

GEWASBESCHERMING: BIJSTUREN VAN DE RELATIE PLANT-PARASIET

door prof.dr.ir. J. Dekker



**Rede uitgesproken op donderdag
5 oktober 1989 in de Aula van de
Landbouwniversiteit bij zijn afscheid
als hoogleraar in de fytopathologie.**

GEWASBESCHERMING: BIJSTUREN VAN DE RELATIE PLANT-PARASIET

Mijnheer de rector magnificus, dames en heren

Het begrip parasiet is afgeleid van het Griekse werkwoord *parasiteo* (Παρα-σιτεω) hetgeen betekent: bij iemand eten, wel te verstaan op diens kosten. Dit op zich is geen negatief te kwalificeren bezigheid, tenminste als de gastheer het zich kan veroorloven en men uitgenodigd is. Anders ligt de situatie wanneer dit niet het geval is en de onvrijwillige gastheer benadeeld wordt, zodat hij eronder lijdt. Wanneer een parasiet ook "lijden" of ziekte teweegbrengt, dan wordt hij pathogeen, ziekteverwekkend, genoemd, een woord dat eveneens aan het Grieks ontleend is.

Parasitisme is een verschijnsel dat bij vrijwel alle levende organismen voorkomt, inclusief de mens, maar U zult begrijpen dat het mij, aan het einde van mijn loopbaan in de planteziektenkunde, vanmiddag te doen is om parasieten van planten, voornamelijk schimmels en bacteriën. Planteparasieten zijn concurrenten van de mens, omdat deze voor zijn voeding, hetzij direct of indirect via een voedselketen, aangewezen is op planten. De meest drastische methode om van concurrenten af te komen is om ze uit te roeien. Bij schimmels en bacteriën die op planten voorkomen, is dit evenwel niet mogelijk, mede omdat ze alom aanwezig zijn en een enorm reproductievermogen hebben. Dus moeten we ermee leren leven, met gebruikmaking van methoden en middelen om hun nadelig optreden binnen de perken te houden. Hoewel een ieder het hiermee wel eens is, lopen de meningen uiteen over de vraag op welke wijze dit moet gebeuren. Heden ten dage hebben we de beschikking over verschillende methoden, maar een punt van discussie is welke methoden acceptabel en met name milieu-vriendelijk zijn en welke niet. Er heerst een algemeen onbehagen

over de manier waarop we ziekten en plagen nu in toom houden met pesticiden, mede met het oog op neveneffecten op niet-doelorganismen en het milieu. Hoe kunnen we dit veranderen, en wat zijn de mogelijkheden voor de toekomst, de nabije en de verre toekomst, om de relatie tussen plant en parasiet te beïnvloeden ten gunste van het gewas?

Alvorens op deze vragen in te gaan, wil ik kort terugblikken op de gewasbescherming in het verleden, en de ontwikkelingen die daarna hebben plaatsgevonden.

Er zijn aanwijzingen dat schimmels planten reeds ziek konden maken lang voordat de mens op aarde verscheen. Onderzoek van plantaardige fossielen uit het Eoceen, aardlagen die omstreeks 50 miljoen jaar geleden gevormd werden, heeft aangetoond dat toen reeds planteparasitaire schimmels voorkwamen. In een wilde vegetatie zullen de hierdoor veroorzaakte ziekten evenwel geen rol van grote betekenis spelen. De allergevoeligste individuen zullen geëlimineerd, en dus van voortplanting uitgesloten worden, en de planten die de ziekte overleven, zullen in mindere of meerdere mate resistent of tolerant zijn. De oermens, die als jager en verzamelaar leefde, zal er waarschijnlijk weinig van gemerkt hebben.

Pas toen de mens, omstreeks 10000 jaar geleden tot landbouw overging, kregen parasieten een betere kans: het telen van talloze exemplaren van een bepaalde plant bij elkaar, verschaftte voor ziekteverwekkende organismen een uitgelezen voedingsbodem waarop ze zich sneller en in sterkere mate konden uitbreiden dan op planten die verspreid in het wild voorkwamen. Het is dan ook aan te nemen dat de mens daarna te maken kreeg met epidemieën van schadelijke parasieten in zijn gewassen.

