



Wapen-  
wedloop op  
microniveau



Floricultura  
ORCHIDACEAE & ARACEAE



# Een wapenwedloop op microniveau

Net als dieren staan planten dagelijks bloot aan een scala aan microben die zich te goed willen doen aan hun gastheer.

**In tegenstelling tot de meeste dieren zijn planten niet in staat om zich te verplaatsen als hun omgeving vijandelijk wordt. Een insect dat zich te goed doet aan bladeren of een schimmeluitbraak bij de burens betekent in de natuur dat een plant moet roeien met de riemen die hij heeft.**

Gelukkig beschikken planten over een veelzijdig afweersysteem dat, hoewel ogenschijnlijk minder complex dan het onze, ook continue mee evolueert met de vernuftige trucs die ziekmakende microben ontwikkelen om de afweer van hun gastheer te ontwijken.

Bij mensen zijn er globaal twee afweersystemen actief, het aangeboren, basale afweersysteem en het verworven systeem. Beide systemen maken gebruik van specialistische immuuncellen. Het verworven systeem is betrokken bij de specifieke herkenning van niet-lichaamseigen moleculen. Dit systeem is vooral bekend door de antilichamen die een rol spelen bij het herkennen van specifieke ziekteverwekkers en vervolgens opstarten van complexe afweerreacties. Een zeer vernuftig genetisch systeem zorgt ervoor dat wij een ongekend arsenaal aan antilichaam variaties bij ons dragen. Maar het creëert ook een krachtig immunologisch geheugen waarbij een vervolg infectie met een bekende ziekteverwekker sneller en effectiever wordt uitgevoerd.

Planten daarentegen beschikken niet over specialistische immuuncellen waardoor letterlijk elke plantencel in staat moet zijn zichzelf te verdedigen tegen uiteenlopende ziekteverwekkers.

### **Celwand als eerste verdediging**

Het herkennen van de vijand begint aan de poort. Oftewel elke plantencel is omringd door een celwand die als eerste verdedigingslinie functioneert. Een bekende ziekteverwekker voor veel gewassen, waaronder orchideeën is de *Fusarium* schimmel. Deze is in staat om enzymen uit te scheiden die de celwand afbreken. *Fusarium*, maar ook andere microben, geven, al dan niet gewild, specifieke moleculen af aan hun omgeving. Deze moleculen worden, wanneer mogelijk, herkend door speciale herkenningseiwitten op het membraan van de plantencel.

Wanneer een ziekteverwekker op deze wijze wordt herkend door de cel volgt er activatie van de eerste afweerrespons. Die leidt tot de aanmaak van een arsenaal aan anti-microbiële stoffen en o.a. eiwitten die schimmelcellen aanvallen. Geen goede situatie dus voor een ziekteverwekker. Maar gedurende miljoenen jaren van co-evolutie hebben zowel ziekteverwekkers als planten hun systemen steeds verder verfijnd om de ander te slim af te zijn. Zo zijn veel ziekteverwekkers in staat om de eerste afweerrespons van de plant te remmen of zelfs stil te leggen door gebruik te maken van zogenaamde "effectors" [zie figuur op pagina 5]. Dit zijn speciale eiwitten die door succesvolle ziekteverwekkers in de cel van de gastheer worden afgegeven waar ze vervolgens actief ingrijpen op de componenten van de eerste afweer respons.

De tweede lijn van afweer wordt gevormd door resistentie genen "R-genen". R-genen coderen voor resistentie eiwitten die zich vaak in de cel ophouden en fungeren als een sleutel/slot concept waarbij het R-eiwit "slot" probeert of er vreemde componenten "sleutels" in de cel aanwezig zijn die in het slot passen. Vind er een match plaats dan gaan de alarmbellen aan!

