

Het graanziekteonderzoek in Nederland: kaalslag in de polder (2)

G.H.J. Kema

Plant Research International B.V., Postbus 16, 6700 AA Wageningen, E-mail: g.j.h.kema@plant.wag-ur.nl

Meer dan vijf decennia lang bliezen toonaangevende Nederlandse wetenschappers hun partij mee in het internationale graanziekteonderzoek. Akkerbouwers en veredelaars plukken daar nog steeds de vruchten van. Vanwege de huidige kaalslag in het graanziekteonderzoek dreigen ze echter een achterstand op te lopen, die moeilijk is in te halen. Zelfs de jaarlijkse graanziekteinventarisatie moest er dit jaar aan geloven. In deze tweede van drie afleveringen belicht de auteur de geschiedenis, verworvenheden en bedreiging van het nationale graanziekteonderzoek.

Resistentieonderzoek

Door de opeenvolgende neutralisering van resistentiegenen (combinaties) tegen gele roest rees na verloop van tijd de vraag of er wel voldoende resistentiegenen beschikbaar zouden zijn ten behoeve van veredeling en resistentie-management. Daarom werd, ook in opdracht van het NGC, met de toen bij tarweveredeling betrokken bedrijven en instituten een project gestart om de aanwezigheid van resistentiegenen in Nederlands materiaal te inventariseren. Ook toen stond de vraag met betrekking tot genetische diversiteit in het centrum van de belangstelling. Ik hecht er aan om te benadrukken dat het juist de veredelaars waren die deze vraag niet alleen zeer serieus namen maar daar ook consequenties aan verbonden door het ontplooiën van een reeks van activiteiten om deze diversiteit op te sporen, te exploiteren en te behouden. Veredelaars overleven immers bij de gratie van genetische variatie. Daarom startte L.J.M. Groenewe-

gen, toenmalig tarweveredelaar bij veredelingsbedrijf Zelder, samen met C.H. van Silfhout, toen werkzaam bij het IPO-DLO, in de jaren tachtig een pilot programma naar de overheveling van genen uit wilde voorouders van tarwe. Dit bleek zo goed te gaan dat al spoedig een veredelingsprogramma werd gestart waarin uiteindelijk alle veredelaars en ook de toenmalige Stichting voor Plantenveredeling (SVP), later Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek (CPRO) participeerden. De praktische relevantie van dit werk was zeer groot. De eerste commerciële rassen uit deze programma's staan nu op de rassenlijst. Er werd in dit werk in eerste instantie veel gebruik gemaakt van genen uit *Triticum dicoccoïdes*, de tetraploïde wilde voorouder van de hexaploïde cultuurtarwe. Later werd ook gebruik gemaakt van resistentiegenen uit andere soorten zoals de diploïde *T. boeoticum* en *Aegilops squarrosa*. Nog steeds wordt er, ook in international verband, veel met dit materiaal gewerkt en zijn er grote collecties in genenbanken aangelegd om de ge-

netische variatie te behouden. W. Lange, destijds cytogeneticus van de SVP en later het CPRO, volgde een andere benadering. Hij maakte met behulp van de wilde soorten *T. dicoccoïdes* en *Ae. squarrosa* kunstmatige tarwe, in vaktermen synthetische hexaploïden. Het voordeel van dit materiaal was dat het direct met gewone tarwe kon worden gekruist zodat op grote schaal genen uit de wilde soorten in cultuurtarwe konden vloeien. Hij had een vooruitziende blik: momenteel is de aanpak van het tarweresistentieveredelingsprogramma van het CIMMYT in Mexico voor een belangrijk gedeelte gebaseerd op dergelijke kruisingen. De hier genoemde onderzoekers en veredelaars hebben zodoende een zeer wezenlijke bijdrage geleverd aan de verbreding van de tarweveredeling. Inventiviteit en durf waren hierbij sleutelwoorden.

Toch was er ondanks deze veelbelovende benadering ook een tegenwerping mogelijk. Uiteindelijk zou het aantal beschikbare resistentiegenen te klein kunnen zijn. De vraag rees of er geen duurzamere vormen van resistentie zijn. Kan de levensduur van resistentie niet vergroot worden? Is het wel nodig om zeer hoge resistentieniveaus na te streven? Een plant kan misschien best overleven met een beetje roest. En als een plant dat kan, dan kan de boer daar ook mee leven. J.E. Parlevliet begon in de jaren zeventig te werken aan het concept van partiële resisten-

