

# Gewasbescherming

Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging

Gewasbescherming, jaargang 36

maart 2005

NUMMER

2



**Themanummer Onkruidbeheersing in Nederland,  
nut en noodzaak  
Programma en aanmelden  
4<sup>e</sup> Gewasbeschermingsmanifestie 2005**

**KNPV**

### Gewasbescherming,

het mededelingenblad van de KNPV, verschijnt zes keer per jaar. Kopij voor nummer 3 van 2005 inleveren voor 15 maart 2005.

### Redactie

Kees Westerdijk (PPO-AGV), hoofdredacteur, e-mail: kees.westerdijk@wur.nl  
 Willem Jan de Kogel (PRI), secretaris willemjan.dekogel@wur.nl  
 Dirk-Jan van der Gaag (PD) d.j.van.der.gaag@minlnv.nl  
 Marleen Riemens (PRI) marleen.riemens@wur.nl  
 Wiebe Lammers (PD) j.w.lammers@minlnv.nl  
 Jos Raaijmakers (WU-Fytopathologie) jos.raaijmakers@wur.nl  
 Aad Termorshuizen (WU-DPW) aad.termorshuizen@wur.nl  
 Annet Zweep (Expertisecentrum-LNV) a.t.zweep@minlnv.nl  
 Marianne Roseboom-de Vries, administratief medewerker

### Redactie-adres

Postbus 31, 6700 AA Wageningen  
 e-mail: m.roseboom2@chello.nl  
 Telefonisch bereikbaar: 0317-483654

### Internet

www.knpv.org  
 www.gewasbescherming.info  
 info@knpv.org

### Abonnementen en lidmaatschappen

Het lidmaatschap van de KNPV is inclusief het abonnement op het tijdschrift Gewasbescherming (verschijnt 6x per jaar).

- lidmaatschap binnenland € 25,-
  - lidmaatschap buitenland € 35,-
  - lid-donateur (bedrijven en instellingen) € 65,-
  - student-lidmaatschap<sup>1</sup> € 12,50
- Abonnementen (voor bibliotheken e.d.):
- binnenland € 30,-
  - buitenland € 35,-
  - losse nummers (excl. verzendk.) € 6,-
- Abonnement EJPP
- Personen die lid zijn van de KNPV kunnen tegen gereduceerd tarief een abonnement verkrijgen op het *European Journal of Plant Pathology* (tarief 2004: € 121,-)

Lidmaatschappen en abonnementen lopen van 1 januari tot en met 31 december.

Ze kunnen op elk gewenst moment ingaan. Eventuele beëindiging dient voor 1 december **schriftelijk** te worden gemeld.

<sup>1</sup> Voor studenten aan universiteiten en hogescholen

### Correspondentie

Alle correspondentie betreffende de leden-administratie en Gewasbescherming te richten aan de secretaris van de KNPV,  
 Postbus 31, 6700 AA Wageningen.  
 a.w.wesselo@minlnv.nl  
 Postbank: 92 31 65, ABN-AMRO:  
 53.93.39.768, ten name van KNPV, Wageningen

### Afbeelding voorpagina

Glyfosaat resistent raaigras in een graanstoppel in Australië. Figuur 2 in het artikel Ontwikkelingen rond resistentie onkruiden, R.Y. van der Weide *et al.*, pag. 99.

### Bestuur Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging

voorzitter: G.H.J. Kema (PRI)  
 A.W. Wesselo (PD), secretaris  
 J.J. Bouwman (Nefyto), penningmeester  
 C.E. Westerdijk (PPO-AGV), hoofdredacteur Gwsbschrmng  
 L. Bastiaans (WU-DPW)  
 J.S. Buurma (LEI)  
 P.M. Eggink (*Semper florens*),  
 P. Bodingius (Expertisecentrum-LNV),  
 L. de Jager (CAH, Dronten),  
 R.Y. van der Weide (PPO-AGV),  
 J.P. Wubben (PPO-Glas), leden

### KNPV werkgroepen

#### Bodempathogenen en bodem-microbiologie

voorzitter: mw. J. Postma (PRI)  
 secretaris: G.J. van Os,  
 PPO-BB, Postbus 85, 2160 AB Lisse.  
 e-mail: gera.vanos@wur.nl

#### Fusarium

voorzitter: C. Waalwijk (PRI)  
 secretaris: M. Rep (UvA)  
 Swammerdam Institute for Life Sciences, Faculty of Science, University of Amsterdam, Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam.  
 e-mail: rep@science.uva.nl

#### Phytophthora en Pythium

voorzitter: P.J.M. Bonants (PRI)  
 secretaris: A.W.A.M. de Cock  
 Centraalbureau voor Schimmelcultures, Uppsalalaan 8, Postbus 85167, 3508 AD Utrecht  
 e-mail: decock@cbs.knaw.nl

#### Onkruidkunde

voorzitter: mw. R.Y. van der Weide (PPO-agv)  
 secretaris: A.J.W. Rotteveel  
 PD, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen  
 e-mail: A.J.W.Rotteveel@minlnv.nl

#### Botrytis

voorzitter: J. van Kan, WU-Fytopathologie  
 secretaris: Joop van Doorn,  
 PPO-BB, Postbus 85, 2160 AB Lisse  
 e-mail: joop.vandoorn@wur.nl

#### Phytophthora infestans

voorzitter: mw. F.P.M. Govers (WU-Fytopathologie)  
 secretaris: H.T.A.M. Schepers  
 PPO, Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
 e-mail: huub.schepers@wur.nl

#### Rhizoctonia solani

voorzitter: mw. J. Postma (PRI)  
 secretaris: J.H.M. Schneider IRS,  
 Postbus 32, 4600 AA Bergen op Zoom  
 e-mail: schneider@irs.nl

### Meloidogyne

voorzitter: L.P.G. Molendijk (PPO)  
 secretaris: T.H. Been  
 PRI, Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
 e-mail: thomas.been@wur.nl

### Pratylenchus

voorzitter: C.J. Kok (PRI)  
 secretaris: C.G.M. Conijn  
 PPO-BB, Postbus 85, 2160 AB Lisse  
 e-mail: cor.conijn@wur.nl

### Trichodoriden en tabaksratelvirus

voorzitter: F.C. Zoon (PRI)  
 secretaris: mw. A.S. van Bruggen  
 PPO-BB, Postbus 85, 2160 AB Lisse  
 e-mail: annesophie.vanbruggen@wur.nl

### Graanziekten

voorzitter: G.J.H. Kema (PRI)  
 secretaris: mw A.D. Hartkamp  
 Productschap voor Granen, Zaden en Peulvruchten, Stadhoudersplantsoen 12,  
 2517 JL Den Haag.  
 E-mail: a.d.hartkamp@hpa.agro.nl

### KNPV Commissies

#### Commissie Nederlandse Namen van Geleedpotig Dieren

voorzitter: K.W.R. Zwart  
 secretaris: mw. L.J.W. de Goffau  
 PD, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen  
 e-mail: L.J.W.de.Goffau@minlnv.nl

#### Bijzondere Normcommissie 14: Nederlandse Namen van Plantenziekten

voorzitter: vacant  
 secretaris: vacant  
 contact persoon: Ko Verhoeven (PD),  
 Postbus 9102, 6700 HC Wageningen  
 e-mail: j.th.verhoeven@minlnv.nl

#### Commissie Terminologie

voorzitter: L. Bos  
 secretaris: P.C. Scheepens  
 PRI, Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
 e-mail: piet.scheepens@wur.nl

**Richtlijnen voor auteurs** zijn te vinden in het eerste nummer van deze jaargang en op de internetpagina.

#### Basisontwerp

Voorheen de Toekomst, Wageningen

#### Druk

Drukkerij Ponsen en Looijen,  
 Wageningen

ISSN 0166-6495

*De redactie van Gewasbescherming en het bestuur van de KNPV aanvaarden geen aansprakelijkheid voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.*

# Registratie geopend voor de 4e Gewasbeschermings- manifestatie 2005

*Woensdag 27 april 2005, de Reehorst te Ede*

*Is het al tijd om te oogsten !?*

Het programma van sprekers voor deze manifestatie is vastgesteld. U vindt het programma in deze publicatie.

**Noteer woensdag 27 april 2005 in Uw agenda en registreer Uw deelname**

**z.s.m., maar liefst vóór 17 april via onze website [www.GBM2005.BureauPost.nl](http://www.GBM2005.BureauPost.nl)**

Op het gebied van de Gewasbescherming is de laatste vijftien jaar veel beleid ontwikkeld om te komen tot een andere aanpak van het bestrijden van ziekten en plagen in de Nederlandse land- en tuinbouw. Daarbij zijn duidelijke doelstellingen geformuleerd zoals terugdringing van de milieubelasting, maar ook het handhaven van een sterke concurrentiepositie van onze land- en tuinbouw.

Verschillende gewasbeschermingsprogramma's ter ondersteuning van dit beleid lopen af in 2005. Een goed moment om na te gaan of de doelstellingen zijn gehaald.

Is meer onderzoek noodzakelijk of is de kennisuitwisseling en implementatie in het veld de beperkende factor?

Is de doelstelling haalbaar of is nuancering op zijn plaats?

Thema's

- Gewasbeschermingsbeleid, milieu en voedselveiligheid
- Kennisuitwisseling en implementatie
- Kennis in databases en in waarschuwingssystemen
- Innovaties in Onderzoek

Minister Veerman en dhr. Doornbos, voorzitter LTO, zijn uitgenodigd om de opening van de Manifestatie te verrichten.

Samenvattingen van lezingen en posters zullen worden gepubliceerd in een apart Supplement van Gewasbescherming dat t.t.v. de manifestatie zal worden uitgegeven

**De kosten van deelname (incl. koffie/thee/lunch/aperitief/ avondbuffet) zijn € 50,00, alleen voor studenten geldt een gereduceerd tarief van € 35,00.**

**Bij registratie NA 17 april en DUS betaling bij de receptie van de manifestatie op 27 april 2005 worden de toegangsprijzen met € 10,00 verhoogd.**

De Gewasbeschermingsmanifestatie is een gezamenlijke activiteit van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging, de sectie Fytopathologie van de Koninklijke Nederlandse Botanische Vereniging, Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten, en de Nederlandse Kring voor Plantevirologie.

## Programma 4e Gewasbeschermings- manifestatie, Woensdag 27 april 2005

07.00	Opstellen Posters en Bedrijvenstands		
08.00	Ontvangst/Registratie/Koffie		
09.00	Opening plenair	Veerman en Doornbos	(onder voorbehoud)
09.45	KNPV Prijs 2005, Jury rapport, Lezing Prijswinnaar		
10.30	Zaal 1 Gewasbescherming, Milieu Voedselveiligheid	Zaal 2 Kennisuitwisseling & Implementatie	Zaal 3 Innovaties in Onderzoek
10.30	Sessie 1.1 Beleid	Sessie 2.1 Kennisuitwisseling	Sessie 3.1 Preventie
Voor- zitter(s)	Ernst van den Ende (PPD) en Hans Schollaart (LNV)	Rien van Tilburg (Wellant College) en Arjen Wals (WU-ECS)	Jan Bouwman (Syngenta Crop Protection en Martijn Rep (UvA)
Titel Key note	Nota Duurzame Gewas- bescherming	Ketenomkering in kennisstad	Kansen en beperkingen van gewassen die resistent gemaakt zijn via genetische modificatie
Key note Spreker	Hans Schollaart (LNV)	Arjen Wals (WU-ECS)	Evert Jacobsen (WUR)
Titel 1	De ruimte voor een Nederlands beleid binnen Europese kaders	Omschakelen naar geïnte- greerde gewasbescherming kun je niet alleen	Planten roepen om hulp: Bacteriën helpen planten
Spreker 1	Maritza van Assen (Nefyto)	Carolien de Lauwere (LEI)	Corné Pieterse (UU)
Titel 2	... en de boer hij ploegde voort	Implementatie van gewas- beschermingskennis bij telers via telen met toekomst	Recente ontwikkelingen in schimmel-plant studies: het Cladosporium fulvum – tomaat model
Spreker 2	Jo Ottenheim (LTO)	Marjan de Boer (PPO)	Bart Thomma (WU-Fytopathologie)
Titel 3	Natuurlijke middelen in beleid en uitvoering	Van kennisdoorstroming naar kenniscirculatie	GNO's: Geeft Nieuwe Oplossing of Geen Nuttig Onderzoek
Spreker 3	Tycho Vermeulen (CLM)	Wiggele Oosterhoff (CAH-Dronten)	Willem Jan de Kogel (PRI)
Titel 4	Meer is niet beter dan minder	Kennisuitwisseling met boeren die anoniem willen blijven? Het quarantaine aaltje Meloidogyne chitwoodi en aardappelmoehed als voorbeeld	Perspectieven van screening op resistentie tegen Botrytis
Spreker 4	Francesco Melita (Biologica)	Otto Smit (WLTO)	Jan van Kan (WU-Fytopathologie)
12.20- 14.00	Lunch/Posters/Bedrijvenstands		
14.00	Sessie 1.2 Milieu	Sessie 2.2 Kennis in waarschuwings- systemen	Sessie 3.2 Detectie en Identificatie technieken
Voor- zitter	Ernst van den Ende (PPO) en Andre Bannink (Vewin)	Jos Wubben (PPO) en Thomas Been (PRI)	Carolien Zijlstra (PRI) en Annelien Roenhorst (PD)
Key note	Duurzame gewasbescherming is nodig voor schoon water. Gaan we in 2015 oogsten?	NemaDecide: een Beslissing Ondersteunend Systeem voor aaltjes	Uitdagingen voor de innovatie van de detectie- en identificatietechnieken

Key note			
Spreker	Andre Bannink (Vewin)	Thomas Been (PRI)	Nicolette Klijn (PD)
Titel 1	Het milieu door de bril van de nationale milieu indicator	Gebruik van beslissings-ondersteunende systemen in de gewasbescherming in Nederland, een overzicht	Toepassingen van het pUMA systeem voor detectie van meerdere plantpathogenen in grond, water, en lucht via één enkel toets
Spreker 1	Rob Merkelbach (Alterra)	Erno Bouma (PD)	Peter Bonants (PRI)
Titel 2	Drift en duurzame gewasbescherming	Een waarschuwingssysteem: kan een teler er nog zonder?	Nieuwe kansen voor gewasbescherming met recent ontwikkelde detectie-technologie
Spreker 2	Jan Huijsmans (A&F)	Jan Hadders (Dacom)	Jan Snel (PRI)
Titel 3	Terugdringen bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater door aanpak puntbelasting	Just-in-time-overdracht gewasbeschermingskennis in de suikerbietenteelt	Plantenvirologie in Nederland: opbrengst en verliezen
Spreker 3	Rik de Werd (PPO)	Jurgen Maassen (IRS)	Ren van der Vlucht (PRI)
Titel 4	15 jaar Milieumeetlat	Kritische succesfactoren voor bossen?	Detectie van gewasaantasting door insecten en plantpathogenen
Spreker 4	Ema van der Wal (CLM)	Marcel Raaphorst (PPO)	Harro Bouwmeester (PRI)
15.50-16.10	Koffie/thee pauze/snacks - hapjes		
16.10	Sessie 1.3 Voedselveiligheid	Sessie 2.3 Kennis in databases	Sessie 3.3 Integratie
Voorzitter(s)	Ernst van den Ende (PPO) en Jacob van Klaveren (Rikilt)	Rommie van der Weide (PPO) Erik Greve (HPA)	Marjan de Boer (PPO) en Martijn Rep (UvA)
Titel Key note	Voedselveiligheid, feiten, beleid en emoties	Kennisakker.nl – Van informatie naar praktische kennis	Geïntegreerde gewasbescherming: twee stappen vooruit, één achteruit
Key note Spreker	Jacob van Klaveren (Rikilt)	Erik Greve (HPA)	Kees Booy (PRI)
Titel 1	Europese Residuharmonisatie	Bestrijdingsmiddelenatlas.nl: concentraties in oppervlaktewater in relatie tot teelten	Interactie tussen maatregelen nodig voor succes van geïntegreerd fruitteelt
Spreker 1	Erica Muller (PD)	Geert de Snoo (UL)	Bart Heijne (PPO)
Titel 2	Gebruik van kwantitatieve TaqMan PCR in epidemiologische onderzoek naar aarfusarium in tarwe	Kennisontsluiting met ICT: Pilot duurteelt	Verbetering van bodemweerstand d.m.v. biotische en abiotische maatregelen
Spreker 2	Jürgen Köhl (PRI)	Herman Schoorlemmer (PPO)	Gerard Korthals (PPO)
Titel 3	Residuvrije producten maximale voedselveiligheid	De toekomst van de Gewasbeschermingskennisbank bij de Plantenziektenkundige Dienst	Innovaties in onkruidbestrijding
Spreker 3	Wouter van Eck (Milieudefensie)	Dirk Jan van de Graag (PD)	Bert Lotz (PRI)
Titel 4	Gewasbeschermingsmiddelen en voedselveiligheid: Een (on)mogelijke combinatie	Nature and more, Groen Kennisnet en andere favorieten	Chemie, maar niet op de laatste plaats
Spreker 4	Marc Jansen (CBL)	Rommie van der Weide (PPO) en Barry Looman (AOC)	Jan Bouwman (Syngenta Crop Protection)
18.00	Plenaire Forumdiscussie o.l.v. Rudy Rabbinga		
18.45	Buffet		
20.00	Einde`		

# Oproep tot het nomineren van kandidaten voor de KNPV-prijs 2005

Op de 4<sup>e</sup> Gewasbeschermingsmanifestatie, die op Woensdag 27 April 2005 georganiseerd wordt in de Reehorst te Ede wordt voor de derde maal de KNPV-prijs uitgereikt. Deze prijs wordt toegekend aan een natuurlijk persoon of een rechtspersoon die zich bijzonder verdienstelijk heeft gemaakt voor de gewasbescherming in de breedste zin van het woord in Nederland.

De prijs bestaat uit een aandenken en een geldbedrag van € 2.500,-.

De KNPV roept leden en niet-leden op kandidaten voor deze prijs te nomineren. Genomineerde rechtspersonen hoeven geen lid te zijn van de KNPV. De voordracht dient schriftelijk te worden gedaan, bij sterke voorkeur in niet meer dan twee pagina's tekst. Bij de voordracht dient vermeld te zijn in welke categorie(ën) de genomineerde valt en waaruit de bijzondere verdiensten van de voorgedragene bestaan. Eerder werd de prijs uitgereikt aan J.C. Zadoks (2001, uitgereikt in 2002) en G. Bollen (1998).

Een nog te benoemen jury beoordeelt de voordrachten en adviseert de KNPV over toekenning van de prijs.

Het reglement betreffende de KNPV-prijs kunt u nalezen in Gewasbescherming 29(3) (1998): 103. Op verzoek wordt u dit reglement toegezonden.

De voordrachten dienen uiterlijk 27 februari 2005 te zijn aangeboden als 'attachement' bij een e-mail gericht aan [knvprijs@bureaupost.nl](mailto:knvprijs@bureaupost.nl).

A.W. Wesselo, secretaris van de jury

**Categorieën:**

1. onderzoek
2. onderwijs, beleid en voorlichting
3. bedrijf en handel

NOMINATIE

# Redactioneel

**Een nummer geheel gewijd aan onkruid, een onnatuurlijk verschijnsel. De mens immers bepaalt dat een plant, groeiend op een ongewenste plek, onkruid is. De mens is overal en overal is dus onkruid. Chemisch, mechanisch en biologisch proberen we de planten dáár te laten groeien waar wij willen dat ze groeien, ongewenste planten daar te verwijderen en/of te voorkomen en andere plekken juist vrij te houden van welke plantengroei dan ook. Dat onkruid niet alleen een probleem is van de agrarische sector mag duidelijk zijn.**

De KNPV werkgroep Onkruidkunde heeft haar stinkende best gedaan (een term die zelfs politici bezigen) dit brede onderwerp in dit themanummer over het voetlicht te brengen. Corné Kempenaar en Rommie van der Weide hebben de coördinatie gevoerd en alle artikelen geredigeerd, waarvoor mijn hartelijke dank.

Lotz, Rotteveel en Greve verhalen nut en noodzaak van de onkruidbeheersing in Nederland en maken daarbij onderscheid tussen gangbare en biologische landbouw, beheersing in de openbare ruimte en het belang van bestrijding en voorkoming van invasieve planten.

Dat chemische bestrijding gevolgen heeft voor de omgeving laat Bannink zien aan de hand van problemen die de waterbedrijven ondervinden bij de productie van drinkwater. Hij geeft aan dat een duurzame gewasbescherming een voorwaarde is voor schoon water, anders blijft het dweilen met de kraan open. Het is echter niet nodig dat alle gewasbeschermingsmiddelen verdwijnen, mits de drinkwaterbelangen goed verankerd zijn in de toelatingsprocedure.

Terugdringing van middelgebruik en onderzoek aan biologische landbouw zijn dan ook belangrijke onderwerpen. Effecten van bouwplan, dierlijke mest, rijafstanden, bedekking, onderdrukking en groenbemesters enzovoorts op onkruidbeheersing worden beschreven in artikelen door Riemens, Lotz, Groeneveld, Van der Weide,

Van der Schans, Scheepens, Bastiaans, Reijniersce, Wevers, Wijnker, Van Zuilichem, Koster, Den Hollander, Kruidhof, Molema, Bleeker en Kurstjens. Kempenaar en een aantal hiervoor genoemde auteurs behandelende risico's bij de mechanische bestrijding van onkruiden in de biologische landbouw. Gewasbeschadiging, regen, structuurbederf en verspreiding van ziekten en plagen nopen tot voorzichtigheid.

Minder chemie: de laagst mogelijke dosering, effectiviteit en de invloed van weersomstandigheden, afharding gewas en onkruid, kwaliteit spuitwater en gebruik van beslissingsondersteunende systemen op de computer. Deze onderwerpen komen aan bod in de artikelen van Kempenaar, Groeneveld, Van der Weide, Haage-Riethmuller, Bastiaans, Harbinson, Hoek, Wevers, Van den Broek, Van Zeeland, Van der Schans, Bouma en Lotz. Door uitgekiende inzet op de juiste manier met gebruikmaking van de moderne middelen is een goede onkruidbestrijding met een lage milieubelasting in vele gevallen mogelijk. Toch blijven er genoeg problemen over waar nog geen alternatieven voor voorhanden zijn. Kleine gewassen, grote problemen schrijven Hoek, Koster en Borm. Minder toelatingen, soms lastige niet-chemische bestrijding en hoge kosten voor deugdelijkheidsonderzoek maken het er niet gemakkelijker op.

Resistentie ontwikkeling bij onkruiden, milieubelasting door on-

kruidbestrijding, duurzame onkruidbestrijding op verhardingen en een voorbeeld van een parasitaire onkruid besluiten dit themanummer. Deze artikelen zijn van Van der Weide, Van Zeeland, Timmer, Koster, Mol, Rotteveel, Bulcke, Riemens, Kempenaar, Spijker, Vermeulen, Van Keulen, Van Ast en Bastiaans. Ook hier blijkt dat niet één oplossing zaligmakend is, maar dat een mix van maatregelen op z'n plaats is.

Onkruid vergaat niet, is het spreekwoord. De werkgroep zal dan naar verwachting een lang leven beschoren zijn, maar in de richting van beheersen van het onkruidprobleem is een grote vooruitgang geboekt en heeft de werkgroep goed werk verricht. De doelstelling van de KNPV *'het bevorderen van samenwerking tussen personen, die zich bezighouden met de bestudering van ziekten en plagen van planten en met de bescherming van planten daartegen en hen die daarbij belang hebben of daarin belang stellen'* is door de werkgroep in praktijk gebracht en komt duidelijk tot uiting in dit themanummer.

De redactie is voornemens dit soort themanummers twee keer per jaar te gaan uitgeven. Voor september 2005 staat een nummer over Bodemweerbaarheid op het programma. Graag zou ik van u willen vernemen of deze opzet u aanspreekt of niet, uiteindelijk maken we het blad voor u, leden van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging. Graag een reactie naar kees.westerdijk@wur.nl of per post PPO-agy, t.a.v. Kees Westerdijk, Postbus 430, 8200 AK Lelystad. Ideeën met onderwerpen zijn uiteraard ook van harte welkom!

Kees Westerdijk  
Hoofdredacteur Gwsbschrmng  
KNPV

REDACTIONEEL



# Onkruidbeheersing in Nederland, nut en noodzaak

L.A.P. Lotz<sup>1)</sup>, A.J.W. Rotteveel<sup>2)</sup>, H.J. Greve<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, bert.lotz@wur.nl

<sup>2)</sup> Plantenziektenkundige dienst, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen

<sup>3)</sup> Hoofdproductieschap Akkerbouw, Postbus 29739, 2502 LS Den Haag

**Dit nummer van 'Gewasbescherming' heeft als thema onkruidbeheersing in Nederland. Met de term onkruidbeheersing wordt aangeduid het geheel van preventie- en bestrijdingsmaatregelen die uitgevoerd worden om ongewenste plantengroei tegen te gaan. Een effectieve onkruidbeheersing in teelten en de openbare ruimte is om meerdere redenen noodzakelijk. Betaalbaarheid en nadelige milieueffecten dienen door onderzoek en praktijk daarbij in aanmerking te worden genomen.**

## Inleiding

De eerste boeren op aarde zullen reeds aan onkruidbeheersing gedaan hebben. Het oogsten van een open teelt is namelijk vrijwel altijd onmogelijk zonder dat op een of andere wijze onkruiden zijn bestreden. Dit geldt nog sterker voor situaties waarin op hetzelfde perceel jaar in jaar uit wordt geteeld. Ook binnen de eerste prehistorische nederzettingen met permanente bebouwing zullen onkruiden reeds zijn bestreden en op de wegen van die tijd zal aan onkruidbestrijding zijn gedaan. De 'openbare' ruimte van toen moest simpelweg begaanbaar blijven. Voor de landbouw en het stedelijk gebied van onze tijd is een effectieve onkruidbeheersing nog steeds essentieel, al liggen maatstaven die gehanteerd worden om nut en noodzaak van een onkruidbestrijding af te wegen, zonder twijfel anders dan vroeger.

