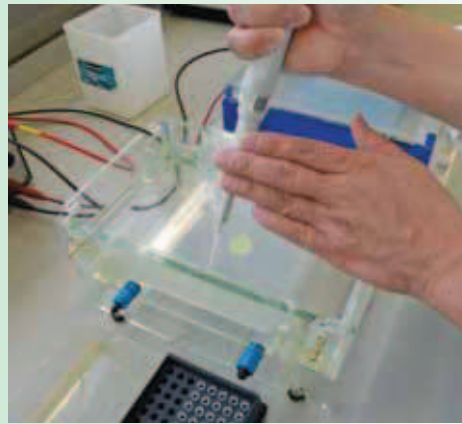


DNA technieken voor de boomkwekerij

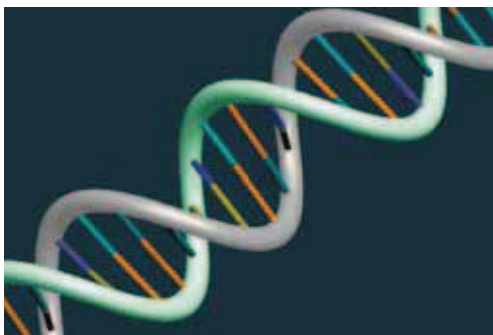
Ir. M.E.C.M. Hop

Bij het gebruik van DNA technieken denken de meeste mensen tegenwoordig aan genetische modificatie van planten. Dit speelt bij boomkwekerijgewassen nog niet of nauwelijks een rol. Maar er bestaan ook veel andere DNA technieken die wel zeer bruikbaar en betaalbaar zijn. Het gaat daarbij niet om het veranderen van eigenschappen van planten, maar alleen om het meten ervan. Dit kan worden gebruikt voor identificatie van planten, en ter ondersteuning van klassieke kruisingsveredeling. Dit type DNA technieken is bekend uit politieseries als CSI, of van nieuwsberichten over een vader die niet de biologische vader van zijn kind blijkt te zijn. Maar wat kunnen DNA technieken nu betekenen voor boomkwekerijgewassen?



DNA

DNA is een zeer lang molecuul, dat in de kern van elke cel van een plant zit. Het ziet eruit als een gedraaide touwladder. De sporten van de ladder bestaan uit tweetallen "basen", kleine chemische stoffen die in vier varianten voor kunnen komen, afgekort met C,G,A en T. Eén sport bestaat uit de combinatie C en G, of A en T. Bijvoorbeeld bij de populier telt de DNA-ladder in één cel circa 550.000.000 sporten, en is het totale DNA per cel als het achter elkaar gelegd wordt 17,8 cm lang. Maar omdat het DNA heel dun en netjes opgerold is, past het in de celkern. Het ligt ook niet als één lange keten



14. Het DNA bepaalt voor een belangrijk deel hoe de plant er uitziet en functioneert

in de celkern, maar is in meerdere stukken verdeeld, de chromosomen.

Samen met de omgeving bepaalt het DNA hoe de plant er uitziet en functioneert. Een groot deel van het DNA lijkt geen functie te hebben, maar enkele procenten maken deel uit van genen. Een gen is een stuk DNA dat wel een functie heeft in de plant.

De volgorde waarin de basen in het DNA zitten bepaalt welke eiwitten in de cel gemaakt kunnen worden. Eiwitten kunnen allerlei functies hebben, maar een van de belangrijkste is die van enzym. Enzymen zijn katalysatoren, die alle chemische reacties waartoe een cel in staat is aansturen. Maar elke cel heeft een eigen speciale taak in de plant, waarvoor hij niet al die enzymen steeds nodig heeft. Genen kunnen daarom ook in- en uitgeschakeld worden, waardoor bijvoorbeeld de kleurstof in de bloem niet ook in de bladeren en wortels gemaakt wordt. En de volgorde van aan- en uitzetten van genen regelt onder meer hoe een zaadje zich tot bloeiende plant ontwikkelt.

