

Effecten van herbiciden op zoomvegetaties: EPPO-model (Effects of Pesticides on Plants)

Marleen Riemens, Tom Dueck, Roel Groeneveld, André Uffing, Jacques Davies, Corné Kempenaar

Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, e-mail: marleen.riemens@wur.nl

In de afgelopen jaren is er steeds meer belangstelling gekomen voor de ecologische waarde van zoomvegetaties rondom akkers. Het groene netwerk dat deze zoomvegetaties vormen, maakt deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Veranderingen van de vegetaties in deze ecologische corridors kunnen de hele EHS raken. De planten in de vegetaties zijn van belang voor andere organismen zoals vogels en insecten en voorzien hen van voedsel, een schuilplaats en een plek om zich voort te planten (Free-mark & Boutin, 1995; Moreby & Southway, 1999). Chemische stoffen zoals herbiciden kunnen een grote impact hebben op een zoomvegetatie (Jong & Udo de Haas, 2001). Veranderingen in de soortensamenstelling van zoomvegetaties als gevolg van het gebruik van herbiciden op nabijgelegen akkers zijn in verschillende studies waargenomen (Jobin *et al.*, 1997; Marrs *et al.*, 1989).

Inleiding

Er zijn twee manieren waarop de EHS tegen de effecten van herbiciden beschermd kan worden. Allereerst door rondom akkers zogenaamde bufferzones in te stellen voor herbiciden en overige pesticiden. Hoewel men het eens is over het feit dat de zoomvegetaties beschermd moeten worden is er geen overeenstemming over de mate waarin. Veel vragen zijn nog onbeantwoord, zoals: welke soorten willen we beschermen? Welke effecten vinden we acceptabel? Hoe lang mag een effect zichtbaar blijven? Deze zullen door het beleid (aangegeven door de maatschappij) beantwoord moeten worden. Vanuit het onderzoek kan op deze vragen geen duidelijk antwoord gegeven worden. Wel kan het onderzoek bijdragen aan de discussie door de ontwikkeling van kennis en hulpmid-

delen waarmee de gevolgen van bepaalde keuzes voorspeld kunnen worden. Daarnaast kan bij de toelating van bestrijdingsmiddelen specifiek gelet worden op de effecten op hogere terrestrische planten. Op dit moment is er vanuit de EPPO council (European Plant Protection Organisation) een richtlijn voor het bepalen van de risico's van gewasbeschermingsmiddelen voor terrestrische hogere planten in niet-doelgebieden (Anonymus, 2003). Het gaat om een getrappt systeem met twee stappen. In de eerste stap wordt een screening uitgevoerd in de kas met één dosering (op of boven de maximale toediening) op een range van minimaal zes soorten. Dit betreft zowel mono- als dicotylen, uit verschillende families. Indien er bij de eerste stap fytoxische effecten worden geconstateerd, wordt de tweede stap uitgevoerd. Daarin

wordt het effect gekwantificeerd door het maken van dosis-effectrelaties voor minstens zes soorten uit families waarvoor effecten gevonden zijn. In de huidige EPPO-richtlijn worden deze stappen uitgevoerd in een kas. Over een aantal factoren die van invloed kunnen zijn op de effecten van herbiciden op planten in het veld is weinig kennis voorhanden en die worden dan ook niet meegenomen in de EPPO richtlijn. Het gaat hierbij om zaken als het ontwikkelingsstadium van de plant, reproductie en herstel, maar ook verschillen tussen kas- en veldplanten, en tussen individuen en vegetaties. Hierdoor kunnen de ingeschatte risico's over- of onderschatten zijn van de daadwerkelijke effecten. Toch wordt er gesproken over een nadere invulling van de tweede stap in de nabije toekomst.