## Noodzaak om onkruiden te beheersen in de landbouw

Tegenwoordig is onkruidbestrijding (chemisch of mechanisch) een van de belangrijkste teeltmaatregelen in de open teelten. Onkruid kan de opbrengst van het gewas beperken doordat het concurreert om de beschikbare hoeveelheid licht, water en voedingsstoffen. De schade die hierdoor ontstaat is sterk afhankelijk van het concurrentievermogen van het gewas. Op basis van uitgebreide experimentele data toonden Lotz *et al.* (1990) aan dat in wintertarwe, een relatief concurrentiekrachtig gewas, het niet bestrijden van onkruiden slechts op iets minder dan de helft van de percelen opbrengstreducties veroorzaakte. Alleen bij hoge dichtheden van vroeg opkomende onkruiden kan de opbrengst van wintertarwe met 20 % verminderd worden. Die hoge dichtheden zijn uitzonderlijk omdat onkruid in de voorgaande jaren steeds effectief bestreden is.

Bij teelten van minder concurrentiekrachtige gewassen, zoals uien

en peen, kunnen echter gemakkelijker volledige misoogsten optreden als onkruiden onbestreden blijven. De noodzaak van de bestrijding van onkruid is dan ook niet alleen gerelateerd aan het voorkomen van opbrengstderving in het betreffende gewas maar ook, door het tegengaan van overmatige zaadproductie, aan het nut problemen te vermijden in volggewassen (Wallinga *et al.*, 1999).

Daarbij gaat het niet alleen om opbrengstderving door concurrentie maar ook zaken als door onkruiden verminderde kwaliteit van het geoogst product en indirecte schade doordat onkruiden bijvoorbeeld optreden als waardplant van nematoden. Hieronder geven we een beknopt overzicht van hoe deze noodzaak tot bestrijding zich in de praktijk vertaalt en wat de rol van het onderzoek is.

## Gangbare onkruidbestrijding

Jaarlijks werd in Nederland in de periode 2001 – 2003  $2.2 \times 10^6$  kg werkzame stof als herbicide gebruikt (bron Nefyto). Dit is circa 35% van alle actieve stof die gebruikt wordt in de gewasbescherming. De kosten van chemische onkruidbestrijding zijn aanmerkelijk lager dan van mechanische bestrijding, zeker als deze laatste moet worden aangevuld met handmatig wieden. Terugkijkend op de laatste vijf decennia, moeten we dan ook concluderen dat de ont-



wikkeling van systemen voor chemische onkruidbestrijding in belangrijke mate heeft bijgedragen aan het dagelijks beschikbaar zijn van een relatief goedkoop voedselpakket en aan verbetering van de arbeidsomstandigheden van de teler. Er kleven echter ook bezwaren aan deze chemische onkruidbestrijding. In dit themanummer over onkruidbeheersing laat Bannink (2005) zien dat herbiciden, vergeleken met andere gewasbeschermingsmiddelen, het oppervlaktewater onevenredig zwaar belasten, waardoor waterleidingsbedrijven hoge kosten moeten maken voor drinkwaterproductie. De LNV-nota *Duurzame gewasbescherming* (LNV, 2004) geeft de stimulering van geïntegreerde gewasbescherming als de oplossing van dit en andere problemen die samenhangen met de huidige wijze van chemische gewasbescherming. Het onkruidkundig onderzoek dat wordt uitgevoerd voor LNV, is gericht op de ontwikkeling van zo effectief mogelijke onkruidpreventie en niet-chemische bestrijding. En indien wel chemisch moet worden bestreden: dan gericht op minimaal gebruik van actieve stof en een minimale milieubelasting. De ontwikkelde systemen moeten passen binnen het concept van de eerdere genoemde geïntegreerde gewasbescherming en moeten daarbij onder andere ook voldoende betaalbaar zijn voor de praktijk. Het door Productschappen gefinancierde onderzoek naar onkruidbeheersing richt zich in principe op dezelfde thema's. Wel wordt er in dit onderzoek relatief meer aandacht besteed aan chemische bestrijding en aan de monitoring van resistentieontwikkeling. Dit themanummer geeft een overzicht van resultaten van het LNV-onderzoek.

## Biologische landbouw

Ten aanzien van nut en noodzaak van onkruidbestrijding neemt de

biologische landbouw een specifieke positie in. In de biologische landbouw is de grote mate van afhankelijkheid van handmatig wieden een probleem zowel ten aanzien van kosten als van beschikbaarheid van arbeidskrachten (Lotz *et al.*, 2000). Structureel hogere kosten worden hier gecompenseerd door structureel hogere prijzen, mogelijk gemaakt door gemotiveerde klanten. Een afweging van nut en noodzaak van onkruidbeheersing en de daarmee verbonden kosten ligt in de biologische landbouw daarmee duidelijk anders dan in de gangbare landbouw, hoewel de te wegen factoren dezelfde zijn. Nog meer dan in de gangbare landbouw wordt de noodzaak om onkruiden te beheersen beschouwd in bouwplanverband (zie Riemens *et al.*, 2005, dit nummer). Het onderzoek richt zich op verbetering van onkruidpreventie, mechanische bestrijding en op beheersing van het risico dat de boer onvoldoende in staat is door ongunstige omstandigheden zijn onkruiden voldoende te beheersen. De innovatie die dit oplevert kan op termijn ook toegepast worden in de geïntegreerde landbouw, mits dat prijstechnisch interessant is.

## Onkruidbeheersing in de openbare ruimte

In de openbare ruimte bestaat naar schatting 99% van het middelengebruik uit herbiciden. Ten aanzien van de milieueffecten van onkruidbestrijding in de openbare ruimte ligt momenteel sterk de nadruk op verhardingen en half-verhardingen, omdat chemische bestrijding op wegen, trottoirs, bedrijfsterreinen, spoorbanen e.d. onevenredig veel emissie geeft naar het oppervlaktewater (Bannink, 2005). De noodzaak van onkruidbestrijding op deze plekken is gerelateerd aan veiligheidsaspecten voor de gebruiker van de ruimte. Wegen en paden moeten

goed begaanbaar zijn en bijvoorbeeld goed kunnen worden gedraineerd. Aangezien door het publiek de mate waarin onkruiden aanwezig zijn op verhardingen gezien wordt als een maat voor het kwaliteitsniveau van de openbare ruimte, moet het nut van onkruidbeheersing breder worden gezien dan het behoud van veiligheid.

De in 2002 uitgevoerde evaluatie van het convenant MJP-G Openbaar Groen geeft inzicht in welke andere gebieden in de openbare ruimte onkruidbeheersing plaatsvindt (Horeman en Zweep, 2003). Onkruidbeheersing vindt om uiteenlopende redenen ook plaats in waterlopen, beplantingen, bos- en natuurterreinen, en wegbermen en op taluds van wegen. Het onkruidbeheer in waterlopen vindt volledig niet-chemisch plaats, terwijl in de andere gebieden het onkruidbeheer vooral chemisch gebeurt.

## Beheersing van invasieve planten

Gebiedsvreemde soorten die zich buiten hun natuurlijk verspreidingsgebied vestigen en zich daar in korte tijd massaal kunnen verspreiden, staan momenteel in de belangstelling van het beleid (Steeghs *et al.*, 2004). Reden voor deze belangstelling ligt in het feit dat deze invasieve planten ecologische of economische schade kunnen veroorzaken of problemen kunnen geven met de volks- of diergezondheid. Ecologische schade kan bijvoorbeeld ontstaan doordat een plantensoort zich zo massaal verspreidt, dat waardevolle inheemse soorten worden verdrongen. Voorbeelden van invasieve planten in Nederland die schade geven zijn Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*), Reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*), Japanse duizendknoop (*Polygonum cuspidatum*) en niet in de laatste plaats Grote

ARTIKEL

waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*). Deze laatste soort groeit in watergangen. De kosten van slootbeheer na vestiging van deze soort, stijgen explosief. Belangrijk aspect hierbij is dat mechanische verwijdering door fragmentatie van de plant, sterk bijdraagt aan de verspreiding. Ecologisch inzicht is in het algemeen van groot belang om nut en noodzaak van de bestrijding van invasieve planten duidelijk te kunnen aangeven.

## Onkruid weren aan de grens

Gezien het feit dat invasieve planten zich goed kunnen verspreiden, is vroege onderkenning van de noodzaak tot bestrijding essentieel. Hoe eerder de bestrijding na introductie begint, des te geringer zal de noodzakelijke bestrijdingsinspanning zijn. Nog beter is het,

als vóór de eventuele introductie via handel of andere kanalen, een onderbouwde risico-inschatting kan worden gemaakt van eventuele schaderisico's en perspectieven van goede beheersingsmethoden. Internationaal gezien is een gericht beleid van de Nederlandse overheid ten aanzien van invasieve planten namelijk niet vrijblijvend. Met het ondertekenen van het Biodiversiteitsverdrag (Convention on Biological Diversity) heeft Nederland zich verplicht om de binnenkomst en verspreiding van invasieve, gebiedsvreemde soorten zoveel mogelijk te verhinderen.

## Referenties

- Bannink A., 2005. Bestrijding van onkruid kan problemen veroorzaken voor bereiding van drinkwater. *Gewasbescherming* 36 (2):45-48 (dit nummer).
- Horeman G.H., Zweep A.T., 2003. Evaluatie convenant MJP-G Openbaar Groen. *Gewasbescherming* 43: 9-11.
- LNV, 2004. Duurzame gewasbescherming.

- Beleid voor gewasbescherming tot 2010. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. 44. p.
- Lotz L.A.P., Groeneveld R.M.W., Kempenaar C., 2000. Onkruidbeheersing als knelpunt in de biologische landbouw. *Gewasbescherming* 31, 157-160.
- Lotz L.A.P., Kropff M.J., Groeneveld R.M.W., 1990. Modelling of weed competition and yield losses to study the effect of omission of herbicides in winter wheat. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 38:711-718.
- Lotz L.A.P., Van der Weide R.Y., Horeman G.H., Joosten L.T.A., 2002. Weed management and policies: from prevention and precision technology to certifying individual farms. *Proceedings 12<sup>th</sup> EWRS (European Weed Research Society) Symposium 2002, Wageningen*, p. 2-3.
- Riemens M.M., Lotz L.A.P., Groeneveld R.M.W., Van der Weide R.Y., 2005. Onkruidpreventie in bouwplanverband. *Gewasbescherming* 36 (2):49-51 (dit nummer).
- Steeghs M., Aukema B., Rotteveel T., 2004. Invasieve gebiedsvreemde soorten: een toenemende bedreiging. *Gewasbescherming* 35:136-139.
- Wallinga J., Grasman J., Groeneveld R.M.W., Kropff M.J., Lotz L.A.P., 1999. Prediction of weed density: the increase of error with prediction interval, and the use of long-term prediction for weed management. *Journal of Applied Ecology* 36:307-316.

# Chemische bestrijding van onkruid als oorzaak van problemen bij de bereiding van drinkwater

A. Bannink

VEWIN, Postbus 1019, 2280 CA Rijswijk, bannink@vewin.nl

**Waterbedrijven vinden regelmatig gewasbeschermingsmiddelen in grond- en oppervlaktewater dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater. Daartussen zitten relatief veel herbiciden. Deze stoffen horen niet in water aanwezig te zijn, maar aangezien ze er wel in zitten moeten ze worden verwijderd om drinkwater te kunnen maken en dat is duur. Om op een duurzame wijze drinkwater te kunnen bereiden is het nodig dat de emissie van herbiciden en andere gewasbeschermingsmiddelen naar water wordt teruggebracht.**

## Drinkwaterknelpunten

De waterbedrijven in Nederland gebruiken grond- en oppervlaktewater als grondstof voor de drinkwatervoorziening. De kwaliteit van deze grondstoffen zou dermate goed moeten zijn, zo stelt de overheid, dat met eenvoudige middelen en tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten drinkwater gemaakt kan worden. Helaas is de praktijk nog altijd anders. Het intensieve ruimtegebruik en de veelheid aan maatschappelijke activiteiten laten hun sporen na in het water. Van alle stoffen die van nature niet in water aanwezig horen te zijn bevat de categorie gewasbeschermingsmiddelen de belangrijkste knelpunten voor de bereiding van drinkwater.

## Gewasbescherming vormt het belangrijkste probleem...

Waterbedrijven vinden regelmatig gewasbeschermingsmiddelen in de grondstof voor drinkwater, dit is een onwenselijke situatie. In de hele Europese Unie is de norm voor deze stoffen in drinkwater bijzonder laag, te weten 0,1 µg/l. Er mag niet één tienmiljardste kilogram in een liter drinkwater aanwezig zijn. Feitelijk is deze strenge norm een surrogaat voor nul. Om aan deze norm te kunnen voldoen, moeten de waterbedrijven grote inspanningen verrichten zoals het inzetten van geavanceerde zuiveringstechnieken en het uitvoeren van omvangrijke meetprogramma's. Dit leidt tot hoge kosten die uiteindelijk bij de consument van drinkwater terechtkomen, hetgeen in strijd is met het principe dat 'de vervuiler betaalt'.

De kosten die waterbedrijven moe-

ten maken vanwege de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in water zijn door middel van twee inventarisaties in beeld gebracht (Puijker *et al.*, 2001 en 2004). In de periode 1991-2001 komen alle aan deze groep van stoffen toerekenbare kosten uit op een totaal van 244 miljoen, terwijl deze kosten in de periode 2001-2003 91,8 miljoen bedragen. Omgerekend betekent dit een kostenstijging van ruim 25% in drie jaar tijd. Dit wordt vooral veroorzaakt door de sterke stijging van de grootste kostenpost, te weten de zuiveringsinspanning voor de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen. Deze kosten stegen met maar liefst 55% in drie jaar tijd, waardoor ook het aandeel ervan in de totale kosten steeg van 60% in 1999-2000 naar 73% in 2001-2003.

Het is logischer, efficiënter en duurzamer om de bron van verontreiniging terug te dringen, omdat de zuiveringsinspanningen van de waterbedrijven wel erg lijken op 'dweilen met de kraan open'.

## ... vooral de bestrijding van onkruid ...

Vroeger waren het vooral de zeer schadelijke insecticiden op basis van organochloorverbindingen,

ARTIKEL

zoals endosulfan, DDT en lindaan, die alle aandacht kregen bij onderzoek naar bedreigingen van drinkwaterwinningen vanuit de landbouw. Tegenwoordig zijn van alle gewasbeschermingsmiddelen die knelpunten vormen voor de drinkwatervoorziening de herbiciden het belangrijkste. Voor het project 'Schone bronnen, nu en in de toekomst' is een inventarisatie uitgevoerd van drinkwaterknelpunten in de periode 1995 en 2000. Hieruit bleek dat van de 39 gewasbeschermingsmiddelen die worden aangetroffen in de grondstof voor drinkwaterproductie er 25 herbiciden zijn (bron: waterbedrijven). Bovendien worden naar verhouding herbiciden vaker in drinkwaterwinningen aangetroffen dan alle andere gewasbeschermingsmiddelen: ruim 75% van de drinkwaterknelpunten wordt veroorzaakt door herbiciden. Hiervoor is een aantal verklaringen te bedenken. Ongeveer 30% van het totaal aan afgezette kilogrammen gewasbeschermingsmiddelen in 2003 betrof herbiciden (bron: Nefyto). Hoewel het gebruik van herbiciden over de afgelopen twintig jaar bijna gehalveerd is, zoals te zien is in figuur 1, mag ook die 30% nog omvangrijk genoemd worden. Herbiciden worden gebruikt in ve-

le teelten in de open lucht en een beperkt aantal middelen hebben een groot aandeel in de omzet. Bij een hoge mate van gebruik van één herbicide is het risico op een hoge emissie naar het water nu eenmaal groot. Als zo'n herbicide een aantal stoffeigenschappen heeft, zoals goede oplosbaarheid in water en slechte afbreekbaarheid in het milieu, dan is de kans groot dat het in water een concentratie van 0,1 µg/l overschrijdt.

### ... met name op verhardingen

Er is één specifieke toepassing van herbiciden die leidt tot enorme emissies naar oppervlaktewater en dat is het gebruik op verhardingen. Uit berekeningen van de totale omvang van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen in de Bommelerwaard in 1998 blijkt 76% van verhardingen af te spoelen (Merkelbach *et al.*, 1999). Uit schattingen van het gebruik in dit gebied voor het jaar 1998 blijkt dat slechts 0,64% van het totale gebruik op verhardingen wordt toegepast. Omgerekend betekent dit dat het gebruik van 1 kilogram herbicide op verhardingen net zoveel

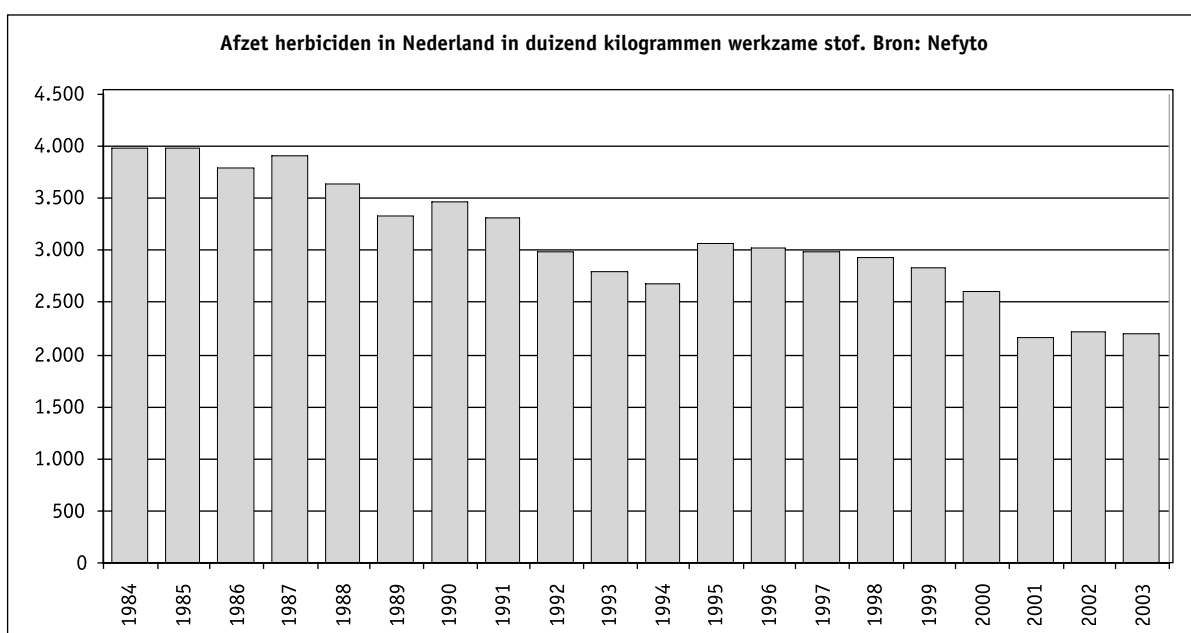
emissie naar oppervlaktewater veroorzaakt als 120 kilogram gewasbeschermingsmiddel gebruikt voor een agrarische toepassing.

Berekeningen voor de provincie Utrecht geven aan dat 12% van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen buiten de landbouw wordt toegepast (Jongbloed *et al.*, 2002). Van deze 12% wordt 1,3% op wegen, 1,7% op spoorwegen en 1% op bedrijventerreinen toegepast, terwijl 3% in het openbaar groen terecht komt.

### Duurzame gewasbescherming is nodig voor schoon water

Het beleid in zowel Nederland als in de rest van de Europese Unie is gericht op het terugdringen van de emissie van gewasbeschermingsmiddelen. In de Nota Duurzame Gewasbescherming is het Nederlandse beleid uiteengezet dat moet leiden tot duurzame gewasbescherming. Het kabinet wil met duurzame gewasbescherming de milieukwaliteit verbeteren. Deze nota past in het streven om de

ARTIKEL



Figuur 1 - Afzet van herbiciden in Nederland in de periode 1984-2003 (bron: Nefyto).

drinkwaterknelpunten te reduceren en de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren. In de nota wordt evenwicht gezocht tussen de belangen van de landbouw en voedselvoorziening enerzijds en de bescherming van water en drinkwaterwinning an-

derzijds. De nota kent een belangrijke rol toe aan het Convenant Gewasbescherming. De ministeries van LNV en VROM, LTO Nederland, VEWIN, Unie van Waterschappen, Nefyto, Agrodīs en Plantum hebben zich middels het convenant geconformeerd aan een

ambitieuze doel: 95 % reductie van de milieubelasting in 2010 ten opzichte van 1998. Het convenant gaat uit van een aanpak bij de bron. Dit betekent het aanscherpen van het toelatingsbeleid en het toepassen van reductiebeleid, zoals het certificeren van het ge-

## Herbiciden in oppervlaktewater

Dat herbiciden in oppervlaktewater aanwezig kunnen zijn in concentraties boven 0,1 µg/l is reeds lang bekend. Vroeger waren vooral puntlozingen hier debet aan, zoals bijvoorbeeld de lozing van bentazon in de Rijn bij Ludwigs-haven (Smeenk *et al.*, 1988). Tegenwoordig zijn vrijwel uitsluitend diffuse lozingen verantwoordelijk voor de aanwezigheid van herbiciden in oppervlaktewater. Uit metingen op een aantal plaatsen waar oppervlaktewater wordt ingenomen voor de bereiding van drinkwater, blijkt dat twee herbiciden zorgen voor de grootste drinkwaterknelpunten in Maas en Rijn (Zwolsman *et al.*, 2004). Diuron zorgt voor het grootste drinkwaterknelpunt in water uit de Maas, terwijl het grootste knelpunt in water uit de Rijn wordt veroorzaakt door isoproturon. Beide herbiciden

komen voor in concentraties tot ruim vijf keer de drinkwater-norm. De laatste jaren stijgt de concentratie glyfosaat in het water uit de Maas, wat vooral wordt veroorzaakt door gebruik op verhardingen. De stijging is zo sterk dat eerste innamestop al in 2005 wordt verwacht.

## Herbiciden in grondwater

Lange tijd werd aangenomen dat gewasbeschermingsmiddelen geen risico voor het grondwater zouden kunnen betekenen. De bodem zou immers voldoende bescherming bieden tegen mogelijke verontreiniging van grondwater. Sinds het eind van de vorige eeuw worden er echter gewasbeschermingsmiddelen in grondwater aangetroffen, voornamelijk herbiciden en grondontsmettingsmiddelen (zie onder

andere Cornelese en Van Maaren, 1992, Janssen, 1995 en Bannink, 1996). Al meer dan tien jaar is duidelijk dat deze middelen ook doordringen tot de winningen voor de drinkwatervoorziening. Diverse herbiciden worden aangetroffen in dusdanige gehalten dat ook voor grondwater zuiveringsmaatregelen noodzakelijk zijn. In de meeste gevallen heeft dit geleid tot het plaatsen van een extra zuiveringsstap in de vorm van actieve kool filtratie, maar in sommige gevallen is de winning verplaatst of zelfs verlaten. De aanwezigheid van sommige herbiciden kan niet verklaard worden uit louter agrarisch gebruik. Het aantreffen van het omzettingproduct 2,6-dichloorbenzamide (BAM) in grondwaterwinningen is grotendeels te wijten aan toepassing van dichlobenil op en rond wegen en in openbaar groen.

Tabel 1. Aantal grondwaterwinningen met concentraties gewasbeschermingsmiddelen boven de 0,1 µg/l (aangepast uit Milieucompodium RIVM mei 2004, gebaseerd op meetgegevens van waterbedrijven).

Gewasbeschermingsmiddel of metaboliet	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Bromacil	0	0	3	2	1	1	0	0	0
Bentazon	2	3	1	2	4	3	1	1	1
1,2 Dichloorpropan	1	3	3	1	1	0	0	0	0
Dikegulac *)	1	0	0	0	1	1	1	0	0
DNOC	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ampa *)	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Dinoterp	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Fosfamidon	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Azinfos-metyl	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Diuron	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Simazin								0	1
MCCP (mecoprop)	0	0	0	1	2	1	1	1	1
BAM *)							2	3	5

\*) deze metabolieten zijn beoordeeld als humaan toxicologisch niet relevant; behoeven daarom niet te voldoen aan de norm

bruik en het zoeken naar alternatieve methoden. De inspanningen zijn erop gericht om uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen richting de bronnen van het drinkwater te voorkomen, te reduceren of te beëindigen.

Tegenwoordig zijn er methoden ontwikkeld waarmee de afspoeeling van herbiciden van verhardingen drastisch kunnen worden teruggebracht (zie bijvoorbeeld [www.dob-verhardingen.nl](http://www.dob-verhardingen.nl) en Stichting Milieukeur 2003). Hoewel de diverse vrijwillige maatregelen in het verleden hun bijdrage hebben geleverd aan reductie van de emissie vanaf verhardingen komen de meest effectieve maatregelen tot nu toe voort uit wet- en regelgeving. Als het drinkwaterprobleem dat wordt veroorzaakt door de van verhardingen afstromende herbiciden niet wordt opgelost, blijft er nog maar één maatregel over: een totaal verbod op de toepassing van herbiciden op verhard oppervlak. Als laatste alternatief voor een totaal verbod pleit VEWIN voor verplichte certificering volgens de schema's van Duurzaam Terreinbeheer.

De toelating van gewasbeschermingsmiddelen is tegenwoordig gestoeld op het gezamenlijke beleid van de Europese Unie. Naast de EU-richtlijn 91/414 die deze toelating regelt wordt er op dit moment gewerkt aan EU-beleid voor duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Dit beleid zal door de lidstaten voortvarend moeten worden opgepakt en uitgevoerd, willen de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water voor wat deze middelen betreft gehaald kunnen worden. Het is belangrijk dat de bescherming van drinkwater voldoende aandacht krijgt bij de toelating van gewasbeschermingsmiddelen. De problemen die gewasbeschermingsmiddelen veroorzaken voor de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater vloeien deels voort uit het ontbreken van een toetsing

bij de beoordeling van deze stoffen. Hoewel de EU-richtlijn 91/414 dit voorschrijft, toetst op dit moment geen enkele lidstaat aan dit criterium. Nederland heeft gezien de herkomst van de rivieren Rijn en Maas, twee belangrijke bronnen voor de drinkwatervoorziening, baat bij een Europese oplossing voor dit probleem. Het is niet voldoende om alleen in Nederland de emissies van herbiciden terug te brengen om de gewenste kwaliteitsdoelen te bereiken. Daarbij kunnen we de kennis die in Nederland is opgebouwd rond emissiebeperkende maatregelen delen met andere oeverstaten, zoals bijvoorbeeld gebeurt binnen het door EU-Life ondersteunde project Sustainable Weed Control on Pavements (SWEEP).