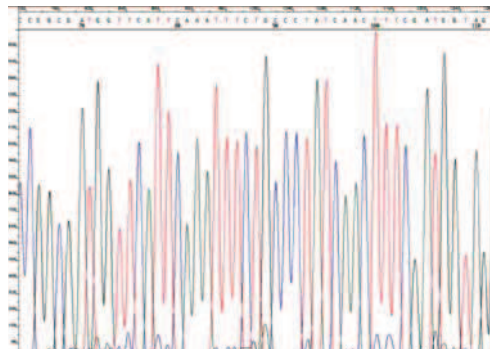
Soortechtheid

Voor handelsdoeleinden is het belangrijk dat klanten precies de plant geleverd krijgen die ze besteld hebben en soortechtheid is daarom een

belangrijk kwaliteitskenmerk. Ook voor kwekersrechtelijke bescherming is correcte identificatie onmisbaar. Boomkwekerijgewassen kunnen geïdentificeerd worden aan de hand van hun uiterlijke kenmerken. Van veel gekweekte soorten is een botanische beschrijving beschikbaar in taxonomische literatuur en ook onbekende planten kunnen daarmee meestal wel gedetermineerd worden. Bij cultivars is dat wat lastiger, omdat de beschrijving soms nergens op papier is gezet. Bovendien verschillen cultivars vaak maar op één of enkele uiterlijke eigenschappen van de botanische soort. Vaak wordt volstaan met een beschrijving als “compact en witbloeiend”, maar dat levert een probleem op als er later meerdere compacte witbloeiende cultivars in de handel komen. Want waarin verschillen die van elkaar? Als een afwijkende eigenschap bijna altijd zichtbaar is, vergemakkelijkt dit de identificatie van een bepaalde cultivar. Het wordt lastig als deze afwijkende eigenschap maar gedurende een korte tijd van het jaar zichtbaar is, als deze alleen aan volwassen planten te zien is, of als deze sterk beïnvloed wordt door de groeiomstandigheden. In zo'n geval zou men kunnen kijken naar het DNA van de plant. DNA is in alle plantendelen aanwezig, het vertoont variatie tussen cultivars en de basevolgorde wordt niet door de omgeving beïnvloed. Omdat de meeste cultivars van boomkwekerijgewassen klonen zijn, zouden alle exemplaren van een cultivar identiek DNA moeten hebben. Twee verschillende cultivars van dezelfde soort zullen voor een heel groot deel dezelfde volgorde van basen hebben op hun DNA. Maar soms zijn er net een paar basen anders, wat er bijvoorbeeld voor zorgt dat het ene ras witte bloemen heeft en het andere blauwe. Maar er zijn nog vaker kleine verschillen in basen in stukken DNA die niets lijken te doen, of in elk geval niet iets dat aan de buitenkant van de plant waarneembaar is. Al deze verschillen in basen noemt men “polymorfismen”, en die zijn met DNA onderzoek op te sporen.

DNA aflezen

Om verschillen te vinden zou je alle letters van het DNA kunnen aflezen. Dat is wat men voor de mens heeft gedaan in het Human Genome Project. Ook voor de dieren en planten die voor de mens het belangrijkste zijn heeft men inmiddels het hele DNA afgelezen, of wordt daar druk aan gewerkt. Het modelplantje *Arabidopsis thaliana* (Zandraket), dat veel gebruikt wordt in genetisch onderzoek aan planten, was de eerste plant in 2000. Maar ook van Rijst en Sojaboon kent men inmiddels het DNA grotendeels. Sinds

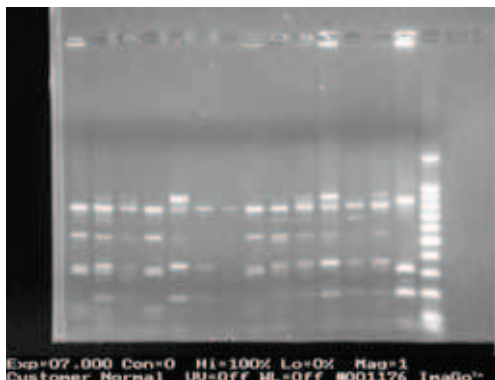


15. Dit is het soort grafiek dat uit het apparaat komt dat de DNA volgorde afleest (een sequencer). Bovenaan staat de gevonden basenvolgorde.