Gedurende duizenden jaren zijn de veroorzakers van planteziekten onbekend gebleven. Pas in het midden van de vorige eeuw, dus slechts 140 jaar geleden, werd aangetoond dat gezonde planten door schimmels ziek gemaakt konden worden. Voor die tijd waren er geen op inzicht gebaseerde maatregelen om het optreden van ziekten te beteugelen. Hoogstens waren er enige op ervaring berustende handelingen, zoals het verzamelen van zaaizaad van gezonde planten, misschien ook het verwijderen van aangetaste planten, en het vermijden van de verbouw van één gewas gedurende langere tijd op hetzelfde perceel, dus vruchtwisseling. Dit zijn maatregelen die ook nu nog genomen worden en die in bepaalde gevallen tot ziektereductie kunnen bijdragen, maar die op zich meestal niet voldoende zijn, en zeker niet bij explosief optredende bladziekten. Het is dan ook niet te verwonderen dat er in het verleden herhaaldelijk epidemieën optraden die tot misoogst en zelfs tot hongersnood leidden.

Minder bekend is wellicht dat de veroorzakers van planteziekten de mens niet alleen schade kunnen berokkenen door de gewassen die hij verbouwt aan te tasten, maar dat sommige ervan de mens zelf ook ziek kunnen maken na consumptie van aangetast plantemateriaal. Verschillende van deze schimmels zijn nl. in staat toxische stoffen te vormen, zogenaamde mycotoxinen, die reeds in kleine concentratie gevaren kunnen opleveren voor de gezondheid van mens en dier en die zelfs de dood tot gevolg kunnen hebben. Een berucht voorbeeld uit de Middeleeuwen is de zogenaamde moederkorenziekte, tewegebracht door de schimmel *Claviceps purpurea*, die op granen en andere gramineeën voorkomt. Deze schimmel vormt harde schimmelstructuren in de aren,

sclerotiën, die uiterst giftige alkaloiden bevatten. Wanneer meegemalen met de graankorrels tot meel, kan consumptie van dit produkt afsnoering van bloedvaten in de ledematen tot gevolg hebben, hetgeen gepaard gaat met brandende pijn, en zelfs tot het afvallen van deze ledematen kan leiden. Aan deze ziekte met toen nog onbekende oorzaak zijn vele duizenden mensen overleden. Oude illustraties geven ons een indruk van de ellende die deze ziekte met zich meegebracht heeft. Bekend zijn enkele schilderijen van Pieter Breughel de oude uit de 16e eeuw, waarop door de moederkorenziekte mismaakt geworden mensen te zien zijn. Moederkoren treffen we ook nu nog aan in ons roggegewas, maar de ziekte is om verschillende, hier niet nader te noemen redenen, minder belangrijk geworden, en natuurlijk worden nu de sclerotia niet meer met het graan vermalen.

De Middeleeuwen waren wetenschappelijk een tijd van stilstand. De oorzaken der optredende planteziekten bleven onbekend. Ze werden beschouwd als een straf van God, een plaag van de duivel of toegeschreven aan de stand van maan of sterren, een ziekteverwekkende mist etcetera. Pas in de 18e eeuw kreeg wetenschappelijk onderzoek, zij het schoorvoetend, een kans, maar het duurde nog tot het midden van de vorige eeuw voordat schimmels ontmaskerd werden als veroorzakers van planteziekten. Pas daarna hebben de landbouwers de beschikking gekregen over meer en efficiëntere hulpmiddelen in hun gewassen, namelijk chemische middelen die schimmels doden (fungiciden) en door veredeling verkregen resistente rassen. Er is nu een arsenaal van methoden en middelen ter bestrijding van schimmelziekten, die elk hun sterke kanten en hun tekortkomingen hebben. Zo liggen bij de veredeling op ziekteresistentie, die op zich de