*'Veel ziekteverwekkers zijn in staat om de eerste afweerrespons van de plant te remmen of zelfs stil te leggen'*

De meeste R-genen lijken betrokken bij het, al dan niet indirect, herkennen van effectoren in de plantencel. Lange tijd werd gedacht dat er een gen-om-gen relatie bestond tussen ziekteverwekkers en planten, waarbij één specifiek R-gen betrokken was bij de herkenning van één ziekteverwekker. Dit concept komt overeen met hoe ons immuunsysteem gebaseerd is op antilichamen die elk een heel specifieke component herkennen. Hoewel R-genen sterk vertegenwoordigd kunnen zijn in het genoom van een plantsoort, wisselen de aantallen tussen soorten aanzienlijk en is het inmiddels duidelijk dat een directe correlatie tussen het aantal R-genen en pathogenen niet mogelijk is. Zo bevat het rijst genoom rond de 500 genen met R-gen kenmerken terwijl sommige orchideeën er slechts 5 bevatten! Bovendien werd duidelijk dat één enkel R-gen betrokken kan zijn bij resistentie tegen uiteenlopende ziekteverwekkers, zoals een bacterie, schimmel en nematode.

### **Beperkt aantal R-genen belemmert niet**

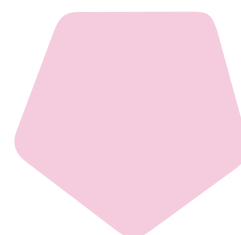
Hoe planten in staat lijken te zijn om met een beperkt aantal R-genen toch veel ziekteverwekkers buiten de deur te houden is meer recentelijk ontdekt. Effectoren, die door ziekteverwekkers worden aangemaakt om de eerste afweer respons van de plant aan te vallen blijken dat namelijk te doen via een beperkt aantal afweer componenten van de gastheer. Dus effectoren van uiteenlopende ziekteverwekkers proberen hetzelfde planteneiwit uit te schakelen.

R-eiwitten op hun beurt herkennen dus niet altijd de effectoren van de ziekteverwekkers, maar lijken zich te richten op de eigen afweercomponenten die door diezelfde ziekteverwekkers worden aangevallen. Het is een zeer vernuftige oplossing om met een beperkt aantal R-genen een groot arsenaal ziekteverwekkers te herkennen! De door effectoren aangevallen afweercomponenten van de plant veranderen namelijk van structuur waarna ze door een R-eiwit kunnen worden herkend. Na herkenning worden complexe signaalketens geactiveerd die zowel lokaal als systemisch door de plant voor activatie van het benodigde afweermechanisme zorgen.