2006 is ook de eerste DNA volgorde van een boom bekend: de Populier. Van veel planten heeft men al een flink stuk gedaan, zoals van Tomaat, Aardappel, Banaan, Tarwe en Maïs. Maar dit is nog steeds een behoorlijk tijdrovende en kostbare techniek. Het aflezen van hele DNA is vooral interessant om de werking van genen te onderzoeken en de evolutionaire verbanden tussen planten te achterhalen. Voor veel onderzoeksvragen hoeven we niet het hele DNA te kennen. Voor identificatie zijn we vooral geïnteresseerd in de vraag of twee individuen gelijk of verschillend zijn in hun DNA. Daarvoor volstaat het aflezen van een deel van het DNA. En soms willen we alleen een specifiek stukje DNA aflezen, bijvoorbeeld een stukje dat bepaalt of een plant resistent is of niet.

Streepjescode

Voor het vergelijken van een deel van het DNA bestaan veel verschillende technieken, die sneller en goedkoper zijn dan het aflezen van het hele DNA. Ze leveren meestal een plaatje op dat een bandenpatroon, streepjescode of fingerprint wordt genoemd. Twee veel gebruikte technieken zijn bijvoorbeeld AFLP en RAPD (zie kader). deze technieken wordt niet het hele DNA bekeken, maar wordt er een steekproef uit genomen. Het maken van deze bandenpatronen is een snelle techniek – het duurt uren tot enkele dagen – maar het kost wel minimaal enkele honderden . Bovendien zijn er voor elke plantensoort kleine variaties in de techniek nodig, die eerst moeten worden uitgezocht. Daarom wordt de techniek vooral gebruikt voor grote gewassen, of wanneer er grote financiële belangen gemoeid zijn met een identificatie. Voor steeds meer planten is het uitzoekwerk om de beste techniek te bepalen inmiddels al eens gedaan, dus de drempel om dit onderzoek toe te passen wordt wel steeds lager.



16. Een DNA-streepjescode. Bovenaan zijn de gaatjes te zien waarin de monsters gedaan zijn. In de rechterbaan is een mengsel van stukjes DNA met een bekende lengte gedaan, dat als een meetlat wordt gebruikt. Links zijn naast elkaar 14 streepjescodes te zien. Bijvoorbeeld monsters 1,4 en 8 lijken identiek.



17. Monstertjes DNA worden met een pipet in de gaatjes van een gel gespoten. De gel ligt onder water in de glazen elektroforese-bak.

Als het eenmaal routinewerk wordt, dan hoeft het niet veel meer dan 1 per monster te kosten. Voor het maken van een streepjescode begint men met het nemen van een monster van de plant, meestal wat blad of een stengeltopje. Dit wordt gemalen en het DNA wordt er met een oplosmiddel uitgehaald. Vervolgens wordt het DNA in stukjes geknipt met een enzym dat alleen knipt op plaatsen waar het een vaste volgorde van basen op het DNA aantreft. Een veel gebruikt knipenzym genaamd EcoRI zoekt bijvoorbeeld naar de volgorde GAATTC. De geknipte stukjes DNA worden vervolgens exact gekopieerd met de PCR techniek. Tijdens het kopieerproces voegt men primers (ook een soort enzymen) toe, die ervoor zorgen dat slechts een selectie van de DNA fragmenten wordt vermeerderd, zodat er uiteindelijk een beperkt en goed hanteerbaar aantal streepjes zal ontstaan.

