

BERBERIS VULGARIS.

DOOR

A. BUEKERS.

De wilde Berberis is een struik, aan velen bekend, in goeden en kwaden zin.

Onder zijne goede eigenschappen is zeker in de eerste plaats te noemen de bevallige en toch krachtige vorm van bladeren, doornen en bloemtrossen. Een bloeiende Berberisstruik aan den rand van een duinboschje vormt een schilderachtig geheel, waarvoor de meeste wandelaars een oogenblik stil staan.

Ook de donkerroode trossen van langwerpige ovale bessen zijn zeer decoratief en leveren tevens, met suiker geconfijt of met azijn en kruiden gekookt, een smakelijk bijgerecht op.

De plant draagt twee soorten van bladeren, namelijk bladdoornen, die in drie, vijf of zeven deelen gesplitst kunnen zijn, en gewone groene blaadjes. Deze laatste zitten aan korttakjes, die in den oksel van de bladdoornen staan; in het volgende jaar komt er uit den knop, aan den top van de korttakjes, weer een langtak met doornen of wel een bloemtros.

Een andere oorzaak is er, waardoor de Berberis berucht is en in de buurt van korenvelden zooveel mogelijk uitgeroeid wordt. In de bladeren leeft de *Aecidium Berberides*, een zwam, waarvan de wisselgeneratie eene gevaarlijke ziekte veroorzaakt in het graan; deze uit zich door het ontstaan van roestige vlekken op de bladeren, die geheel uit sporen bestaan.

Om te kunnen voortbestaan heeft deze zwam de Berberis noodig; zijn er ver in den omtrek geen exemplaren daarvan aanwezig, dan

is ook aan de roestziekte paal en perk gesteld. Maar zelfs de wind mag geen sporen van een Berberis-zwam over kunnen brengen, en dit te voorkomen is voor een landbouwer meestal ondoenlijk.

De gele, sierlijk hangende bloemtrossen van de plant hebben voor ons nog een bizondere aantrekkelijkheid, die velen wel bekend zal zijn.

Raakt men namelijk met de punt van een grassprietje of een ander spits voorwerp de basis van een helmdraad aan den binnenkant aan, dan klapt, met een plotselingen ruk, de meeldraad naar binnen toe en de stuifmeelhokjes openen zich met klepjes. Het stuifmeel komt op den stempel en veroorzaakt zodoende zelfbevruchting, maar meestal wordt, als de prikkel door een insectenpoot is geschied, een gedeelte meêgedragen door den bestuiver en overgebracht op den stempel van een andere bloem.

Reeds LINNAEUS kende dit verschijnsel en heeft het vermeld in de »*Flora suecica*« van 1755. Vele andere botanici hebben later over de prikkelbaarheid der Berberis-meeldraden geschreven en deze onderzocht onder de meest verschillende omstandigheden. Zoo werd als prikkel, behalve mechanische aanraking, gebruikt: warmte, licht, electriciteit, giftig werkende chemische stoffen, allerlei dampen, enz. Hoe het eigenlijke proces echter plaats had, wist men niet; voor leeken bleef het een wonder, plantendeelen zich als organen van dieren te zien bewegen.

Pas in den lateren tijd is er meerdere klaarheid over de inwendige veranderingen zelve gekomen, die tot gevolg hebben dat de helmdraad zich kromt:

PFEFFER, UNGER, SACHS en anderen toonden aan, dat de beweging op verschil in weefselspanning berust; vooral van den eerstgenoemden is de theorie uitgegaan, die ons de verklaring geeft van de verschillende zichtbare bewegingen bij sommige planten. De meest bekende proefobjecten waren en zijn nog steeds de Mimosa-soorten (kruidje-roer-mij-niet) en de prikkelbare meeldraden van *Centaurea jacea* (wammesknoop) en verwante soorten.

Volgens PFEFFER komt de beweging tot stand, doordat terstond na den prikkel uit de cellen van een bepaald weefsel, waarvan de wanden onder een hoogen turgordruk staan, plotseling vloeistof uittreedt in de intercellulaire ruimten. De turgor of weefselspanning in die cellen vermindert, de vacuole wordt kleiner en de elastische celwand volgt het terugwijkende wandstandige protoplasma. Het volume van dat complex van cellen wordt dus kleiner, terwijl in 't weefsel aan de tegenoverliggende zijde van den meeldraad de turgor grooter wordt; het orgaan kromt zich dus en de concave zijde bevindt zich daar, waar de

prikkelbare cellen, het „zintuig” van de plant zich bevindt. Dadelijk na de reactie begint de meeldraad zich weer langzaam in zijn eersten stand terug te buigen; de uitgetreden vloeistof wordt weer opgenomen, waardoor ook de turgor weer toeneemt en het orgaan zich strekt.