Het is voor een duurzame drinkwatervoorziening niet nodig dat alle gewasbeschermingsmiddelen verdwijnen. Goede verankering van het drinkwaterbelang in de toelatingprocedure van gewasbeschermingsmiddelen zou voldoende moeten zijn. Recent is weer een stap in deze richting gezet toen de nieuwe beslisboom voor uitspoeling werd vastgesteld die wordt gehanteerd bij beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen (Van der Linden *et al.*, 2004). Er is voor modelberekeningen een extra veiligheidsfactor ingebouwd voor grondwaterbeschermingsgebieden, aangezien deze gebieden gevoeliger bleken voor uitspoeling dan de gemiddelde landbouwgrond in Nederland (Kruijne *et al.*, 2004). Hantering van deze beslisboom zou kunnen leiden tot gebruikbeperkingen van bepaalde middelen in grondwaterbeschermingsgebieden, maar daar staat tegenover dat een middel op de markt kan komen of blijven terwijl drinkwaterknelpunten worden voorkomen. Projecten zoals 'Schone bronnen, nu en in de toekomst', waarin vier partijen uit het convenant gewasbescherming samenwerken aan het oplossen van drinkwaterknelpunten, zijn dan

niet meer nodig ([www.schone-bronnen.nl](http://www.schone-bronnen.nl)).

## Referenties

- Bannink, A.D., **1996**. 'Inventariserend onderzoek naar bestrijdingsmiddelen in Oostbrabantse grondwaterbeschermingsgebieden'. H<sub>2</sub>O (29) 1996, nr. 13, blz. 386-391.
- Cornelese, A.A. en H.L.J. van Maaren, **1992**. 'Veldonderzoek bestrijdingsmiddelen; Resultaten 1990'. RIVM. Bilthoven, januari 1992.
- Janssen, H.M.J., **1995**. 'Onderzoek naar organische microverontreinigingen in (onttrokken) grondwater. Een samenvatting van gegevens tot en met 1993'. Kiwa SIW-95.113. Nieuwegein.
- Jongbloed R.H., J.H.J. Hulskotte en C. Kempenaar, **2002**. 'Bestrijdingsmiddelen in stroomgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden in de provincie Utrecht. Berekeningen voor landbouw- en niet-landbouwtoepassingen vanuit diffuse bronnen'. TNO-rapport R 2002/277. Apeldoorn, 11 juni 2002.
- Kruijne, R., A. Tiktak, D. van Kraalingen, J.J.T.I. Boesten and A.M.A. van der Linden, **2004**. 'Pesticide leaching to the groundwater in drinking water abstraction areas. Analysis with the GeoPEARL model'. Alterra-report 1041. Wageningen.
- Linden A.M.A van der, J.J.T.I. Boesten, A.A. Cornelese, R. Kruijne, M. Leistra, J.B.H.J. Linders, J.W. Pol, A. Tiktak en A.J. Verschoor, **2004**. 'The new decision tree for the evaluation of pesticide leaching from soils', RIVM rapport 601450019. Bilthoven.
- Merkelbach R.C.M., S.J.H. Crum, J.W. Deener, R. Kruijne, R.A. Smidt en P.C. Leendertse, **1999**. 'Belasting van de Afgedamde Maas door gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. Een inventarisatie van probleemstoffen'. Staring Centrum. Wageningen.
- Milieukeur, Stichting, **2003**. Certificatieschema Groen en verhardingen. Den Haag.
- Puijker L.M., E.F. Beerendonk en C.G.E.M. van Beek, **2001**. 'Door drinkwaterbedrijven gemaakte kosten als gevolg van gewasbeschermingsmiddelengebruik. Inventarisatie over de periode 1991-2000'. Kiwa Water Research. Nieuwegein, oktober 2001.
- Puijker L., C. van Beek, E. Beerendonk en A. Gijsbertsen, **2004**. 'Door drinkwaterbedrijven gemaakte kosten als gevolg van gewasbeschermingsmiddelengebruik. Inventarisatie over de periode 2001-2003'. Kiwa Water Research. Nieuwegein, december 2004.
- Smeenk, J.G.M.M., R.C. Lindhout en O.I. Snoek, **1988**. 'Bentazon in de Rijn, in drinkwater en in regen'. H<sub>2</sub>O (21) 1988, nr. 7, blz. 183-185.
- Zwolsman J.J.G., L. Bernhardt, G.F. Ijpelaar en G.A. van den Berg, **2004**. 'Bescherming drinkwaterfunctie. Bescherming van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening onder de Europese Kaderrichtlijn Water'. Kiwa Water Research. Nieuwegein, oktober 2004.

# Onkruidpreventie in bouwplanverband

M.M. Riemens<sup>1)</sup>, L.A.P. Lotz<sup>1)</sup>, R.M.W. Groeneveld<sup>1)</sup> en R.Y. van der Weide<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, marleen.riemens@wur.nl

<sup>2)</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO-AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

**In de biologische landbouw in Nederland vraagt onkruidbeheersing veel arbeidsinzet. Deze arbeid is in veel gevallen niet voorradig of simpelweg te duur. In dit artikel worden de resultaten beschreven van een zevenjarig onderzoek naar de mogelijkheden om de arbeidsinzet in onkruidbeheersing te verminderen door zaadproductie door onkruiden te verhinderen.**

## Inleiding

Deelnemende bedrijven in het innovatieproject *Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt* in Flevoland in de periode 1991–1997 (Vereijken *et al.*, 1998) zetten een voldoende effectieve en betaalbare onkruidbestrijding boven aan de lijst van prioriteiten waaraan door onderzoek gewerkt moet worden. Ook in het daarop volgende project *Biologische landbouw, Innovatie en Omschakeling* (BIOM) blijken telers aan het oplossen van onkruidproblemen een hoge prioriteit te geven (Wijnands *et al.*, 1999). Zowel biologische als gangbare telers zijn goed bekend met het feit dat effectieve onkruidbeheersing begint met preventieve maatregelen.

Een goede gewasrotatie is de basis van preventie. In zo'n rotatie komen geregeld gewassen voor die een goede onkruidonderdrukkende werking hebben. Daarnaast kunnen rassenkeuze en teeltmaatregelen zodanig worden ingezet dat het gewas bevoordeeld wordt ten opzichte van de onkruiden. Onkruidbestrijding blijft uiteraard belangrijk en zal door preventieve maatregelen nooit overbodig worden. Wel maakt een goede preventie dat de intensiteit van bestrijding (uitgedrukt in actieve stof, aantal

mechanische bewerkingen of uren handwieden), die noodzakelijk is om onkruidichtheden beneden aanvaardbare niveaus te houden, aanzienlijk verlaagd kan worden. Belangrijke vragen zijn dan ook: wat is een goede preventie, wat kost dit een teler en wat levert het op? Hieronder worden resultaten van enkele onderzoeken naar verbetering van onkruidpreventie in bouwplanverband samengevat.

## Een onkruid- onderdrukkende gewasrotatie

Praktijkervaring geeft duidelijk aan dat de samenstelling van een gewasrotatie de mate van onkruidonderdrukking over jaren in sterke mate bepaalt. Modelstudies maken aannemelijk dat de populatiedynamica van onkruiden ook afhangt van de gewasvolgorde die in een rotatie wordt gehanteerd. Rotaties met dezelfde gewassen, maar een verschillende gewasopvolging kunnen resulteren in verschillende onkruidpopulaties. Daarnaast blijkt uit berekeningen dat het effect van een verandering in het onkruidbeheer op de onkruidpopulatie, bijvoorbeeld het meer of minder bestrijden van onkruid, afhankelijk is

van het gewas waarin de verandering wordt aangebracht en de positie van het gewas in de rotatie (Mertens *et al.*, 2002). Meerjarige experimentele resultaten die dit soort modelresultaten ondersteunen zijn, onder andere van wege de hoge kosten, niet of nauwelijks beschikbaar. Lotz *et al.* (1991) toonden in een meerjarig veldexperiment aan dat de dichtheid van een meerjarig onkruid in een jaar-op-jaar teelt van snijmaïs drastisch gereduceerd kan worden door een jaar hennep, een zeer concurrentiekrachtig gewas, te telen. Drie jaar later was de dichtheid van *Knolcyperus* nog steeds lager in velden waar een enkel jaar hennep was verbouwd, vergeleken met velden waar continu maïs werd verbouwd.

Vereijken en collega's stimuleerden in het Innovatieproject *Ecologische akkerbouw en Groenteteelt* de tien aangesloten voorhoedebedrijven gebruik te maken van het 'multifunctionele vruchtwisseling model'. Dit concept beoogt onder andere de onkruidonderdrukking in een gewasrotatie gericht te verhogen door een strakke afwisseling van maai- en rooivruchten. Hierdoor wordt een combinatie bereikt van gewasconcurrentie en machinale onkruidbestrijding. De effectiviteit van dit type rotaties werd op de voorhoedebedrijven gedurende zes jaar getest. In deze zes jaar bleek echter dat gemiddeld over deze biologische bedrijven de noodzakelijke inzet van handmatig wieden na omschakeling toenam van ca vijftientig tot meer dan veertig uur per ha. De noodzakelijke inzet van hand-

ARTIKEL



matig wieden was vooral groot in de gewassen peen en ui (tot meer dan 200 uur per ha).

## Is de zaadvoorraad van onkruiden uit te putten?

Uit nadere analyses van de gegevens van het Innovatieproject *Ecologische akkerbouw en Groente-teelt* van Vereijken c.s. blijkt dat het aantal uren handwieden op de deelnemende bedrijven kan variëren van 490 tot 3100 uur per bedrijf. Vooral de onkruiden vogelmuur (*Stellaria media*) en straatgras (*Poa annua*) kunnen zich in de gehanteerde rotaties, met afwisselend rooi- en maai-vruchten, vermeerderen. Deze onkruiden veroorzaakten dan ook de grootste behoefte aan extra handmatige onkruidbestrijding. Het bedrijf met de laagste inzet handwieden bleek in voorgaande jaren de resterende en de nakiemende onkruiden steeds stelselmatig bestreden te hebben. Op basis van deze resultaten werd door de deelnemende telers de vraag gesteld of de uren handwieden kunnen worden teruggedrongen door eenjarige onkruiden consequent te verhinderen zaad te zetten. De telers waren voornamelijk geïnteresseerd in de mate waarin de zaadproductie van deze onkruiden dan verhinderd moet worden, na hoeveel jaar de voordelen van verminderde noodzakelijke inzet in handmatig wieden duidelijk worden en hoeveel inspanning dit de teler, als een soort voorinvestering, kost.

Deze vragen vormden de basis voor een onderzoek op het biologisch proefbedrijf Lovinkhoeve gedurende de jaren 1996 – 2003. Dit proefbedrijf schakelde in 1996 over van een regulier proefbedrijf naar een volledig biologisch bedrijf en daarmee van onkruidbestrijding met gebruik van chemie naar volledig chemie-vrije on-

kruidbestrijding. Jaarlijks werden de noodzakelijke bestrijdingsinspanningen in drie verschillende strategieën met elkaar vergeleken:

Strategie 1: bestrijding van onkruiden zoals in de biologische landbouw gebruikelijk is. Daarbij onkruiden zoveel mogelijk machinaal mechanisch bestrijden en zo min mogelijk handwieden;

Strategie 2: het verhinderen van zaadproductie door onkruiden;

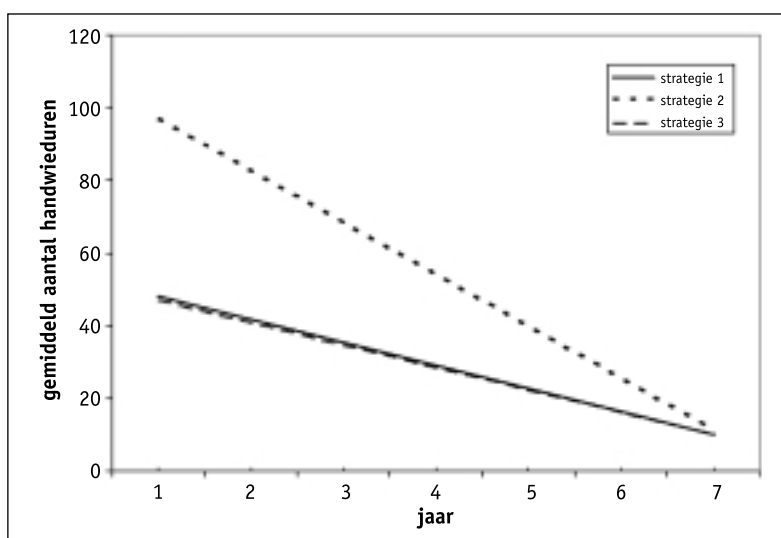
Strategie 3: bestrijding van alle onkruiden die na de standaard biologische bestrijding nog boven het gewas uitgroeien.

De rotatie was zevenjarig en bestond uit de gewassen: tweejarig luzerne/gras, bieten, gerst/zomertarwe, aardappelen, wintertarwe/maïs, uien/bollen.

Per perceel werd in twee velden van 40 m (rijrichting) x 12 m breedte bepaald hoeveel uren handwieden nodig zijn om, boven op de volgens de normale biologische bedrijfsvoering verrichte mechanische en handmatige bestrijding, te voorkomen dat zaadproductie van onkruiden optreedt. Bij aanvang in 1996 was de onkruiddruk op de percelen waar verschillende strategieën toegepast gingen worden gelijk.

Gemiddeld over alle percelen neemt het aantal uren extra handwieden dat na de normale bestrijding nodig is om alle zaadproductie van onkruiden te voorkomen vanaf het eerste jaar lineair af (Figuur 1). Deze jaarlijkse afname is ca 7,5 uur per ha ten opzichte van de afname in een regulier biologische bedrijfsvoering. Na zeven jaar is het aantal handwieduren na preventie van alle zaadproductie (strategie 2) gelijk aan de standaard biologische praktijk (strategie 1). Er werd geen verschil gevonden tussen het aantal handwieduren in de standaard biologische praktijk en de strategie waarbij onkruiden die boven het gewas uitgroeien werden verwijderd.

Bij de uitputting door strategie 2 gaat het erom dat er wel zaden uit de zaadvoorraad van onkruiden verdwijnen door kieming of door sterfte, maar er niet bij komen door zaadproductie. Om dit proces getalsmatig te kunnen volgen werden in het voorjaar van 1996 en 2003 per veld monsters van de zaadvoorraad genomen en met elkaar vergeleken. Het aantal zaden na toepassing van strategie 1 (standaard biologische bedrijfsvoering) en strategie 3 (verwijderen van boven het gewas groeien-



Figuur 1. Hoeveelheid handwieduren die over een periode van 7 jaar nodig is om onkruidbestrijding volgens strategie 1, strategie 2 en strategie 3 uit te voeren.  $F_{\text{prob}}=0,014$   $R^2=0,692$ .

de onkruiden) was verdrievoudigd. Na het verhinderen van zaadproductie (2) kon de omvang van de zaadbank op het zelfde niveau gehandhaafd worden van voor de omschakeling naar een biologische teelt (tabel 1).

De resultaten van dit experiment ondersteunen de praktijkervaring dat het mogelijk is om de benodigde hoeveelheid handwieduren te verminderen door onkruidzaadproductie te voorkomen. Na zeven jaar was de hoeveelheid handwieduren pas gelijk aan dat in de standaard biologische teelt. Na een langere periode kan deze hoeveelheid echter lager uitkomen. Naast toepassing van een bepaalde onkruidbeheersingsstrategie kunnen ook andere factoren zoals jaar-, gewas- en leer effecten het aantal benodigde handwieduren beïnvloeden hebben.

In deze studie konden we niet aantonen dat de afname in handwieduren veroorzaakt werd door een reductie van het aantal zaden in de zaadbank. Wel is duidelijk dat de omvang van de zaadbank beïnvloed werd door de verschillende strategieën. Er is een aantal verklaringen denkbaar voor het feit dat de omvang van de zaadbank niet afnam na preventie van zaadtoevoer naar de bodem, terwijl het benodigde extra aantal handwieduren wel daalde.

Alhoewel de totale zaadbank omvang in strategie 2 niet is veranderd, kan het aantal zaden van soorten die veel handwieduren vragen, zoals muur (*S. media*), straatgras (*P. annua*) en varkensgras (*Polygonum aviculare*), wel zijn afgenomen waardoor het aantal handwieduren over de jaren heen daalt. De huidige dataset is echter niet geschikt om deze afname op soortsniveau te kunnen toetsen. Verder kunnen we niet uitsluiten dat het bestrijden van al het onkruid voordat deze zaden konden produceerden, volledig

Tabel 1. Omvang van de zaadbank voor en na toepassing van verschillende onkruidbeheersingsstrategieën. Strategie 1: standaard biologische bedrijfsvoering, 2: voorkomen van alle zaadproductie, 3: verwijdering van alle onkruiden die boven het gewas uitgroeien. Zaden werden uit de bovenste grondlaag (0-25 cm) verzameld.

Strategie	Omvang van zaadbank (aantal/m <sup>2</sup> )	
	1996	2003
1	3806 <sup>a</sup>	11758 <sup>b</sup>
2	5909 <sup>a</sup>	5724 <sup>a</sup>
3	3814 <sup>a</sup>	10830 <sup>b</sup>

\*) verschillende letters geven significante verschillen weer.  $F_{pr} = 0,024$ . Lsd= 4473

gelukt is. Ook de import van zaden vanuit de omgeving kan niet geheel buitengesloten worden, ondanks het schoonmaken van machines voordat deze van het ene proefobject naar het andere werden verplaatst. De stijging van het aantal zaden in de zaadbank terwijl het aantal handwieduren afneemt in strategieën 1 en 3 kan een leereffect van de ondernemer zijn. Verder is uit een analyse van het aantal onkruidplanten (data niet getoond) gebleken dat het aantal kiemende zaden gedurende deze jaren gering was ten opzichte van de totale zaadvoorraad over alle soorten (jaarlijks ca 1 % van de totale zaadvoorraad).

Uit deze studie blijkt wel dat de extra inspanning die nodig is om zaadproductie te voorkomen gedurende zeven jaar hoger ligt dan de inspanning in een reguliere biologische bedrijfsvoering. Na deze zeven jaar van verhoogde inspanning (na de omschakeling naar een biologische bedrijf) blijkt dat alhoewel de zaadvoorraad niet is afgenomen, deze ook niet is toegevoegd, zoals dat wel het geval is in de reguliere biologische bedrijfsvoering (vergelijk ook de toename in handmatig wieden op de voorhoedebedrijven in het Innovatieproject).

## Toekomstig onderzoek

Om in de toekomst meer helder-

heid te krijgen van het kwantitatieve effect dat beheersstrategieën kunnen hebben op de zaadbank zal er meer kwantitatieve informatie beschikbaar moeten komen over de processen die plaatsvinden in een zaadbank. Te denken valt hierbij aan het type zaadbank dat een bepaalde onkruidsoort vormt (transient dan wel persistent), de maximale omvang van de zaadbank die een bepaalde soort kan vormen en daaraan gerelateerd hoe lang een zaadje in de bodem kan overleven, de hoeveelheid zaden die een plant kan toevoegen aan de bodem, de invloed van grondbewerkingen op deze processen, etc. Daarbij blijft participatief onderzoek op praktijkbedrijven van belang om de haalbaarheid in de praktijk te toetsen.

## Referenties

- Lotz, L.A.P., Groeneveld R.M.W., Habekotté B., Van Oene H., 1991. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. *Weed Research* 31:153-160
- Mertens, S.K., Van den Bosch, F., Heesterbeek, J.A.P., 2002. Weed populations and crop rotations: exploring dynamics of a structured periodic system. *Ecological Applications*.12 (4): 1125-1141
- Vereijken, P.H., Visser, R.P. & Kloen, H., 1998. Innovatie van de EKO-akkerbouw en groenteteelt met 10 voorhoedebedrijven (1991-1997). DLO-instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek. Rapport 88, AB-DLO.
- Wijnands, F., Holwerda, J. & Kloen, H., 1999. BIOM sluit goed aan op wensen biologische ondernemers. *Ekoland* 5: 22-23.

ARTIKEL

# Management en onkruidbeheersing op biologische bedrijven

M.M. Riemens<sup>1)</sup>, R. M.W. Groeneveld <sup>1)</sup>, R.Y. van der Weide<sup>2)</sup>, D. van der Schans<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, marleen.riemens@wur.nl

<sup>2)</sup> Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, PPO-AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad.

**Deelnemende ondernemers aan het project Biologische landbouw Innovatie en Omschakeling (BIOM) 'Uitgerekend Biologisch!' werden bij aanvang van dat project gevraagd aan te geven welke onderzoeks- en aandachtswensen er bij hen leefden. Van de veertig ondernemers noemden 27 beheersing en bestrijding van onkruiden als punt van aandacht, met een gemiddeld gewicht van 3,7 (schaal 1 tot 5). Hiermee werd door de bedrijven na bemesting de onkruidbestrijding als meest belangrijke aandachtspunt beschouwd. Dit mede door de zowel economische als organisatorische last die het benodigde aantal uren handwieden met zich meebrengt (Wijnands *et al.*, 1999).**

## Start van project 'Management en Onkruidbeheersing'

Een aantal van deze bedrijven heeft te maken met erg hoge aantallen zaadproducerende onkruiden en gaf aan belangstelling te hebben voor de mogelijkheden om deze onkruiddruk te saneren. Vragen ten aanzien van de bron en het moment van veronkruiding en de rol van groenbemesters en braakperioden hierop, kwamen als meest urgent naar voren.

Bij zestien van deze BIOM-telers in de regio's Zuidwestelijk kleigebied, Noordoost Nederland, Noord-Holland en Zuidoost Nederland is bij aanvang van het LNV onkruidprogramma 397V in 2003 een omvangrijk meerjarig onderzoeksproject gestart om deze vragen te beantwoorden. Gedurende de duur van het programma wordt op drie hoofdmomenten in het jaar de zaadproductie van onkruiden op de percelen van deze telers waargenomen. Het betreft hier tellin-

gen, afhankelijk van de gewassen, in juli (granen, aardappelen en vroegere groenten), september (latere groenten, maïs en suikerbieten), in oktober (peen, witlof) en in de wintermaanden (groenbemester, braak). Ook wordt aandacht geschonken aan de zaadproductie op de kleigronden voor het ploegen (late herfst) of voor de zaaibedbereiding (vroeg voorjaar). Op zandgronden wordt de zaadproductie bepaald voor het ploegen in het voorjaar. Voorts wordt gekeken naar de effecten van de managementstrategie en risicobeleving van de telers. Ieder jaar worden telers gevraagd aan te geven welke beheersmethoden ze toegepast hebben, hoe vaak ze van deze methoden gebruik gemaakt hebben en op welk moment. De risicobeleving van de telers is in kaart gebracht door middel van een enquête. Uiteindelijk doel is om telers aan het einde van het project in 2005 aanbevelingen te doen voor een efficiëntere onkruidbestrijding door gegevens van de onkruidmonitoring, hun managementstijl en risicobeleving te koppelen.

## Eerste resultaten

Op dit moment is het nog te vroeg om een koppeling te maken tussen managementstijl, risicobeleving en de waarnemingen van de zaadproductie. Hieronder staan echter wel enkele bevindingen beschreven die nu al duidelijk uit de eerste metingen naar voren zijn gekomen. Eind februari en begin maart werden op bedrijven in de 'zandgebieden' de eerste waarnemingen vlak voor het ploegen gedaan. Uit deze waarnemingen bleek dat het aantal onkruiden en de zaadproductie op de percelen waar een groenbemester stond of waar gras was ingezaaid lager waren dan die op de braakliggende percelen. *Stellaria media* (muur) en *Poa annua* (straatgras) waren de onkruiden die in deze periode overwegend voorkwamen.

*S. media* werd het hele teeltseizoen aangetroffen en gaf een probleem ten aanzien van de zaadproductie. Op de kleigronden was de zaadproductie voor het ploegen nihil. De zaadproductie van enkele onkruidsoorten werd slechts op één moment in het seizoen waargenomen; een voorbeeld hiervan was kruiskruid dat alleen in het vroege voorjaar zaad produceerde. Daarnaast was de onkruiddruk op percelen van vollegrondsgroentetelers (zie fig.1) aanzienlijk hoger dan die op percelen van akkerbouwers.

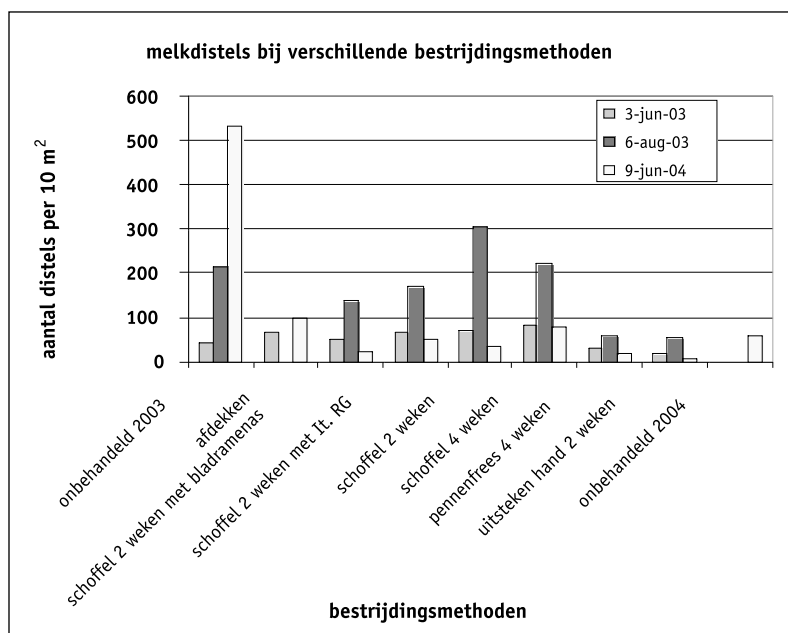
Uit de enquête bleek dat tien van de zestien telers aangaven dat

het mislukken van de onkruidbestrijding op het perceel zelf het grootste aandeel had in de veronkruiding, daarnaast werden organische mest (tweemaal), het aanwezig zijn van een natuurgebied (eenmaal), wegbermen (eenmaal) en wind (eenmaal) als hoofdoorzaak genoemd. Telers gaven aan dat onvoldoende organisatie en natte weersomstandigheden de onkruidbeheersing nogal eens bemoeilijken. In het laatste geval groeien de onkruiden na een bewerking weer snel aan, zodat de bestrijding onvoldoende effectief is. Opmerkelijk was dat ook een slechte prijs voor het geteelde product als oorzaak genoemd werd. De onkruidbeheersing krijgt dan kennelijk niet meer de gewenste prioriteit, omdat de beschikbare arbeidskracht besteed wordt aan de lucratieve teelten. Ook het risico op gewasbeschadiging is in een aantal gevallen een reden voor telers om effectieve onkruidbestrijding gedurende de teelt achterwege te laten. Daarnaast speelden de lage productprijzen en de kosten van de hoeveelheid wiewerk een rol in de continuïteit van bepaalde teelten in 2004, voorbeelden hiervan zijn aardappel en ui.