Het mengsel van stukjes DNA wordt gescheiden op basis van hun grootte en elektrische lading op een zogenaamde elektroforese-gel. Dit ziet eruit als een dunne plak gelatinepudding, die in een bak met vloeistof wordt gelegd waar aan boven- en onderrand een stroomdraad in steekt. Door de stroom bewegen de stukjes DNA van de rand van de gel naar de overkant, maar de stroom wordt uitgezet als ze ergens midden in de gel zijn. Op plaatsen waar veel identieke stukjes terecht komen wordt dan na toevoeging van een kleurstof een streepje zichtbaar in het bandenpatroon.

Als de ene cultivar wel exact de juiste basenvolgorde heeft waarbij het enzym knipt, dan ont-

Enkele technieken:

RFLP (Restrictie fragment lengte polymorfisme). Dit is de oudste techniek, waarbij een flinke hoeveelheid DNA wordt geknipt en meteen op een gel gescheiden, zonder het te kopiëren. Daarna wordt met een radioactief herken-molekuul een deel van de streepjes op de gel zichtbaar gemaakt.

PCR: (Polymerase kettingreactie). De techniek waarmee stukjes DNA worden gekopieerd.

RAPD: (Random amplified polymorphic DNA) Hier wordt het DNA geknipt en selectief vermeerderd. De knipenzymen zijn zo gekozen dat ze bij alle organismen wel bandjespatronen geven, ook als er weinig over het organisme bekend is. Relatief goedkope techniek, maar niet altijd goed herhaalbaar.

AFLP (Amplified fragment length polymorphism) Ook dit is een combinatie van knippen en selectief vermeerderen, maar gebeurt in meerdere goed controleerbare stappen. Deze techniek is wat duurder, maar heel goed herhaalbaar en levert per test veel bandjes in het bandenpatroon op.

SSR (Simple sequence repeats) Deze techniek kijkt naar stukjes DNA waarbij hetzelfde patroontje van 2 of 3 basen zich vele malen herhaalt. Dit zijn delen van het DNA waarin bij uitstek veel verschillen tussen individuen te vinden zijn. Deze techniek kan ook heel goed het onderscheid maken tussen een hogere plant en eventueel aanwezige ziekteverwekkers.

staan twee DNA fragmenten. Als bij een vergelijkbaar ras op die plaats net één base anders is, dan knipt het enzym niet, en ontstaat één lang DNA-fragment in plaats van 2 korte. Dat verschil wordt zichtbaar in de streepjescode.

De website <http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/gel/> geeft een goed beeld van deze methode. Hier wordt met een tekenfilmpje uitgelegd hoe van een monstertje DNA een streepjescode wordt gemaakt.

Mogelijkheden en beperkingen

Uit dit systeem is af te leiden, dat het enige deel van de DNA dat er toe doet in deze tests het stukje is waar het knipenzym of de primer op aangrijpt. Dat is maar een fractie van de totale hoeveelheid DNA, dus er zullen ook veel verschillen tussen cultivars gemist worden. Cultivars die veel van elkaar verschillen, bijvoorbeeld omdat het zaailingen uit verschillende kruisingen zijn, kunnen goed worden opgespoord. Een klein verschil, zoals tussen een cultivar en een sport daaruit, is met deze techniek juist heel moeilijk te vinden.

Een plaatje van een streepjescode zegt op zich nog niet zoveel. Het is namelijk maar zelden bekend welk streepje correspondeert met welke eigenschap in de plant. Maar wanneer zowel onbekende als bekende planten tegelijk worden getest, is wel goed te zien welke identiek lijken en welke verschillend zijn. Twee planten met een verschillende streepjescode kunnen niet identiek zijn. Twee planten met een gelijke streepjescode behoren meestal tot dezelfde kloon. Dat is echter niet 100% zeker, omdat een klein verschil gemist kan zijn door de techniek. Ze zijn echter wel nauw aan elkaar verwant.