ARTIKEL



Figuur 1. Bij de productie van (van rechts naar links) synthetisch hexaploïde tarwe ($n=42$, AABBDD) worden de genomen van de diploïde *Aegilops squarrosa* ($n=14$, DD) en tetraploïde *Triticum dicoccoides* ($n=28$, AABB) samengevoegd waarbij gebruik wordt gemaakt van colchicinebehandelingen, kruisings- en embryorescuetechnieken

tie. Hierbij werd ervan uitgegaan dat een schimmel tijdens meerdere fasen van zijn levensloop geremd kan worden. Bijvoorbeeld door een geringere efficiëntie van de penetratie, en vervolgens na penetratie door een langzamere groeisnelheid. Uiteindelijk zal zich dat vertalen in minder ziekte en derhalve een tragere epidemiologische ontwikkeling. Hij stelde zich ten doel de genetica van een dergelijk systeem te ontrafelen en koos als model gerst en dwerg-

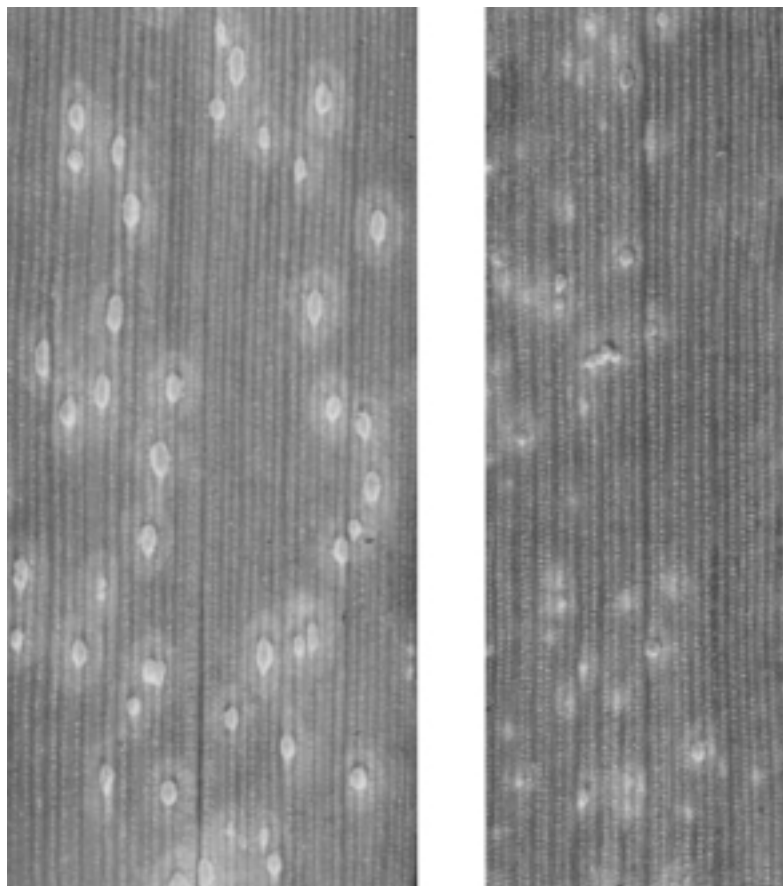
roest. R.E. Niks droeg aan dit werk bij door de histologie van dit systeem in kaart te brengen en de betrokken genen op te sporen. Hij onderscheidde diverse stadia in de pathogenese van roestschimmels, onder andere pre-haustoriale en post-haustoriale resistentie, die gebruikt kunnen worden bij het ontwikkelen van duurzame resistentie. De vertaling van deze aanpak naar de veldsituatie is overweldigend. De gerstrassen Akka en Vada zijn beide vatbaar voor de

dwergroestschimmel. In het veld is het verloop van de epidemie op Vada echter zeer vertraagd door het gezamenlijk effect van een aantal genen. Bovendien is de ziekteontwikkeling in dit ras onafhankelijk van de genetische diversiteit in de pathogeenpopulatie. Het maakt dus niet uit waar Vada wordt verbouwd. Onder vrijwel alle omstandigheden zal dit ras minder worden aangetast. Het is duidelijk dat het onderliggende resistentiemechanisme van groot belang is omdat het een fundamentele bijdrage levert aan de duurzaamheid van resistentie. Hiermee behoort de continue interactie tussen rassen en een veranderende schimmelpopulatie voorgoed tot het verleden. De toepassing van dit mechanisme niveleert de fluctuaties van de teelt waardoor ook de inzet van fungiciden minder vanzelfsprekend is. Deze formule sloeg wereldwijd aan en momenteel wordt er in tal van gewassen veredeld op partiële resistentie tegen zowel schimmels, bacteriën, insecten en virussen. De rol van het Nederlandse roestonderzoek was en is hier nog steeds onmiskenbaar. De ontwikkelde concepten in epidemiologie en resistentie zijn van blijvende waarde waarmee een fundamentele aanpak van onderzoek zich heeft bewezen.