meest elegante wijze van gewasbescherming is, deze beperkingen onder meer in het vermogen van schimmels om de resistentie van de plant te doorbreken. Bovendien duurt het lang om een voor de praktijk acceptabele resistente variëteit van een gewas te ontwikkelen, zodat het niet mogelijk is er acuut optredende problemen het hoofd mee te bieden. Chemische middelen zijn hiertoe wel in staat, maar kunnen zoals bekend, ongewenste neveneffecten hebben. De oudere methoden, sanitaire-, cultuurmaatregelen en vruchtwisseling hebben, hoewel waardevol, in de meeste gevallen niet voldoende effect, zoals uit het verleden ook wel gebleken is. Dit geldt tot nu toe ook voor de biologische bestrijding van schimmelziekten, waar ik straks nader op terugkom. Dit alles in aanmerking nemend ligt het voor de hand om een combinatie van verschillende methoden en middelen te gebruiken. Dit wordt aangeduid met de term geïntegreerde bestrijding, waarbij er naar gestreefd wordt om het aandeel van chemische middelen niet groter te laten zijn dan strict noodzakelijk is.

Gaarne wil ik even stilstaan bij de ontwikkeling van schimmeldodende middelen, de fungiciden. De grote stoot tot het toepassen van deze middelen werd gegeven door het werk van Millardet, professor in de fytopathologie te Bordeaux, in de tachtiger jaren van de vorige eeuw. In die tijd leed de wijnbouw in Frankrijk onder het optreden van een nieuwe, ernstige schimmelziekte, de valse meeldauw. De veroorzaker, de schimmel *Plasmopara viticola*, was enkele jaren tevoren met geïmporteerd onderstammateriaal meegekomen uit Amerika. Deze ziekte had een catastrofaal karakter aangenomen en dreigde de gehele wijncultuur in Frankrijk te gronde te richten. Onder fytopatho-

logen is het volgende verhaal algemeen bekend. Tijdens een wandeling door de zwaar aangetaste wijnvelden, merkte Millardet tot zijn verbazing op dat de wijnstruiken die aan de weg grensden veel minder aantasting vertoonden dan die elders in het veld. Nu waren de stroken langs de weg bespoten met een giftig uitziende blauw-witte substantie, die passanten moest afschrikken om zich aan de druiven te goed te doen. Het bleek een mengsel te zijn van kopersulfaat en ongebluste kalk. Na enig experimenteren verkreeg Millardet, op basis van deze ingrediënten, een zeer effectief middel tegen de valse meeldauwziekte, dat Bordeauxse pap genoemd werd. Later bleek het ook effectief tegen vele andere ziekten, o.a. de beruchte *Phytophthora*-ziekte in aardappelen. Gedurende meer dan een halve eeuw, tot aan de laatste wereldoorlog, is het één van de meest toegepaste middelen gebleven ter bestrijding van schimmelziekten bij planten, naast de later ontwikkelde koperverbindingen en de inmiddels verboden kwikpreparaten. Als dank voor de redding van de wijncultuur in Frankrijk werd in 1914 een standbeeld voor Millardet opgericht, dat in de botanische tuin te Bordeaux staat, voor zover mij bekend het enige standbeeld dat ooit voor een fytopatholoog opgericht is.

Kort voor en in de periode na de tweede wereldoorlog zijn geleidelijk aan nieuwe organische verbindingen ontwikkeld, die gemakkelijker toe te passen waren, waaronder de bekende dithiocarbamaten. Hoewel al deze middelen een belangrijke bijdrage leverden tot het beteugelen van planteziekten en het verkrijgen van stabiele opbrengsten, hadden ze ook hun tekortkomingen. Ze werkten uitsluitend op het oppervlak van de plant en konden de schimmel na

binnendringen niet meer elimineren. Bovendien stonden ze bloot aan afspoeling door regen, zodat er telkens opnieuw gespoten moest worden. Dit was de situatie, waar ik in het begin van de vijftiger jaren, als student en daarna als beginnend onderzoeker, mee geconfronteerd werd. Sta mij toe nog even op deze periode terug te blikken.