Deze techniek is een krachtig hulpmiddel voor taxonomen. Het identificeren van planten en het ontrafelen van de verwantschappen ertussen, wordt er een stuk gemakkelijker door. Het is hiervoor wel nodig dat er goed geïdentificeerd referentiemateriaal aanwezig is, in de vorm van levende planten of ingevroren plantmateriaal. Het zal in de toekomst ook mogelijk worden om alleen de streepjescodes van referentiemateriaal te bewaren in een database, en die te vergelijken. Op dit moment worden nog veel DNA technieken door elkaar gebruikt, en ook het aantal knipenzymen en primers (die elk een verschillend bandenpatroon opleveren) is enorm. Voor elke plant zouden dan zeer veel streepjescodes moeten worden bewaard, dus zo'n database is er nu nog niet. Er wordt wel gewerkt aan dit type database, maar dan voor quarantaine-organismen. De douane wil die database gaan gebruiken

om snel verdachte partijen planten te kunnen onderzoeken op bijvoorbeeld virussen, schimmels of plagen.

DNA technieken maken het vergelijken van uiterlijke kenmerken echter niet overbodig voor identificaties. Niet iedereen heeft immers de beschikking over een DNA-laboratorium, dus herkenning in het veld blijft nodig. Maar ook levert een uiterlijke beschrijving andere kenmerken op dan een DNA test. Vooral omdat er per uiterlijk kenmerk meerdere antwoorden mogelijk zijn, zoals: bladkleur is groen, blauwgroen, geel, rood of groen met witte rand. Streepjes in een DNA code zijn altijd alleen aanwezig of afwezig. Ook voor het vergelijken van huidige planten met fossielen is men aangewezen op uiterlijke kenmerken. Van fossielen heeft men immers het DNA niet, omdat dit veel sneller vergaat dan stevige delen van de plant, zoals cellwanden.

Toepassingen en vragen uit de praktijk

DNA technieken worden meer en meer gebruikt in de boomkwekerijpraktijk. Welke vragen kunnen nu met behulp van DNA technieken beantwoord worden?

Heb ik de juiste cultivar geleverd gekregen?

Wanneer er goed geïdentificeerd referentiemateriaal van de gevraagde cultivar beschikbaar is, en van enkele vergelijkbare rassen, kan deze vraag meestal beantwoord worden. Ook als er planten van twee verschillende cultivars geleverd zijn in plaats van allemaal dezelfde, is dat goed te zien. Er zijn al praktijkvoorbeelden van handelsconflicten die met behulp van DNA onderzoek zijn opgelost.

Is een partij planten gestekt of zijn het zaailingen van de gevraagde cultivar?

Onder gestekte planten zou geen variatie in de streepjescodes mogen voorkomen. Als er wel variatie is, en zeker wanneer meer dan één afwijkend streepje wordt gevonden, is de kans groot dat het om zaailingen gaat.

Wat waren de ouders van een hybride?

De oudersoorten van een **soorhybride** zijn vrijwel altijd aan te wijzen, als er van alle mogelijke kandidaten planten beschikbaar zijn om te testen. Met een iets andere techniek kunnen ook de ouders van een **cultivar** worden bepaald, als deze tot dezelfde soort behoren.

Chloroplast DNA

In de kern van elke plantencel zit DNA. Minder bekend is dat onder andere de bladgroenkorrels (chloroplasten) in de cel ook eigen DNA bevatten. Men denkt dat dat komt, omdat heel vroeg in de evolutie chloroplasten vrij levende organismen waren, die later een samenwerkingsverband zijn aangegaan met grotere cellen, waaruit de hogere planten zijn ontstaan. Het kern-DNA verandert bij elke nieuwe generatie planten, omdat de helft van de vader en de helft van de moederplant komt. Bladgroenkorrels planten zich niet geslachtelijk voort, maar kunnen zich alleen delen. Daardoor blijft hun DNA afgezien van een enkele mutatie steeds gelijk. Via de eicel wordt het doorgegeven aan volgende generaties. In het onderzoek wordt dit DNA vooral gebruikt om informatie over hele langdurige processen te verzamelen. Bijvoorbeeld, de evolutionaire relaties tussen plantenfamilies.