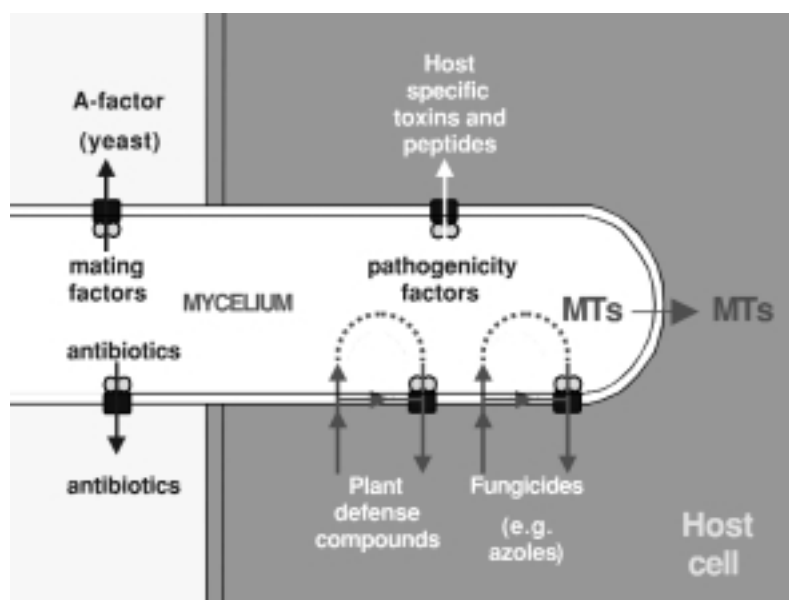
Certificering en inputreductie

In de jaren zeventig werden ook de eerste commerciële fungiciden ontwikkeld en werd hun werkzaamheid tegen met name gele roest en meeldauw onder de loep genomen. Een interessant citaat uit die jaren: 'In Nederland is de teelt van tarwe economisch niet verantwoord zonder maatregelen te nemen tegen de gele roest ziekte, hetzij door resistente rassen te telen of door chemische middelen te gebruiken waarvan echter de economische toepassing nog in

het experimentele stadium verkeert! Het door Zadoks geïnitieerde en door F. Rijdsdijk en anderen uitgevoerde EPIPPE project was gericht op een economische toediening van deze middelen. Daarom werden voor belangrijke ziekten en plagen schadedrempels bepaald. R.A. Daamen deed dit onder andere voor meeldauw en kafjesbruin, veroorzaakt door resp. *Blumeria graminis* en *Stagonospora nodorum*, en R. Rabbinge ontwikkelde een schadedrempel voor luizen. De daarvan afgeleide actiedrempels voor de boeren leidden tot een systeem van zogenaamde geleide bestrijding, waardoor een juist voldoende hoeveelheid fungiciden/insecticiden werd toegepast om de ziekte/plaag tot stilstand te brengen en oogstreductie te beperken. Het betrof in feite een optimalisatie van de teelt, een economische afweging tussen de kosten van oogsterving en bestrijding. Het is duidelijk dat bij toenemende resistentie van het gewas de bestrijdingskosten minimaliseren. Tegenwoordig zeggen we dat de intrinsieke weerbaarheid van het gewas dan hoog is zodat certificering van de teelt tot de mogelijkheden gaat behoren. Er is wat dit betreft niets nieuws onder de zon. Het concept van geleide bestrijding is al jaren geleden neergezet



Figuur 2. De langzamere ontwikkeling van infecties op partieel resistente gerstrassen (links vatbaar, rechts partieel resistent) resulteert in een veel geringere groeisnelheid van de epidemie. In de grafiek is de mate van infectie (exponentieel uitgezet langs de Y-as) afgezet tegen de tijd (X-as) voor rassen waarbij de schimmel 4 tot 16 dagen nodig heeft om tot reproductie te komen (latente periode). Met dank aan R.E. Niks, naar Zadoks & Schein, *Epidemiology and Plant Disease Management*, Oxford University Press, 1979).



Figuur 3. Schematische weergave van een ABC transporter

en toegepast. Nu noemen we het beslissingsondersteunende systemen of nog recenter discussieondersteunende modellen.

Natuurlijk was het ook noodzakelijk om het werkingsmechanisme van fungiciden te onderzoeken. Te meer omdat er met name in meeldauw al snel resistente stammen bleken te ontstaan die moeiteloos een behoorlijke dosis fungiciden konden overleven. Er ontstond een situatie die vergelijkbaar is met de geschetste afwisseling tussen tarwerassen en roestfysio's. Elke introductie van een nieuw middel kon resulteren in resistente stammen van de schimmel die niet, of minder goed, bestreden konden worden. Al snel werd duidelijk dat

Tabel 1. Incidentie van diverse graanziekten in Nederland.

