren en te kruisen. In het verleden was dat een >



De consument kan tegenwoordig kiezen uit een snel groeiend aanbod van appellassen met een grote variatie in smaak.

Veredelingsprogramma's die vroeger vijftig jaar duurden zijn nu binnen vijf jaar afgerond

kwestie van tijdrovende handmatige selectie van de planten met de beste eigenschappen om mee te kruisen. Na de kruisbestuiving werd het zaad opgekweekt om tussen de nakomelingen de beste kruisingsresultaten te kunnen vinden. Tegenwoordig komt bij de zoektocht naar de gewenste eigenschappen veel technologie kijken.

In april 2018 kwam er groen licht voor de bouw van een nieuw onderzoekscentrum. Daarin komen onder meer kassen met robotgestuurde camera's en sensoren, om verschillen in eigenschappen van planten onder uiteenlopende omstandigheden te meten. In dit Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre (NPEC), een project van 22 miljoen euro, werkt Wageningen samen met de Universiteit Utrecht. Van der Linden: 'Met fenotyping kan je heel nauwkeurig een groep nakomelingen selecteren die een gewenste eigenschap bezit, en vervolgens ga je binnen die groep op zoek naar de onderliggende genetische eigenschappen. Het opsporen van die genen kan steeds sneller en goedkoper.'

Door de ontrafeling van het genoom kunnen veredelaars steeds gerichter gaan werken: als je weet welke genen waar zitten, kan je het

uitgangsmateriaal met de beste genen kiezen om mee te kruisen. In 2011 publiceerden Wageningse plantenveredelaars, samen met andere onderzoeksgroepen wereldwijd, het complete genoom van de aardappel. In 2012 volgde het genoom van tomaat. Sindsdien is de veredeling van gewassen als aardappel en tomaat in een stroomversnelling gekomen. Programma's die vroeger vijftig jaar duurden zijn nu binnen vijf jaar afgerond.

ZIEKTES, DROOGTE, HITTE

Veredeling is volgens hoogleraar Richard Visser een kunst en een wetenschap. Om de markt te veroveren, moeten nieuwe rassen beter bestand zijn tegen ziektes, droogte, hitte en zout en hogere opbrengsten geven. Gemiddeld stijgen de opbrengsten elk jaar met 1,5 procent. Ook wordt gewerkt aan rassen die stikstof kunnen vastleggen, geen allergische reacties oproepen en niet in de laatste plaats, beter smaken. 'Jarenlang brachten de Wageningse veredelaars zelf nieuwe rassen op de markt', vertelt Visser. 'Vanaf de jaren zestig nam het bedrijfsleven deze rol over. Om ongewenste concurrentie te vermijden ging Wageningen zich concentreren op gewassen die nog niet

commercieel veredeld werden, zoals quinoa, hennep, vlas, goudsbloem, olifantsgras, aardbei, appels en peren. Succesnummers waren bijvoorbeeld de Elsanta-aardbei en de Elstar-appel. Ook geven we veel plantmateriaal in de vorm van 'halffabricaten' uit aan kwekers om verder mee te kruisen, bijvoorbeeld van aardappels die zijn teruggekruist met wilde verwanten met resistentiegenen, maar ook materiaal van tomaat en sla. Resistente rassen zijn cruciaal. Neem bijvoorbeeld sla. Die ziet er in de winkel steeds hetzelfde uit, maar het betreft elk jaar nieuwe rassen, want de ziekteresistenties uit de oude rassen zijn na een jaar al weer doorbroken. Als in één op de miljoen schimmelsporen een toevallige mutatie optreedt en je hebt honderden miljarden sporen in de kas rondvliegen, dan heb je al gauw duizenden mutante schimmels die je gewas belagen.'

OP ZOEK NAAR VARIATIE

Vanaf de jaren veertig gingen veredelaars op zoek naar nieuwe planteigenschappen door met behulp van straling of chemicaliën zelf mutaties in het erfelijk materiaal op te wekken. Door deze mutatieveredeling ontstond in de VS bijvoorbeeld de zaadloze grapefruit, een mutant die in de natuur meteen zou uitsterven, maar bij de consument juist welkom is. Een nadeel van mutatieveredeling is dat de ontstane mutaties volstrekt willekeurig zijn. Eind jaren negentig kwamen moleculair-biologische technieken op om DNA doelgericht te veranderen en daarmee veredelingsprogramma's flink te versnellen. Bijvoorbeeld van aardappel, die vier sets chromosomen heeft, wat kruisingen extra ingewikkeld maakt, en van aardbei, die er zelfs

acht heeft. En ook van de appel, die pas na vijf of zes jaar bloeit en dus dan pas gekruist kan worden. In traditionele kruisingsprogramma's duurt het vijftig jaar om een appel vijf keer te kruisen. Via een speciaal genconstruct voor vroege bloei, produceert de appel nu in het laboratorium al binnen enkele maanden een mini-appeltje dat je bijvoorbeeld kunt testen op het bezit van resistentiegenen. In de eindfase van het onderzoek wordt het genconstruct voor vroege bloei dan weer op de klassieke manier uitgekruist.

