

VOORKOMEN EN BEHEERSEN VAN PLAGEN: EEN KUNST APART

J.C. van Lenteren en M. Dicke

Laboratorium voor Entomologie, Wageningen Universiteit

Vanaf het ontstaan van de landbouw - zo'n 10.000 jaar geleden - tot 1945 pasten boeren veel verschillende methoden toe om plagen te voorkomen en te beheersen. Boeren waren heel goed op de hoogte van maatregelen die ze konden gebruiken bij de inrichting van hun akkers om de ontwikkeling van plagen te voorkomen. De afwisseling van gewassen op hetzelfde perceel (vruchtwisseling) met ruime tussenperioden van vele jaren en het planten van gewassen die bodemziekten en plagen onderdrukken, vormden de eerste verdedigingslijn. Planten die resistent waren (van 'nature', of verkregen via kunstmatige selectie) vormden de tweede verdedigingslijn. Tenslotte was er een diversiteit aan bestrijdingsmethoden als laatste verdedigingslijn: van plakvallen tot middelen zoals arseen en nicotine.

Tot ongeveer 1800 wisten boeren niet precies waarom die uiteenlopende methoden 'werkten'. Het succes van een methode was voldoende om deze te blijven gebruiken, ervaringskennis was de basis voor gewasbescherming. Pas de laatste eeuwen is inzicht ontstaan in de werking van de verschillende gewasbeschermingsmethoden. Boeren waren in de periode 1800 tot 1945 in feite heel goed in het toepassen van ecologische methoden: ze wisten het ecosysteem zodanig in te richten dat ziekten en plagen weinig kansen kregen. Door bijvoorbeeld verschillende gewassen na elkaar te telen en hun land tussendoor braak te laten liggen, kregen ziekteverwekkers en insecten niet de tijd zich te vestigen.

De vondst dat insecten, mijten, aaltjes en schimmels op eenvoudige wijze gedood konden worden met behulp van synthetische chemische verbindingen, veranderde het beeld van de gewasbescherming ingrijpend. Vanaf 1945 ziet men een vrijwel totale fixatie op chemische bestrijding als de methode bij uitstek, wat vandaag de dag helaas nog steeds de ontwikkeling van andere methoden vaak in de weg staat. Lange tijd werd in de wetenschappelijke bladen verkondigd, dat het bestrijden van ziekten en plagen waarschijnlijk binnen enkele decennia tot het verleden zou kunnen behoren: met de krachtige nieuwe chemische middelen zouden plagen uitgeroeid worden. Deze 'chemofiele' manier van denken over gewasbescherming heeft zo'n 45 jaar de boventoon gevoerd. Op publicaties van ecologen en anderen die zich inzetten voor het milieu in de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw werd aanvankelijk gereageerd met schampere opmerkingen, maar later – na het optreden van vergiftigingen bij mens en dier, na ernstige vervuiling van het milieu en na het ontstaan van grootschalige resistentie tegen chemische middelen - realiseerde vrijwel iedereen zich dat de chemische bestrijding ook grote problemen kon veroorzaken en zeker niet tot duurzame oplossingen binnen de gewasbescherming zouden leiden. In de jaren negentig van de vorige eeuw ziet men dan ook een wereldwijde tendens tot een sterke vermindering van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen, tot het stimuleren van geïntegreerde bestrijding, of zelfs tot de productie van gewassen zonder toepassing van chemische bestrijding.

Momenteel worden bepaalde maatregelen van voor 1945 weer toegepast en zijn er enkele nieuwe methoden ontwikkeld. In de tabel hiernaast zijn alle methoden voor gewasbescherming samengevat.

De rol van transgene planten in de gewasbescherming

Het gebruik van transgene planten neemt zeer snel toe. Transgene planten die ontwikkeld zijn met het oog op gewasbescherming zijn herbicidentolerante planten (71 % van het areaal transgene planten in 1999) en toxineproducerende planten tegen insecten (22 % van het areaal in 1999). Van die laatste groep zijn tot nu toe alleen planten die *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxinen produceren op de markt gebracht, vooral maïs, sojabonen en katoen. Deze toxinen zijn zeer specifiek werkzaam tegen een kleine groep insecten, bijvoorbeeld tegen rupsen of tegen kevers.

De verwachting is dat de teelt van transgene gewassen die resistent zijn tegen herbiciden of tegen insecten het gebruik van herbiciden respectievelijk insecticiden zal beperken. In de praktijk is dit mogelijk, maar niet in alle gevallen. Bij Bt gewassen bijvoorbeeld neemt het gebruik van insecticide alleen af, als het gaat om insecten waartegen het Bt toxine effectief is. Andere plagen hadden echter meer bespuitingen nodig, omdat daar het Bt toxine minder effectief tegen werkte.