Welke soorten of cultivars zijn aan elkaar verwant?

Deze vraag wordt al uitgebreid onderzocht door taxonomen. Met behulp van de DNA-analyse kunnen stambomen worden getekend, waarvoor computerprogramma's bestaan. Het is mogelijk om stambomen te maken van nauw verwante planten, zoals de cultivars van één soort. Maar met andere technieken, zoals onderzoek van chloroplast DNA (zie kader), kunnen ook verwantschappen tussen bijvoorbeeld plantenfamilies worden opgehelderd. Hierbij hebben de DNA technieken het voordeel, dat één bepaling zeer veel gegevens oplevert, en ook nog van het aanwezig/afwezig type, waarmee computers goed overweg kunnen. Hierdoor is het een krachtig hulpmiddel voor taxonomen. Zie ook het artikel over classificatie van planten elders in deze Dendroflora.

Kunnen rassenproeven met behulp van DNA technieken nu veel sneller klaar zijn?

Meestal wordt in een rassenproef naar drie dingen gekeken: de cultuurwaarde, de gebruikswaarde en de identiteit van de planten. Bij de eerste twee hiervan helpt DNA onderzoek niet. We weten nog te weinig van de genen van boomkwekerijgewassen om hieraan eigenschappen van een plant te kunnen aflezen. Bij de identiteitsbepaling is het wel een handig hulpmiddel. Het is bijvoorbeeld gebruikt bij het onderzoek aan volwassen en struikvormige *Hedera* (zie Dendroflora 38). Deze planten groeiden langzaam en met name hun habitus werd sterk beïnvloed door de groeiomstandigheden. Daardoor konden ze op uiterlijke eigenschappen moeilijk geïdentificeerd worden. We kwamen er door het DNA onderzoek achter, dat een onbekende plant een exemplaar van *Hedera helix* 'Glymii' was. Ook kan dit onderzoek antwoord geven op de vraag welke jeugdvorm en volwassen vorm van *Hedera* bij elkaar horen. Dit is niet mogelijk op



18. De jeugdvorm *Hedera helix* 'Glymii' (links) heeft hetzelfde DNA als zijn volwassen vorm 'Arbori Gloss' (rechts)

basis van het uiterlijk alleen. Hiervoor zou men moeten wachten tot een jeugdvorm volwassen wordt, of tot een volwassen vorm terugslaat naar de jeugdvorm om het verband te zien. Met de DNA technieken wordt het gemakkelijker om planten onderling te vergelijken, en daarmee identiteitsvragen te beantwoorden. Maar voor identificatie blijft altijd goed referentiemateriaal nodig, en zal ook naar de overeenkomsten en verschillen in het uiterlijk van de plant gekeken worden ter bevestiging. DNA technieken kunnen kleine maar relevante verschillen immers missen.

Zijn populaties en herkomsten ook te identificeren?

Binnen populaties en herkomsten is een hoeveelheid variatie te verwachten. Om aan te tonen dat geleverd materiaal niet goed was, moet worden bewezen dat de hoeveelheid variatie tussen de planten veel groter is dan normaal is voor de herkomst, of dat er individuen inzitten met streepjescodes die totaal niet lijken op de rest van de planten van de herkomst. Dit is moeilijk met 100 % zekerheid aan te tonen, maar door veel planten te testen kan wel aannemelijk worden gemaakt of er foute planten tussen zitten.

Ik heb het idee dat een oude cultivar tegenwoordig anders is dan vroeger. Is dat aan te tonen?