Reeds LINDSAY in 1864 en later PFEFFER zagen bij *Mimosa pudica* een verschijnsel optreden, dat verklaarbaar is door het uittreden van water in de intercellulaire ruimten.

Hier heeft een zeer lichte stoot reeds ten gevolge, dat alle hoofd-bladstelen zich naar beneden bewegen, de secundaire steeltjes naar voren en de blaadjes zich schuin naar boven toe buigen, zoodat de tak geheel verwelkt schijnt te zijn. De turgor is sterk verminderd, wat ook daaruit blijkt, dat een klein gewicht het takje meer doet buigen dan in normalen toestand.

Dit is ook een belangrijk verschil met den slaaptoestand, zooals wij dien kennen bij *klaver*, *Oxalis*, *Robinia pseudacacia*, enz. Hier zijn de organen in samengebogen toestand juist stijver, dan in gewone stelling en is de turgor dus grooter.

Ook door nauwkeurige meting toonde PFEFFER aan, dat na de reactie op een prikkel het volume van het parenchym kleiner is dan er voor, tengevolge waarvan noodzakelijk eene kromming plaats heeft.

De volgende proef toont de reeds besproken wateruittreding uit de parenchymcellen aan: Men maakt een insnijding in het prikkelbare parenchym van den bladsteel van *Mimosa*, dat als een mantel de, op die plaats nog ongedeelde, centrale vaatbundelstreng omgeeft. Blijft nu de tak in een atmosfeer, verzadigd met waterdamp, dan herstelt de turgor, die door de verwonding verminderd was, zich weer en wordt het orgaan weer prikkelbaar.

Terstond na den prikkel wordt een hoeveelheid vloeistof door het parenchym uitgescheiden en dit celvocht ziet men nu op de wondvlakte uittreden als een druppeltje. In normalen, gaven toestand gaat een deel er van door de intercellulaireren naar verder liggende weefsels en een klein deel wordt opgezogen door de parenchymcellen aan de andere zijde van den vaatbundel, die daardoor groteren turgor en dus meer volume krijgen.

De lucht uit de intercellulaireren wordt dus gedeeltelijk verdrongen door het uittredende water; dit is uitwendig zichtbaar, doordat van het punt uit, waar de plant geprikkeld wordt, zich bliksemsnel een donkerder groene kleur over de omgeving verspreidt.

De filamenten van *Berberis* beantwoorden geheel aan den algemeen geldenden vorm van prikkelbare organen. Ze zijn buigzaam, cilindrisch, éézijdig afgeplat, en bestaan uit een centralen vaatbundel,

omgeven door een mantel van dunwandige, turgescente parenchymcellen; over alles heen loopt een dunne epidermis.

Er bestaat dus een bepaalde spanning tusschen de parenchymcellen eenerzijds en de centrale streng en de opperhuid anderzijds. De mantel van parenchymcellen wil zich zooveel mogelijk uitrekken en wordt hierin verhinderd door de andere weefsels. Het eigenlijke prikkelbare deel van den meeldraad is nu het parenchym en wel datgene, dat zich onder aan de binnenzijde bevindt. Een aanraking van de epidermis op die plek heeft tot direct en plotseling gevolg, dat uit deze parenchymcellen celvocht uittreedt en het proces zich verder afspeelt. Het prikkelbare orgaan, hier de helmdraad, kromt zich en de door hem gedragen organen, in dit geval de antheren, klappen met een schok naar binnen toe tegen den stempel aan. De beweging der antheren is dus geheel passief.

Bij een zeer lichte aanraking van de prikkelbare plek, b.v. met een menschenhaar, gelukt de proef reeds volkomen. Het interessante proces laat zich gemakkelijk demonstreeren en verdient daardoor ook zeker alle aandacht. In het geval, dat hier besproken is, zijn echter eenige moeilijkheden gerezen en ook latere proeven hebben pas aan het licht gebracht, de wijze waarop en de oorzaak waarom het celvocht uittreedt.

Deze problemen heeft H. O. JUEL trachten op te lossen en de uitkomsten zijn gepubliceerd in een artikel in het Zweedsche tijdschrift: „Botaniske Studier”, waaruit ik eenige belangrijke bijzonderheden vermelden wil. Dadelijk nadat de beweging uitgevoerd is, reageeren de meeldraden niet op een aanraking; pas nadat de turgor zich eenigszins hersteld heeft, zijn ze weer prikkelbaar. Volgens PFEFFER zijn zelfs de mate van prikkelbaarheid en de amplitude van de beweging evenredig met de sterkte van den turgor.

Ook onder andere bepaalde invloeden kan een reactie geheel uitblijven; er treedt een z.g. „verstijvingstoestand” op, waarin de filamenten in 't geheel niet op uitwendige invloeden reageeren; o.a. heeft dit plaats in het luchtledig.