Het was direct na de oorlog, in 1945, dat ik als boerenzoon aan de Landbouwhogeschool kwam studeren. Na het behalen van het propaedeutisch diploma werd de studie voor enkele jaren onderbroken door de militaire dienst; uitstel voor het afmaken van de studie was er toen niet bij. Pas in 1950 kon de studie hervat worden. Naast het hoofdvak, de tropische landbouw, moesten bijvakken gekozen worden. Met betrekking tot een van deze bijvakken aarzelde ik tussen fytopathologie en plantenverdeling, samen met een vriend die ook moeite had een keuze te maken. We besloten een munt op te gooien en, U raadt het al, het werd fytopathologie. Het bleek een boeiend vak en vooral het onderzoek trok me. Het was opwindend om reeds als student aan onderzoek bij te dragen dat nieuwe, publiceerbare resultaten opleverde. Vlak voor het afstuderen kwam er een vacature bij de pas opgerichte Werkgroep Interne Therapie bij Planten, TNO, en toen de toenmalige directeur van het Laboratorium voor Fytopathologie, Professor Oort, mij voor deze plaats vroeg, heb ik dit gaarne aanvaard. Het doel van deze werkgroep was om te zoeken naar stoffen die in tegenstelling tot de toen gangbare fungiciden, in het systeem van de plant worden opgenomen. Zulke zogenaamde systemische middelen zouden o.a. de mogelijkheid bieden om schimmels in de plant te elimineren nadat infectie

reeds had plaats gehad. Als voorbeeld waren er de ontwikkelingen in de medische wereld, waar antibiotica als penicilline, die in de bloedbaan werden opgenomen, zoveel succes hadden tegen hardnekkige bacterieziekten. Zou het mogelijk zijn om, op analoge wijze, antibiotica of andere stoffen te verkrijgen tegen schimmelziekten bij planten? Er waren evenwel twee duidelijke verschilpunten. Ten eerste zijn plant en parasitaire schimmel, hogere en lagere plant, veel nauwer aan elkaar verwant dan mens en bacterie. Er werden dus hogere eisen gesteld aan selectieve werking. Ten tweede bezit een plant geen bloedsomloop als transportsysteem. Niettemin werd het onderzoek in de genoemde werkgroep, één van de eersten ter wereld op dit terrein, met energie aangevangen. Het belang voor de praktijk leek groot. In die tijd, kort na de oorlog, waarin veel honger geleden was door voedseltekorten, kreeg een vergroting van de voedselproductie hoge prioriteit, en de verwachting was dat systemische middelen belangrijk zouden kunnen bijdragen tot een effectievere gewasbescherming.

Toen ik in 1953 toetrad tot deze werkgroep, ben ik vrij snel daarna begonnen met het toetsen van natuurstoffen voor dit doel, met name antibiotica, met in het hoofd dat we mogelijk iets van de natuur zouden kunnen leren over selectieve werking en transporteerbaarheid van stoffen in de plant: *Natura docet*. Al spoedig bleek dat de natuur inderdaad stoffen leverde die selectief werkten en die bovendien door de plant werden opgenomen. Dit bleek o.a. het geval met het antibioticum pimarinine, dat geproduceerd werd door een bacterie, een actinomyceet, en dat een zeer krachtige werking tegen schimmels had zonder zichtbaar nadeel voor de plant.

Daarnaast werden ook andere stoffen gevonden, die tegen schimmels werkten en in de plant opgenomen werden. Dit stimuleerde de agrochemische industrie om vele nieuwe verbindingen te synthetiseren en te toetsen op systemische werking. Aan het eind van de zestiger jaren leidde dit tot een doorbraak met de ontwikkeling van het fungicide benomyl, dat met succes ingezet kon worden tegen een grote reeks van schimmelziekten, waaronder verschillende die met de gangbare oppervlakkige middelen moeilijk bestreden konden worden. De ontwikkelingen zijn daarna in een stroomversnelling gekomen, en op dit moment bestaat meer dan de helft van het fungicidegebruik uit selectieve, systemische middelen.

Maar deze medaille bleek ook een keerzijde te hebben. De efficiëntie van deze moderne selectieve fungiciden is zo hoog en de opbrengstverhogende werking zo sterk (soms zelfs bij afwezigheid van direct schadelijke ziekteverwekkers) dat de teler in de verleiding komt, het zekere voor het onzekere nemend om routinematig te gaan spuiten, ook wanneer de ziekte nog niet opgetreden is. Verder bleek dat schimmels resistent konden worden tegen de nieuwe, specifiek werkende fungiciden, een probleem dat niet of nauwelijks opgetreden was bij de oude, gangbare middelen. De entomologen waren reeds eerder met het verschijnsel van resistentie in insecten tegen pesticiden geconfronteerd.