Figuur 1. Onkruiden in prei bij een vollegrondsgroenteteler.

ARTIKEL



Figuur 2. Melkdistels in aantallen per vierkante meter bij verschillende bestrijdingsmethoden in onderzoek op OBS te Nagele in 2003 en 2004.

### Wortelonkruiden

Naast zaadproducerende onkruiden vormen ook de wortelonkruiden een toenemend probleem; van de veertig deelnemers aan BIOM gaf 80% aan een probleem met deze onkruiden te hebben. Op al deze bedrijven kwam kweek dan wel akkermelkdistel voor. Kweek kwam vooral op de bedrijven op zandgrond voor en de akkermelkdistel op bedrijven op kleigrond.

In 2003 en 2004 is een onderzoek op OBS te Nagele gestart gericht op methoden ter verbetering van de bestrijding van akkermelkdistel. Getoetste technieken richtten zich voornamelijk op de concurrentie met het gewas en verbetering van mechanische bestrijding.



*Figuur 3. Met KVIKUP frees worden grond en ondergrondse delen losgemaakt en opgeworpen en komen ondergrondse delen bovenop de grond terecht.*

Handmatig tot circa vijftien centimeter diepte uitsteken bleek de meest effectieve methode en gaf in één jaar een bestrijding van ruim 70%. Het frezen van distelplekken kwam daar vlak achteraan met een bestrijding van iets minder dan 70% en door elke twee weken te schoffelen kon 30% van de akkerdistelplanten bestreden worden.

Een aantal methoden, zoals het inzaaien van een bodembedekkend gewas (engels raaigras en bla-drammenas), om de vier weken schoffelen en het afdekken met zwart plastic gedurende een heel seizoen, gaf geen vermindering na

één jaar (figuur 2). Wanneer er geen beheersing werd uitgevoerd vermeerderde het aantal planten met een factor 12.

Ook zijn op een aantal praktijkbedrijven combinaties van verschillende technieken ingezet om zowel akkermelkdistel als kweek terug te dringen.

Toegepaste technieken waren het braak houden van een perceel in combinatie met toepassing van een pennenfrees of Kvikup frees (fig.3). De bewerkingen werden uitgevoerd op het moment dat de planten boven en actief waren. Met een terugdringing van 70%

waren de resultaten goed. Door deze reductie konden de wortel-onkruiden in de volgende teelt met acceptabele inspanning worden beheerst. De ervaring leert echter dat de bestrijding van de wortel-onkruiden met deze methoden zeer grondig en systematisch moet zijn om de onkruiden terug te kunnen dringen. Hetgeen veel arbeid kost bij een zware besmetting.

### Referenties

- Wijnands, E., Holwerda, J. & Kloen, H., 1999. BIOM sluit goed aan op wensen biologische ondernemers. *Ekoland* 5:22-23.

# Verspreiding van onkruiden via organische mest in biologische landbouwsystemen

P.C. Scheepens, R.M.W. Groeneveld en M.M. Riemens

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

**In gangbare landbouwsystemen is, blijkens literatuuronderzoek, het risico van onkruidverspreiding via organische mest beperkt tot enige probleemsoorten. In dit artikel wordt aan de hand van verschillen in 'gangbare mest' en mest geproduceerd op biologisch bedrijven duidelijk gemaakt, dat eerdere risico-schattingen niet volledig overdraagbaar zijn op biologische systemen. Er is experimenteel onderzoek gaande om de leemtes in kennis te vullen.**

## Probleemstelling

Voorkomen is beter dan genezen is een stelling die zeker opgaat voor biologische telers en onkruidproblemen. Hoewel de onkruiddruk op bedrijven vaak al hoog is, kan het toch de moeite waard zijn om onkruiden die van buitenaf het bedrijf binnenkomen nauwlettend in de gaten te houden. Een van de externe onkruidbronnen is organische mest. Biologische telers hebben ook zelf het idee dat organische mest veel onkruidzaden bevat (Riemens, 2004). In een beperkt aantal onderzoeken, enkel in gangbare landbouwsystemen, is het aantal levende onkruidzaden in organische mest daadwerkelijk vastgesteld. Mt-Pleasant & Schlather (1994) onderzochten in de Verenigde Staten 36 mestmonsters van 28 verschillende melkveehouderijen. Zij vonden vitale zaden van dertien grassen en 35 dicotyle onkruiden. Slechts mest van vier bedrijven was vrij van onkruiden, bij de overige bedrijven varieerde het aantal tussen 75 en 100 per ton mest. Kellerer *et al.* (1995) vonden in Duitsland ge-

middeld 3,4 vitale onkruidzaden per liter runderdrijfmest. Bij een gift van dertig ton per hectare komt dit overeen met tien zaden per vierkante meter.

De gevonden aantallen, ook tien zaden per vierkante meter, zijn niet erg groot in vergelijking tot wat zich bij de meeste telers reeds in de bodem bevindt. Naast kwantiteit is ook kwaliteit van belang. Als met de mest soorten op een bedrijf komen waarmee de boer niet vertrouwd is, kunnen die hem veel overlast bezorgen. Elema & Scheepens (1992) wezen voor gangbare Nederlandse landbouwsystemen ruwvoer (snijsmaïs) aan als de belangrijkste bron van onkruidzaden die mogelijk via runderdrijfmest uit gebieden met mestoverschotten verspreid worden naar akkerbouwgebieden. Tijdens inkuiling van de maïs, dierpassage en opslag van de mest neemt het aantal levende zaden sterk af. Zij kwamen op basis van hun analyse tot de conclusie dat het totaal aantal onkruidzaden niet veel zal toenemen, maar dat het wel wenselijk is maatregelen te treffen om de

toename voor bepaalde probleemsoorten in akkerbouwgebieden tegen te gaan. Het risico (waarschijnlijk verlies) door verspreiding van onkruiden via rundermest is groter dan via varkens- en kippenmest, omdat varkens hoofdzakelijk gemalen voeders krijgen toegediend en onkruidzaden in kippenvoer in de krop worden vernietigd. Er is bij de verspreiding van onkruiden via mest geen sprake van een nieuw risico maar van een toegevoegd risico, omdat onkruiden reeds aanwezig zijn en ook op andere wijze een landbouwperceel kunnen besmetten.

In het voorliggende literatuuronderzoek is, gebaseerd op het onderzoek van Elema & Scheepens (1992) aan gangbare bedrijfssystemen en specifieke eigenschappen van biologische bedrijfssystemen, het risico van onkruidverspreiding via organische mest voor biologische bedrijfssystemen nader geanalyseerd. Tevens is aangegeven hoe het risico kan worden verkleind. De analyse is beperkt tot rundermest. Het risico wordt beschouwd vanuit het perspectief van de individuele veehouder en individuele teler van gewassen. De conclusies van Elema & Scheepens (1992) zijn om de volgende redenen niet direct overdraagbaar op biologische landbouwsystemen:

1. De biologische landbouw gebruikt voor een aanzienlijk deel

ARTIKEL

biologisch geproduceerde mest, waarin andere soorten en andere aantallen onkruiden aanwezig kunnen zijn;

2. De biologische teler is ten dele afhankelijk van in de biologische veehouderij geproduceerde mest voor het in stand houden van de bodemvruchtbaarheid, en omdat biologisch geproduceerde mest een schaars artikel is, kan de teler minder eisen stellen aan de kwaliteit van de aangeboden mest met betrekking tot het aantal onkruidzaden;
3. De perceptie van risico is anders voor een biologische teler, omdat de natuurlijke fluctuaties in aantallen onkruiden op zijn bedrijf groter zijn en de bestrijdingsmogelijkheden verschillen van die bij een gangbare teler.

## Onkruidzaden in veehouderijproducten

In Figuur 1 is aangegeven hoe onkruidzaden in organische mest terecht komen. In zijn grondvorm is dit schema gelijk voor gangbaar en biologisch geproduceerde mest. Onkruidzaden kunnen aanwezig zijn in diverse producten uit de veehouderij. Het aantal zaden in mest kan worden bepaald uit het aantal aanwezige zaden in veevoer en andere veehouderijproducten en de reductie van die hoeveelheid zaden in een aantal processen.

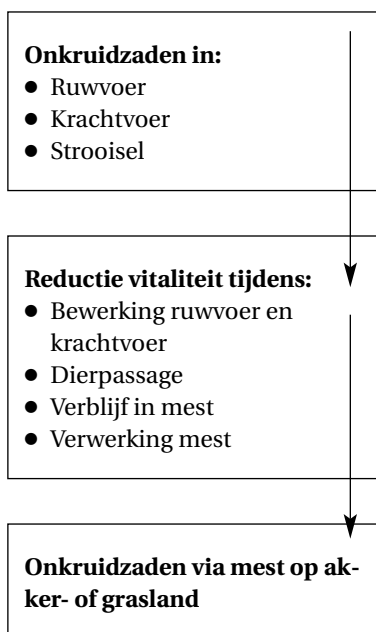
Veehouderijproducten die onkruidzaden kunnen bevatten, zijn ruwvoer (gras, snijmaïs en triticale), grondstoffen voor krachtvoer en stro of ander strooisel. In de gangbare teelt van snijmaïs kunnen hanepoot en herbicide-resistente populaties van melganzevoet en zwarte nachtschade vaak dominant aanwezig zijn. Deze soorten of resistente populaties komen

niet algemeen voor in akkerbouwgebieden en zijn daar ongewenst omdat ze lastig chemisch zijn te bestrijden. Biologisch geteelde snijmaïs bevat in het algemeen veel onkruiden, waarvan de zaden in principe met het gewas kunnen worden meegeogst. Doordat biologische maïs niet als monocultuur wordt geteeld, is hier veel minder sprake van probleemsoorten of –populaties die nog niet algemeen voorkomen op akkerbouwpercelen. Ook onkruidzaden van gangbare maïspcelen zullen voor de biologische teler geen soorten bevatten die veel moeilijker zijn te bestrijden dan de soorten die al op zijn bedrijf voorkomen. Zowel op gangbare als op biologische bedrijven wordt gras als ruwvoer geteeld. Biologisch geteeld gras zal gemiddeld meer onkruidzaden bevatten, omdat de bestrijdingsmogelijkheden geringer zijn dan voor gangbaar geteeld gras. Naast maïs worden op biologische bedrijven ook wel andere ruwvoergewassen geteeld, zoals triticale. Deze gelden evenals snijmaïs als onkruidrijk. Biologisch krachtvoer omvat vooral in Nederland geteelde graangewassen, terwijl krachtvoer in de gangbare vee-

houderij meer geïmporteerde grondstoffen als sojaschroot bevat. Sojaschroot kan vervuild zijn met onkruidzaden van fluweelblad (*Abutilon theophrasti*; Elema & Scheepens, 1992), dat in Nederland als een potentieel gevaarlijk onkruid geldt. Op biologische veebedrijven wordt vaak een strooisellaag in de stal aangebracht bestaande uit stro of 'natuurhooi', dat later aan de mest wordt toegevoegd. Biologisch stro kan behoorlijk vervuild zijn met onkruiden (Van der Weide *et al.*, 2002, 2003), terwijl natuurhooi ongewenste soorten als ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) kan bevatten.

## Overleving van onkruidzaden

Inkuilen van ruwvoer is een machting middel om onkruidzaden te doden. Na vier tot zes weken ensilage zijn in het midden van een kuil alle zaden van vrijwel alle soorten dood. Een uitzondering vormen de zaden van fluweelblad, waarvan in een experiment in een maïskuil na twaalf weken nog meer dan de helft kiemde (Elema & Scheepens, 1992). Fluweelblad is alléén al om die reden een soort om goed in de gaten te houden. In Noord-Amerika en Zuid-Europa geldt hij als een moeilijk te bestrijden onkruid. Onder Nederlandse omstandigheden bloeit hij te laat in het seizoen om vitaal zaad te kunnen produceren, maar het klimaat is zich aan het wijzigen ten gunste van deze soort. Voor enkele andere soorten is inkuiling niet helemaal afdoende, omdat zaden in de buitenste 5-10 cm soms na twaalf weken nog kunnen kiemen. Krachtvoer wordt meestal gemalen en in koeken of brokjes geperst. Gebleken is dat 25-40% van de zaden van fluweelblad en papegaaiëkruid (*Amaranthus retroflexus*) dit proces kunnen overleven (Elema & Scheepens, 1992). Sojaschroot wordt altijd blootgesteld aan een hiteschok. Een behandeling van



Figuur 1. Wijze waarop onkruiden via organische mest verspreid kunnen worden.



zes minuten bij 104°C bleek zelfs voor het meest resistente onkruid, fluweelblad, fataal (Bloemhard *et al.*, 1992).

De invloed van passage van het spijsverteringskanaal is vaak bestudeerd. De resultaten variëren iets per onderzoeker en zijn ook afhankelijk van de onkruidsoort. Het gemiddelde dodingspercentage ligt ergens tussen 70 en 95%. Een duidelijk verschil tussen biologische en niet-biologische veehouderij is het gebruik van strooisel bij biologische bedrijven. Onkruiden in het strooisel zullen in de mest terecht komen zonder het maagdarmkanaal van het dier te hebben gepasseerd.

Overleving van onkruidzaden in drijfmest is afhankelijk van de soort, de verblijfsduur en de temperatuur. Van fluweelbladzaden was na 32 weken bij 17°C meer dan de helft nog in leven (Elema & Scheepens, 1992). Van de andere gemeten soorten waren bij 10°C vrijwel alle zaden dood na acht weken en bij 4°C na zestien weken. Over overleving in vaste mest, zoals dat in de biologische veehouderij wordt geproduceerd (Figuur 2), zijn weinig exacte metingen bekend. Algemeen wordt echter aangenomen dat hier minder sterfte optreedt dan in drijfmest.

De kieming van onkruiden kan verder worden verminderd door vergisten, composteren of drogen van de mest. De resultaten zijn sterk afhankelijk van de gekozen procesomstandigheden en zijn daardoor moeilijk generaliseerbaar.

Uit het aantal onkruidzaden in veevoer (en strooisel) en reductiefactoren kan voor bepaalde omstandigheden het aantal onkruidzaden in mest worden berekend. Elema & Scheepens (1992) deden dat voor runderdrijfmest (Tabel 1). Zij gingen er van uit, dat snijmaïs de enige bron van onkruiden was, en namen aan dat snijmaïskuilen minimaal zes weken gesloten blij-



Figuur 2. Biologische mest wordt vaak aangeboden als vaste mest, vermengd met strooisel.

ven en dat de mest tijdens de gehele stalperiode blijft opgeslagen.

Zij concludeerden uit hun resultaten dat het aantal onkruiden dat wordt verspreid van gebieden met instensieve veehouderij naar akkerbouwgebieden klein is en acceptabel, mits er een systeem wordt opgezet dat er met name op toeziet dat de minimale inkulingsduur van zes weken wordt gerealiseerd. De door hen gekozen voorwaarden houden ook in, dat reductiefactoren elkaar aanvullen of versterken. Zo zullen zaden in ruwvoer dat relatief kort is ingekuild, automatisch langere tijd in de drijfmest verblijven.

De grootste verschillen tussen 'gangbare' en 'biologische' mest wat betreft het mogelijk aantal onkruidzaden zijn: (1) de toepassing van (veel) grotere hoeveelheden strooisel in biologische systemen en (2) het aanbieden van veel biologisch geproduceerde mest in de vorm van vaste mest. Het strooisel is in principe van tevoren niet ingekuild en zal niet of slechts korte tijd in (drijf)mest verblijven. De overleving van onkruidzaden in vaste mest is niet bekend.

## Risico van onkruidverspreiding via mest

Risico kan worden gedefinieerd als de kans op een incident, vermenigvuldigd met de omvang van de gevolgen. In het geval van onkruiden en verspreiding via mest is de kans evenredig met het aantal levende onkruidzaden in de mest (totaal of voor een bepaalde onkruidsoort). De gevolgen zijn gelijk aan de kosten voor onkruidbestrijding en de kosten van opbrengstderving. Omdat er sprake is van een toegevoegd risico, zijn de gevolgen gelijk aan de toegevoegde kosten en de toegevoegde opbrengstderving. Zolang voornamelijk onkruiden worden geïntroduceerd die al op het bedrijf voorkomen, zijn de gevolgen te overzien en kan men zich beperken tot extra bestrijdingskosten in het jaar waarin de onkruiden kiemen. Zodra een soort wordt geïntroduceerd die nog niet op het bedrijf voorkomt, is het niet denkbeeldig dat de nadelige effecten meerdere jaren merkbaar zijn.

De meest effectieve manier om het risico te verkleinen bestaat uit het

Tabel 1. Berekende kans (in %) dat het aantal levende onkruidzaden in runderdrijfmest groter is dan respectievelijk 100, 1000 of 10000 (volgens Elema &amp; Scheepens, 1992).

Onkruidsoort:	Minimaal aantal leven zaden per ha:		
	100	1000	10000
Melganzevoet ( <i>Chenopodium album</i> )	49	15	2
Zwarte nachtschade ( <i>Solanum nigrum</i> )	44	15	7
Hanepoot ( <i>Echinochloa crus-galli</i> )	24	2	0
Andere soorten	15	2	0

Tabel 2. Aantal onkruidzaden dat in 2004 per m<sup>2</sup> geproduceerd werd in voedergerassen op Droevendaal in Wageningen

Gewas	Perceelsnummer:	Onkruidzaadproductie (#/m <sup>2</sup> ):
Triticale	4	10486
	12	274842
Maïs	7	22104
	9	128233
Wintertarwe	8	5547
	10	2000

inkuilen van ruwvoer in combinatie met het gebruik van onkruidvrij strooisel. Een alternatief is inkuilen in combinatie met vergisting of compostering van de mest. In de praktijk wordt het gebruik van onkruidvrij natuurhooi als strooisel of compostering van mest door enkele veehouders toegepast. Zij doen dit echter vooral om introductie of uitbreiding van ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) op hun eigen grasland te verhinderen.

Als het een akkerbouwer niet lukt om afspraken te maken met veehouders over de levering van onkruid-vrije mest, rest hem niets dan waar te nemen welke onkruiden zich op zijn percelen ontwikkelen. Op deze wijze kan hij in ieder geval voor zijn bedrijf nieuwe onkruiden in een vroeg stadium herkennen en bestrijden. Scheepens *et al.* (2004) stelden een korte lijst samen van onkruiden die nog niet algemeen voorkomen in de akkerbouw, maar op plaatsen waar ze aanwezig zijn als lastig worden ervaren. Soorten uit deze lijst waarvan zaden mogelijk met drijfmest worden verspreid, zijn: fluweelblad, papegaaiekruid, hanepoot (*Echinochloa crus-galli*), akkermunt (*Mentha arvensis*) en

moerasandoorn (*Stachys palustris*).

## Lopend experimenteel onderzoek

In 2004 is Plant Research International gestart met een onderzoek naar de productie van onkruidzaden in voedergerassen op biologisch proef- en leerbedrijf Droevendaal in Wageningen. Op dit bedrijf is sprake van een gesloten systeem, dat wil zeggen dat het voer voor de kalveren op het bedrijf geproduceerd en ingekuuld wordt en de mest van deze kalveren vervolgens weer op de percelen uitgereden wordt. In 2004 zijn twee percelen maïs, twee percelen triticale en twee percelen wintertarwe bemonsterd op onkruidzaadproductie (Tabel 2).

De triticale en maïs zijn inmiddels ingekuuld, de wintertarwe wordt vermalen aan de kalveren als voer aangeboden of als strooisellaag in de stal aangebracht.

De vraag is nu of deze zaden, en

zaden in mest toegepast op biologische praktijkbedrijven, de onkruiddruk op een perceel daadwerkelijk kunnen verhogen en indien dat het geval is, hoe groot deze bijdrage dan is. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zullen in 2005 mestmonsters van Droevendaal en mestmonsters van diverse biologische akkerbouw- en vollegroondsgroente bedrijven genomen worden. Grond van een praktijkbedrijf zal vervolgens gedeeltelijk vermengd worden met deze mest. Door de opgekomen onkruiden te tellen op zowel de grond die met mest is vermengd en de grond die onbehandeld bleef, zal duidelijk worden wat het effect is van onkruidzaden in mest op de onkruiddruk.

## Referenties

- Bloemhard, C.M.J., Arts, M.J.M.F., Scheepens P.C., Elema, A.G., 1992. Thermal inactivation of weed seeds and tubers during drying of pig manure. Netherlands Journal of Agricultural Science **40**, 11-19.
- Elema, A.G., Scheepens, P.C., 1992. Verspreiding van onkruiden en plantenziekten met dierlijke mest. Publicatie nr. 62, PAGV Lelystad, 69 pp.
- Kellerer, C., Albrecht, H., Pfadenhauer, J., 1996. Ausbreitung von Pflanzen der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Rindergülle. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **26**, 729-736.
- Mt-Pleasant, J., Schlather, K.J., 1994. Incidence of weed seed in cow (*Bos* sp.) manure and its importance as a weed source for cropland. Weed Technology **8**, 304-310.
- Riemens, M.M., 2004. Onkruid op biologische bedrijven. Biom nieuwsbrief nr. 5 (mei) p. 2.
- Scheepens, P.C., Groeneveld R.M.W., Riemens, M. 2004. Invoer van onkruiden op een bedrijf. Plant Research International, Nota 283, 28 pp. Tekst digitaal beschikbaar via <http://www.biologische-landbouw.net/kennisbank/index.html>
- Van der Weide, R., Lotz, L.A.P., Bleeker, P., Groeneveld, R.M.W., 2002. Het spanningsveld tussen beheren en beheersen van onkruiden op biologische bedrijven. In: Wijnands, F.G., Schröder, J.J., Sukkel, W., Booi, R. (eds.): Biologisch bedrijf onder de loep; 'biologische akkerbouw en vollegroondsgroenteteelt in perspectief'. Themaboek PPO 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, 129-138.
- Van der Weide, R., Lotz, L.A.P., Groeneveld, R.M.W., 2003. Onkruid in graan verdient meer aandacht. Ekoland **2**, 26-27.

# Rijafstand als de sleutel tot efficiënt onkruidbeheer in de biologische suikerbietenteelt

L. Bastiaans<sup>1)</sup>, T.H. Reijnierse<sup>2)</sup> en J.D.A. Wevers<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Gewas- en Onkruidecologie, Wageningen Universiteit, Postbus 430, 6700 AK Wageningen, lammert.bastiaans@wur.nl

<sup>2)</sup> Instituut Rationele Suikerproductie (IRS), Postbus 32, 4600 AA Bergen op Zoom, reijnierse@irs.nl, wevers@irs.nl

**In de biologische bietenteelt kan de hoeveelheid arbeid voor handmatig wieden behoorlijk oplopen. In proeven met variabele rijafstand is nagegaan in hoeverre het aantal wieduren te verkleinen is door een nauwere (betere onkruidonderdrukking door het gewas) of juist ruimere (groter aandeel mechanische bestrijding) rijafstand te gebruiken dan de nu algemeen gangbare vijftig centimeter. Verruiming van de rijafstand komt uit het onderzoek als meest perspectiefvolle optie naar voren en biedt de mogelijkheid het handwerk met ruim 30% te verminderen.**

## Inleiding

Onkruidbestrijding is een belangrijk aspect in de biologische landbouw. Biologische akkerbouwbedrijven zijn aangewezen op een fysische (mechanische of thermische) aanpak van onkruiden. In de biologische bietenteelt kan daarnaast de hoeveelheid handenarbeid voor de onkruidbestrijding oplopen tot wel honderdtwintig uur per hectare. Het merendeel van deze arbeid wordt ingezet voor de bestrijding van onkruiden in de gewasrij. Gezien de hoge arbeidskosten is het gewenst het aantal uren handmatig wieden te verkleinen. Achtergrond voor dit onderzoek was de vraag of een verandering van de rijafstand het onkruidprobleem kan helpen verlichten.

In Nederland worden suikerbieten standaard op een rijafstand van vijftig centimeter gezaaid. Om verzekerd te zijn van een minimumaantal van circa 85.000 planten per hectare, worden de bieten in de rij uitgezaaid op een afstand van circa 18,5 centimeter. Bij een

verandering van de rijafstand ter verkleining van het onkruidprobleem kunnen twee mogelijke oplossingsrichtingen worden onderscheiden. Zo is de verwachting dat een nauwere rijafstand zal leiden tot een vroegere gewassluiting en daarmee tot een verhoogde concurrentiekracht van het gewas. Door vergroting van de rijafstand wordt de totale rijlengte per eenheid oppervlak, en daarmee het handmatig te wieden oppervlak verkleind. Van een verandering in de rijafstand kan echter alleen sprake zijn als de mogelijke nadelen van verlies aan opbrengst en kwaliteit van het suikerbietengewas kleiner zijn dan de voordelen. In een gezamenlijk onderzoeksproject van de leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie van de Wageningen Universiteit (WU) en het IRS is zowel een verkleining als een vergroting van de rijafstand onderzocht, waarbij de gevolgen voor onkruidontwikkeling en opbrengst zijn bestudeerd.

## Proefopzet en werkwijze

In drie opeenvolgende jaren (2002-2004) zijn proeven uitgevoerd met het bladrijke ras Cyntia. Hierbij is steeds de invloed van rijafstand op onkruidontwikkeling en suikerbietenopbrengst nagegaan. Drie proeven werden uitgevoerd op het proefbedrijf van Wageningen Universiteit. Bij deze proeven werd de rijafstand gevarieerd van dertig tot tachtig centimeter. Bij twee van deze proeven werd het plantaantal constant gehouden (100.000 planten per hectare) door bij een grotere rijafstand een kleinere zaaiafstand in de rij te hanteren. Dit werd gerealiseerd door een overmaat aan zaaizaad te gebruiken en vervolgens terug te dunnen tot het gewenste plantaantal. In de derde proef werd alleen de rijafstand gevarieerd, terwijl de afstand in de rij ongewijzigd bleef. Dit resulteerde in een lager plantaantal bij toenemende rijafstand. Natuurlijk opgekomen onkruiden werden in deze proeven steeds verwijderd, terwijl in één proef jonge kiemplantjes van melganzevoet in en tussen de gewasrij werden uitgeplant. De groei van deze kiemplanten werd gebruikt als indicatie voor het onkruidonderdrukkend vermogen van het bietengewas. Aanvullend werden lichtinterceptiemetingen uitgevoerd.