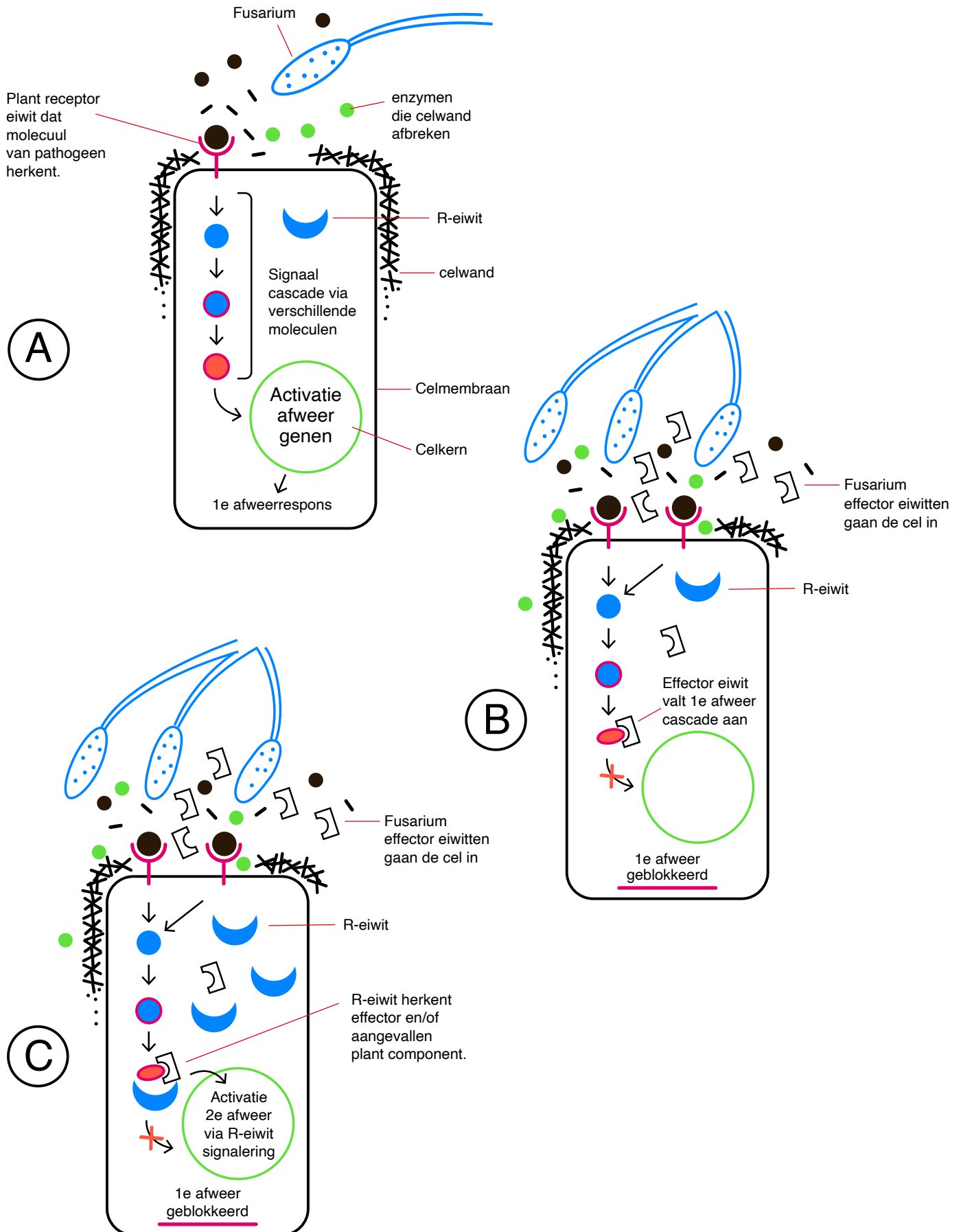
Genetische diversiteit in bijvoorbeeld resistentie, kleur of bladvorm, veroorzaakt door een steeds wisselend milieu waarin planten zijn geëvolueerd vormt de basis voor veel van de door ons begeerde eigenschappen in gewassen. Menselijke selectie, zowel in de landbouw als op het gebied van sierteelt, heeft op meerdere plekken voor zogenaamde versmalling van deze genetische diversiteit gezorgd. Door specifieke selecties toe te passen op veredelingsmateriaal verliest men immers de vooraf aanwezige diversiteit. Dit, in combinatie met een steeds kleiner wordend deel van de wereld waar de natuur vrij spel heeft om te evolueren, zorgt ervoor dat de bron van variatie waar we tot nu toe gebruik van konden maken steeds beperkter wordt.

### **Modelgewassen nog leidend**

Hoewel we steeds meer te weten komen over de werking van afweersystemen in planten komt de meeste kennis voort uit onderzoek aan modelgewassen. Orchideeën behoren helaas niet tot de wetenschappelijke modelgewassen vandaar dat orchidee resistentie genen tegen bijvoorbeeld *Fusarium* schimmels publiekelijk onbekend zijn. Hoewel de orchidaceae familie met meer dan 27.000 soorten tot de grootste en meest diverse families behoort is het opvallend dat de tot nu toe bestudeerde orchidee genomen relatief weinig R-genen lijken te bevatten. Dit toont wederom aan dat orchideeën bijzondere, complexe maar ook zeer interessante planten zijn om te bestuderen.



# Aanval en afweer





# Floricultura

ORCHIDACEAE & ARACEAE