Bovendien was er met betrekking tot de toepassing van pesticiden in het algemeen, geleidelijk een kentering opgetreden in de publieke opinie. Hiertoe had de verschijning van het boek "Silent Spring" (dode lente) van Rachel Carson in 1963 in de USA belangrijk bijgedragen. Op klemmende wijze wees zij op de

gevaaren van het overmatig gebruik van pesticiden in het milieu. Landbouwchemicaliën kwamen daarna herhaalde malen in het nieuws, en vrijwel altijd in negatieve zin, b.v. door lozingen op de rivieren door de industrie of door verontreiniging van het oppervlaktewater in landbouwgebieden. Er ontstond een spanningsveld tussen de landbouw en hen die zich zorgen maken over het milieu. De betreffende ministeries houden zich intensief met deze problemen bezig. In dit verband kan de voorbereiding van het taakstellend meerjarenplan voor de gewasbescherming genoemd worden. Hierin worden maatregelen voorbereid, die de landbouw structureel minder afhankelijk moeten maken van bestrijdingsmiddelen, en worden de consequenties van deze maatregelen doorberekend. Er wordt gesproken over een drastisch terugdringen van deze middelen, zelfs met 50 tot 75% of hoger, en wel op relatief korte termijn, dus vóór het jaar 2000. Het verschil met de vijftiger jaren, waarin intensief gezocht werd naar pesticiden, die de opbrengst van gewassen konden verhogen, springt duidelijk in het oog. Hierbij kunnen verschillende vragen naar voren komen. Was het onderzoek toen verkeerd gericht? Is het haalbaar om het gebruik van bestrijdingsmiddelen zo drastische terug te dringen en is het eigenlijk wel noodzakelijk? Wat zijn de perspectieven voor de chemische gewasbescherming op lange termijn? In principe kan de toepassing van chemische middelen in de gewasbescherming op twee manieren teruggedrongen worden, nl. door een zuiniger en efficiënter gebruik en door een gehele of gedeeltelijke vervanging van deze middelen door andere methoden. Ten aanzien van het eerste punt kan het volgende opgemerkt worden. Berekeningen hebben geleerd dat van de in de landbouw toegepaste pesticiden slechts een

gering deel op het doelorganisme terecht komt. Het is te verwachten dat door betere spuittechnieken en methoden nog veel te bereiken is. Ook de ontwikkeling van waarschuwingssystemen ter vermindering van onnodige bespuitingen draagt bij tot een efficiënter gebruik. Wat zijn de vooruitzichten met betrekking tot het tweede punt, de vervanging van chemische middelen door andere methoden of middelen, zoals het gebruik van resistente rassen, meer vruchtwisseling, en een beter benutten van de mogelijkheden die sanitaire en cultuurmaatregelen bieden? Hoewel deze methoden belangrijk bijdragen tot gewasbescherming, zijn ze evenwel geen van alle opgewassen tegen acuut optredende epidemieën, bijvoorbeeld wanneer plotseling een nieuw ras van de schimmel optreedt dat de resistentie van de plant doorbreekt, of wanneer de weersomstandigheden uitzonderlijk gunstig voor het optreden van de ziekte zijn. Mede met het oog hierop is er de laatste jaren een hernieuwde belangstelling ontstaan voor biologische bestrijding: het inzetten van levende organismen ter bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden. Zo wordt in ons land, en ook elders, met succes gebruik gemaakt van predatoren tegen plaaginsekten in de groenteteelt onder glas, en ter bestrijding van hardnekkige onkruiden worden pathogene schimmels ingezet. Wat zijn de mogelijkheden tot biologische bestrijding van schimmelziekten? Inderdaad zijn er ook hier interessante resultaten verkregen door het inzetten van bepaalde schimmels en bacteriën met antagonistische werking tegen ziekteverwekkers. Zo verhindert het aanbrengen van een sporensuspensie van de antagonist *Pentophora gigantea* de infectie van het kapvlak van dennen door *Fomes annosus*, de schimmel die dennenmoorder genoemd wordt. Dit belemmert kolonisatie