Binnen het project "Neveneffecten van pesticiden op zoomvegetaties" dat uitgevoerd wordt bij Plant Research International wordt gewerkt aan een model dat inzicht geeft in afstanden waarover herbiciden neveneffecten hebben op zoomvegetaties, als gevolg van druppeldrift. Het model sluit aan op de door EPPO opgestelde richtlijn. Daarnaast heeft het project tot doel leemtes in kennis te vullen over factoren die een rol spelen bij de effecten van herbiciden op hogere niet-doelplanten. In de

volgende paragrafen worden dit model en de uitgevoerde experimenten kort beschreven.

EPOP (Effects of Pesticides On Plants)-model

Met het EPOP model (Riemens *et al.*, 2004) kunnen de waarschijnlijkheid en de grootte van effecten op vegetaties door druppels pesticiden die na drift op de planten terechtkomen gemodelleerd worden. Hiertoe moeten drie stappen doorlopen worden (Figuur 1):

1. Berekening van de verspreiding van druppels herbiciden als gevolg van drift: emissiecurve.
Bij deze stap wordt gebruik gemaakt van het IDEFICS-model dat bij het voormalige IMAG is ontwikkeld (Holterman *et al.*, 1997). Een emissiecurve wordt bepaald op basis van: gewashoogte, hoogte van de spuit, dooptype, windsnelheid, luchtvochtigheid, temperatuur, spuitvolume en spuitdruk.
2. Bepaling van een dosis-effectcurve. Vervolgens kan aangegeven worden wat een effect is van een bepaald middel op specifiek te beschermen soorten. Dit gebeurt middels een

dosis-effectcurve. Naast de biomassa kan hier gekozen worden voor andere relevante effectparameters zoals zaadproductie, fotosynthese, etc.

3. Koppeling van emissie- en dosis-effectcurves. Uiteindelijk produceert het model de relatie tussen een bepaalde afstand tot een bespoten veld en de te verwachten effecten op vegetatie op die afstanden door koppeling van de emissie- en dosis-effectcurves.

Leemtes in kennis

Om een aantal vragen omtrent de effecten van herbiciden op niet-doel planten te kunnen beantwoorden is een tweetal experimenten uitgevoerd. Beoogd werd de volgende vragen te beantwoorden:

- wat is de relatie tussen de effecten op planten die in de kas en effecten op planten die in het veld opgekweekt zijn?
- wat is de invloed van het ontwikkelingsstadium van de plant op het moment van bespuiting?
- wat is het effect van bespuiting van de moederplant op de zaadproductie en opkomst van zaailingen? (experiment 1)
- zijn effecten gemeten aan individuele planten te vertalen

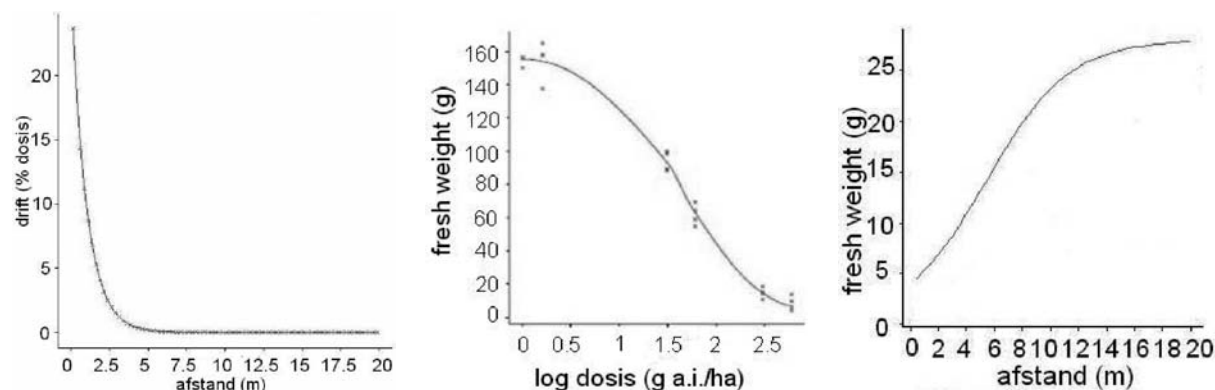
naar effecten op vegetatieniveau? (experiment 2)