De theorie van PFEFFER bracht onze kennis over de plotselinge bewegingen bij planten een heel eind verder, bij de meeldraden van *Berberis* stuitte zij echter op eenige bezwaren.

Neemt men de meeldraden uit de bloem en bewaart men ze droog, dan behouden zij hunne prikkelbaarheid een tijd lang. Het uitgetreden water na de eerste reactie kan dus niet meer opgenomen worden. Dit bezwaar kan echter opgeheven worden, wanneer men aanneemt, dat de weefsels, die deelnemen aan de beweging, een op

zichzelf staand, gesloten geheel vormen, een „orgaan”, waarin voortdurend dezelfde hoeveelheid vocht uitgeperst en opgezogen wordt.

Hoe komt het nu, dat het celvocht afgescheiden en weer opgenomen wordt? Deze vraag is zeker de moeilijkste bij PFEFFER's theorie en het antwoord is daar ook nog niet afdoend op gevonden. De verbazende snelheid, waarmee de beweging plaats heeft, is tevens eene omstandigheid, die de verklaring moeilijker maakt.

Neemt men nu aan, dat plotseling het wandstandig protoplasma, en met name de wand van de vacuole, waarin het celvocht ligt, zijn impermeabiliteit voor het celvocht zou verliezen, of aanzienlijk verminderen, dan kan men zich een even plotseling uittreden van het celvocht voorstellen.

De toestand zou dan zijn als bij een afgestorven cel. Met het celvocht zouden dan de stoffen, die er in opgelost zijn, uittreden in de intercellulaireren. Hoe zou dan echter, na de reactie, de concentratie in de cel weer groot genoeg kunnen worden om de vloeistof weer op te nemen?

Dit gebeurt door osmotische kracht, die alleen tot stand komt bij een grootere concentratie van de oplossing in de cel. Het is gemakkelijk te begrijpen dat, na iedere reactie, een hoeveelheid osmotisch werkende stof uit de cellen in de intercellulaireren zou komen en nadeelig werken op de opname. PFEFFER hield dan ook deze verklaring voor onwaarschijnlijk. Een andere veronderstelling is, dat de stoffen, die in 't celvocht opgelost zijn, die dus den osmotischen druk bewerken, plotseling haar kracht zouden verliezen, b.v. door chemische verandering, of wel doordat zij momentaan door het protoplasma gebonden, onwerkzaam gemaakt worden. Het celvocht, in zijne werking nu dus bijna zuiver water, treedt dan door den wand naar buiten. Is het echter aan te nemen, dat zulk een gecompliceerde verandering zóó plotseling zou kunnen plaats hebben? Immers naarmate de osmotische druk kleiner wordt, moet het water uittreden en dus de beweging geleidelijk plaats hebben.

De hypothese van JUEL heft ook dit bezwaar op. Nadat de maximale turgor zich hersteld heeft, is de dichtheid van het wandstandig protoplasma zoodanig, dat dit ook voor water ondoordringbaar is. Is dan daarbij nog de grootst mogelijke hoeveelheid osmotisch werkende stof in het celvocht gebonden, of chemisch in een onwerkzamen toestand gebracht, dan heeft de helmdraad ook zijne grootste gevoeligheid bereikt. Bij het ontvangen van een prikkel wordt momentaan de vacuolewand doordringbaar voor water en met geweld treedt dit uit. Verkrijgt na de reactie de opgeloste stof in het celvocht weer

haar gewone werking, dan wordt volgens de wetten der osmose het water weer opgenomen en de turgor herstelt zich.

Al is nu deze theorie een zuivere hypothese, toch verklaart zij ons dit wonderlijke verschijnsel in het plantenleven en is daarom van waarde.

Snijdt men het filament van een Berberismeeldraad dwars door en sluit men verdamping uit, dan treedt ook hier uit de wondvlakte bij kromming een druppeltje water te voorschijn. Ook de intercellulaire ruimten, aan het bestaan waarvan men eerst twijfelde, zijn door PFEFFER duidelijk aangetoond in het prikkelbare parenchymweefsel. De anatomische bouw vertoont enkele eigenaardigheden, die een licht kunnen werpen op hunne functie bij de plotselinge bewegingen.

Op een dwarse doorsnede, ongeveer midden door het filament ziet men een centralen vaatbundel, iets meer naar buiten gelegen; tusschen dezen en de buitenepidermis ligt gewoon grootcellig parenchym met intercellulair; aan de binnenzijde is het parenchym kleincellig, de celwanden geven een cellulose-reactie en zijn collenchymachtig verdikt. Op een lengte-doorsnede blijkt het parenchym uit langwerpige, smalle celletjes te bestaan, waartusschen vele, maar zeer nauwe intercellulair. Dit is het prikkelbare parenchym en er over heen loopt de eveneens prikkelbare epidermis, die als huidzintuig bij de plant dienst doet.

