

Jubileum voor de ZANDRAKET



Je kunt 'm in Nederland op elke straathoek tegenkomen tussen de trottoirtegels: de zandraket of *Arabidopsis thaliana*. Dit jaar viert dit 'onkruid' zijn zilveren jubileum als modelplant van de plantenwetenschappers. Onderzoek aan dit plantje heeft geleid tot detailkennis van vrijwel alle moleculaire processen in planten.

tekst: Albert Sikkema

De datum is wat arbitrair, geeft Maarten Koornneef toe. De Wageningse geneticus schreef vorige maand met zijn Amerikaanse collega David Meinke een overzichtartikel in *Plant Journal* over de ontwikkeling van *Arabidopsis* als modelplantje. Dat begon 25 jaar geleden. Koornneef kan het weten, want hij stond mede aan de basis van de opmars van *Arabidopsis thaliana*.

In 1983 publiceerde hij de eerste genetische kaart van de zandraket, met daarop 76 genen. 'Het kostte veel moeite om het artikel gepubliceerd te krijgen', herinnert hij zich. 'Arabidopsis was niet *in*, het had als modelplant niet aan de verwachtingen uit de jaren zestig voldaan.'

Maar na een wetenschappelijke congres in 1985 begonnen moleculair biologen in de VS te werken met *Arabidopsis* en raakten ook toponderzoekers in de genetica geïnteresseerd in het plantje. Vervolgens kwamen er in de VS en de Europese Unie onderzoeksfondsen beschikbaar; *The rest is history*. Tien jaar geleden werd – voor het eerst van een plant – het complete genoom van de zandraket gepubliceerd. Naar schatting twaalfduizend plantenonderzoekers doen inmiddels onderzoek aan het plantje. 'We hebben zo'n honderdduizend verschillende mutanten, waarbij steeds één gen is aan- of uitgeschakeld', zegt Koornneef. 'Die kun je gewoon bestellen bij het *Stock centre* voor nader onderzoek.' Er is kortom geen plantje waar we meer van weten dan van de zandraket.

De Wageningse plantenwetenschappen hebben enorm geprofiteerd, zegt Ton Bisseling, moleculair bioloog en directeur van de onderzoeksschool Experimental Plant Sciences (EPS). 'Veertig à vijftig procent van de publicaties van EPS heeft *Arabidopsis* als onderzoeksobject. Nog eens zo'n dertig procent is gerelateerd aan *Arabidopsis* – de kennis van *Arabidopsis* is heel goed te vertalen naar gewassen. Dertig jaar geleden zochten onderzoekers een eigen modelplant bij hun vraagstelling. Men opereerde los van elkaar. Nu is *Arabidopsis* de verbindende schakel; de disciplines passen zich aan aan het modelsysteem.'

Wat maakt het plantje zo aantrekkelijk?

Koornneef: 'Het heeft een klein genoom, slechts vijf chromosomen en 25 duizend genen. Bij andere gewassen, zoals erwten en gerst, is het genoom al gauw dertig keer groter. Die andere gewassen bevatten niet meer functionele genen, maar bevatten veel meer niet-coderend DNA, ook wel

'Er heerst een enorme openheid in de Arabidopsis-gemeenschap'

junk-DNA genoemd. Het genoom van *A. thaliana* is dus heel functioneel. Bijna alle basisprocessen in *Arabidopsis* hebben andere planten ook. Verder is *Arabidopsis* een zelfbevruchter, wat een voordeel is bij de bestudering van de overerving van eigenschappen. Ook heeft de plant een

ZANDRAKET IN WAGENINGEN

- Het onderzoek aan *Arabidopsis* werd vijftig jaar geleden door Wil Feenstra vanuit de VS naar Wageningen gebracht. Toen Feenstra hoogleraar werd in Groningen, bleef de Wageningse hoogleraar Erfelijkheidsleer Jaap van der Veen werken met de zandraket.

- Maarten Koornneef stond vanaf 1976 aan de basis

van de opmars van de zandraket als modelplant door zijn beschrijving van nieuwe typen mutanten. Hij wordt door collega's gezien als de wereldautoriteit op het gebied van *Arabidopsis*.

- Inmiddels werken honderden Wageningse onderzoekers aan de zandraket. De Wageningse geneticus Hans de Jong meent dat

het gebouw Radix eigenlijk *Arabidopsis* moet heten, omdat bijna alle onderzoekers in het gebouw werken met deze modelplant.

- Het aantal publicaties over *Arabidopsis* bij de onderzoeksschool Experimental Plant Sciences is groter dan over belangrijke voedingsgewassen als aardappel en tomaat.

korte generatieduur en een geringe afmeting, waardoor je de onderzoekskosten relatief laag kunt houden. Tot slot is het handig dat je gemakkelijk vreemd DNA kunt inbrengen.'

Wat heeft de zandraket ons geleerd?

Koornneef: 'Een voorbeeld is het functioneren van plantenhormonen op moleculair niveau. Die spelen een rol bij alle ontwikkelingsprocessen in de plant. De kennis over de biosynthese en de werking van deze hormonen op biochemisch en moleculair niveau was beperkt. Nu weten we van vrijwel elk hormoon bij welke processen het betrokken is. Bovendien zijn via *Arabidopsis* nieuwe plantenhormonen ontdekt. Zo wordt de bloei van planten gereguleerd door florigeen, een eiwithormoon dat vanuit een blad naar de top van de plant wordt getransporteerd. Het gen dat codeert voor dit bloeihormoon, is geïsoleerd in *Arabidopsis*. Uit nader onderzoek blijkt dat dit gen in alle plantensoorten deze rol heeft. Het mooie is ook dat deze ontdekking is gebaseerd op een mutant die dertig jaar geleden door mijn toenmalige baas Jaap van der Veen is gevonden.