van de boomstronk en uitbreiding van de aantasting naar omringende gezonde bomen. Moeilijker is het evenwel om antagonististen in te zetten tegen verwelkingsziekten, waar de ziekteverwekker zich in de houtvaten bevindt. Hoewel positieve resultaten verkregen zijn met bestrijding van de loodglansziekte in pruimebomen met de antagonistische schimmel *Trichoderma viride*, en voor de iepeziekte met antagonistische bacteriën, waren de resultaten te wisselvallig voor toepassing in de praktijk. Dit laatste geldt ook voor biologische bestrijding van bladziekten. Ter verklaring hiervan kunnen enkele factoren genoemd worden. Ten eerste kan een schimmel zich niet snel verplaatsen, zoals b.v. een roofmijt die zijn prooi opzoekt. Ten tweede zijn pathogene schimmels moeilijk bereikbaar wanneer ze reeds in de plant zijn binnengedrongen, en ten derde gaat het om een complexe interactie tussen drie organismen: plant, pathogeen en antagonist, die bovendien sterk beïnvloed wordt door de milieu-omstandigheden zoals temperatuur, luchtvochtigheid op het blad etcetera. Dit draagt er toe bij dat de resultaten vaak nog te variabel zijn voor een betrouwbare onderdrukking van de ziekte.

Een beter perspectief evenwel lijkt het inzetten van antagonististen tegen pathogene schimmels en bacteriën in de bodem te bieden. Hierbij kan gedacht worden aan het aanbrengen van antagonististen op zaden, pootgoed en plantmateriaal ter bescherming van de plant tegen vanuit de bodem optredende organismen. Een voorbeeld hiervan is het dopen van de wortels van rozen in een suspensie van de bacterie *Agrobacterium radiobacter*, ter bescherming tegen kroongal, veroorzaakt door de in de grond aanwezige bacterie *A. tumefaciens*. Daarnaast kan een antagonist ook direct aan de grond

toegevoegd worden, of kunnen maatregelen genomen worden om de reeds in de grond aanwezige antagonisten te stimuleren. Op deze wijze wordt het ziektevermogen van de grond versterkt. Evenwel, onze tot nu toe nog fragmentarische kennis van de biotische zowel als de abiotische factoren die in het zo complexe bodemmilieu een rol spelen, vraagt nog veel onderzoek om tot substantiële resultaten te komen met betrekking tot de gewasbescherming. Ook mede met het oog hierop was de lancering van een speerpuntprogramma voor bodemonderzoek een goede zaak. De ontwikkelingen m.b.t. de biologische bestrijding van schimmelziekten, hoe interessant ook, rechtvaardigen m.i. de verwachting niet, dat ze op de korte termijn van één à twee decennia in aanzienlijke mate zullen kunnen bijdragen tot de vermindering van het gebruik van chemische middelen.

Het tot nu toe naar voren gebrachte gaat uitsluitend over de mogelijkheden om de kwantiteit van pesticiden die in de landbouw gebruikt worden terug te dringen. Hierbij dient evenwel bedacht te worden dat het ons uiteindelijk gaat om het reduceren van de negatieve effecten, die met de toepassing van een aantal van deze middelen gepaard gaan. Tot dit laatste kunnen evenwel ook maatregelen in kwalitatieve zin bijdragen, nl. het vervangen van bezwaarlijke middelen door meer selectief werkende middelen. Wanneer we ons uitsluitend zouden richten op het terugdringen van het gebruik van chemische middelen in het algemeen, zonder nuancering m.b.t. de aard van de verschillende middelen, dan kan dit schade voor de landbouw opleveren die onnodig is. Dan wordt over het hoofd gezien dat, naast maatregelen in kwantitatieve zin, ook maatregelen in kwalitatieve zin ongewenste neveneffecten kunnen terugdringen. Wat

zijn de mogelijkheden in deze richting voor de bestrijding van schimmelziekten?

