

# Ontwikkelingen rond resistente onkruiden; gevaren en beheersmogelijkheden

R.Y. van der Weide<sup>1)</sup>, M.G. van Zeeland<sup>1)</sup>, R.D. Timmer<sup>1)</sup>, A.Th.J. Koster<sup>2)</sup>, E.S.N. Mol<sup>3)</sup>, A.J.W. Rotteveel<sup>3)</sup>, R. Bulcke<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad, rommie.vanderweide@wur.nl

<sup>2)</sup> Praktijkonderzoek Plant en Omgeving bollen en bomen, Postbus 85, 2160 AB Lisse

<sup>3)</sup> Plantenziektenkundige Dienst, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen

<sup>4)</sup> Universiteit Gent, Coupure Links 653, B-9000 Gent, België

**Het optreden van resistentie bij onkruiden voor herbiciden is een gevaarlijke ontwikkeling binnen de onkruidbestrijding. Door andere fusies binnen de gewasbeschermingsindustrie en de kosten voor toelating van middelen, zijn minder middelen met een verschillend werkingsspectrum en een nieuwe werkingwijze beschikbaar. Als de beschikbare herbiciden eenzijdig en grootschalig worden ingezet, ook bij herbicideresistente GM gewassen, kan het verschijnen van resistentie bij onkruiden worden versneld.**

## Terminologie

Resistentie bij onkruiden kan worden omschreven als: de nieuw verkregen erfelijk bepaalde mogelijkheid om een zekere dosis herbicide te overleven, welke onder normale veldomstandigheden tot een effectieve bestrijding zou hebben geleid.

Resistentie is in deze context een evolutieproces. De populatie, en niet de individuele plant verandert van gevoelig naar verminderd gevoelig, waarbij het aandeel resistente planten in de populatie toeneemt in de tijd. Over het algemeen gesproken is resistentie tegen herbiciden, die normaal gesproken effectief zijn slechts in zeer lage frequentie ( $1 \times 10^{-6}$  of minder) in een onkruidpopulatie, totdat selectie met herbiciden effectief wordt.

Soms wordt oneigenlijk de term resistent (R) gebruikt op bijvoorbeeld gewasbeschermingslabels terwijl het dan planten betreft die

van nature ongevoelig voor het middel zijn. De correcte term van dergelijke soorten is dat ze tolerant zijn voor het bepaalde herbicide.

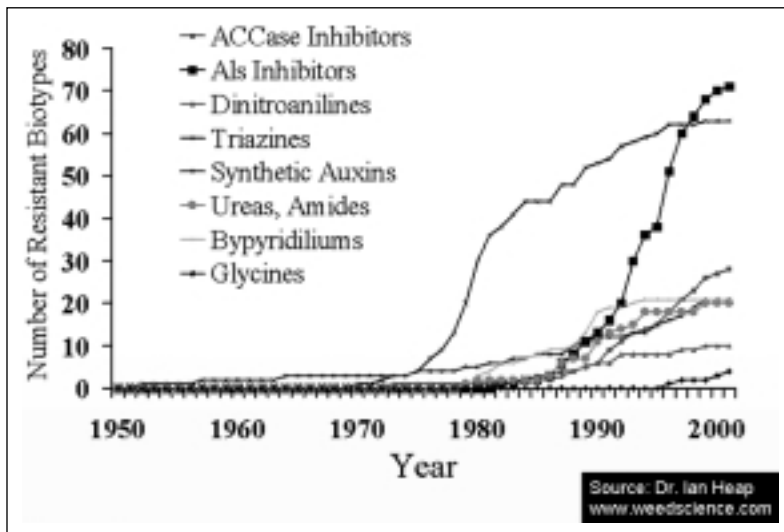
Het ontstaan van resistentie van het onkruid tegen een bepaald herbicide door één werkingsmechanisme kan ook resistentie tegen andere herbiciden geven, veelal tegen stoffen met hetzelfde werkingsmechanisme. Dit wordt positieve kruisresistentie genoemd. Indien resistente onkruiden juist gevoeliger worden voor andere herbiciden, spreekt men van negatieve kruisresistentie.

De classificatielijst van herbiciden (HRAC-website zie verder) geeft een indicatie van de kans op het optreden van kruisresistentie bij verwante middelen. Kruisresistentie is vaak een belangrijke oorzaak van voor de gebruiker onverwachte resistentie en daardoor verminderde werking van de herbiciden. Wanneer de resistente planten over meerdere resistentiemecha-

nismen beschikken, spreekt men van meervoudige resistentie. Het is in dat geval vaak onmogelijk om een enkelvoudig afgebakend mechanisme te definiëren. Daarom wordt de term meervoudige resistentie vaak gebruikt om resistentie tegen een reeks herbiciden met verschillende werkingsmechanismen te beschrijven, ongeacht de resistentiemechanismen die daarbij voorkomen.