Drie proeven werden onder auspi-

ARTIKEL

ciën van het IRS uitgevoerd op praktijkbedrijven. Bij deze proeven werd globaal met hetzelfde plantaantal gewerkt door bij toenemende rijafstand de zaai-afstand te verkleinen. De rijafstand varieerde hierbij van 37,5-75 cm. Op één praktijkveld is een drogestofbepaling van natuurlijk opgekomen onkruiden in de gewasrij uitgevoerd. Ook in dit geval werden aanvullende lichtinterceptiemetingen uitgevoerd. In het laatste jaar werd naast het ras Cyntia ook het minder bladrijke ras Anastasia gebruikt, om na te gaan of de respons op rijafstand rasafhankelijk is.

In alle proeven werd het standaardprotocol van het IRS in acht genomen, waarbij netto-veldjes van achttien vierkante meter werden gereserveerd voor de eind-oogst. Na het rooien werden deze bieten opgezakt en in het tarreer-lokaal van het IRS verwerkt. Vervolgens werden de monsters volgens de standaardprocedure onderzocht op wortelgewicht, suikergehalte, tarra en gehalte aan K, Na en aminostikstof.

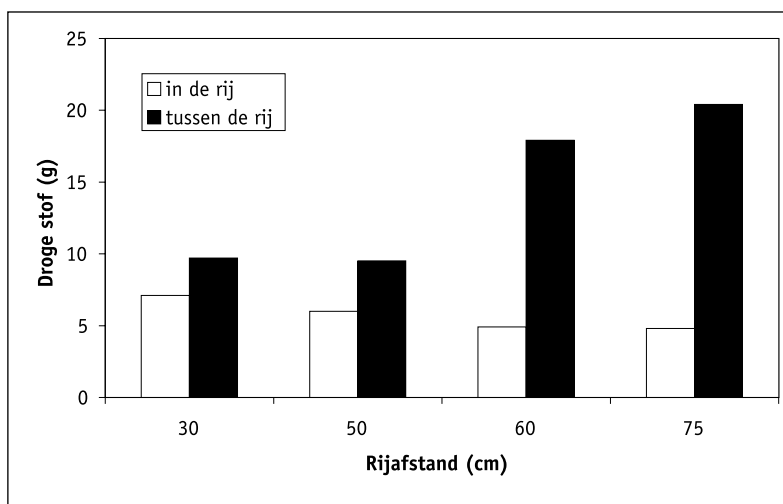
## Onkruid- onderdrukking

Meting van de lichtinterceptie, gemeten loodrecht op de gewasrij, maakte duidelijk dat bij een gelijkblijvend plantaantal een wijziging van de rijafstand geen significante invloed had op de totale lichtonderschepping van het gewas. Wel waren er duidelijke verschillen in lichtverdeling waar te nemen. Dit kwam het duidelijkst naar voren aan de hand van de uitgeplante kiemplanten van melganzevoet. Uitgeplant midden tussen twee rijen, groeiden deze kiemplanten beduidend beter bij een ruimere rijafstand (figuur 1). In deze objecten duurde het langer voordat er sprake was van volledige gewassluiting en daarvan profiteerden de onkruidplanten midden tussen twee

rijen. Echter, voor de praktijk zijn juist de onkruiden op deze plek niet zo relevant. Onkruiden tussen de gewasrijen zijn doorgaans eenvoudig mechanisch te bestrijden en vormen dan ook geen bedreiging. Uitgeplant in de gewasrij, waren er geen significante verschillen in grootte van de onkruiden waar te nemen. De nauwere afstand tussen de bieten in de rij, kenmerkend voor de objecten met een ruimere rijafstand, leidde dus niet tot een betere onderdrukking van onkruiden in de rij. De waarnemingen aan natuurlijk opgekomen onkruiden in de IRS-proeven op praktijkbedrijven bevestigden dit beeld. Deze waarnemingen beperkten zich tot een smalle strook (7 cm) rond de gewasrij waaruit de onkruidplanten werden verzameld. Deze strook vertegenwoordigt het gedeelte van het veld dat met een normale schoffelbewerking niet wordt meegenomen. Tussen de veldjes met verschillende rijafstanden werden ook hier geen verschillen in droge stof waargenomen.

Samengevat komt het er dus op neer dat een meer gelijkmatige verdeling van de suikerbietenplanten, zoals die verkregen wordt door het gebruik van een nauwere rijafstand, leidt tot een betere onkruidonderdrukking door het ge-

was. Dit is in overeenstemming met resultaten gevonden bij tarwe, waarbij eveneens de beste onkruidonderdrukking gevonden werd bij een uniforme verdeling van planten (Weiner *et al.*, 2001). Echter, tegelijkertijd moet hieraan worden toegevoegd dat bij de bietenteelt deze verhoogde onkruidonderdrukking van het gewas voor de dagelijkse praktijk van geen enkel belang is, omdat het slechts gaat om een betere onderdrukking van de onkruiden tussen de gewasrijen. En juist deze onkruidplanten zijn mechanisch eenvoudig te bestrijden. Dit betekent dat voor het verminderen van het onkruidprobleem in de biologische teelt van suikerbieten alleen het verruimen van de rijafstand overblijft als een zinvolle optie. Het verruimen van de rijafstand levert geen bijdrage aan de onkruidonderdrukking. Wel zorgt een ruimere rijafstand voor minder rijen per hectare en daarmee voor een verkleining van het oppervlak waar handmatig wieden moet worden toegepast. Is er bij een rijafstand van vijftig centimeter sprake van een totale rijlengte van twintig kilometer per hectare, bij een rijafstand van 66 centimeter is dit al met 25% verminderd tot vijftien kilometer (figuur 2). In hoeverre een ruimere rijafstand ook werkelijk perspectief biedt, wordt mede



Figuur 1. Drogestofgewicht van vijf melganzevoetplanten, uitgeplant in de suikerbietenrij en tussen twee opeenvolgende rijen, in afhankelijkheid van de rijafstand. Proefveld Wageningen, 2002.

Tabel 1. Opbrengst- en interne-kwaliteitsgegevens rijafstandproefveld, ras Cyntia, Zevenbergen 2003.

Object	wortel- gehalte (t/ha)	suiker- opbrengst (%)	suiker- opbrengst (t/ha)	(mmol/kg biet)					financiële opbrengst (€/ha)
				K	Na	K+Na	aminoN	WIN <sup>3</sup>	
37,5 cm	68,2	18,26	12,4	41,0	2,1	43,1	7,2	91,8	4146
45,0 cm	65,9	18,22	12,0	41,0	2,1	43,1	8,1	91,7	3998
50,0 cm	67,0	18,23	12,2	40,5	2,2	42,7	7,8	91,8	4061
60,0 cm	65,5	18,26	12,0	42,3	2,3	44,6	8,7	91,5	3967
75,0 cm	67,3	18,00	12,1	43,2	2,6	45,8	9,5	91,2	4003
LSD 5% <sup>1</sup>	4,7	0,34	0,8	6,9	0,4	6,6	1,2	1,0	249
significantie <sup>2</sup>	NS	NS	NS	NS	S	NS	ZS	NS	NS

<sup>1</sup>LSD = least significant difference (kleinst significante verschil);

<sup>2</sup>NS = niet significant; S = significant; ZS = zeer significant.

<sup>3</sup>WIN = Winbaarheidsindex Nederland

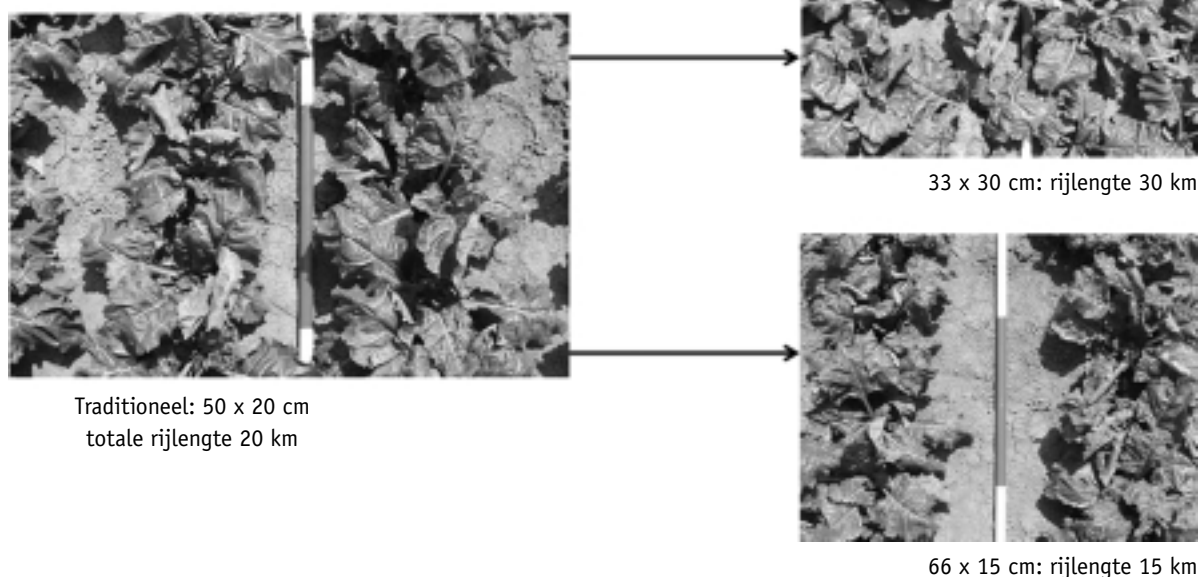
bepaald door de effecten ervan op de kwantiteit en kwaliteit van het te oogsten product. Dit aspect is dan ook in alle proeven uitvoerig meegenomen.

## Rijafstand en opbrengst

In tabel 1 staan de opbrengst- en

kwaliteitsgegevens van een praktijkveld in 2003. Hier had de rijafstand geen enkel effect op de suikeropbrengst en de financiële opbrengst van de bieten. Alleen het Na- en aminostikstofgehalte vertoonden een licht stijgende tendens bij toenemende rijafstand. De WU-proeven met gelijkblijvend plantaantal vertoonden een vergelijkbaar beeld. Ook hier bleek de rijafstand in de onder-

zochte range (dertig tot tachtig centimeter) geen significante invloed te hebben op de opbrengst. Daarnaast werden ook de interne-kwaliteitsfactoren niet beïnvloed. Nader inzicht in de invloed van de rijafstand op de opbrengst werd verkregen uit de WU-proef met ongewijzigde plantafstand in de rij. Hierbij werden rijafstanden van veertig, vijftig, zestig en zeventig centimeter gebruikt, wat bij een



Figuur 2. De opties voor verandering van de rijafstand in beeld. Een nauwere rijafstand (33 x 30 cm) gaat gepaard met een vlottere gewassluiting, maar betekent eveneens een langere totale rijlengte. Een verruiming van de rijafstand (hier: 66 x 15 cm) brengt de omgekeerde gevolgen met zich mee. Proefveld Wageningen, 2002.

plantafstand in de rij van gemiddeld 25 cm neerkwam op plantaantallen van 100.000, 80.000, 66.666 en 57.100 per hectare. Bij de grootste rijafstand werd hier

[ARTIKEL

een significant lagere suikeropbrengst gevonden. Dit laatste resultaat bevestigt een vuistregel afgeleid uit vroeger werk van het IRS (Van der Linden, 2001). Plantaantallenproeven uitgevoerd bij een rijafstand van 50 cm, toonden aan dat een minimaal aantal van 60.000 planten per hectare vereist is om de suikeropbrengst op peil te houden. Zodra het plantaantal hier beneden komt, zal de opbrengst zakken. Ook in de IRS-proef van 2004 kwam dit beeld naar voren. Door een foutief ingestelde zaai-afstand zakte hier het aantal planten van de objecten met een rijafstand van 75 centimeter tot onder het kritieke niveau. In dit geval kan niet gezegd worden of een significante daling van de suikeropbrengst wordt veroorzaakt door het lage plantaantal of het type ras.

Samenvattend kan uit de verschillende experimenten worden geconcludeerd dat het suikerbietengewas binnen redelijke grenzen goed in staat is om voor verschillen in rijafstand te compenseren, vooropgesteld dat het plantaantal op peil blijft en niet lager komt dan ongeveer zestigduizend planten per hectare.

## Conclusie

Het onderzoek naar rijafstand heeft uitgewezen dat er, bij een gelijkblijvend aantal planten, geen verschillen bestaan in lichtonderschepping, gewasgroei en onkruidontwikkeling in de rij. Dit betekent dat de rijafstand in de praktijk verruimd zou kunnen worden van 50 cm naar 75 cm. Essentieel is echter wel dat de zaai-af-

stand in de rij aangepast wordt om een voldoende plantdichtheid te behouden. Bij een rijafstand van 75 centimeter zal de totale rijlengte per hectare afnemen van twintig naar 13,3 kilometer, resulterend in een overeenkomstige besparing van de hoeveelheid handwerk voor de onkruidbestrijding in de rij met ruim 30%.

## Referenties

- Linden, J.P. van der, 2001. Het effect van plantaantallen op de opbrengst en kwaliteit van suikerbieten. Publicatie 01P01, IRS, Bergen op Zoom.
- Wevers, J.D.A., 2003. Verslag onderzoek biologische bietenteelt. Rapport 04R02, IRS, Bergen op Zoom.
- Reijnierse, T.H., 2004. Verslag onderzoek biologische bietenteelt. Rapport 04R10, IRS, Bergen op Zoom.
- Weiner, J., Griepentrog, H.W. & Kristensen, L., 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology* 38: 784-790.

# Bedekt met de mantel der . . .

J.P.M. Wijnker<sup>1)</sup>, J.A.A. van Zuilichem<sup>1)</sup>, A.Th.J. Koster<sup>1)</sup>, L.A.P. Lotz<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Bloembollen & Bomen, Postbus 85, 2160 AB Lisse

<sup>2)</sup> Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

**Voor het voorkomen van onkruidgroei, met name éénjarige onkruiden, kan het toepassen van afdekmaterialen een goede oplossing zijn. Toch is het gebruik van afdekmaterialen in de vollegrond nooit echt doorgezet. Is dit te wijten aan de neven-effecten van toepassing of de kosten?**

## Inleiding

De oudste en simpelste methode van onkruidbeheersing is het afdekken van de grond met een afdeklaag die vrij is van onkruid. In de jaren negentig toen de chemische gewasbescherming onder druk kwam te staan, kwam deze methode weer in de belangstelling. Er werden nieuwe afdekmaterialen ontwikkeld en onderzoek naar de toepassing van afdekmaterialen werd opgestart.

Het principe van afdekmaterialen is eenvoudig. Doordat het grondoppervlak wordt afgesloten voor licht krijgen onkruidzaden geen impuls om te gaan kiemen. Anderzijds vormt de laag een mechanische barrière voor jonge kiemplantjes. Een bijkomend voordeel van afdekmaterialen is een stuif- en slempwerende werking

De gebruikte materialen moeten natuurlijk niet zelf een medium voor onkruidgroei worden. Daarom moet het materiaal idealerwijs inert zijn, geen barrière vormen voor water en nutriënten en snel opdrogen.

Er zijn drie groepen van afdekmaterialen. Allereerst de vaste afdekmaterialen zoals, plastic, papier of anti-worteldoek. Een tweede groep zijn de afdekmaterialen op basis van los organisch materiaal (mulch) zoals stro, schors of hout. Een derde groep vormen de bo-

dembedekkende gewassen, bijvoorbeeld het gebruik van klaver of gras in de fruitteelt. Deze vorm van 'afdekken' wordt in dit artikel niet besproken.

In de teelt van boomkwekerijgewassen op pot zijn veel ontwikkelingen in afdekmaterialen gestart, omdat men in deze teelt (tot voor kort) geen middelen ter beschikking had om levermos te bestrijden. Ook voor de teelt in de vollegrond zijn vervolgens materialen ontwikkeld. In dit artikel wordt het onderzoek de afgelopen jaren aan toepassing van afdekmaterialen in de vollegrond besproken.

Het onderzoek aan afdekmaterialen

in de vollegrond heeft zich toegespitst op boomteelt en de bollenteelt. In de bollenteelt is mechanische onkruidbestrijding in de toegepaste teeltsystemen erg lastig door de brede plantrijen en weinig ruimte tussen de plantrijen

## Vaste afdekmaterialen

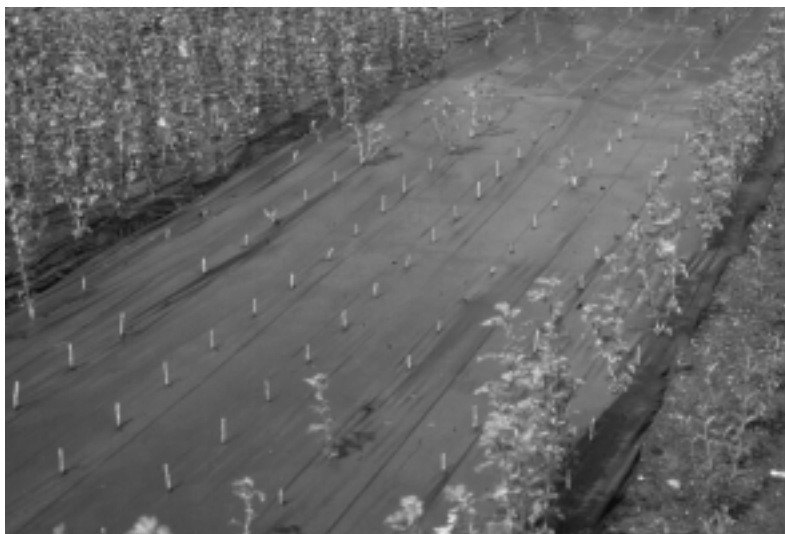
In het onderzoek zijn divers vaste afdekmaterialen uitgetest zoals plastic, vezelmatten en voor deze toepassing ontwikkeld papier. In de boomteelt wordt plastic wel gebruikt bij specifieke teelten zoals winterstek. Hierbij wordt onbeworteld stek door het plastic in de grond gestoken. Het onderzoek is zowel gedaan in de teelt van winterstek als in grotere struiken. Ook in de vermeerdering van aardbei is het gebruik van vaste afdekmaterialen onderzocht.



Figuur 1. Overzicht van een afdekmaterialenproef met *Prunus laurocerasus*.

ARTIKEL





Figuur 2. Beschadiging van winterstekken door opwaaiend folie.

Uit onderzoek blijkt dat de meeste producten een zeer goede onkruidonderdrukking geven. De levensduur van het ontwikkelde papier was echter te kort om gedurende een gehele teelt goede onkruidonderdrukking te geven. Wortelonkruiden worden gedeeltelijk onderdrukt, bij de plastic materialen is dit beter dan bij de organische vaste materialen. Het grote probleem is de onkruidgroei in de plantgaten.

Toepassing van vaste afdekmaterialen in de vollegrond is economisch alleen interessant in 'dure' teelten. Dit hangt niet alleen samen met de kosten van het materiaal. Het aanbrengen van het plastic moet meestal handmatig gebeuren en kost veel tijd. De materialen moeten namelijk aan de randen goed vastgelegd worden. Opwaaien van het plastic kan leiden tot gewasschade zoals op de foto in de teelt van winterstek is te zien (Fig. 2). Het planten gaat bovendien moeizamer. Er is overigens een machine ontwikkeld die het plastic uit kan leggen en ook gelijk plantgaten prikt.

Aan het einde van een teelt is er een afvalprobleem bij het opruimen van plastic. Tegenwoordig worden ook afbreekbare plastics gebruikt die na de teelt door de grond worden gefreesd. Bij sommige gewassen heeft het

gebruik van afdekmaterialen een invloed op de groei, dit kan zowel positief als negatief zijn. Het afdekken van de grond met plastic afdekmaterialen heeft over het algemeen tot gevolg dat door de zon de bodemtemperatuur sneller oploopt dan zonder afdek materiaal. Hoe groot dit effect is, wordt ook beïnvloed door de kleur van het plastic. Ook is uit de fruitteelt bekend dat o.a. muizen zich vestigen onder het folie of doek en vandaar uit schade aan de wortels van het gewas kunnen veroorzaken.

## Organische mulchmaterialen

De laatste jaren heeft het onderzoek zich vooral gericht op mate-

rialen van organische herkomst. Organische materialen die van oudsher al worden toegepast als afdek materiaal zijn (gehakseld) stro, houtsnippers, boomschors en compost. Daarnaast zijn een aantal nieuwe materialen in onderzoek opgenomen zoals korrels (pellets) van stro, wol of houtzaagsel, een houtvezel en een aantal experimentele middelen, zoals Asolfil.

Het stro wordt vooral in de biologische bollenteelt toegepast. Stro wordt daar gebruikt om het stuiwen van de zandgrond tegen te gaan en het vorstvrij houden van een aantal gewassen, het zgn. winterdek. In plaats van dit winterdek te verwijderen bij opkomst van de bolgewassen wordt dit vlak voor opkomst gehakseld. Hierdoor ontstaat een dichte laag stro die voor een goede afdekking zorgt.

Het gebruik van houtsnippers en boomschors komt uit de boomteelt voort. Tegenwoordig worden bepaalde typen boomschors vooral in de pottenteelt van boomkwekerijgewassen gebruikt.

### Onkruidonderdrukking

Uit de onkruidtellingen in de diverse experimenten blijkt de onkruidonderdrukking van de meeste organische materialen meestal goed is, zoals in tabel 1 is te zien. Wortelonkruiden worden door de organische afdekmaterialen niet of zeer beperkt onderdrukt.

Tabel 1. Gemiddelde onkruidonderdrukking van verschillende organische afdekmaterialen in proeven ten opzichte van niet afgedekte behandelingen, in het eerste jaar en tweede jaar na opbrengen.

Afdek materiaal	Onkruidonderdrukking	
	Eerste jaar	Tweede jaar
Gehakseld stro	90-95	90
Stro	85	26
Schors	85-90	50-85
Compost	50-90	0-20
Stro-korrels	90-95	70
Wol-korrels	85	-
Hout-korrels	60	-
Houtvezel	85-95	85
Asolfil ®™	90-95	-
Experimenteel middel	60	30

De korrels van het houtzaagsel hadden een slechte onkruidonderdrukking doordat de korrels niet goed uit elkaar vielen en daardoor geen laag ontstond. De diverse toepassingen van stro leidden in het eerste jaar tot een goede onkruidonderdrukking. In het tweede jaar na opbrengen bleek alleen gehakseld stro nog effectief onkruid te onderdrukken. Een groot probleem bij de toepassing van stro is de opslag vanuit het stro. Afhankelijk van de kwaliteit van het stro kunnen er nog veel graankorrels in zitten waardoor het middel soms erger is dan de kwaal zoals in Figuur 3 is te zien.



Figuur 3. Graanopslag in een afgestorven gewas van krokus.

Compost geeft nogal wisselende resultaten. Dit bleek onder andere afhankelijk van de compostsoort te zijn; heidecompost had betere resultaten dan groencompost. Bovendien bevat compost veel nutriënten en houdt over het algemeen lang vocht vast, waardoor het een goed medium voor onkruidgroei is. Omdat compost bij opbrengen arm is aan onkruidzaden kan door het opbrengen van een dikke laag onkruidonderdrukking worden verkregen.

## Benodigde hoeveelheid materiaal

Vaak is het nadeel van de organische materialen dat een grote hoeveelheid van het materiaal moet worden opgebracht om een goede onkruidwering te krijgen. Voor een goede onkruidwerende laag compost moet een laagdikte van 4-5 cm worden aangehouden. Dit betekent dat bij een volveldstoepassing 400-500 m<sup>3</sup> per hectare moet worden opgebracht. Van het gehakseld stro wordt uitgegaan van 18 ton stro per hectare. Voor de toepassing van stro in de bollen teelt zijn machines ontwikkeld, waardoor het vrij eenvoudig is aan te brengen.

Van de strokorrels is voor een goede werking minimaal 2,5 kg/m<sup>2</sup> nodig. Dit betekent 25 ton per ha. De dosering van de producten kan dan ook tot problemen leiden.

De ontwikkeling van vloeibaar op te brengen afdekmaterialen als bijvoorbeeld Asolfil leverde ten aanzien van de toepassing grote voordelen op.

### Stikstofvastlegging

Materialen met een hoog C/N-verhouding immobiliseren tijdens de vertering stikstof. Dit geldt in het onderzoek vooral voor de materialen op basis van stro. Bemonstering van de grond op het makkelijk opneembaar stikstof (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) in de grond liet dit ook zien. Metingen in proeven laten zien dat niet alleen stikstof die wordt opgebracht de bol niet bereikt bij een afdeklaag van stro maar dat er ook stikstof uit de bodem wordt onttrokken.

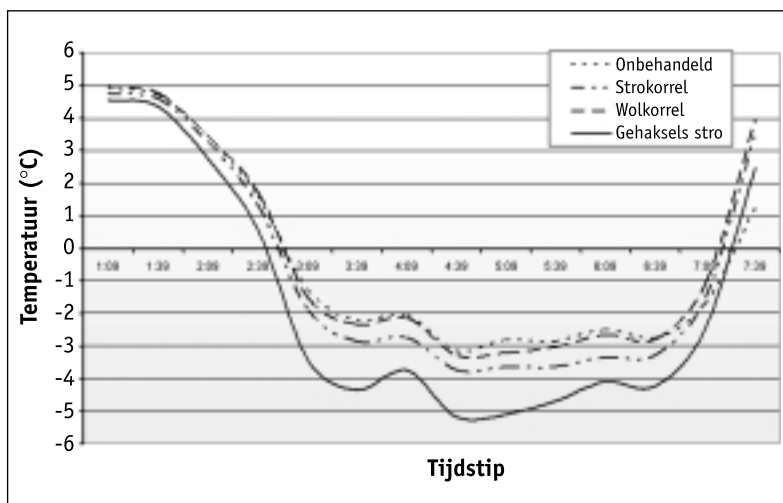
Omdat in de bloembollen het stikstofgehalte van de bollen gerelateerd is aan de kwaliteit van de bloemen in de afbroei is een deel van de bollen geanalyseerd op stikstof in de bol en een deel van de bollen is afgebroeid. Hierbij bleek dat bollen die gegroeid waren onder een laag strokorrels van 5 kg/m<sup>2</sup> minder stikstof bevatten.

De bloemen uit deze bollen waren lichter en korter van lengte ten opzichte van de controle.

Er werden geen verschillen in stikstofgehalte in de bol gevonden bij toepassing van gehakseld stro en toepassing van 2,5 kg/m<sup>2</sup> strokorrels, hoewel daar wel lagere stikstofgehalten in de bodem werden gemeten. Hierbij moet opgemerkt worden dat in de proeven steeds met bollen uit de praktijk (zonder afdekking) is gewerkt en dat er misschien wel effect optreedt bij een jaar-op-jaar toepassing van afdekmaterialen.