Een oude cultivar kan in de loop der tijd meerdere kleine mutaties hebben ondergaan. Dit gebeurt van nature; iedereen vindt wel eens een afwijkende plant in een productieveld. Dit is ook op DNA niveau te zien, als men veel verschillende exemplaren van een oude kloon op veel verschillende manieren test. Een aangetoond verschil geeft zekerheid, identieke streepjescodes geven geen zekerheid; het kleine verschil dat ontstaat door spontane mutaties kan zijn gemist. Maar in de gevallen dat men dit geprobeerd heeft, vond men meestal zulke grote verschillen tussen de planten onderling, dat er waarschijnlijk in de loop der tijd verwisselingen zijn opgetreden, of zaailingen in plaats van stekken zijn gebruikt voor de vermeerdering.

Zijn zieke planten ook te identificeren?

De aanwezigheid van een ziekteverwekker kan de test storen, omdat bijvoorbeeld bacteriën en schimmels ook DNA bevatten. Maar men kan in dat geval kiezen voor een DNA test die specifiek kijkt naar een stuk DNA dat alleen in hogere planten voorkomt, bijvoorbeeld de SSR techniek. Andersom kan men DNA technieken ook

zo kiezen dat ze alleen de ziekteverwekker detecteren. Daarmee is het mogelijk om snel te testen of een plant ziek is, en welk organisme daarvoor verantwoordelijk is.

Wat doen veredelaars met streepjescodes?

Veredelaars gebruiken de informatie uit streepjescodes voor merker-gestuurde veredeling. Een merker is iets dat (in een vroeg stadium) aan een plant zichtbaar is en dat voorspelt of een andere eigenschap wel of niet aanwezig zal zijn. Bijvoorbeeld: een rood stipje op de bladsteel van een zaailing aardappelplantje, voorspelt dat de plant later paarse bloemen zal krijgen. Vroeger was het vinden van een merker een curiositeit, maar met DNA technieken kan er heel bewust naar gezocht worden. Dus nu verstaat men onder een merker bijvoorbeeld dat streepje x in het AFLP bandenpatroon van een appelboompje, altijd wordt aangetroffen bij appelrassen die schurftresistent zijn, of die zoete appels geven. Om hierachter te komen, moeten eerst van grote populaties planten bandenpatronen worden gemaakt, en hun eigenschappen in kaart worden gebracht. Met behulp van computerprogramma's kan dan worden onderzocht welke streepjes samenhangen met welke eigenschap. Dit kost veel tijd en geld, dus dit type onderzoek wordt alleen in de veredeling van grote gewassen gebruikt.

Omdat de bandenpatronen ook al van jonge zaailingen te maken zijn, kun je vervolgens al in een vroeg stadium de planten met gewenste eigenschappen aanwijzen. Dat scheelt vooral bij houtige gewassen met een lange jeugdfase enorm veel tijd en ruimte op het selectieveld. De streepjescodes en computeranalyse hebben het mogelijk gemaakt om ook eigenschappen die door veel genen worden aangestuurd (bijvoorbeeld opbrengst, smaak, groeisnelheid) gecontroleerd te veredelen. Vroeger zag men daarbij alleen het eindresultaat van de samenwerkende genen. Nu kan ook van elk gen afzonderlijk bekeken worden of het in de gewenste vorm aanwezig is.

Ik heb een plant gevonden waarvan het DNA afwijkt van een bestaande cultivar. Kan ik nu kwekersrecht op de nieuwe plant aanvragen?

Als alleen het DNA maar afwijkt, dan kan dat niet. Alleen als ook het uiterlijk onderscheidbaar is van bestaande rassen, dan kan kwekersrecht worden toegekend. Voor alle kwekersrecht aanvragen geldt, dat de plant behalve goed onderscheidbaar ook uniform en stabiel moet zijn. De verplichting dat er ook een uiterlijk verschil moet zijn geldt in principe voor alle plan-

ten. Uitzonderingen zijn echter mogelijk. Bij landbouwgewassen is het soms voldoende als het gehalte van een belangrijke inhoudsstof meetbaar veranderd is, bijvoorbeeld een lager gehalte erucazuur in koolzaadolie.