## HRAC-website

Herbiciden zijn ingedeeld in groepen door het HRAC (= Herbicide Resistance Action Committee). In dit comité werken onderzoekers uit de gewasbeschermingsindustrie samen. Zij heeft werkgroepen waaraan ook onderzoekers uit onafhankelijke instituten, toelatingsinstanties en universiteiten deelnemen. Die koppelen regionaal terug naar een informeel netwerk van landelijke comités. De Benelux heeft een resistentiewerkgroep en er is een EWRS (European Weed Research Society) -resistentie werkgroep. De HRAC heeft het classificatiesysteem opgezet om tot een uniform classificatiesysteem van herbiciden te komen dat wereldwijd erkend en gebruikt kan worden. De herbiciden zijn ingedeeld naar werkingsmechanisme. Nieuwe herbiciden moeten vol-



Figuur 1. Aantal resistente onkruidbiotypen tegen herbiciden uit verschillende groepen.

gens dit systeem worden ingedeeld.

Op de website van de HRAC ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)) wordt informatie gegeven over resistente onkruiden. Tevens kunnen waarnemingen van resistentie en gepubliceerde artikelen over resistentie worden aangemeld. Dat wordt alleen door de nationale groepen gedaan waardoor voldoende kwaliteitsbewaking ontstaat. De website geeft onder andere een lijst van resistente onkruiden naar werkingsmechanisme. Zo worden tijdstip en plaats van waarnemen en frequentie van aantal gevallen weergegeven. Hierdoor kan zicht worden gehouden op de ontwikkeling (evolutie) van herbicidenresistentie bij onkruiden en wordt overzicht verkregen welke invloed resistentie wereldwijd heeft.

## Problemen met onkruidresistentie wereldwijd

In totaal zijn er vijftien herbicidengroepen waarvoor resistentie bekend is en er waren begin 2005 292 resistente biotypen geregistreerd bij de HRAC. Voor 1985 werd voornamelijk resistentie tegen triazi-

nen (bijvoorbeeld atrazin en simazin) gevonden, maar na 1985 ook tegen andere herbicidengroepen. Vooral resistentie tegen de aminozuursyntheseremmers (ALS-remmers, bijvoorbeeld sulfonyl-urea) en de vetzuursyntheseremmers (ACCase-remmers, b.v. 'foppen' en 'dimmen') nam sterk toe (fig. 1). Naast dat er meer gevallen van resistentie bekend werden, werd ook het bewustzijn dat resistentie plaatsvindt groter. Veel resistente biotypen verspreiden zich op kleine schaal en hebben weinig invloed. Andere resistente biotypen kunnen nog bestreden worden door bijvoorbeeld een herbicide met

een ander werkingsmechanisme toe te passen (bijvoorbeeld triazine resistente onkruiden). In sommige situaties biedt niet-chemische bestrijding uitkomst, in andere gevallen (grootschalige extensieve akkerbouw) is dat economisch en arbeidstechnisch niet haalbaar. Helaas is in de meeste landen door gebrek aan goede documentatie vaak de grootte van het gebied dat beïnvloed wordt door een resistent onkruid en de economische invloed daarvan niet bekend.

De ontwikkeling van resistentie in situaties waar geen alternatieve herbiciden beschikbaar zijn, of onvoldoende effectief zijn, vormt een behoorlijke bedreiging, in het bijzonder die in biotypen met een meervoudige resistentie. Bijzonder zorgelijk is de situatie in Australië waar met name in de raaigrassen op grote arealen resistentie bestaat tegen diverse groepen herbiciden en waar bovendien sinds 1996 ook resistentie tegen middelen op basis van het veelgebruikte glyfosaat is gevonden (zie fig. 2). Ook in Europa is op dit moment sprake van problemen met meervoudige resistentie in raaigrassen en bij de grote klaproos (nog geen glyfosaatresistentie). Er is wel melding gemaakt van glyfosaatresistentie in *Conyza bonariensis* in Spanje.



Figuur 2. Glyfosaat resistent raaigras in Australië.