In het onderzoek is ook gekeken naar het effect van het onderwerpen van een afdeklaag van strokorrels op de beschikbaarheid van stikstof in het volgende seizoen in de bouwvoor. Het onderwerpen van de afdeklaag had een negatief effect op de beschikbaarheid van de stikstof, echter het effect van een nieuwe afdeklaag was veel groter dan van de ondergewerkte laag.

Van de houtvezel zou verwacht worden dat er ook stikstofvastlegging plaats vindt, aangezien hout ook een hoge C/N-verhouding heeft. Echter de houtvezel die in de proeven gebruikt is, is bij het productieproces geïmpregneerd



Figuur 1. Temperatuurverloop vlak boven de grond, de strokorrel, de wolkorrel en gehakseld stro op 27 maart 2002.

met stikstof waardoor er geen stikstofvastlegging zou kunnen optreden. Uit de resultaten blijkt dit tot nu toe ook zo te zijn.

Bij toepassing van de wolkorrels trad het omgekeerde effect ten opzichte van de strokorrels op. Tijdens het groeiseizoen kwam er stikstof vrij uit deze laag. Dit gebeurde in zulke hoge hoeveelheden dat er zelfs fytoxische verschijnselen optraden. In daaropvolgend onderzoek zijn de wolkorrels gecombineerd toegepast met het stro en de strokorrels. Hierbij werden de wolkorrels als meststof behandeld en werd de bemestingruimte in MINAS geheel opgevuld met de wolkorrels. Daardoor kon er in die behandelingen niet meer worden bijgemest. Uit de metingen bleek dat de wolkorrels geen positieve invloed hadden op het stikstofgehalte in de grond. Alle vrijgekomen stikstof van de wolkorrels werd vermoedelijk vastgelegd door de stroproducten.

#### Nachtvorst

Door het afdekken van het grondoppervlak wordt de warmte-uitstraling van de bodem verbroken. Bij nachtvorst kan dit leiden tot lagere temperaturen boven de afdeklaag dan boven de onbedekte grond. Vooral bollentelers zijn bang voor schade aan de planten door nachtvorst. Deze beschadiging kan namelijk een invalspoort zijn voor

ziekteverwekkers als *Botrytis* (vuur) en *Corynebacterie* (helsvuur).

Daarom zijn er temperatuurmetingen gedaan tijdens het groeiseizoen van tulpen.

Uit deze metingen bleek dat vooral net boven het grond- c.q. afdeklaagoppervlak de grootste verschillen in temperatuur optraden tijdens nachtvorst. Op 10 cm boven het oppervlak waren de verschillen in temperatuur al grotendeels verdwenen. Afhankelijk van de omstandigheden liep het temperatuurverschil op tot 3 à 4°C. De verschillen waren afhankelijk van het afdek materiaal. Net boven het gehakselde stro was de temperatuur altijd het laagst tijdens nachtvorst. Over het algemeen geldt hoe dunner en compacter de laag des te kleiner het temperatuurverschil. Ook de vochtigheid van de afdeklaag is van belang. Indien de afdeklaag vochtig is zal het verschil in temperatuur tijdens een nachtvorst kleiner zijn of niet optreden. In figuur 1 wordt een voorbeeld van het temperatuurverloop tijdens een nachtvorst net boven de lagen weergegeven.

#### Effect op de opbrengst

Ondanks de bovengenoemde nadelen is er in het onderzoek slechts sporadisch opbrengstderiving waargenomen. Dit was dan

vooral bij materialen die fytoxische verschijnselen veroorzaakten zoals de wolkorrels. Sommige materialen gaven in enkele proeven een lichte opbrengstvermindering maar in andere een lichte verhoging, waardoor de invloed op de opbrengst neutraal is.

Onder bepaalde omstandigheden kunnen afdekmaterialen ook een positief effect op de groei hebben. In de droge zomer van 2003 op droge zandgrond in Horst hadden de objecten die afgedekt waren met een dikke afdeklaag een beduidend betere groei dan de niet afgedekte objecten. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door de beperking van de verdamping van vocht uit de grond door de afdekmaterialen.

#### Wetgeving

Bij de toepassing van organische afdekmaterialen speelt ook wetgeving een rol. Voor de toepassing van compost moet rekening gehouden worden met het Besluit Overige Organische Meststoffen. In deze wet zijn de toepassingshoeveelheden geregeld op basis van de hoeveelheid zware metalen die zich in de compost bevindt. Voor de toepassing als afdek materiaal komt alleen zeer schone compost in aanmerking, gezien de hoeveelheden die worden opgebracht.

Andere regelgeving is de Meststoffenwet waar rekening mee moet worden gehouden. Dat is tot 2006 de MINAS-regelgeving en daarna de nieuwe Meststoffenwet. MINAS speelt alleen een rol bij de toepassing van compost. Voor het gebruik als afdek materiaal zal een compost moeten worden gebruikt die niet onder MINAS valt. In de nieuwe mestwetgeving worden alle bemestingsbronnen meegeteld in de maximaal toe te passen hoeveelheid stikstof per gewas. Dit kan ook gevolgen hebben voor afdekmaterialen die stikstof bevatten, zoals de compost maar ook de houtvezel, die geïmpregneerd is met stikstof. Er wordt in de nieuwe

wetgeving overigens wel rekening gehouden met vrijkomen van stikstof van de organische materialen gedurende het groeiseizoen.

## **Perspectief**

Afdekmaterialen hebben zeker een

potentie in de strijd tegen onkruid. Echter het toekomstperspectief van de afdekmaterialen hangt niet alleen af van de bovengenoemde neveneffecten, maar wordt in hoge mate bepaald door de kosten ervan. Enerzijds zijn dit de kosten voor de materialen, anderzijds de kosten voor opbrengen en eventueel verwijderen. Vooral de nieuw

ontwikkelde materialen hebben zo een hoge kostprijs dat ze alleen interessant zijn voor 'dure' teelten waarin veel wiewerk kan worden vervangen door afdekking. Het wachten is op een vloeibaar op te brengen afdek materiaal die meer concurrerend is met de huidige onkruidbestrijdingmethoden in de diverse teelten.

ARTIKEL

# Onkruidonderdrukking in vollegrondsgroenteteelt door het toevoegen van klaver

N.G. den Hollander, L. Bastiaans

Gewas- en Onkruid Ecologie, Wageningen Universiteit, Postbus 430, 6700 AK Wageningen, Nick.denHollander@wur.nl

**De potentie van verschillende klaversoorten om als onkruidonderdrukkende bodembedekker in bijvoorbeeld de groenteteelt te worden ingezet werd verkend. Tussen de verschillende klaversoorten bleken grote verschillen in groeikarakteristieken en concurrentiekracht te bestaan. Meest verrassend was de geringe geschiktheid van onderaardse klaver, die naast een slechte onkruidonderdrukking relatief veel schade aan het gewas toebracht. Het onderzoek benadrukt het belang van soortselectie.**

## Probleemstelling

De groep telers die in Nederland en elders in Europa groenten teelt zonder de inzet van chemische hulpmiddelen is niet groot. Deze groep zou echter wel kunnen groeien. Veel consumenten geven aan dat gewassen die geteeld zijn op een biologische of ecologische wijze in principe de voorkeur hebben. Het is inmiddels bekend dat het beschermen van het gewas tegen plaagorganismen een groot probleem is voor ecologische telers. Dit geldt in hoge mate voor onkruiden en men is dan ook naarstig op zoek naar oplossingen voor dit probleem. Gezocht wordt bijvoorbeeld in cultuurtechnische oplossingen die samen met mechanische methoden en handmatig wieden het onkruidprobleem kunnen verminderen. Een interessante mogelijkheid is het toevoegen van een tweede gewas aan het hoofdgewas tijdens een gedeelte van de groeiperiode. Dit tweede gewas kan een oogstbaar gewas zijn (mengteelt) maar het is ook mogelijk om een gewas toe te voegen dat na het oogsten van het hoofdgewas ondergewerkt wordt. De onkruidonderdrukkende wer-

king van het toevoegen van een tweede gewas berust op het principe dat de totaal aanwezige hoeveelheid licht, water en voedingsstoffen door beide gewassen nagenoeg volledig benut wordt, waardoor onkruiden geen kans meer krijgen om zich te ontwikkelen. Dit lijkt vooral een goede toepassing bij gewassen die van zichzelf een slechte bodembedekking hebben en een relatief langzame begingroei kennen. Prei zal bijvoorbeeld pas heel laat een nagenoeg volledige onderschepping van licht hebben (Baumann, 2000). Dit geeft onkruiden de gelegenheid om zich gedurende een groot deel van het groeiseizoen te ontwikkelen.

Het toevoegen van klaver aan het hoofdgewas stond al enige jaren in de belangstelling van onderzoekers op entomologisch gebied (Theunissen *et al.*, 1995; Den Belder *et al.*, 2000). Er bleek een beschermende werking van het klavergewas tegen bijvoorbeeld koolwitje en trips in respectievelijk kool en prei te bestaan. Helaas bleek het in de praktijk moeilijk de faciliterende functie van klaver daadwerkelijk te benutten. Dit was

vooral te wijten aan het opbrengstverlies dat werd veroorzaakt door de concurrentie tussen het hoofdgewas en de toegevoegde klaver. Ondanks de verminderde vraatschade aan het gewas ervaren telers het verlies aan opbrengst als een onoverkomelijk probleem. In ons onderzoek, dat gestart werd in 2000 en onderdeel uitmaakt van het NWO programma stimulering biodiversiteit, werd de volgende vraag geformuleerd: is het mogelijk om een tweede gewas toe te voegen aan een gewas dat van zichzelf weinig concurrentiekrachtig is, zodat (1) onkruiden worden onderdrukt en (2) het gewas daar relatief weinig hinder van ondervindt? De keuze om klaver als onkruidonderdrukkend gewas toe te voegen volgde in de eerste plaats uit ervaringen uit eerder onderzoek (Enache and Illnicki, 1990). Ook de beschermende werking van klaver tegen herbivore insecten en enkele plantenziekten en de stikstofbindende capaciteit van klaver waren redenen om klaver als bodembedekkend gewas te toetsen.

## Klaversoorten met elkaar vergeleken

### Groeikarakteristieken

In veel van het eerder uitgevoerde onderzoek werden verschillende soorten als tweede gewas toegevoegd aan een bepaald teeltsysteem. De geschiktheid van de betreffende soort werd vervolgens

bepaald door veldjes met en zonder toevoeging van het tweede gewas te vergelijken. Hierbij werd vooral gelet op onkruidonderdrukking en opbrengst. Dit is een prima aanpak maar levert vooral informatie op voor het onderzochte teeltsysteem. In het huidige onderzoek is meer aandacht besteed aan de eigenschappen die bepalen of een soort geschikt is om als bodembedekker te worden toegevoegd. In 2001 werd een veldexperiment uitgevoerd waarin acht klaversoorten met elkaar werd vergeleken (Tabel 1). Er werden een aantal eigenschappen bepaald om de diverse klaversoorten te karakteriseren en de onderlinge verschillen aan het licht te brengen. Opvallende verschillen werden waargenomen voor snelheid van bodembedekking en hoogtegroei. Perzische klaver was in alle opzichten de soort die zich het snelst ontwikkelende, terwijl onderaardse klaver de soort met de traagste ontwikkeling was. In 2002 werd een tweede experiment uitgevoerd met drie klaversoorten met contrasterende groeikarakteristieken (Perzische klaver, onderaardse klaver en witte klaver). De resultaten bevestigden dat Perzische klaver een soort is die zich zeer snel ontwikkelt. Onderaardse klaver bleek opnieuw de soort met de traagste ontwikkeling te zijn, hoewel de soort het beter deed dan in 2001. Witte klaver volgde in 2001 een soortgelijk ontwikkelingspatroon als onderaardse klaver maar in 2002 was de snelheid van bodembedekking vergelijkbaar met die van Perzische klaver. Dit werd mede veroorzaakt door een betere op-

komst. Qua hoogteontwikkeling bleef witte klaver echter duidelijk achter bij Perzische klaver.

### Concurrentiekracht van klavers met elkaar vergeleken

Perzische klaver was in 2001 en 2002 een van de concurrentiekrachtigste soorten. De drogestoftoename van prei werd ernstig geremd (Figuur 1). Omdat er gedurende het groeiseizoen meerdere preioogsten werden uitgevoerd kon worden vastgesteld dat vooral hoogteontwikkeling bepalend was voor de effecten van de diverse klaversoorten op prei. Rode klaver, met een hoogte van 80 cm, bleek bijvoorbeeld ook een uitermate grote vermindering van de droge stof productie van prei tot gevolg te hebben. Geheel volgens verwachting hadden witte klaver (beide cultivars) en onderaardse klaver de geringste effecten op de drogestofproductie van prei. Ondanks een hoogteverschil van tien centimeter was er echter geen verschil tussen de effecten van onderaardse klaver (Figuur 2) en witte klaver (Figuur 3) op de drogestofproductie van prei. Een bepaling van de stikstofgehalten in zowel de klavers als de prei bracht verdere duidelijkheid. Preiplanten die afkomstig waren van de veldjes met onderaardse klaver hadden een duidelijk verlaagd stikstofgehalte terwijl die in de andere klaverveldjes, ten opzichte van de controle, juist een verhoogd N-gehalte hadden. Ook werd enige vergelijking geconstateerd in het blad van prei afkomstig uit veldjes met onderaardse klaver. De verklaring voor dit resultaat lag echter niet in



Figuur 1. Prei uit een veldje met Perzische klaver vergeleken met een preiplant uit een referentieveldje zonder klaver.

een verhoogde opname door de onderaardse klaver. Het gehalte aan stikstof in onderaardse klaver behoorde tot de laagste van de klaversoorten en ook de totale hoeveelheid opgenomen stikstof was relatief laag. Mogelijk worden allelopathische stoffen uitgescheiden door onderaardse klaver die interfereren met de stikstofopname van naburige planten.

In 2002 werden verschillen in concurrentiekracht tussen Perzische, onderaardse en witte klaver inzichtelijk gemaakt door Italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*) in een lage dichtheid toe te voegen aan de veldjes met klaver. Bij de oogst werd overduidelijk aangetoond dat in dit geval onderaardse klaver de minst concurrentiekrachtige soort was, terwijl witte klaver en Perzische klaver het gras sterk hadden onderdrukt (Figuur 4).

### Wat zijn de belangrijkste mechanismen die een rol spelen bij onkruidonderdrukking?

Om een beter inzicht te krijgen in de mechanismen die een rol spelen bij het onderdrukken van onkruiden door de klavers werd in 2003 een experiment uitgevoerd waarin de drie eerder genoemde soorten op drie verschillende momenten, met steeds twee weken tussentijd, in werden gezaaid. Ver-

Tabel 1. De klaversoorten en cultivars gebruikt in de veldexperimenten van 2001 en 2002 (\*).

Klaversoort	Variëteit	Nederlandse naam
<i>Trifolium hybridum</i>	Dawn	bastaard klaver
<i>Trifolium alexandrinum</i>	Alex	Alexandrijnse klaver
<i>Trifolium incarnatum</i>	Contea	incarnaat klaver
<i>Trifolium respunatum*</i>	Accdia	Perzische klaver
<i>Trifolium pratense</i>	Violeta	rode klaver
<i>Trifolium subterraneum*</i>	Mount barker	onderaardse klaver
<i>Trifolium repens*</i>	Aran	witte klaver, grootbladig
<i>Trifolium repens</i>	Riesling	witte klaver



Figuur 2. Prei uit een veldje met onderaardse klaver vergeleken met een preiplant uit een referentieveldje zonder klaver.

volgens werden quinoa (*Chenopodium quinoa* cv. Carina red) en Italiaans raaigras als test-‘onkruiden’ ingebracht. Van de testonkruiden werden droge zaden, voorgekiemde zaden en twee weken oude kiemplanten ingebracht. Het inbrengen van de onkruiden werd uiterst precies gedaan (Figuur 5) zodat het mogelijk was om de ontwikkeling van de kiemplanten goed te volgen. Na zowel acht als twintig dagen werd het aantal overlevende kiemplanten geteld. Vanaf het moment van introductie van de onkruiden werden metingen gedaan aan de bodembedekking, lichtinterceptie en hoogteontwikkeling van de verschillende klaversoorten. De resultaten toonden opnieuw aan dat Perzische klaver de snelst ontwikkelende en onderaardse klaver de langzaamst ontwikkelende soort is. Witte klaver zat hier opnieuw tussenin. Op het moment van de introductie van de testonkruiden hadden alle klavers van de eerste en de tweede zaai reeds een volledige bodembedekking bereikt. Deze klavers veroorzaakten een sterfte van vrijwel 100% bij de kiemplanten afkomstig van het droge zaad en de voorgekiemde zaden terwijl ook in de twee weken oude kiemplanten de sterfte aanzienlijk was. In de klavers van de laatste zaai was de opkomst van de testonkruiden vrijwel gelijk en even hoog als in de referentiebakken waar geen klaver aanwezig was. Bij het bepalen van

de sterfte na twintig dagen bleek duidelijk dat Perzische klaver de grootste sterfte veroorzaakte bij zowel de gras- als de quinoa kiemplanten en dat onderaardse klaver het minste effect had. Het effect van witte klaver lag opnieuw tussen dat van Perzische en onderaardse klaver in. Er werd vastgesteld dat door de klaver niet zozeer kieming en opkomst van onkruiden geremd wordt, maar dat het vooral gaat om het onderdrukken van de groei in het vroegste groeistadium van de kiemplanten. Deze remming van de groei veroorzaakte in veel gevallen sterfte van de kiemplanten of in ieder geval een forse reductie in drogestofopname. Het experiment toonde aan dat een gewas dat geïntroduceerd wordt om het hoofdgewas te ‘helpen’ bij het onderdrukken van onkruiden een zo snel mogelijk bodembedekking moet kunnen realiseren.

Een opvallende waarneming was de verkleuring van het blad van de

twee weken oude quinoa kiemplanten in onderaardse klaver. Een SPAD-waarde bepaling (die een indicatie geeft voor de hoeveelheid chlorofyl in het blad) gaf aan dat quinoa in onderaardse klaver een verlaagde concentratie chlorofyl had, wat kan duiden op een verlaagde stikstofopname door de quinoaplanten. Deze bevinding is in overeenstemming met de eerdere waarnemingen betreffende het hinderen van de stikstofopname door onderaardse klaver.

## Conclusie

Uit de veldproeven en de experimenten in bakken kan worden geconcludeerd dat het toevoegen van een tweede gewas het aantal onkruiden drastisch kan verminderen. Ook kan geconcludeerd worden dat een klaversoort die karakteristiek heeft die het tot een goede onkruidonderdrukker maken (snelle bodembedekking en



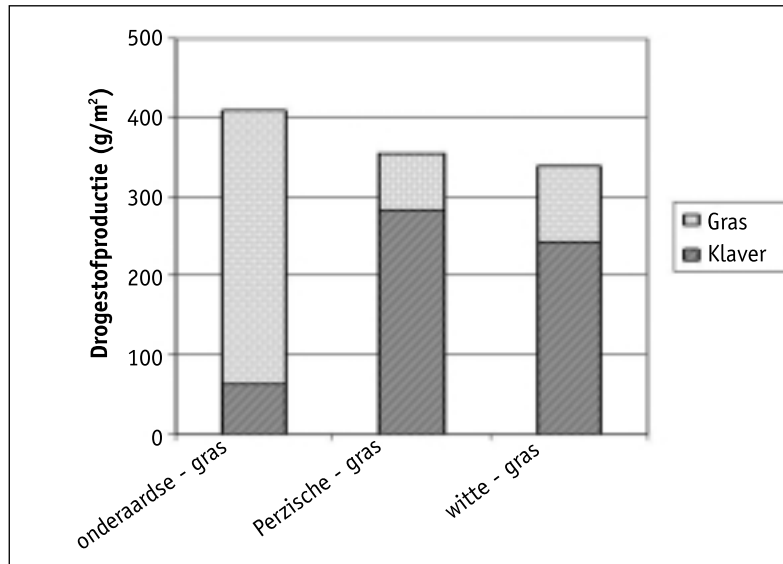
Figuur 3. Prei uit een veldje met witte klaver vergeleken met een preiplant uit een referentieveldje zonder klaver.





Figuur 5. Voorgekiemde graszaden werden voorzichtig in witte klaver geïntroduceerd.

hoogtegroei) veelal ook een fors verlies aan opbrengst zal veroorzaken. De experimenten maakten echter ook duidelijk dat een klaversoort met karakteristieken die duiden op een zwak onkruidonderdrukkend vermogen niet automatisch de klaversoort is die het hoofdgewas het minst hindert in de drogestofproductie. Een belangrijke conclusie die getrokken kan worden is dat er grote verschillen tussen klavers bestaan die potentieel als bodembedekker gebruikt zouden kunnen worden. Hieruit volgt dat selectie van een bodembedekker zeer belangrijk is. Met de informatie die ons nu ter beschikking staat kan worden geconcludeerd dat van de onderzochte soorten de grootbladige witte klavervariëteit (snelle bodembedekking, gematigde hoogtegroei) de meest geschikte klaver-



Figuur 4. Drogestofproductie van klaver en gras in klaverveldjes met toegevoegd gras (*Lolium multiflorum* cv. Bartesimo).

soort is om te gebruiken als bodembedekker in de vollegrondsgroenteteelt. Perzische klaver heeft een sterk onkruidendrukkend vermogen maar zal te veel opbrengstverlies veroorzaken, terwijl onderaardse klaver amper onkruiden zal onderdrukken en toch nog een behoorlijk opbrengstverlies veroorzaakt. Naast selectie van de meest geschikte klaversoort kunnen verschillende managementstrategieën (tijdstip van zaaien van de klaver, de zaaidichtheid, maaien *etc.*) een rol spelen bij een succesvolle introductie van een klaver als bodembedekker in een teeltsysteem. Het gebruik van onderaardse klaver als bodembedekker wordt afgeraden omdat het naburige gewasplanten negatief lijkt te beïnvloeden. Planten in de buurt van onderaardse klaver lijken gehinderd te worden in hun opname

van stikstof. Het mechanisme dat verantwoordelijk is voor de verminderde stikstofopname is nog niet geïdentificeerd maar verdient nadere studie.

### Literatuur

- Baumann D.T., Kropff M.J. & Bastiaans L., 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40: 359-374
- Den Belder E., Elderson J. & Vereijken P.F.G., 2000. Effects of undersown clover on host-plant selection by *Thrips tabaci* adults in leek. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94: 173-182.
- Enache A.J. & Ilnicki R.D., 1990. Weed control by subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) as a living mulch. *Weed Technology* 4: 534-538.
- Theunissen J., Booij C.J.H. & Lotz L.A.P., 1995. Effects of intercropping cabbage with clovers on pest infestation and yield. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 74: 7-16.

ARTIKEL

# Groenbemesters in biologische teeltsystemen: Wat dragen ze bij aan een ecologisch beheer van onkruiden?

H.M. Kruidhof<sup>1,2</sup>, L. Bastiaans<sup>1</sup> en G.J. Molema<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wageningen UR - Gewas- en Onkruidecologie, Postbus 430, 6700 AK Wageningen

<sup>2</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

<sup>3</sup>Agrotechnology and Food Innovations, Bornsesteeg 59, 6708PD Wageningen, e-mail: marjolein.kruidhof@wur.nl

In 2003 is een vierjarig project gestart vanuit een samenwerkingsverband tussen de leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie van Wageningen Universiteit en het LNV Onderzoekprogramma Innovatieve Onkruidbeheersing, waarin Plant Research International, Agrotechnology & Food Innovations en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving participeren. Doel van het project is de optimalisatie van de bijdrage van groenbemesters aan het onkruidbeheer in biologische teeltsystemen. In deze publicatie wordt een overzicht gegeven van de verschillende onderzoeksactiviteiten.

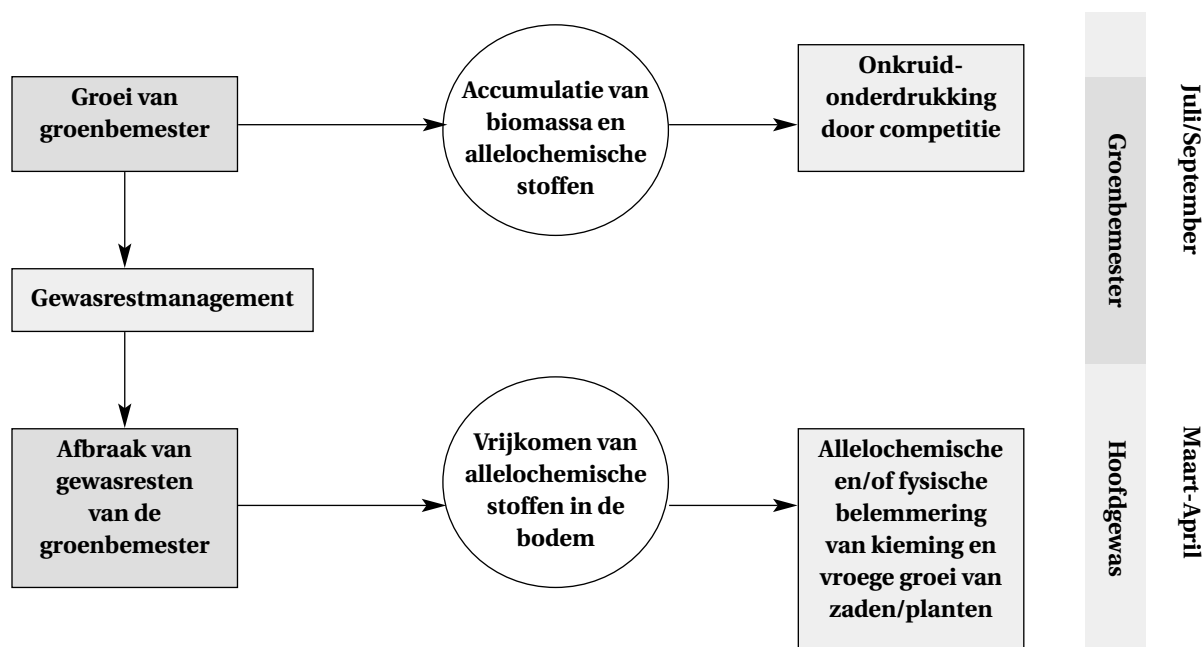
## Inleiding

In de Nederlandse biologische akkerbouw en vollegrondsgroente-teelt, waar het gebruik van herbiciden niet is toegestaan, wordt onkruidbeheersing als een van de grootste knelpunten gezien. Methoden die worden toegepast, zoals mechanische onkruidbestrijding en handmatig wieden, zijn lang niet in alle gevallen toereikend en bieden onvoldoende perspectief. Een grote afhankelijkheid van mechanische onkruidbestrijding is ongewenst omdat er schade aan de bodemstructuur kan optreden, een vergroot risico op vorstschade aan gewassen bestaat en men bovenal sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden. Handmatig wieden vereist de beschikbaarheid van voldoende mankracht en is bovendien duur. Daarom bestaat er behoefte aan alternatieve methoden van onkruidbeheer. In de conventionele landbouw wordt vaak naar cura-

tieve maatregelen voor problemen gezocht. In duurzame landbouwvormen, zoals biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, wordt getracht de afhankelijkheid van externe factoren zoveel mogelijk te beperken. Hier is het ingrijpen van de boer in het agro-ecosysteem erop gericht zo goed mogelijk het natuurlijke evenwicht in stand te houden of te verbeteren en een sluitende kringloop van nutriënten te bevorderen. Deze systeemgeoriënteerde benadering biedt nieuwe uitdagingen voor de aanpak van problemen. In dit onderzoek wordt nagegaan of op het gebied van de onkruidbeheersing, en benaderd vanuit een systeemgeoriënteerde visie, de teelt van groenbemesters een veelbelovend perspectief vormt.