Bt toxine is een veel gebruikt middel in de landbouw. Met name in de biologische landbouw wordt Bt toxine gebruikt als specifiek middel tegen bepaalde insectenplagen. Bt toxine is echter instabiel en blijft na bespuiting slechts beperkte tijd actief op het gewas. In een transgeen gewas met Bt toxine is dit toxine altijd aanwezig in alle delen van de plant, tenzij de productie ervan zodanig gereguleerd wordt dat het alleen in bepaalde delen van een plant gemaakt wordt en pas na vraat door een bepaald insect. Dit is echter nog niet het geval bij de huidige commerciële transgene gewassen. Alle insecten die van zo'n de plant eten, staan dus bloot aan het toxine. Dit kan twee gevolgen hebben: (1) er treedt een versnelde ontwikkeling van resistentie op in de insectenpopulatie en (2) het toxine kan zich in plaaginsecten (hier juist geen komma, want dat zou betekenen dat alle plaaginsecten geen last zouden hebben) die er geen last van hebben ophopen en een negatief effect hebben op biologische bestrijders van de plaaginsecten. Van beide gevolgen zijn voorbeelden bekend. Men heeft bijvoorbeeld resistentie tegen Bt toxine gevonden in de koolmot *Plutella xylostella*; ook is er een verhoogde sterfte gevonden in een biologische bestrijder, de gaasvlieg *Chrysopa carnea*, als deze rupsen consumeerde die Bt-maïsplanten gegeten hadden. Daarnaast is het mogelijk dat de transgenen via stuifmeel terechtkomen in [het gaat erom dat de eigenschappen via stuifmeel worden overgedragen naar het genoom van wilde planten, niet dat het stuifmeel op de bladeren van de plant terchtkomt] wilde planten, wat zou kunnen leiden tot insectenresistente onkruiden. Hoe groot dit risico is, zal o.a. afhangen van de mogelijkheden die het transgen de onkruidplant biedt om te overleven.

Concluderend kan worden gesteld dat plaagresistente transgene planten voor de korte termijn een alternatief bieden voor chemische bestrijding. Net als chemische bestrijdingsmiddelen hebben ze echter vergelijkbare nadelen: de plaagorganismen doorbreken de resistentie en andere organismen, onschuldige planteneters of hun natuurlijke vijanden, kunnen het slachtoffer worden. Daarnaast kunnen de genen – en dus ook de transgenen - uit de huidige generatie transgene planten zich via stuifmeel verspreiden naar andere planten.

Voor al deze nadelen zijn oplossingen denkbaar, zowel in technologische als in landbouwkundige zin. Of deze oplossingen op de lange termijn werkzaam zijn in de praktijk moet nog blijken.

Overzicht van gewasbeschermingsmethoden

De tabel hieronder geeft een overzicht van de gewasbeschermingsmethoden met de mate van gebruik (+ = algemeen gebruikt, - = niet gebruikt, +/- = niet algemeen gebruikt) in de periode van ca. 10.000 jaar geleden tot 1945, 1945 – 2000 en de periode na 2000.

Voorkomen van plagen.

Jaarlijks komen op natuurlijke en onnatuurlijke wijze duizenden plaagorganismen ons land binnen. Door middel van *inspectie en quarantaine* worden er veel onderschept. Maar ondanks die maatregelen vestigt zich vrijwel elk jaar een nieuwe ziekte of plaag in Nederland, zoals bijvoorbeeld wittige vlieg-, bladmineerder- en thripssoorten. Infectie van een gewas gedurende de teelt kunnen boeren voorkomen door een goede *bedrijfshygiëne* en het aanschaffen van *ziekte- en plaagvrij zaad* of plantmateriaal.

Beheersen van plagen

Vervolgens kunnen boeren vestiging van plaagorganismen voorkomen of uitbreiding ervan tegengaan met *cultuurmaatregelen*. Hiertoe behoren maatregelen zoals beperking van de teelt van een gewas tot locaties met een gering risico van optreden van een plaag, vruchtwisseling, mengteelten, bedrijfshygiënische maatregelen, aanpassing van de perioden van zaaien en oogsten. Deze methoden om plagen te voorkomen worden van oudsher zeer veel toegepast.