Sta mij toe met het oog hierop nog even terug te grijpen op het werk van de reeds eerder genoemde Werkgroep Interne Therapie bij Planten en van andere onderzoekers naar systemische- en andere specifiek werkende middelen. Bij dit onderzoek zijn verschillende stoffen gevonden die specifiek ingrijpen in de parasitaire schimmel, maar niet of in mindere mate in de plant een rol spelen. Als voorbeeld wil ik hier de verbindingen noemen die de vorming van ergosterol remmen. Dit is een stof die een grote rol speelt bij het merendeel van de schimmels, maar die niet voorkomt in planten en dieren, hetgeen de selectieve werking verklaart. Een tweede voorbeeld is het antibioticum polyoxine, dat de opbouw van chitine belet, een stof die in de celwand van de schimmels, maar niet in die van planten voorkomt. In andere gevallen grijpt het middel aan op stoffen en processen die weliswaar zowel in de plant als in de schimmel voorkomen, maar die toch enkele karakteristieke verschillen tonen. Dit alles leidt tot selectieve werking met minder kans op toxische neveneffecten voor andere organismen. Een tweede voordeel van deze middelen is dat met uiterst lage hoeveelheden actieve stof volstaan kan worden. Gaat het bij de oude, gangbare middelen om vele kilogrammen actieve stof per hectare, bij de nieuwe specifieke middelen is een enkel onsje per hectare voldoende. De mogelijkheden tot selectieve werking tegen schimmels gaan evenwel nog verder. Bij het zoeken naar systemische middelen werden herhaaldelijk verbindingen aangetroffen, die géén directe werking

op schimmels hadden, maar die niettemin wèl tegen bepaalde schimmelziekten actief waren. Ter verklaring hiervan kan men aan twee mogelijkden denken, nl. een verhoging van de weerstand van de plant of een vermindering van de aanvalskracht van de parasiet. Momenteel worden enkele van dergelijke stoffen reeds in de praktijk toegepast. Zo verhoogt het middel probenazole via een nog niet geheel opgehelderd mechanisme de resistentie van de rijstplant tegen de belangrijke *Pyricularia* ziekte, en remt het middel tricyclazole de vorming van melanine, een stof die aan het penetratie orgaan van de schimmel de nodige stijfheid moet verlenen om binnen te kunnen dringen. Het gebruik van middelen die de schimmel afremmen zonder hem te doden, geeft bovendien de plant meer tijd om zijn afweerreacties te mobiliseren, en op die wijze een beter gebruik te maken van zijn natuurlijke resistentie. In deze gevallen gaat het dus om chemische middelen die op zich geen biocide werking hebben. Dit type werking leidde tot het inzicht dat een bestudering van de relatie tussen plant en parasiet, met name van de fysiologisch-biochemische aspecten ervan, mogelijkheden opent om deze relatie bij te sturen ten gunste van de waardplant. Het zal U duidelijk zijn dat het niet juist is om deze zo selectief werkende middelen aan te duiden met de term "landbouwgiften", zoals heden ten dage gebruikelijk is. Het plaatsen van alle chemische gewasbeschermingsmiddelen in deze rubriek getuigt niet van wetenschappelijke zorgvuldigheid en kan onnodige schade voor land- en tuinbouw tot gevolg hebben. Het is dan ook van groot belang dat bij het vaststellen van de maximaal toelaatbare concentraties in het milieu, en de maximaal toelaatbare persistentie van gewasbeschermingsmiddelen, meer rekening gehouden

wordt met de grote verschillen in werking en nevenwerking tussen de verschillende middelen. In zijn afscheidsrede heeft collega Vervelde in 1983 reeds enkele behartenswaardige woorden gezegd over de huidige chemicaliën fobie, die in de media en soms ook in beleidsnota's naar voren komt. Hij merkt op dat het begrip chemicaliën voor sommigen belast is met een zodanige bijmaak van fabrieksherkomst, giftigheid en tegennatuurlijkheid, dat zij alles, wat uit die hoek komt wensen uit te bannen, althans uit de landbouw, veeteelt en huisgezin. Hij vervolgt: "Het laatstgenoemde streven is een miskennis van wat scheikundig heel simpel is: de kennis en het hanteren van de stoffelijke verscheidenheid van dingen en produkten". Vervelde wijst erop dat ook allerlei stoffen van natuurlijke oorsprong, even zo goed scheikundige verschijnselen zijn als die welke in een scheikundig bedrijf worden omgezet en bereid, en besluit met: "Onder de natuurlijke even goed als onder de gefabriceerde verbindingen zijn bewonderenswaardige, uiterst fijnzinnige, nuttige en veilig bruikbare stoffen. In beide categorieën treffen we ook hinderlijke en onder omstandigheden gevaarlijk en met uiterste omzichtigheid te hanteren bestanddelen".