ARTIKEL

## Problemen met onkruidresistentie in Nederland

In de jaren tachtig werd vooral resistentie tegen fotosyntheseremmers gevonden. Onder andere resistentie tegen atrazin toegepast in maïs tegen varkensgras, melganzevoet en zwarte nachtschade, en simazin toegepast in boomgaarden tegen straatgras en klein kruiskruid. Dit probleem werd in de praktijk opgelost door af te wisselen of te mengen met andere herbiciden met een ander werkingsmechanisme waartegen geen resistentie was. Beide werkzame stoffen zijn niet meer toegelaten. Echter een aantal nog wel veel gebruikte herbiciden behoren tot dezelfde chemische groep (terbutylazin, chloridazon, metribuzin, metamitron). Alertheid is zeker op zijn plaats op percelen waarop langdurig atrazin of simazin gebruikt werd. Door het gebruik van veronkruidde maïs als veevoer en onvoldoende lang bewaarde mest kunnen de resistente soorten ook op andere percelen terechtgekomen zijn. Op deze manier is hanenpoot (overigens niet resistent) ondertussen over een groot deel van Nederland verspreid. Zeker daar waar één van bovenstaand genoemde herbiciden sec word ingezet, kan resistentie de reden zijn van een tegenvallend bestrijdingsresultaat.

Naar aanleiding van de meldingen begin jaren negentig van resistente duist tegen chloortoluron en isoproturon, en later ook tegen de 'foppen' en de 'dimmen', heeft PPO-AGV veldonderzoek gedaan naar resistente duist in wintertarwe en zomergranen. Daarnaast bestond de mogelijkheid voor telers om een duistmonster in te sturen welke in de kas getoetst werden. In 2002 is ook een enquête verzonden aan zomergersttelers in het Noordoosten van het land. Ongeveer 200 van de ruim 700 aangeschreven telers hebben gere-

ageerd. Van de telers die reageerden bleek 45% geen problemen met duist te hebben, in geen enkel gewas. Dit waren vooral telers op dalgrond. Bij de 55% die wel problemen hadden was dit bij slechts enkelen een specifiek probleem in zomergerst. In 90% van de gevallen ging het om een duistprobleem op het hele bedrijf. Gewassen waar de meeste problemen met duist voorkwamen waren wintertarwe (70%) en suikerbieten (15%). De meeste telers die problemen hebben/verwachten spuiten een non-selectief herbicide voor het zaaien.

Voor het bepalen van de mate van resistentie van de ingezonden duistmonsters wordt gebruik gemaakt van het sterrenclassificatiesysteem ontwikkeld door Stephen Moss van Rothamsted-Research. Een vergelijkbaar systeem is ook ontwikkeld voor wilde haver en Italiaans raaigras. Met dit systeem wordt de mate van gevoeligheid voor een herbicide van een verdacht monster vergeleken met een gevoelige testpopulatie en een resistente testpopulatie.

PPO-AGV onderzoekt ook in hoeverre er resistentieproblemen voorkomen bij andere grassen (dit onderzoek wordt betaald door het Hoofdproductschap Akkerbouw). In twee veldproeven en twee kasproeven werd de gevoeligheid van hanenpoot voor verschillende maïsherbiciden getoetst. Er werd wel verminderde gevoeligheid tussen de populaties gevonden, echter van een duidelijk resistentieprobleem was (nog) geen sprake. Dit geldt ook voor het beperkte aantal windhalm monsters dat werd getest. In de praktijk blijken er ook andere oorzaken waardoor een herbicide een tegenvallend resultaat geeft, onder andere gebrek aan nawerking waardoor nakiemers al snel zo groot zijn dat het lijkt of het middel niet werkte, foute toediening etcetera.

## Problemen met onkruidresistentie in België

Globaal genomen kan worden gesteld dat er een grote mate van overeenkomst is tussen de ontwikkeling van herbicidenresistentie in België met deze in Nederland. Ook hier viel er een explosieve uitbreiding van triazine-resistente onkruidbiotypen in de vroege tachtiger jaren vast te stellen; in maïs ten aanzien van atrazin vooral bij melganzevoet en zwarte nachtschade en in boomkwekerij en boomgaarden ten aanzien van simazin vooral bij straatgras, klein kruiskruid en beklierde basterdwederik. Iets later dan in Nederland zijn in België de laatste toepassingen van atrazin bevattende mengsels evenals simazin in zicht. Zoals in Nederland blijven diverse herbiciden van dezelfde groep gangbaar in maïs (terbutylazin), (suiker)biet (chloridazon, metamitron) en aardappel (metribuzin). Recent werd bij melganzevoet, afkomstig van diverse percelen suikerbiet, resistentie ten aanzien van metamitron vastgesteld. Momenteel is niet duidelijk of het hier gaat om kruisresistentie van atrazin-resistente populaties met kruisresistentie ten aanzien van metamitron, dan wel of dit bietenherbicide zelf de resistentie selecteerde.