## Functies groenbemesters in vruchtwisseling

Onder groenbemesters verstaan we hier gewassen, geteeld tussen twee hoofdteelten, waarbij verkoopbare productie niet tot de doeleinden behoort. Groenbemesters kunnen een belangrijke rol spelen in de vruchtwisseling en een hoge toegevoegde waarde hebben. De teelt van groenbemesters is niet nieuw. Vaak is het doel van de teelt van groenbemesters het in stand houden van de bodemvruchtbaarheid, welke betrekking heeft op de bodemstructuur, het bodemleven en nutriëntenvoorraden (Leeuwen-Haagsma & Schröder, 2003). Verder kunnen groenbemesters een positieve rol spelen bij het populatiebeheer van bodemgebonden ziekten en plagen en bij het beheer van de functionele biodiversiteit op het bedrijf, doordat ze waardplanten kunnen zijn voor natuurlijke vijanden. Er kunnen ook nadelige aspecten aan het gebruik van groenbemesters kleven. Zo kunnen groenbemesters waardplant zijn voor ziekten en plagen zoals slakken, emelten, ritnaalden en verschillende aaltjesoorten (Leeuwen-Haagsma & Schröder, 2003).



Figuur 1. Schematische weergave van de mechanismen door welke groenbemesters kunnen bijdragen aan onkruidbeheersing in de vruchtwisseling.

## Groenbemesters als onkruidonderdrukkers

Groenbemesters zouden langs twee mechanismen kunnen bijdragen aan een vermindering van de opbouw van onkruidpopulaties. In de nazomer en herfst kan een goed ontwikkeld groenbemestinggewas de groei, ontwikkeling en de zaadproductie van onkruiden tegengaan. In de winter en het vroege voorjaar kan de geproduceerde biomassa worden ingewerkt in de bodem en als gevolg van allelopatische en/of fysieke effecten mogelijk de kieming, vestiging en vroege groei van onkruiden onderdrukken.

## Onkruidonderdrukking in het najaar

Om de onkruidonderdrukking door groenbemesters in het najaar te bestuderen zijn er een tweetal veldexperimenten uitgevoerd op het, op zandgrond gelegen, biologische proef- en leerbedrijf Droevendaal in Wageningen. Voor het experiment in 2003 werden één winterharde en één vorstgevoelige soort geselecteerd van elk van de families *Brassicaceae*, *Poaceae* en *Fabaceae*. In tabel 1 staan de zes geselecteerde groenbemesters weergegeven. Het onkruidonderdrukkende vermogen van deze soorten is onder andere beoor-

deeld door bepaling van de groei van de natuurlijke onkruidpopulatie en de groei van een modelonkruid (*Vicia sativa* L.). Daarnaast zijn verschillende morfo-fysiologische karakteristieken van de groenbemesters gemeten, om meer zicht te krijgen op de eigenschappen die het verschil in onkruidonderdrukkend vermogen bepalen. Zo illustreert tabel 1 de relatie tussen de snelheid van bodembedekking en het drooggewicht van de *V. sativa* planten. Hoe sneller de bodem wordt bedekt door de groenbemester, hoe lager het drooggewicht per *V. sativa* plant is. In 2004 is het experiment herhaald met de drie winterharde soorten in drie verschillende zaaidichtheden (tabel 1).

Tabel 1. Soorten groenbemesters gebruikt in de veldexperimenten, het tijdstip waarop deze soorten 50% van de bodem bedekten en het per plant drooggewicht van het modelonkruid *V. sativa* in het najaar van 2003.

	Winterhard (2003&2004)	T = 50% bodem-bedekking (das), dagen na zaai	Drooggewicht/plant (g) ( <i>V. sativa</i> )
<i>Poaceae</i>	Winterrogge ( <i>Secale cereale</i> )	33	0,795
<i>Fabaceae</i>	Luzerne ( <i>Medicago sativa</i> )	46	4,121
<i>Brassicaceae</i>	Winterkoolzaad ( <i>Brassica napus</i> )	28	0,222
	Niet winterhard (2003)		
<i>Poaceae</i>	Italiaans raaigras ( <i>Lolium multiflorum</i> )	50	2,539
<i>Fabaceae</i>	Witte lupine ( <i>Lupinus albus</i> )	53	2,322
<i>Brassicaceae</i>	Bladrammenas ( <i>Raphanus sativus</i> )	27	0,269
	controle		6,013



Figuur 2. Proefveld met groenbemesters op het biologische proef- en leerbedrijf Droevendaal.

## Groenbemesters en allelopathie

Veel plantensoorten produceren secundaire metabolieten die invloed hebben op de kieming en/of groei van andere planten, een fenomeen dat ook wel aangeduid wordt als allelopathie. Allelochemische stoffen kunnen ook worden gevormd door omzetting van plantstoffen door micro-organismen gedurende de vertering van gewasresten. In 1996 heeft de International Allelopathy Society allelopathie gedefinieerd als: 'any process involving secondary metabolites produced by plants, micro-organisms, viruses, and fungi that influence growth and development of agricultural and biological systems (excluding animals), including positive and negative effects' (Torres *et al.*, 1996). Levende gewassen kunnen een direct allelopathische effect hebben op onkruiden doordat ze allelochemische stoffen uitscheiden. De grootste hoeveelheid allelochemische stoffen komt echter vrij tijdens de vertering van de gewasresten.

## Optimalisatie gehalte allelochemische stoffen

Om de kieming, opkomst en groei van onkruiden zo goed mogelijk te kunnen remmen is het belangrijk om het gehalte aan allelochemische stoffen in de groenbemester op het moment van het inwerken van de gewasresten te optimaliseren. Dit gehalte aan allelochemische stoffen in de groenbemester hangt af van

zowel de geproduceerde biomassa als de concentratie van allelochemische stoffen in de groenbemester. De concentratie van allelochemische stoffen in de groenbemester is genetisch bepaald, varieert met ontwikkelingsstadium/leeftijd (Burgos *et al.*, 1999, Porter *et al.*, 1991) en wordt beïnvloed door zowel abiotische factoren, zoals licht en de beschikbaarheid van nutriënten en water (Einhellig 1999; Mwaja *et al.*, 1995) als door biotische factoren, zoals schade door ziekten en plagen en competitie (Siemens *et al.*, 2002; Collantes *et al.*, 1997; Stamp *et al.*, 2004). Hele planten van de groenbemesters winterrogge, winterkoolzaad en luzerne, geteeld onder verschillende dichtheidsnutriënten niveaus en geoogst in verschillende ontwikkelingsstadia, worden gevriesdroogd en gemalen. Dit materiaal wordt getest op allelopathisch vermogen door middel van chemische analyse en door biotoetsen met sla (*Lactuca sativa* L.) als toetsplant. Verder wordt de invloed van mechanische beschadiging op de concentratie van allelochemische stoffen in winterrogge en winterkoolzaad onderzocht. Uit de literatuur blijkt dat in koolplanten sommige soorten glucosinolaten in concentratie toenemen als gevolg van beschadiging van deze planten (Bodnaryk, 1992; Koritsas *et al.*, 1991). Dit mechanisme, ook wel inductie genoemd, is een verdedigingsmechanisme van de plant als reactie op vraat van plaagorganismen. Glucosinolaten kunnen echter eveneens een allelochemische werking hebben op andere zaden/kiemplantjes. Ook de allelochemische stoffen in de Poaceae, de zogenaamde 'hydroxamic acids', kunnen worden geïnduceerd

(Collantes *et al.*, 1999; Gianoli & Niemeyer, 1997). De vraag is nu hoe winterkoolzaad en winterrogge in het voorjaar, vlak voordat ze worden ingewerkt, reageren op beschadiging. Als er inductie plaatsvindt, zou op deze manier de concentratie allelochemische stoffen in de groenbemester kunnen worden geoptimaliseerd.

## Gewasrestmanagement

In Nederland worden de gewasresten van groenbemesters gewoonlijk ondergeploegd. Indien deze gewasresten echter benut gaan worden voor het verminderen van kieming en groei van onkruiden, zijn andere manieren van gewasrestmanagement waarschijnlijk effectiever. De invloed van de gewasresten hangt hierbij af van het contact van de allelochemische stoffen met de onkruidzaden. Dit is weer afhankelijk van de verdeling van de gewasresten in de grond en van de aard van de allelochemische stoffen, bijvoorbeeld of ze wateroplosbaar of vluchtig zijn. Daarnaast kan de manier waarop de gewasresten worden voorbereid (bijvoorbeeld snijden of kneuzen) van invloed zijn op de snelheid waarmee de allelochemische stoffen vrijkomen en daarmee bepalend zijn voor het uiteindelijke effect op de onkruidzaden. In een experiment uitgevoerd in 2003/2004 bleek dat, in vergelijking met het aanbrengen van winterrogge in een laag op tien centimeter diepte, er 80% minder sla-planten opkwamen wanneer winterrogge homogeen door de bovenste tien centimeter van de grond werd gemengd. In 2004/2005 wordt de invloed van gewasrestmanagement op zowel winterrogge als winterkoolzaad bestudeerd. Winterkoolzaad bevat zowel vluchtige als niet-vluchtige allelochemische stoffen (Brown & Morra, 1995) en winterrogge bevat voor zover bekend alleen niet-

vluchtige allelochemische stoffen (Barnes *et al.*, 1986).

## Optimalisatie inwerken gewasresten

In aanvullende veldexperimenten wordt voor verschillende soorten groenbemesters onderzocht hoe een optimale verdeling van gewasresten in de bouwvoor het best gerealiseerd kan worden. Hierbij wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van bestaande werktuigen. In dit onderzoek wordt ook aandacht besteed aan voorbereidingmethoden, bijvoorbeeld hakselen, om het gewas voor inwerken te verkleinen. Naast het eerder genoemde effect van verkleining/beschadiging op het vrijkomen van allelochemische stoffen gaat het hier ook om het hanteerbaarder maken van het gewas en het tegengaan van hergroei. Om het gewas in te werken worden de effecten van drie inwerkprincipes (kerend, niet kerend en mengen) bestudeerd. Hierbij worden acht verschillende grondbewerkingswerktuigen ingezet. Ook wordt het effect van verdichten getoetst; dit kan mogelijk remmend werken op vervluchtiging van de allelochemische stoffen.

Het inwerkresultaat wordt beoordeeld aan de hand van de hoeveelheid ingewerkt gewas (gewas wat niet meer aan het oppervlak ligt) en de diepteverdeling over de bouwvoor. Verder moet de hergroei zo gering mogelijk zijn. Uit het onderzoek blijkt tot nu toe dat a) het inwerken van een hoog volumineus gewas in combinatie met een voorbereiding goed mogelijk is, b) de verticale verdeling in de bouwvoor redelijk stuurbaar is en c) de hergroei sterk afhankelijk is van het gekozen concept (varieert van 0-65%). Het onderzoek wordt voortgezet met een selectie van de meest belovende strategieën, waarbij het aspect hergroei extra aandacht zal krijgen.

## Afbraak van gewasresten

De opname van allelochemische stoffen door zaden/kiemplanten hangt af van de beschikbaarheid van deze stoffen in de grond. Dit is weer afhankelijk van drie verschillende processen:

1. de snelheid waarmee de allelochemische stoffen vrijkomen uit de gewasresten;
2. de omzetting/afbraak van de allelochemische stoffen en
3. de beweging van allelochemische stoffen uit de grond.

Door herhaalde introductie van slazaden kan de aanwezigheid van allelochemische stoffen in de grond in de periode na het inwerken van de gewasresten worden gevolgd. Om voordeel te kunnen behalen met allelochemische effecten van de gewasresten van groenbemesters voor onkruidonderdrukking in agro-ecosystemen, moeten onkruiden worden aangetaast en negatieve effecten van de allelochemische stoffen op het gewas worden vermeden. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken hoe verschillende soorten gewassen en onkruiden variëren in gevoeligheid voor de allelochemische stoffen die uit de gewasresten van bovenstaande soorten groenbemesters vrijkomen. Dit aspect wordt komend voorjaar onderzocht voor zaden van diverse onkruid- en gewasoorten. De selectie van soorten is vooral gebaseerd op het belang van de soorten in de biologische teelt. Daarnaast zijn de soorten geselecteerd op zaadgrootte, omdat juist van deze factor verwacht wordt dat het sterk bepalend is voor het uiteindelijke effect.

## Wordt vervolgd...

Het onderzoek is op dit moment in volle gang. We hopen het komende jaar meer inzicht te krijgen in de bovengenoemde aspecten en op deze manier een waardevolle bij-

drage te kunnen leveren aan een ecologische vorm van onkruidbeheer.

## Literatuur

- Barnes, J. P., Putnam A.R., Burke, B.A., 1986. Allelopathic activity of rye (*Secale cereale* L.). The Science of allelopathy (eds. A.R. Putnam and C.S. Tang). New York, N.Y.: John Wiley & Sons, 271-286.
- Bodnaryk, R.P., 1992. Effects of wounding on glucosinolates in the cotyledons of oilseed rape and mustard. *Phytochemistry*, 31: 2671-2677.
- Brown, P. D. & Morra M. J., 1995. Glucosinolate-containing plant tissues as bioherbicides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43 (12): 3070-3074.
- Burgos, N.R., Talbert, R.E., Mattice, J.D., 1999. Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Science* 47: 481-485.
- Collantes HG, Gianoli, E., Niemeyer, H.M., 1999. Defoliation affects chemical defenses in all plant parts of rye seedlings. *Journal of chemical ecology* 25 (3): 491-499.
- Einhellig, F. A., 1999. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. Principles and practices in plant ecology : allelochemical interactions. (eds. Inderjit & K.M.M. Dakshini) 479-493.
- Gianoli, E., and Niemeyer, H.M., 1997. Characteristics of hydroxamic acid induction in wheat triggered by aphid infestation. *Journal of Chemical Ecology*. 23: 2695-2705.
- Koritsas, V.M., Lewis, J.A., Fenwick, G.R., 1991. Glucosinolate responses of oilseed rape, mustard and kale to mechanical wounding and infestation by cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*).
- Leeuwen-Haagsma, W.K. & Schröder, J.J., 2003. Groenbemesters en rustgewassen. BIOM Op weg naar goede biologische praktijk (eds. Wijnands F.G., Holwerda, J.) 105-121.
- Mwaja, V.N., Masiunas J.B., Weston, L.A., 1995. Effects of fertility on biomass, phytotoxicity, and allelochemical content of cereal rye. *Journal of Chemical Ecology* 21(1): 81-96.
- Porter, A.J.R., Morton A.M., Kiddle G., Doughty K.J., Wallsgrave R.M., 1991. Variation in the glucosinolate content of oilseed rape (*Brassica napus* L.) leaves. I. Effect of leaf age and position. *Annals of applied Biology* 118: 461-467.
- Siemens, D.H., Garner S.H., Mitchell-Olds T., Callaway R.M., 2002. Cost of defense in the context of plant competition: *Brassica rapa* may grow and defend. *Ecology* 83(2): 505-517.
- Stamp, N., Bradfield, M., Li, S., Alexander, B., 2004. Effect of competition on plant allometry and defense. *American Midland Naturalist* 151 (1): 50-64.
- Torres, A., Oliva, R.M., Castellando, D. & Cross, P., 1996. First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. pp. 278. SAI (University of Cadiz). Spain, Cadiz.

# Mechanische onkruidbestrijding in de gewasrij anno 2005

R.Y. van der Weide<sup>1</sup>, P. Bleeker<sup>1</sup>, G.J. Molema<sup>2</sup> en D.A.G. Kurstjens<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Agrotechnology & Food Innovations, Postbus 17, 6700 AA Wageningen, geertjan.molema@wur.nl

<sup>3</sup>Agrarische BedrijfsTechnologie, Bormsesteeg 59, 6708 PD Wageningen, dirk.kurstjens@wur.nl

**Knelpunt bij de mechanische onkruidbestrijding is de vernietiging van onkruid in de gewasrij bij jonge, tere gewassen. Ten opzichte van de eg zijn er de afgelopen jaren diverse verbeterde machines beschikbaar gekomen. De eerste intelligente wieder is inmiddels commercieel beschikbaar.**

## *Drijfveren voor mechanische onkruidbestrijding*

Drijfveren voor niet-chemische onkruidbestrijding zijn: de bezorgdheid voor verontreiniging van grond- en oppervlaktewater met herbiciden, gezondheidsrisico's voor mensen die aan de chemicaliën worden blootgesteld, neveneffecten op niet-doelorganismen in flora en fauna in het agrarische landschap en de ontwikkeling van herbicidenresistentie. In de biologische landbouw is de onkruidbestrijding een van de belangrijkste problemen. Vooral in de langzaam groeiende en weinig concurrentiekrachtige gewassen is veel handwiedwerk nodig. Dit is duur, niet altijd voorhanden en lastig te organiseren. Het aantal uren handwieden per hectare varieert onder Nederlandse veldomstandigheden van gemiddeld circa 45 voor geplante groentegewassen tot 175 voor zaaiui. De verschillen tussen de jaren als gevolg van o.a. de weersomstandigheden zijn aanzienlijk.

## *Inter- en intrarijwieden*

Tussen de gewasrijen kan meestal worden geschoffeld. Er zijn ook verschillende machines om de onkruiden in de gewasrij aan te pakken. In het laatste decennium heeft het onderzoek zich gefocust op de mogelijkheden van achtereenvolgens eggen, torsiewieden, vingervieden, wieden met lucht onder hoge druk (Pneumat) en een met sensoren uitgeruste schoffel die uit de gewasrij wordt getrokken voor elke gewasplant (Sarl radis). In dit artikel worden (on)mogelijkheden, innovaties en uitdagingen belicht.

## *Europese aanpak*

In verschillende Europese landen zijn experimenten uitgevoerd in diverse gewassen met de verschillende machines. Richtlijnen voor hoe deze experimenten moeten worden uitgevoerd zijn beschikbaar gemaakt door Vanhala *et al.*, (2004) als een activiteit van de EWRS (European Weed Research Society) werkgroep fysische onkruidbestrijding. Een overzicht

van werktuigen met plaatjes kan worden gevonden op de website van de EWRS ([www.ewrs.org/pwc](http://www.ewrs.org/pwc)). In samenvattingen van EWRS-bijeenkomsten, weergegeven, op de website wordt onderzoek gepresenteerd in verschillende gewassen met diverse machines. Voor dit artikel werden ook andere recente publicaties bekeken en ervaringen van de auteurs gebruikt.

## *Eggen nog steeds beproefde methode*

Eggen is een van de oudste methoden waarmee ook onkruiden in de gewasrij bestreden kunnen worden. Naast de ouderwetse door de grond gedragen neteg zijn er sinds een jaar of vijftien ook door de tractor gedragen veertandeggen met mogelijkheden voor een preciezere diepte-instelling en instelling voor de stand van de tanden. Deze hebben een veel grotere capaciteit met een breedte tot 24 meter (meestal echter zes meter) en een rijsnelheid tot twaalf kilometer per uur (meestal echter vier tot acht kilometer per uur). Ondanks de verbeterde instelmogelijkheden is de selectiviteit beperkend, vooral in de jonge stadia van diverse gewassen. Alleen jonge onkruiden (tot de eerste echte blaadjes zichtbaar zijn) kunnen goed worden bestreden en daarom moeten de bewerkingen regelmatig worden herhaald bij nieuwe

ARTIKEL

Tabel 1. Aantal uren handwieden per hectare om ontsnapte onkruiden in de gewasrij te bestrijden na mechanische onkruidbestrijding met diverse werktuigen in gezaaide en geplante zaaiui.

Machine	Zaaiui			Geplante zaaiui 2004
	2002	2003	2004	
Schoffelen	188	108	79	30
+ Vingerwieden	78	56	41	9
+ Torsiewieden	99	38	–	– <sup>1)</sup>
+ Vinger/Torsie	–	39	42	–
+ Pneumat	–	–	–	8
+ Sarl Radis	–	–	–	7

<sup>1)</sup>bewerking niet uitgevoerd

kieming gedurende het groeiseizoen. Veertandeggen kunnen niet alleen worden gebruikt in granen en maïs, maar ook in aardappelen, erwten en bonen, veel geplante gewassen en relatief gevoelige gewassen zoals de suikerbiet. In gevoelige gewassen kan de eg niet worden ingezet in de jonge gewasstadia (tot vier echte blaadjes bij suikerbiet) waardoor er nog behoorlijk wat handwerk resteert in de biologische teelt ofwel aanvullend herbicidegebruik nodig is in een geïntegreerde teelt.

## Vinger- en torsiewieders selectiever dan eg

De laatste vijf jaar worden vingerwieders en torsiewieders geïmporteerd en aangepast op basis van machines die al langer in de Verenigde Staten worden gebruikt. Vergeleken bij de eg hebben de vingerwieder en de torsiewieder het nadeel dat ze een precieze besturing nodig hebben om zoveel mogelijk in de gewasrij te werken zonder daar schade te doen. Daarnaast is hun capaciteit geringer. Echter, deze machines zijn selectiever voor het gewas en kunnen goed worden gecombineerd met een schoffelbewerking tussen de rijen. De vingerwieder en de torsiewieder werken vanaf de zijkant van de gewasrij onder de bladeren door in de rij. Vingerwieders hebben het voordeel dat ze kleine onkruiden met wortel en al eruit

trekken en uit de rij weg kunnen transporteren. Vingerwieders zijn effectiever dan de eg op onkruiden met echte bladeren, maar de onkruiden moeten nog steeds klein en niet vast verankerd zijn. Door

## Onkruidbestrijding met perslucht

De Pneumat wieder kan ook grote onkruiden bestrijden door ze uit de gewasrij te blazen. De onkruid-



Figuur 1. Vingerwieder in actie op aardappelryggen.



Figuur 2. Torsiewieders vlak voor inzet in zaaiui.

den kunnen hierbij mogelijk nog groter zijn dan bij de vingerwieder, mits het gewas een agressieve instelling aankan. Beperkte onderzoekservaring met de Pneumat laat een extra voordeel zien in bredere gewasrijen zoals bij tulp. Daar waar de andere intrarijwieders alleen in relatief smalle rijen kunnen worden ingezet, kan de perslucht een grotere afstand overbruggen.

### **Kanttekeningen bij mechanische onkruidbestrijding**

Naast gewasbeschadiging en een hoge bewerkingsfrequentie die benodigd is, zijn de belangrijkste nadelen van mechanische onkruidbestrijding in de gewasrij de afhankelijkheid van gunstig weer (droge perioden) en goede grondstructuur (losse grond en weinig stenen). Meer tekortkomingen worden genoemd in het artikel over de knelpunten in de onkruidbeheersing in kleine gewassen van Hoek en anderen in dit nummer. De weersafhankelijkheid komt deels doordat vaak te zware trekkers worden gebruikt, waardoor men niet op tijd het veld op kan. Meer informatie hierover staat in het artikel over Risico's van Kempenaar en anderen in dit num-

mer. Om uit de vingerwieder, torsiewieder en pneumat nog meer te halen dan wat erin zit moet de besturing en diepteregeling nauwkeuriger worden en moet men de machines sneller en eenvoudiger kunnen instellen.

### **Intelligente wieders bieden uitkomst**

Net als bij de eg, worden door de vingerwieder, de torsiewieder en de Pneumat nog steeds zowel gewas als onkruid geraakt. Selectiviteit be-

rust op verschil in verankering, bladoppervlakte en/of hoogte. Voor een meer verfijnde manier om ook de grotere onkruiden te bestrijden en de gewasplanten niet langer te raken, zijn intelligente wieders nodig. Eén van de eerste commercieel beschikbare nieuwe intelligente wieders is de Sarl Radis schoffel. De Sarl Radis heeft een eenvoudig gewasdetectie systeem (op basis van lichtinterceptie) en beweegt een schoffel in en uit de gewasrij rond de gewasplanten.

### **Nieuwste ontwikkelingen**

Op dit moment werken diverse kleinere firma's samen met onderzoeksinstituten aan intelligente wieders met computervision en diverse snellere/robuuster actuatoren die in en uit de gewasrij bewegen. Denemarken (Melander, 2004) en Duitsland (Gerhards en Christensen, 2003) focussen op de ontwikkeling van sensoren of camera's om het onderscheid tussen gewas en onkruid te kunnen maken. Een universiteit in Zweden heeft een werkend prototype van een wiedrobot in suikerbiet



Figuur 3. Pneumat breekt de grond open met schoffels en blaast de onkruiden uit de gewasrij.



(http://www2.hh.se/staff/bjorn/mech-weed, 2004). In Nederland worden samen met Deense, Duitse en Nederlandse firma's twee verschillende nieuwe intelligente wieders voor in de gewasrij ontwikkeld en getest. Binnen een promotieonderzoek wordt gewerkt aan een autonoom werkende wiedrobot. Ook wordt in samenwerking met bedrijfsleven gewerkt aan een concept waarbij een machine stroken compost zonder onkruidzaad in de grond legt waarin fijnzadige gewassen kunnen worden gezaaid.

### Toekomst

We staan aan het begin van een nieuw tijdperk van innovatie in de fysische onkruidbestrijding, die op dit moment wordt gedreven door de beschikbare technologie en het probleem van het handwieden in de biologische teelt. Het is te hopen dat deze nieuwe innovaties doorgaan en intelligente en gebruiksvriendelijkere wieders ge-commercialiseerd kunnen worden en mogelijk voor een groter deel de herbiciden kunnen vervangen en aanvullen.