De laatste opmerking over natuurstoffen die gevaar kunnen opleveren, geeft aanleiding nog iets te zeggen over mycotoxinen, giftige stoffen die door schimmels gevormd worden of in het geoogste produkt. Eerder, bij onze terugblik in de historie werden reeds de giftige alkaloiden genoemd, die de schimmel *Claviceps purpurea* in granen vormt. Algemeen bekend zijn verder de aflatoxinen, kankerverwekkende stoffen die door de schimmels *Aspergillus flavus* en *A. parasiticus* gevormd kunnen worden op aardnoot,

mais en andere gewassen, voornamelijk in de tropen en subtropen. Geconstateerd is evenwel dat deze stoffen, via de import van veevoer, ook bij ons b.v. in de melk terecht kunnen komen. Momenteel zijn er meer dan 100 toxineproducerende schimmels bekend, waarbij vooral *Aspergillus*, *Penicillium* en *Fusarium* op de voorgrond treden, en verschillende groepen van toxines, o.a. de ochratoxines, de trichothecenes, stachybotrys toxines en zearalenone. Informatie over het vóórkomen van mycotoxines is evenwel nog beperkt en te verwachten is dat er meer zijn dan de reeds genoemde. Bedacht dient te worden dat een te drastisch terugdringen van op toxiciteit goed onderzochte fungiciden, ook kan leiden tot risico's met het optreden van schimmeltoxines, waarover meestal minder bekend is.

Met betrekking tot het terugdringen van het gebruik van bestrijdingsmiddelen verdient nog een ander punt de aandacht. Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen de hoeveelheid aan bestrijdingsmiddelen die in de landbouw aangewend wordt, en het aantal middelen dat beschikbaar is. Het eerste, maar niet het laatste dient teruggedrongen te worden. Een reductie van het aantal beschikbare middelen zal zonder twijfel leiden tot een frequenter gebruik van de resterende middelen, en daarmee de kans op het optreden van pesticiden-resistentie vergroten. Wanneer een pathogene schimmel of plaaginsect resistent geworden is tegen een bepaald middel, dan heeft het uiteraard geen zin meer om dit middel nog toe te passen. Dit houdt in dat het aantal beschikbare middelen, behalve door directe wettelijke maatregelen, ook op indirecte "natuurlijke" wijze gereduceerd kan worden. Het eerste kan dus het tweede proces versnellen, waarmee we in een vicieuze

cirkel terechtkomen, die de gewasbescherming tenslotte in een crisissituatie kan brengen. Om de ontwikkeling van fungiciden-resistentie tegen te gaan, is het toedienen van mengsels van verschillende middelen een belangrijk hulpmiddel.

Tenslotte nog een enkele opmerking met betrekking tot onderzoek over gewasbeschermingsmiddelen. Het streven om deze middelen minder toe te passen, kan de mening doen postvatten, dat dan ook met minder onderzoek erover volstaan kan worden. Het zal U, in het licht van wat ik zojuist betoogd heb, duidelijk zijn dat dit een ernstig misverstand is, en dat voor een succesvol terugdringen van de neveneffecten van chemische middelen juist een versterking van het fundamenteel gericht onderzoek van vitaal belang is, om de mogelijkheden te vergroten de relatie tussen plant en parasiet op verantwoorde en milieu-vriendelijke wijze bij te sturen.

Mijnheer de rector, dames en heren, in het korte bestek van deze voordracht, heb ik me tot één aspect van het zo boeiende veld van de fytopathologie moeten beperken, nl. de maatregelen waarmee wij onze gewassen kunnen beschermen tegen het epidemisch optreden van schimmelziekten. Deze keuze werd bepaald door twee factoren: mijn eigen onderzoeksactiviteiten en de actualiteit van de gewasbeschermingsmiddelen-problematiek. Andere belangrijke onderdelen van het vakgebied heb ik moeten laten rusten, waaronder de moleculair-biologische basis van vatbaarheid en resistentie. Ik ben ervan overtuigd dat de verdieping van ons inzicht op dit laatste terrein, op de lange termijn, nog verder gaande mogelijkheden zal bieden om de relatie tussen plant en parasiet bij te sturen. Ik dank U voor Uw aandacht.