In het eerste experiment zijn individuele planten van vier soorten (*Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Echinogloa crus-galli* en *Poa annua*) bespoten met een breedwerkend middel, Finale® (actieve stof: glufosinaat-ammonium). Planten werden binnen en buiten opgekweekt, en twee of vier weken na opkomst bespoten. Vier weken na bespuiting werd het bovengronds gewicht bepaald en aan het einde van de levenscyclus van de plant de zaadproductie. Met de zaden werd vervolgens een kiemtest uitgevoerd.

In het tweede experiment zijn kunstmatige vegetaties bestaande uit 8 soorten opgekweekt in de kas vier weken na opkomst bespoten met Finale. De gebruikte soorten waren dezelfde als in experiment 1, aangevuld met *Solanum nigrum*, *Centaurea cyanus*, *Elymus repens* en *Panicum milliaceum*. Na vier weken werd de bovengrondse biomassa bepaald.

Vertaling van kas naar veld

Voor iedere soort werden dosis-effectrelaties tussen de bovengrondse biomassa en de glufosinaat-ammoniumdosis



Figuur 1. De drie stappen in het EPOP-model: druppeldrift-emissie (links), dosis-effectrelatie (midden) met effecten van het actieve ingrediënt (a.i.) op het versgewicht van de plant (fresh weight) en effecten uitgezet tegen de afstanden tot de rand van een bespoten perceel (rechts).

Tabel 1. De zaadproductie en opkomst van *S. media* na bespuiting van de moederplant met verschillende glufosinaat-ammonium in twee ontwikkelingsstadia: twee weken na opkomst (jong-bespoten) of vier weken na opkomst (oud-bespoten).

dosis (gram actief ingrediënt/ha)	% zaadproductie t.o.v. controle		% opkomst	
	jong- en oud-bespoten planten samen		jong-bespoten planten	oud-bespoten planten
0	100	95	94	
6	67	98	96	
30	42	99	80	
60	19	96	81	
300	1	96	52	
600	0	97	83	

gefit. Voor zowel de kas als de veldplanten werden uit deze relaties de effectieve doseringen (ED) afgeleid waarbij 10, 20, ..., 90% effect op de bovengrondse biomassa optrad. Door deze tegen elkaar uit te zetten, werd een relatie zichtbaar tussen de effecten op kasplanten en die op veldplanten.

Effect van ontwikkelingsstadium

De effecten op twee weken oude planten waren voor drie van de vier soorten groter dan de effecten op vier weken oude planten. De bovengrondse biomassa van de jonge planten van deze soorten was meer gereduceerd door de bespuitingen met glufosinaat ammonium dan de biomassa van de wat oudere planten. Voor *S. media* werd geen verschil gevonden.

Effect op de zaadproductie en -opkomst

Alleen *S. media*-planten in de kas hadden genoeg zaad geproduceerd voor analyse. De zaadproductie van jong-bespoten planten was gelijk aan die van oud-bespoten planten en is in tabel 1 gezamenlijk weergegeven. De zaadproductie werd sterk gereduceerd door de glufosinaat-ammoniumdoseringen. Bij hoge doseringen

werden er zelfs geen zaden meer geproduceerd.

Wanneer de moederplant als twee weken oude plant bespoten werd, bleek de opkomst van de geproduceerde zaden niet door glufosinaat-ammonium beïnvloed te worden. Echter, wanneer de moederplant twee weken later bespoten werd, werd de opkomst van de geproduceerde zaden bij de hoogste doseringen gereduceerd met ongeveer vijftien procent.