DE PAS AFSNIJDEN

Een spannend nieuw onderzoeksterrein is dat van Yuling Bai naar ziektegevoeligheids-genen (*Susceptibility genes* ofwel S-genen) als nieuwe bron van resistentie tegen ziekteverwekkers, zoals schimmels en virussen. 'Sommige ziekteverwekkers maken actief gebruik van bepaalde plantengenen om de plant binnen te dringen', vertelt ze op haar werkkamer, die vol staat met boeketten omdat ze zojuist is benoemd tot persoonlijk hoogleraar plantenveredeling. 'Als je zo'n S-gen uitschakelt, treedt er geen infectie meer op.'

Een onderzoeksvraag is vervolgens: kan de plant dat gen wel missen? Bai lost dit op door niet het gen uit te schakelen, maar alleen kleine veranderingen aan te brengen. Bijvoorbeeld in een stukje van de promotor, de schakelknop die de ziekteverwekker gebruikt om het gen aan te schakelen. 'Dan is de ziekteverwekker kansloos. Het verwijderen van maar een of twee basenparen kan al voldoende zijn om een schimmel of virus de pas af te snijden.'

Opmerkelijk is dat een aantal van deze S-genen universeel in het plantenrijk voorkomen. Sommige planten hebben echter last van het uitschakelen van hun S-genen. Zo kan een bepaald S-gen bij de tomaat probleemloos worden uitgeschakeld om hem schimmelresistent te maken, terwijl gerst door eenzelfde ingreep in hetzelfde gen groeioproblemen krijgt.

Een nieuwe techniek, CRISPR-Cas, maakt het mogelijk om het DNA heel subtiel te veranderen. De Wageningse microbioloog John van der Oost ontvangt in september een Spinozapremie van 2,5 miljoen euro voor zijn bijdrage aan het ontwikkelen van deze techniek. Met CRISPR-Cas kunnen verede-

laars gericht dan ooit een eigenschap veranderen met behulp van een eiwitshaartje (Cas9). Dit kan op een bepaalde plaats in het DNA één of meerdere genen aanpassen. Zo kunnen veredelaars in het laboratorium een bestaand ras binnen enkele maanden van een nieuwe eigenschap voorzien. Overigens heeft het Europese Hof na jaren van discussie in juli 2018 bepaald dat de aldus ontstane rassen worden aangemerkt als genetisch gemodificeerde organismen (gmo's) en daarom pas na uitgebreid veiligheidsonderzoek op de markt mogen komen.

AAN- EN UITSCHAKELLEN

'In de zoektocht naar de gewenste eigenschappen worden onze meetmethoden steeds verfijnder', zegt Van der Linden. 'En we kunnen het DNA steeds sneller en goedkoper in kaart brengen en daaruit steeds meer informatie halen. We kunnen genen karakteriseren en hun functie onderzoeken door ze met moleculaire technieken aan of uit te schakelen, en zo hun detail-bijdrage aan de opbrengst van het gewas vaststellen. Bijvoorbeeld bij quinoa, waar veel verschillende genen samen de opbrengst bepalen.' Vervolgens gaan veredelaars aan de slag met

de planten met de juiste genen.

'We kunnen ze ook inbouwen in nieuwe rassen, of in andere gewassen', aldus Van der Linden. 'Als we weten welke trucs quinoa gebruikt voor zijn droogte- en zoutresistentie en hoe de schade wordt geminimaliseerd, kunnen we ook droogteresistente rijst- of tarwerassen gaan ontwerpen.'

Volgens Richard Visser komt het ontwerpen van designrassen binnen bereik. 'Je kunt van tevoren beredeneren wat de beste combinaties zijn en welke kruisingsouders je moet kiezen en hoe groot je populatie moet zijn om genoeg kans te maken om de juiste nakomelingen te selecteren, in plaats van lukraak 100 duizend nakomelingen te screenen. Als het veldwerk goedkoper wordt, zullen plantenveredelaars ook allerlei kleinere, lokale nichemarkten en micromilieus kunnen bedienen. We krijgen bovendien meer grip op genetisch complexe eigenschappen als opbrengststabiliteit en droogtetolerantie. We zullen straks dezelfde opbrengsten halen met minder water en minder bestrijdingsmiddelen. Dat is interessant, ook uit het oogpunt van voedselzekerheid.' ■

www.wur.nl/plantbreeding

NEDERLANDSE VEREDELINGSBEDRIJVEN OP DE WERELDMARKT

Plantenveredeling is big business. Een kilo tomatenzaad is meer waard dan een kilo goud. De productie van tuinbouwzaden, pootaardappels en bloembollen levert de Nederlandse economie jaarlijks 2,4 miljard euro op. 40 procent van alle tuinbouwzaden en 60 procent van alle pootaardappels op de wereldmarkt komen van de circa 350 Nederlandse veredelingsbedrijven. Daar werken 11 duizend mensen, bij vestigingen in meer dan honderd landen. Dit kassucces is te danken aan een intensieve samenwerking tussen onderwijs, onderzoek en bedrijfsleven. Gemiddeld gaat van elke verdiende euro 14 cent naar onderzoek en ontwikkeling.



FOTO: ALAMY