Ziekte	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	~	1983	1982	1981
Gele roest	0	0	0	0	0	0	0	0		10	14	6
Bruine roest	2	0	4	4	3	1	2	1		43	16	40
Meeldauw	7	8	9	3	7	44	3	8		13	15	15
<i>S. tritici</i>	39	53	6	4	17	2	50	25		32	47	40
<i>S. nodorum</i>	0	3	3	5	5					17		
DTR	2	2	10	3	18					0	0	
Sneeuwschimmel	1	1	2	12	18	3	11	7		9	10	11
<i>Fusarium</i>	1	1	3	12	21				-	5	2	

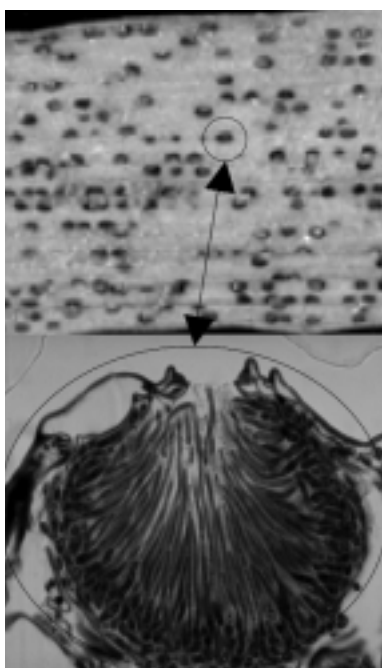
een geïntegreerde aanpak, of beter een geïntegreerd gebruik van resistentie en chemische middelen het meest effectief was. De groep van M.A. de Waard heeft een internationale reputatie opgebouwd door het onderzoek aan de werkingsmechanismen van diverse fungiciden. Vooral toen bleek dat bij resistentie tegen fungiciden in schimmels energie afhankelijke effluxmechanismen, 'ATP Binding Cassettes', oftewel ABC genen, be-

trokken zijn. Deze genen spelen een rol in multidrug resistentie (MDR), een fenomeen dat voor grote problemen zorgt bij de behandeling van onder andere aidspatiënten. MDR in schimmels leidt niet alleen tot resistentie tegen één bepaalde stof, maar tegen een hele reeks van verschillende stoffen waardoor behandelmethode sterk worden beperkt.

Ziekten-inventarisatie

Tegelijkertijd werd ook het graanziekten-inventarisatieprogramma gestart waaraan door de jaren heen vele collega's hebben meegewerkt. Sinds 1974 werden op een groot aantal percelen door heel Nederland alle ziekten en plagen in kaart gebracht. Deze inventarisatie had een zeer belangrijke waarschuwingfunctie. Nieuwe fyso's werden vroegtijdig gesignaleerd zodat de nodige voorzorgsmaatregelen konden worden genomen om het aantal of de hevigheid van nieuwe epidemieën te reduceren door gebruik te maken van andere rassen of andere gewasbeschermingsmaatregelen. In het hier getoonde overzicht (Tabel 1) wordt al snel duidelijk dat het belang van roesten en andere ziekten door de jaren heen drastisch is afgenomen. De hierboven geschetste ontwikkelingen op verdelingsgebied en vooral de toepas-

sing van fungiciden hebben hierop ontegenzeggelijk een grote invloed gehad. De belangrijkste boosdoener in tarwegewassen is op dit moment de al sinds jaar en dag aanwezige, maar slecht begrepen septoria bladvlekkenziekte die wordt veroorzaakt door *Mycosphaerella graminicola*. Een schimmel die in heel Europa voor grote problemen zorgt, met name na zachte winters en die beleven we momenteel vrijwel elk jaar. Daarnaast zijn er enkele tijdelijke pieken te constateren. Bijvoorbeeld, sinds 1997, gele bladvlekkenziekte veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (vaak DTR genoemd) en vooral *Fusarium* in 1997 en 1998. Ook dit jaar lijkt *Fusarium* in alle hevigheid op te treden. Is hier sprake van een trend? Neemt de incidentie van *Fusarium*, voorheen gemiddeld eens per tien jaar, toe? We weten het niet. Precieze cijfers voor 2002 ontbreken hetgeen de functie van een nationale ziekteninventarisatie als hulpmiddel voor het signaleren van problemen nadrukkelijk onderstreept. Toch werd deze ruim 25-jarige traditie, wegens gebrek aan belangstelling, en dus ook aan financiële middelen, met ingang van 2002 beëindigd. Het is niet de eerste keer dat programma's aan hun eigen succes ten onder gaan! Het verwerven van inzicht over het verloop van ziekten en plagen in de Nederlandse graanteelt behoort daarmee tot het verleden.



Figuur 4. Symptoom van Septoria bladvlekkenziekte van tarwe veroorzaakt door de schimmel *Mycosphaerella graminicola* (boven) met daaronder een detailopname van één ongeslachtelijk vruchtlichaam (pycnide)