Is aan het DNA te zien of een plant genetisch gemodificeerd is?

Een transgene cultivar is net als andere cultivars genetisch uniek, en daardoor aan zijn streepjescode te herkennen. Er kan ook specifiek worden gezocht naar de stukjes DNA die zijn ingebracht, omdat ze nodig zijn tijdens het modificatieproces. Soms is ook van het ingebrachte gen zelf, zoals een resistentie tegen onkruidbestrijdingsmiddel glyfosaat, de genetische opbouw precies bekend, en kan ernaar gezocht worden. Zo zijn specifiek de planten aan te wijzen waaraan geknutseld is. Ook planten die per ongeluk een gemodificeerd gen bevatten, bijvoorbeeld omdat er stuifmeel van een gemodificeerde plant op een veld normale planten voor zaadproductie terecht is gekomen, kunnen zo worden opgespoord. Onder boomkwekerijgewassen zijn overigens in Nederland nog geen transgene planten in de handel. Alleen aan bosbomen, fruit en grote snijgewassen als rozen wordt wel onderzoek op dit gebied gedaan. Er zijn bijvoorbeeld populieren ontwikkeld met een lager lignine-

gehalte, waardoor hun hout 50% meer biobrandstof oplevert dan gewoon populierenhout. Bij appels heeft men een schurftresistentie uit een wilde appel ingebouwd in een cultivar. Ook de blauwe roos bestaat inmiddels echt. De regels voor toelating in Europa van gemodificeerde gewassen zijn echter zeer streng, waardoor het verkrijgen van toestemming voor de teelt van deze gewassen een zeer kostbaar en langdurig proces is.

Bronnen

Cursusdictaat "Veredeling m.b.v. moleculaire merkers en bio-informatica" Breedwise, 2005
Verder is informatie gebruikt uit verschillende lezingen over DNA technieken, merker-geassisteerde veredeling en kwekersrecht door experts.
www.vilt.be/Ceysens_plant_eerste_genetisch_gemodificeerde_populier
www.pri.wur.nl/NL/nieuwsagenda/nieuws/qbol070509.htm
www.jgi.doe.gov/sequencing/why/whitepaper.populus.html

Ir. M.E.C.M. (Margareth) Hop

Onderzoeker selectie en gebruikswaarde boomkwekerijgewassen bij Praktijkonderzoek Plant en Omgeving in Lisse.

Summary

DNA techniques for nursery stock

DNA is a very long molecule found inside every cell of a plant. It controls the production of proteins and enzymes, and together with the environment it determines what the plant looks like and how it grows and develops. Techniques to study DNA are becoming more widely used in nursery crops. They are useful, because DNA can be taken from any plant part, in any stage of development, at any time of the year. Especially for cultivar identification, DNA techniques can be a valuable addition to determining the visible features and growth characteristics of a plant. To study plant genetics, determining the entire DNA sequence can be useful. But for identification purposes, looking at a sample of the DNA is enough. This is what techniques like RAPD or AFLP are used for. They result in a barcode, which shows if plants are identical (or nearly so), or if they are completely different. When good reference material is available, cultivars can be identified, and mixtures of plants in lots that should be uniform can be traced. It is a great help in solving disputes about plant breeders rights. DNA can be used to find the parents of hybrids and to study plant evolution. Breeders use DNA techniques for marker assisted breeding. By looking at the DNA they can see the changes that occur in every generation. Being able to predict the properties of adult trees by checking young seedlings can speed up the selection process considerably. The DNA of plants can also be modified. For woody plants this has only been done in big crops like apple, rose and poplar, but these plants have not yet been approved for cultivation in Europe.