De teelt van rassen die bestand zijn tegen plagen vormt een belangrijke bouwsteen van de zg. geïntegreerde bestrijding. In de loop van de evolutie hebben planten diverse verdedigingsmechanismen ontwikkeld, die met de algemene term *waardplantresistentie* worden aangeduid. Soms is de resistentie absoluut en wordt de groei van de belager volledig geblokkeerd: er is geen aantasting. Voorbeeld hiervan is de commercieel toegepaste resistentie in ijsbergsla tegen een bladluissoort. Veel vaker gaat het echter om een gedeeltelijke resistentie en zijn aanvullende bestrijdingsmethoden nodig om de populaties plaagorganismen tot een laag niveau terug te brengen:

- Bij *mechanische bestrijding* verwijdert of doodt men plaagorganismen met behulp van werktuigen, zoals bijvoorbeeld het wieden van onkruiden met schoffelmachines en het wegzuigen van insecten in het gewas met grote ‘stofzuigers’.
- *Fysische bestrijding* is bijvoorbeeld het stomen van de grond waardoor ziekte- en plaagorganismen worden gedood, of het plaatsen van kleurvallen met een kleefstof, die insecten aantrekken.
- *Aantrekkende/afwerende verbindingen en smaakvergallers* kunnen op allerlei manieren worden gebruikt om plaagorganismen te lokken of af te stoten.
- *Feromonen* vormen een speciale categorie van deze aantrekkende/afwerende stoffen. Het zijn chemische verbindingen die als geurstof door een organisme voor communicatie met soortgenoten worden gebruikt. Seksferomonen bijvoorbeeld worden meestal in zeer lage concentraties geproduceerd door vrouwtjes om mannetjes te lokken. Zulke feromonen heeft men nagemaakt om de aanwezigheid van plaagorganismen in een gewas te ontdekken en mannetjes te verwarren zodat ze geen vrouwtjes meer vinden voor de voortplanting.
- Synthetische nabootsers van door insecten geproduceerde *hormonen* kan men gebruiken om de ontwikkeling van plaagorganismen te ontregelen waardoor voortplanting onmogelijk wordt.
- Bij *genetische bestrijding* gaat het ook om vermindering van de voortplanting. Hierbij worden grote aantallen mannetjes door middel van bestraling gesteriliseerd en vervolgens losgelaten. Hiermee wordt bereikt dat de populatie van het plaagorganisme afneemt.

- Bij *chemische bestrijding* maakt men meestal gebruik van synthetische verbindingen, die algemene fysiologische processen in insecten ontregelen, waardoor naast het plaaginsect ook veel nuttige insecten, zoals bijen worden gedood. Selectieve werking is daarom belangrijk, maar helaas zijn middelen met die eigenschap nog vrij schaars. Chemische bestrijding met selectieve middelen kan men bovendien combineren met andere methoden, zoals biologische bestrijding.
- Bij de *biologische bestrijding* verkleint men de plaagpopulatie door middel van het inzetten van natuurlijke vijanden zoals ziekteverwekkers, parasieten, sluipwespen en predatoren. Sinds het einde van de negentiende eeuw wordt biologische bestrijding op grote schaal toegepast tegen insecten en onkruiden. Een Australisch lieveheersbeestje werd in 1888 met groot succes in de Verenigde Staten ingezet tegen een uit Australië afkomstige en ongewenste schildluis die de sinaasappelteelt in Californië bedreigde. In 1897 hielp dit beestje Portugese boeren de schildluizenplaag te bestrijden en sindsdien ook boeren elders in Europa. Een recente ontwikkeling is de bestrijding van schimmelziekten met biologische bestrijding.

Tabel

Methode

| | Empirisch - 10.000 – 1945 | Chemisch 1945-2000 | Ecologisch vanaf 2000 |
|--|--|-------------------------------------|--|
| <i>Voorkomen van plagen</i> | | | |
| Voorkom introductie in land of geïsoleerd gebied (inspectie en quarantaine) | +/- | + | + |
| Gebruik 'schoon' zaaizaad op plantgoed (ontsmetten en/of behandelen voor vervoer) | +/- | + | + |
| Zorg dat het bedrijf schoon is (ontsmetten) | +/- | + | + |
| Voorkom introductie van het plaagorganisme tijdens de kweekperiode (bedrijfshygiëne) | +/- | + | + |
| <i>Beheersen van plagen</i> | | | |
| Het nemen van cultuurmaatregelen | + | +/- | + |
| Het gebruik van (gedeeltelijk) resistente (transgene) waardplanten | + | +/- | + |
| Het gebruik van (één van) de volgende bestrijdingsmethoden: | | | |
| * mechanische bestrijding | + | - | + |
| * fysische bestrijding | + | +/- | + |
| * bestrijding met lok- en afweerstoffen | +/- | - | + |
| * bestrijding met feromonen | - | +/- | +/- |
| * bestrijding met hormonen en hormoonantagonisten | - | +/- | +/- |
| * genetische bestrijding | - | +/- | +/- |
| * chemische bestrijding | - | + | +/- |
| * biologische bestrijding | + | +/- | + |
| <i>Geïntegreerde bestrijding</i> | | | |
| Het intelligent combineren van diverse methoden om het milieu minimaal te belasten | +/- | - | + |