In Vlaanderen werd in de negentiger jaren resistentie ten aanzien van paraquat gedetecteerd bij telkens één populatie respectievelijk van straatgras (hopaanplanting) en Canadese fijnstraal (boomkwekerij). In beide gevallen was er een langdurig herhaalde eenzijdige inzet van dit contactherbicide en bleef de economische impact uiterst beperkt door de mogelijkheden om andere herbiciden (glufosinaat-ammonium en glyfosaat) in te zetten.

In wintertarwe werd halverwege de negentiger jaren bij één Westvlaamse populatie van wilde haver resistentie ten aanzien van ACCa-

se-remmers vastgesteld. Zoals in Nederland concentreren dé resistentieproblemen in graangewassen, hoofdzakelijk wintertarwe, zich bij duist. Nadat deze problematiek tot begin van de negentiger jaren erg gering van omvang was en beperkt bleef tot chloortoluron, kwam ze kort na de introductie van de ACCase-remmers fenoxaprop en clodinafop in een stroomversnelling terecht. Momenteel komen duistpopulaties met soms complexe patronen van resistentie en kruisresistentie in steeds meer (wintertarwe)velden voor, hoofdzakelijk in de West-Vlaamse polders doch ook in enkele gebieden in Wallonië. Bij suikerbiet in de vruchtwisseling worden af en toe problemen met resistente duist gesignaleerd.

## Voorkomen en beheersen van resistentie

Veelvuldig gebruik van herbiciden met hetzelfde werkingsmechanisme op hetzelfde perceel moet worden vermeden. De komende jaren worden de meeste resistentie problemen verwacht in gebieden waar beperkte vruchtwisseling is (granen in Oldambt en Westvlaamse polders, monoculturen maïs op diverse plaatsen in Nederland en België) of in teelten waar een beperkt of eenzijdig middelenpakket beschikbaar is (vaak, maar niet altijd relatief kleine gewassen), die intensief verbouwd worden zonder voldoende vruchtwisseling on-

der ander diverse groenten, fruit en sierteelten.

Om resistentieontwikkeling te voorkomen is naast vruchtwisseling, het gebruik van preventieve methoden om onkruiden te beheersen, het afwisselen van de verschillende bestrijdingsmethoden en de herbiciden met een verschillend werkingsmechanisme (alleen indien ze toegelaten zijn, werkzaam zijn, enzovoort) belangrijk. In dit licht is geïntegreerde onkruidbestrijding de beste methode om het risico op resistentie te verminderen.

Vaak wordt gewezen op het risico van het gebruik van doseringen die afwijken van de dosering op het etiket. Indien men overdoseert zal men snel en effectief selecteren op de zeldzame, volledig resistente exemplaren. Wanneer men overdoseert en daarmee een deel van de populatie laat staan (onder de economische schadedrempel) dan kunnen partieel resistente planten overleven, en bovendien kruisen waardoor over de jaren de resistentiefactor toeneemt totdat het middel onwerkzaam is. In principe wordt echter bij lage, aangepaste doseringen en MLHD systemen niet met suboptimale doseringen gespoten maar op grond van kennis van de situatie daarop afgestemde doseringen gebruikt die voldoende effectief zijn, dan wel gecombineerd met andere bespuitingen/maatregelen effectief zijn. En dode onkruiden planten zich niet voort!

Verder kan de toepassing van systemen gebaseerd op het 'integreren' van verschillende herbiciden

effectief zijn. Hierbij kan het zowel gaan om het mengen van herbiciden als om het opeenvolgend toepassen van herbiciden(mengsels). Dit laatste is bijvoorbeeld het geval bij de beheersing van resistente duist in wintertarwe waar een herbicidetoepassing in het najaar wordt gevolgd door één in het voorjaar. Bij het mengen van herbiciden om ontwikkeling van resistentie te voorkomen of te vertragen dient aan een aantal voorwaarden te worden voldaan. De herbiciden moeten:

- een vergelijkbaar werkingspectrum hebben;
- dezelfde effectiviteit bezitten;
- rijwel dezelfde persistentie hebben;
- verschillende werkingsmechanismen hebben;
- op verschillende wijze afgebroken worden;
- bij voorkeur negatieve kruisresistentie vertonen.

Een praktisch probleem hierbij is dat deze combineerbare middelen niet of nauwelijks beschikbaar zijn. Dit komt mede door de versmalling van het beschikbare middelenpakket. Afwisselen is daarvoor meestal de enige bruikbare weg.

Daarnaast is het nodig detectiesystemen te ontwikkelen en regelmatig te monitoren om tijdig een mogelijke resistentie te kunnen onderkennen. Waarna resistentie-management veelal op bedrijfsniveau kan plaatsvinden en verdere verspreiding van de resistente populaties naar andere percelen zoveel mogelijk kan worden voorkomen.

ARTIKEL