UNGER (in 1855) is van meening, dat het de turgorverandering in deze epidermiscellen is, die de bewegingen der meeldraden veroorzaakt, terwijl het elastische collenchym passief uitgerekt wordt. De epidermis is met een dunne cuticula bedekt en dus voor water ondoordringbaar, dit komt dus in de intercellulair. Eigenlijk weerlegd is nu deze oudere meening nooit, ofschoon PFEFFER het waarschijnlijk maakt, dat de turgorveranderingen hoofdzakelijk plaats hebben in de parenchymcellen.

Vernielt men de epidermis met een scherp voorwerp op de prikkelbare plek, dan kromt de meeldraad zich door dezen prikkel sterk; doopt men de bloem daarna in water, dan buigt zij zich terug. Dit heeft dus plaats door turgorverandering in het parenchym.

JUEL heeft het prikkelbare parenchym onder invloed van oplossingen met verschillende osmotische concentratie gebracht. Bij de eerste proef sneed hij een zeer dun schijfje af van den binnenkant der meeldraden. In water gedompeld, strekten deze zich, totdat ze geheel horizontaal stonden, daarna in 30 pCt. suikeroplossing gebracht, had weer een kromming tot tegen den stempel plaats.

In bloemen, waarin op dezelfde wijze van den buitenkant der meel-draden een schijfje was afgesneden, kromden zij zich in water sterk naar binnen, in 30 pCt. suikeroplossing was de stand ongeveer horizontaal; de bewegingen waren bij beide proeven dus tegengesteld. In een 10 pCt. suikeroplossing gedroeg de meeldraad zich haast hetzelfde als in water; hieruit kan men opmaken, dat de concentratie van het celvocht grooter is, dan die van de gebruikte oplossing. In 30 pCt. oplossing treedt wel plasmolyse op, maar eerst na eenigen tijd, zoodat de vloeistof toch nog geschikt is om voor de proef gebruikt te worden.

Met deze proeven is dus aangetoond, dat kunstmatige turgorverandering evengoed als natuurlijke, verlenging en verkorting van het weefsel ten gevolge heeft.

De zeer groote gevoeligheid van deze organen heeft dus haar oorzaak in een bijzondere eigenschap van het protoplasma in de parenchymcellen, maar zij wordt sterk bevorderd door den anatomischen bouw van de epidermis op de prikkelbare plek. De opperhuidcellen zijn daar groot en papilleus; iedere cel zet zich voort in een kegelvormige papille. HABERLANDT vond verder in de meeste cellen, op de grens van de papille en 't verdere deel, een ringvormige verdunning van den cellulose-wand, dien hij »gewricht« noemde. Onder de cuticula ligt de cellulose-wand, die in de papille veel dikker is, dan in 't basale deel van de cel; in enkele is de overgang geleidelijk, in de meeste cellen echter plotseling, terwijl de dikkere laag eenigszins over de dunnere heenreikt. Zoo ontstaat een soort van scharniergewricht aan de basis der papille, waardoor deze reeds bij een zeer lichte drukking beweegt. Het gevolg van den prikkel is, dat de protoplast, die in de papilleuze cellen bijzonder sterk ontwikkeld is, eenigszins vervormd wordt en den prikkel kan voortplanten naar het weefsel, dat door turgorvermindering de beweging doet ontstaan.

Nergens anders in de plant komen deze eigenaardige »zintuigcellen« voor; wij moeten dus wel aannemen dat zij in nauw verband staan met het waarnemen en voortplanten van prikkels.

Worden deze cellen met een menschenhaar aangeraakt, dan volgt terstond kromming, terwijl een ruwe aanraking met een naald aan den buitenkantepidermis geen gevolgen heeft.

Onmiddellijk boven de insertie van het filament bevindt zich een strookje met gladde opperhuidcellen en, zooals te verwachten is, volgt na aanraking hiervan ook geen reactie.

Behalve door hun plasmarijksdom onderscheiden de prikkelbare cellen zich nog van de andere opperhuidcellen, doordat ze met zet-

meelkorreltjes opgevulde chromoplasten, gele kleurstoflichaampjes bevatten. Ten slotte vermeld ik nog de mededeeling van HABERLANDT, dat in de celwanden talrijke stippelkanalen voorkomen, waardoor het protoplasma met dat van naastliggende cellen in verbinding staat. Langs deze protoplasma-stroompjes kan de prikkel voortgeplant worden.

Deze kleine greep, gedaan uit den overvloed van interessante feiten, die ons de plantenphysiologie biedt, toont zeker duidelijk aan, hoeveel mooie dingen de natuur verborgen houdt onder een soms gemakkelijk op te heffen sluier.