'Ook onze kennis over de ontwikkeling van het plantenembryo is gebaseerd op onderzoek aan *Arabidopsis*, net als de kennis over zaadkieming en wortelvorming. Alleen maar fundamentele processen. Er is een tabel gemaakt met belangrijke ontdekkingen op het gebied van de invloed van licht op de ontwikkeling van planten. Eerst komen die doorbraken uit onderzoek aan allerlei gewassen, na 1988 zijn bijna alle belangrijke ontdekkingen in *Arabidopsis* gedaan.'

Wat kunnen veredelaars daarmee?

Koornneef: 'Veredelingsbedrijven willen bijvoorbeeld de smaak van de tomaat verbeteren. Welke genen zijn daarvoor verantwoordelijk? De onderzoekers kijken dan in

[E]

NOT SO WEEDY

It comes up through cracks in the pavements throughout the Netherlands: *Arabidopsis thaliana*, commonly known as mouse-ear cress or thale cress. This year this weed celebrates its 25th anniversary as a model plant for plant scientists, among them most of those in the Radix building – which should have been named *Arabidopsis*, says geneticist Hans de Jong. Colleague Maarten Koornneef has just co-published an overview of *Arabidopsis*'s meteoric career in *Plant Journal*. The little weed's short life cycle and small genome full of functional genes made it a perfect model plant. Scientists have learned a lot from it, e.g. about the way plant hormones function at molecular level, the development of the embryo and the influence of light on plant development. The *Arabidopsis* community is open and broad-based, and the plant breeding industry gains from the research. Plenty to celebrate. Who are you calling a weed?

The full story?
resource.wur.nl/en



FOTO: BART DE GOUW

Plantenfysiologie brengt de karakteristieken van 360 *Arabidopsis*-varianten uit allerlei delen van de wereld in kaart

Arabidopsis welke factoren het vruchtrijpingshormoon ethyleen reguleren. In *Arabidopsis* is een mutant gevonden waarin dit hormoon niet functioneerde en vervolgens is het betreffende gen voor vruchtrijping geïsoleerd. Daarna kijken de onderzoekers in de tomaat of dit gen daar ook verantwoordelijk is voor vruchtrijping. Ze kunnen een *calculated guess* maken. Ze hoeven niet twintigduizend genen te screenen, ze kunnen met minder dan tien genen toe.'

'Je kunt zandraket-kennis ook gebruiken om transgene planten te maken. Collega's in de VS hebben een set genen gevonden in *Arabidopsis* die coderen voor droogteresistentie. Ze hebben dit setje gepatenteerd en aangeboden aan een biotechbedrijf: Wil je dit setje inbouwen in

maïs? Er zitten transgene toepassingen van *Arabidopsis*-onderzoek in de pijplijn in de VS.'

'Verder wordt de kennis toegepast bij het realiseren van resistentie tegen ziekten. De ziekteresistentie in *Arabidopsis* is subtiel geregeld, onze kennis daarover is diep-

'Na 1988 zijn bijna alle belangrijke ontdekkingen in *Arabidopsis* gedaan'

gaand. Onderzoekers in Keulen hebben een zeker mate van resistentie tegen de aardappelziekte *Phytophthora infestans* gevonden op basis van onderzoek aan *Arabidopsis* en die kennis vertaald naar de aardappel.'

Wie profiteert er van deze kennis?

Bisseling: 'Alle kennis is publiek toegankelijk. Er heerst een enorme openheid in de *Arabidopsis*-gemeenschap. Dat is geen altruïsme, hoor. Openheid is goed voor de wetenschappelijke ontwikkeling. Er worden bij *Arabidopsis* soms genen gepatenteerd, maar veel minder dan bij gewassen. Bij een gewas als tomaat is de toepassing veel belangrijker en doet men wat geheimzinniger

Koornneef: 'Ik herinner me een *Arabidopsis*-congres in 1987 met veel nieuwe mensen die onder meer overkwamen van het onderzoek aan de fruitvlieg. Net als *Arabidopsis* was fruitvlieg een simpel modelorganisme voor genetici met duizenden mutanten. Die groep mensen bracht een gevoel van openheid mee, en een traditie dat snel kennis uitwisselen dé manier is om vooruitgang te boeken. Dat heeft mede het succes van *Arabidopsis* bepaald. Terugkijkend was het een gelukkige keuze.' ®

TOP-3 WAGENINGSE ARABIDOPSIS-ARTIKELEN

1 *Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis thaliana**
Honderden auteurs, waaronder M. Koornneef; *Nature* 2000, 3219 keer geciteerd

2 *Construction of integrated genetic-linkage maps by means of a new computer package: Join Map*

P. Stam; *Plant Journal* 1993, 603 keer geciteerd

3 *Genetic control of light-inhibited hypocotyl elongation in *Arabidopsis thaliana* (L) Heynh*

M. Koornneef, E. Rolff, C.J.P. Spruit; *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 1980, 535 keer geciteerd