Vertaling van individu naar vegetatieniveau

De effectieve doseringen (ED; doseringen waarbij planten een bepaald effect vertonen) voor individueel opgekweekte planten weken af van de ED voor dezelfde plantensoorten die in kunstmatige vegetaties opgekweekt waren. Voor sommige soorten lag de ED hoger, voor andere lag deze lager. De verhouding tussen de ED voor individuele planten en planten in een vegetatie waren niet constant. Een oorzaak voor dit verschil ligt zeer waarschijnlijk in de verschillen in competitief vermogen tussen de soorten. Dit vermogen kan door het herbicide beïnvloed worden en de mate van invloed zal per soort verschillen. Hierdoor kunnen sommige soorten weggeconcurrereerd worden door andere. De minder gevoelige

soorten hebben dan juist baat bij de bespuiting, terwijl dit in een niet bespoten vegetatie niet zo is. Daarnaast kunnen sommige soorten tijdens bespuiting baat hebben bij de aanwezigheid van grotere soorten doordat deze voor afscherming van het herbicide zorgen (Marrs & Frost, 1997).

Conclusie

Met het EPOP-model kunnen afstanden in beeld worden gebracht waarover neveneffecten van pesticiden als druppeldrift op zoomvegetaties optreden. Het model sluit aan op de EPPO-richtlijn voor de risicoanalyse van gewasbeschermingsmiddelen op terrestrische hogere niet-doel planten. Uit de experimenten blijkt dat een aantal factoren invloed kan hebben op de te verwachten effecten. Deze factoren zijn: ontwikkelingsstadium van de plant, vertaling van effecten in de kas naar effecten in het veld, zaadproductie, kieming en vertaling van effecten op plantniveau naar effecten op vegetatieniveau. Dit onderzoek heeft laten zien dat het mogelijk is om de effecten op kasplanten naar effecten op veldplanten te vertalen. De vertaling van effecten op individueel plantniveau naar vegetatieniveau is nog niet mogelijk. Het is van belang deze factoren in overweging te

nemen bij het uitvoeren van risicoanalyses en op te nemen in richtlijnen.

Dit onderzoek werd gefinancierd vanuit het LNV onderzoeksprogramma 416 "Gewasbescherming en milieu", en viel binnen het "Thema Lucht".

Referenties

Anonymus, 2003. Environmental risk assessment scheme for plant protection products. Chapter 12: Non-target terrestrial higher plants. In: EPPO standards

pp. 239-244, European Plant Protection Organization, Paris, France.

Freemark, K. & Boutin, C., 1995. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52, 67-91.

Holterman, H.J., Zande, J.C. van de, Porskamp, H.A.J. & Huijsmans, J.F.M., 1997. Modelling spray drift from boom sprayers. *Computers and electronics in agriculture* 19, 1-22.

Jobin, B., Boutin, C. & DesGranges, J.-L., 1997. Effects of agricultural practices on the flora of hedgerows and woodland edges in southern Quebec. *Canadian Journal of Plant Science* 77, 293-299.

Jong, F.M.W. de & Udo de Haas, H.A., 2001. Development of a field bioassay for the side-effects of herbicides on vascular plants using *Brassica napus* and *Poa*

annua. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 397-407.

Marrs, R.H. & Frost, A.J., 1997. A microcosm approach to the detection of the effects of herbicide spray drift in plant communities. *Journal of Environmental Management* 50, 369-388.

Marrs, R.H., Williams, C.T., Frost, A.J. & Plant, R.A., 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental Pollution* 59, 71-86.

Moreby, S.J. & Southway, S.E., 1999. Influence of autumn applied herbicides on summer and autumn food available to birds in winter wheat fields in southern England. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 72, 285-297.

Riemens, M.M., Davies, J.S., Kempenaar, C. & Dueck, T., 2004. Effecten van herbiciden-drift op zoomvegetaties. *Plant Research International, Wageningen, Nota* 285, pp.25.



Figuur 2. Met Finale bespoten *E. crusgalli* planten, in de kas (links) en in het veld (rechts) opgekweekt. De planten links op de foto's zijn onbespoten, de planten rechts op de foto's hebben de hoogste dosering ontvangen.