### Literatuur

Melander, B., 2004. Nonchemical weed control: new directions. In Encyclopedia of plant and crop science, Marcel Dekker  
Gerhards, R. en S. Christensen, 2003. Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. Weed research 43, 6. p. 385-392.  
Vanhala, P. et al., 2004. Guidelines for physical weed control research: flame weeding, weed harrowing and intra-row cultivation. 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Lillehammer, Norway, p. 208-239.

## Lidmaatschap van de KNPV

Het lidmaatschap biedt u:

- Vrije deelname aan de gewasbeschermingsdagen
- Gratis abonnement op 'Gewasbescherming'
- Deelname aan de algemene ledenvergaderingen met stemrecht; statuten worden op verzoek toegezonden
- Mogelijkheid van een collectief abonnement (tegen gereduceerd tarief) op het European Journal of Plant Protection

Het lidmaatschap loopt van 1 januari tot en met 31 december. Bij tussentijdse toetreding is een evenredig gedeelte van de contributie verschuldigd.

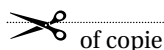
Opzeggen van het lidmaatschap dient voor 1 december schriftelijk te geschieden.

Aanmeldingen:

Mevr. M. Roseboom  
Adm. Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging,  
Postbus 31,  
6700 AA Wageningen  
E-mail: m.roseboom2@chello.nl

Het secretariaat van de KNPV is telefonisch bereikbaar op 0317-483654

Als nieuw lid ontvangt u als welkomstgeschenk de 'Lijst van Gewasbeschermingskundige Termen' (verkoop-prijs € 12,50). Na acceptatie door het bestuur volgt een acceptgiro



of copie

Ondergetekende meldt zich aan als:

	Nederland/België	Overige landen
<input type="checkbox"/> Gewoon lid van de KNPV	€ 25,-	€ 35,-
<input type="checkbox"/> Gewoon lid van de KNPV inclusief een abonnement op het EJPP	€ 146,-	€ 156,-
<input type="checkbox"/> Lid-donateur van de KNPV	€ 65,-	

Naam : \_\_\_\_\_

Straat : \_\_\_\_\_

Postcode : \_\_\_\_\_ Plaats : \_\_\_\_\_

Land : \_\_\_\_\_

Datum : \_\_\_\_\_ Handtekening : \_\_\_\_\_

# Risico's bij de mechanische bestrijding van onkruiden in biologische landbouw

C. Kempenaar <sup>1)</sup>, M.M. Riemens <sup>1)</sup>, D.A.G. Kurstjens <sup>2)</sup>, G.J. Molema <sup>3)</sup> en R.Y. van der Weide <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, [corne.kempenaar@wur.nl](mailto:corne.kempenaar@wur.nl)

<sup>2)</sup>WU Leerstoelgroep Bodemtechnologie, Bornsesteeg 59, 6708 PD

<sup>3)</sup>WUR-Agrotechnology and Food Innovations, Bornsesteeg 59, 6708 PD

<sup>4)</sup>Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

**Onkruidbestrijding in biologische landbouw vraagt veel aandacht. Knelpunten die daarbij door telers regelmatig genoemd worden, zijn ongewenste neveneffecten van mechanische onkruidbestrijding op de ontwikkeling van ziekten en plagen, structuurbederf van de bodem en onzekerheden m.b.t. weer. Deze onderwerpen zijn de afgelopen twee jaar nader onderzocht in het BIO-3 project van het LNV-onderzoeksprogramma DLO-PO 397V. Resultaten van risicobeoordelingen staan in PRI nota 326 "Risico-beoordelingen onkruiden in biologische landbouw"; te downloaden van [www.kennisonline.wur.nl](http://www.kennisonline.wur.nl). In dit artikel worden enkele resultaten uit de nota samengevat. In de nota wordt ook aandacht besteed aan windverspreiding van onkruiden, maar wordt niet behandeld in dit artikel.**

## Mechanische onkruidbestrijding en ziekten en plagen

Telers verwachten dat gewasbeschadiging als gevolg van mechanische onkruidbestrijding het optreden van ziekten en plagen stimuleert. Er zijn geen studies bekend waarin verhoogde infectiedruk of verhoogde aantallen plaagorganismen zijn waargenomen als direct gevolg van mechanische beschadiging. Het bange vermoeden van deze telers wordt dus niet door experimenten ondersteund. Het feit dat er geen studies bekend zijn kan betekenen dat er niet goed genoeg gekeken is. PPO deed het afgelopen decennium enkele tientallen proeven met wel dan niet verschillende vormen van mechanische onkruidbestrijding onder geïntegreerde omstandigheden. In deze proeven kwam

zelden zoveel ziekte voor dat er ook op deze ziekten gescoord werd. Er zijn vier veldproeven van PPO gevonden waarin wel significante besmettingen met *Sclerotinia* sp., *Botrytis* sp. of *Phytophthora* sp. werd waargenomen in sla of aardbei. Er werd geen verschil in aantasting gevonden tussen de onkruidbestrijdingsmethoden onderling of met de controle. Deze resultaten wijzen er op, dat mechanische onkruidbestrijding geen of een zeer gering effect heeft op het optreden van ziekte indien de ziekte normaal bestreden wordt. Ook op grond van expertanalyses lijkt de angst voor extra ziekten t.g.v. mechanische onkruidbestrijding in een aantal gevallen overtrokken. Zo treedt een aantal belangrijke ziekten pas op ruim nadat de mechanische onkruidbestrijding heeft plaatsgevonden, zijn de relatief droge omstandigheden nodig voor mechanische

bestrijding vaak niet de juiste omstandigheden voor ziekteverspreiding, hebben een aantal ziekten geen wondweefsel nodig en hebben sommige ziekten en plagen zelf al een vele malen effectievere verspreiding dan met mechanische apparatuur. Het risico op aantasting door schimmelziekten als gevolg van mechanische onkruidbestrijding onder biologische omstandigheden wordt in 2005 nader onderzocht.

## Mislukken mechanische onkruidbestrijding en het weer

Neerslag remt de inzetbaarheid van mechanische onkruidbestrijding. Veel en langdurig neerslag geeft kans op het mislukken van de onkruidbestrijding. Uit een steekproef van 34 peenteelten en 33 uienteelten op zestien biologische bedrijven (voornamelijk op zeekei) bleek dat in de periode 1991-2003 bij 6% van de peenteelten en 40% van de uienteelten de onkruidbestrijding matig tot slecht was gelukt. Er was geen verband tussen de mislukningskans en de jaarlijkse hoeveelheid neerslag op het meest naburige weerstation. De oorzaak voor het mislukken moet eerder gezocht worden in de

ARTIKEL

Tabel 1 – Geschat aantal mechanische bewerkingen dat mogelijk is en het aantal handwieduren dat nodig is bij verschillende randvoorwaarden voor de uitvoerbaarheid van mechanische onkruidbestrijding. De meest rechtse kolom geldt voor een 2500 kg zware trekker met eg in de hefinrichting. De kolom ernaast geldt ongeveer voor een 1200 kg trekker met 4 grote wielen en getrokken eg. Modelberekeningen gebaseerd op dagelijkse neerslag in april en mei van 1994-2003.

Rand-voorwaarde	Droog tijdens bewerking	X	X	X	X
	Toplaag bewerkbaar		X	X	X
	Één droge dag na bewerking			X	X
	Berijdbaar voor trekker				X
Schattingen	% werkbare dagen	53	46	35	24
gemiddeld over	Lengte niet-werkbare periodes (dagen)	3,3	4,4	7,6	11,6
10 jaar	Extra aantal uren handwieden	1,8	18	55	123
	Aantal mechanische bewerkingen	12,8	10,7	7,7	5,8

lengte van de natte periode waarin onkruid niet kan worden bestreden in combinatie met de capaciteit en kunde van mechanische onkruidbestrijding op het bedrijf.

## Berijdbaarheid is belangrijke bottleneck

Met een eenvoudig model hebben we gekeken hoe neerslagpatronen in april en mei van 1994-2003 de mogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding en het aantal uren handwieden kunnen beïnvloeden. Er is daarbij uitgegaan van verschillende randvoorwaarden, zoals een goed bewerkbare toplaag, een voor een trekker berijdbare bodem en het uitblijven van neerslag op de dag van bewerking en de dag daarna. Als aan al deze randvoorwaarden moest worden voldaan was 24% van de dagen geschikt voor het uitvoeren van mechanische onkruidbestrijding. Er kon gemiddeld 11,6 dagen achter elkaar niet worden gewerkt. In totaal waren in die periode gemiddeld 5,8 mechanische bewerkingen mogelijk en 123 handwieduren/ha nodig (tabel 1).

Als we met de trekker altijd het veld op zouden kunnen, dan zou de beschikbare tijd met een factor

1,5 stijgen, tot 35%. De natte periodes zouden gemiddeld vier dagen korter zijn en het aantal uren handwieden zou ook sterk dalen, tot 55 uur per hectare. Hierbij namen we aan dat er maximaal negen dagen tussen bewerkingen mag zitten en dat elke dag waarop niet machinaal gewied kan worden zes uur extra handwieden per hectare oplevert. Als er na bewerking geen droge dag nodig zou zijn, daalt het aantal uren handwieden tot gemiddeld achttien uur per hectare.

Deze berekeningen geven aan dat bodemdrukverlaging en kennis over hoe lang het droog moet zijn van groot belang zijn voor het succes van de mechanische bestrijding en het verkleinen van de kans op risico's.

## Mechanische onkruidbestrijding en structuurbederf

### Structuurbederf in wielsporen

Onderzoek in suikerbieten op zand en zavelgrond geeft aan dat acht maal rijden met een zware trekker (4400 kg) een volvelds opbrengstverlies geeft van gemiddeld 3,1%. Een lichtere trekker (2400 kg) gaf gemiddeld 1,2% opbrengstverlies. Vergeleken met de structuur schade die ontstaat bij oogsten

onder natte omstandigheden, is het effect van mechanische onkruidbestrijding gering.

De belangrijkste reden om de bodemdruk bij mechanische bestrijding te verlagen is dus het behoud van de berijdbaarheid bij volgende bewerkingen en (mede daardoor) het mogelijk maken van een tijdige onkruidbestrijding.

### Structuurbederf toplaag

Voor een goed bestrijdingseffect is een goede verkruiemeling van de toplaag nodig. Verkruiemeling kan met name op dalgrond nachtvorstschade in aardappelen veroorzaken en stuifschade in ondiep gezaaide gewassen zoals suikerbiet. Op zavel is er het risico van verslemping en korstvorming, wat de opkomst en groei van het gewas belemmert. Er zijn twee uitwegen voor dit dilemma: Allereerst zou men de strook tussen de rijen langer onbewerkt kunnen laten en alleen smalle strookjes in de rij bewerken met torsie- of vingerwieders. Als het gewas eenmaal gevestigd is kunnen de dan redelijk grote onkruiden die in deze stroken groeien met een schoffelmachine goed bestreden worden. Op dat moment kan verkruiemeling weinig kwaad aan het gewas meer doen. Eventuele verslemping die dan optreedt, kan worden hersteld met een daaropvolgende bewerking. Oppervlakkige verdichting en versmering zijn normaliter niet aan de orde.

Een tweede uitweg ligt in het minder gevoelig maken van de bodemstructuur. Dit kan door minder intensief te bewerken en meer gewassen te telen die organische stof toevoegen. In Duitsland en Amerika zijn goede ervaringen opgedaan met teeltmethoden waarbij de grond permanent bedekt blijft en minimaal verstoord wordt. Dit vraagt echter aanzienlijke aanpassingen van ons berijdingssysteem, vooral bij de oogst.

# Kritisch doseren van herbiciden volgens MLHD

C. Kempenaar<sup>1)</sup>, R.M.W. Groeneveld<sup>1)</sup>, R. Y. van der Weide<sup>2)</sup> en I. Haage-Riethmuller<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, [corne.kempenaar@wur.nl](mailto:corne.kempenaar@wur.nl)

<sup>2)</sup>Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

<sup>3)</sup>Departement Plantenwetenschappen, Wageningen Universiteit, Postbus 430, 6700 AK Wageningen

**De minimum effectieve dosering van een herbicide wordt bepaald door een complex van factoren zoals onkruidsoorten, onkruidgrootte, gewasstadium, weersomstandigheden, spuittechniek, formulering en hulpstoffen. In dit artikel wordt nader ingegaan op het MLHD concept. MLHD is de afgelopen jaren ontwikkeld met als doel om, via vooral sensingtechnieken, herbicidengebruik rationeler en duurzamer te maken.**

## MLHD concept

MLHD is een hulpmiddel bij het vaststellen van minimum effectieve doseringen van herbiciden. MLHD is een afkorting van Minimum Letale Herbicide Dosering. Ketel ontwikkelde een eerste versie van het MLHD concept in de jaren negentig (bijvoorbeeld Ketel & Lotz, 1997). Hij ontwierp doseringsadviezen die grootte van onkruid (op basis van hoeveelheid bladgroenkorrels) relateerde aan een minimum effectieve dosering. Daarnaast, en dat mag een innovatie genoemd worden, introduceerde hij een fluorescentiemeettechniek (PPM-meter van EARS bijvoorbeeld) waarmee kort na behandeling van onkruid de effectiviteit voorspeld kon worden, ruim voordat dit aan het onkruid te zien was.

Na de eerste toetsingen onder praktijkomstandigheden in 1998 en 1999 bleek dat het MLHD concept van Ketel enige nuancering behoefde. Zo werd in Ketel's concept onvoldoende rekening gehouden met de effecten van onkruidsoorten, spuittechniek en weersinvloed. Vanaf 2000 is het MLHD concept aangepast tot een systeem dat een minimum effec-

tieve dosering adviseert rekening houdend met het voorgenoemde complex van factoren en, daar waar mogelijk, sensoren gebruikt om onkruid- en gewascondities vast te stellen (Kempenaar *et al.*, 2002; Hoek *et al.*, 2002; Kempenaar & Van den Boogaard, 2002; 2004). Het huidige concept bestaat globaal uit drie stappen:

1. Een minimum effectieve dosering wordt afgelezen uit de doseringstabellen.
2. Kort na behandeling wordt het effect van de behandeling bepaald met een draagbare sensor. Dit wordt gedaan door aan circa tien planten van de belangrijkste vijf onkruidsoorten

de PPM- of PS1-waarde (zie figuur 1) te meten. Metingen kunnen ook gedaan worden aan gewasplanten of aan onkruid opgekomen na een bodemherbicidebehandeling om te zien in hoeverre die beïnvloed zijn door het middel.

4. Een beslissing wordt genomen of een vervolgbehandeling nodig is op basis van drempelwaarden, en wat dan een eventuele dosering zou moeten zijn. Drempelwaarden verschillen tussen herbicidengroepen.

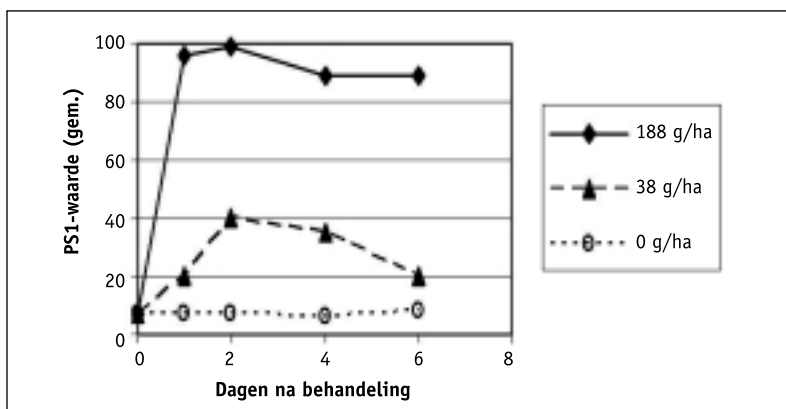
Vanaf 2001 zijn doseringsadviezen van MLHD op MLHD online beschikbaar (figuur 2). De adviezen zijn soort- en stadiumspecifiek. In figuur 3 wordt een voorbeeld gegeven van verloop van MLHD-metwaarden in de tijd getoond voor letaal (188 g/ha) en subletaal (38 g/ha) behandelde planten in een kas. In dit geval, PS1-waarden > 80 binnen twee dagen voorspelt > 99 % bestrijding.



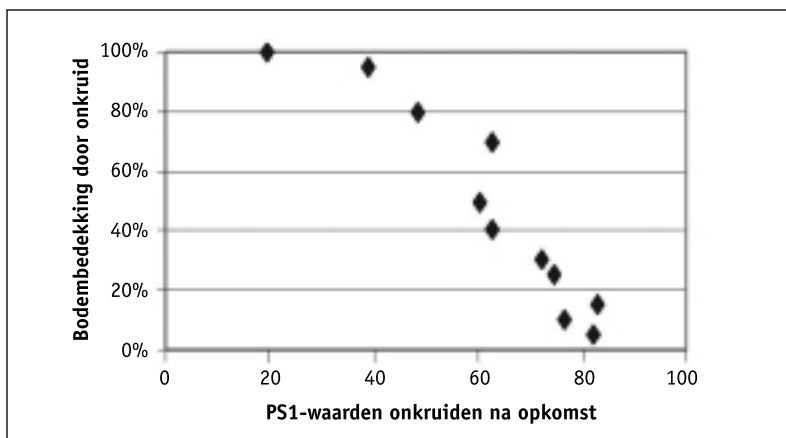
Figuur 1. Afbeeldingen van de PPM (l) en PS1 (r) meter.



Figuur 2. Pagina's van MLHD online ([www.mlhd.nl](http://www.mlhd.nl) of [www.opticrop.nl](http://www.opticrop.nl)) met een onkruidgevoeligheidstabel voor Sencor op de achtergrond en een soort- en stadium-afhankelijk advies voor aardappel op de voorgrond.



Figuur 3. PS1-waarden zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) planten behandeld met een letale dosering (188 g/ha) of een sub-letale dosering (38 g/ha) van Sencor. Tot dag zes waren er geen met het oog waarneembare symptomen zichtbaar.



Figuur 4. Relatie tussen PS1-waarden van onkruiden die opkwamen in een proef met het bodemherbicide Centium en de uiteindelijke bodemdekking vier weken later.

## Ervaringen uit de praktijk

Sinds 1998 zijn praktijkproeven met MLHD gedaan. Globaal genomen werd er steeds circa 30% minder herbiciden verbruikt volgens MLHD dan volgens standaard praktijk, terwijl de effectiviteit niet minder was (Kempenaar *et al.*, 2002). Soms werden ook hogere gewasopbrengsten waargenomen door toepassing van MLHD. Dit wordt verklaard door een geringer nadelig effect van lagere doseringen op het gewas.

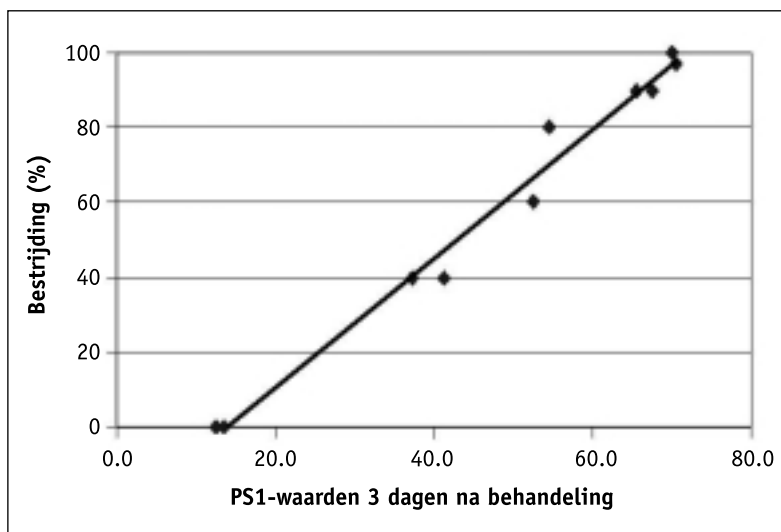
De praktijktoetsingen gaven goede feedback voor de verdere ontwikkeling van het concept. In Tabel 1 staat deze feedback samengevat voor ijkjaar 2002. Gebruikers voelden zich het meest aangesproken door het kunnen meten/voorspellen van effecten op onkruid en gewas en stonden neutraal ten opzichte van andere eigenschappen van de methode. De positieve waardering gold des te meer voor situaties waarin extra onzekerheid over effectiviteit was ontstaan (bijv. bij onverwachte neerslag na een bespuiting).

Een bezwaar vanuit de praktijk was dat MLHD oorspronkelijk alleen geschikt was voor fotosynthetische remmende herbiciden. Andere bezwaren vanuit de praktijk zijn 'de tijdsinvestering voor metingen' en 'de afstand tussen MLHD online en het veld'. Ondertussen kunnen de effecten van glyfosaat en glufosinaat ammonium worden gemeten en zijn de relevante tabellen aan MLHD online toegevoegd. Aan uitbreiding van het concept met andere groepen van herbiciden wordt gewerkt (o.a. via STW OIO-onderzoek aan sulfonylureum verbinding (Riethmuller *et al.*, 2004), LNV DWK 397 V gericht op verbreding naar bodemherbiciden (zie figuur 4) en enkele specifieke projecten met bedrijfsleven).

In figuur 5 worden gegevens ge-

ARTIKEL

toond uit twee veldproeven met een nieuw maïsherbicide van Syngenta in 2003. Het herbicide is een mix van een triketon en een fotosyntheseremmer. De horizontale as geeft PS1-waarden van het onkruid drie dagen na de bespuiting. De verticale as geeft het geschatte percentage onkruidbestrijding (reductie biomassa t.o.v. onbehandeld) bij sluiten van het maïsgewas. De meetpunten liggen in dit geval nagenoeg op een rechte lijn. Duidelijk is te zien dat meetwaarden boven de tachtig correleren met een zeer hoge mate van effectiviteit.



Figuur 5. Relatie tussen bij onkruiden gemeten PS1-waarden drie dagen na toediening van een nieuw herbicide en een bestrijdingspercentage bij sluiting van het gewas (gegevens uit twee maïsveldproeven; verdere proefuitleg in tekst).

## Loofdoding en MLHD

Het MLHD concept blijkt ook toepasbaar bij aardappelloofdodingsmiddelen. Een kritisch lage dosering wordt bepaald met een reflectiemeter (CropScan of N-sensor (figuur 6)). Vervolgens wordt na toepassing van het middel de PPM-meter of de reflectiemeter gebruikt om noodzaak tot vervolgbehandeling vast te stellen (zie figuur 7). De eerste praktijkresultaten tonen aan dat het concept gebruikt kan worden voor pleksgewijs nabehandelen met de betreffende middelen in aardappelen (Kempenaar *et al.*, 2004).



Figuur 6. N-sensor gewasreflectiemeter op dak van cabine.

## Toekomstperspectief

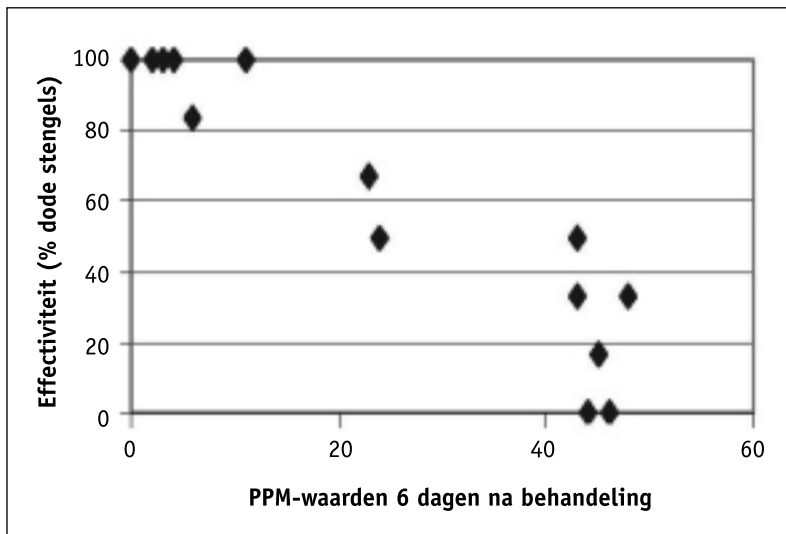
In dit artikel worden enkele mogelijkheden van MLHD belicht. Onder het kopje *Ervaringen uit de praktijk* worden ook knelpunten (bezwaren) genoemd van telers

die maken dat MLHD ondanks alle voordelen nog niet op grote schaal wordt toegepast. Vanwege de voordelen voor teler en milieu is het een uitdaging voor het onderzoek

en de praktijk deze knelpunten op te lossen. De belangrijkste belemmering is dat door schaalvergroting telers zich weinig tijd gunnen om tijdsintensieve handelingen zoals metingen met MLHD-meters te doen (ook al is het maar circa twee uur extra per perceel). Gezocht wordt daarom naar manieren om MLHD-kennis zoals die nu op het internet staat efficiënter door te laten stromen naar het bedrijf (bijvoorbeeld via een Pocket PC) of via sensoren die op de trekker gemoniteerd zitten en zonder tussen-

Tabel 1. Beoordeling van MLHD-eigenschappen door gebruikers op een schaal van 1 (niet bruikbaar) tot 9 (zeer bruikbaar) (data Opticrop en PRI, 2002)

Beoordelingscriterium	Beoordelingcijfer
Een systeem dat milieu-effecten herbiciden vermindert	4
Een systeem dat sociale verantwoordelijkheid toont	4
Een systeem dat kosten reduceert	4
Een systeem dat kritisch lage doseringsadviezen geeft	5
Een systeem dat effecten op het onkruid voorspelt	7
een systeem dat effecten op het gewas inzichtelijk maakt	7



Figuur 7. Relatie tussen PPM-waarden van aardappelstengels 6 dagen na behandeling met Reglone en effectiviteit van de behandeling vlak voor de oogst.

komst van mensen een doseringsadvies doorgeven aan de spuitmachine (dit kan via de reflectielingen bij loofdoding aardappel op korte termijn gerealiseerd worden). De auteurs van dit artikel zijn in ieder geval overtuigd dat sensingtechnieken in de toekomst steeds meer een rol gaan spelen bij

bestrijding in de landbouw.

### Referenties

Hoek, J., 2002. Software programma's onkruidbestrijding. PPO projectrapport 1236327. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector AGV, Lelystad, The Netherlands.

Kempenaar, C. & van den Boogaard, H.A.G.M., 2004. MLHD, a decision sup-

port system for rational use of herbicides: developments in potatoes. In: Decision support systems in potato production. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. Mackeron, D.K.L. & Haverkort, A.J. (eds.), p. 186-196.

Kempenaar, C. & van den Boogaard, H.A.G.M., 2002. New insights and developments in the MLHD-concept of weed control. In: Plant spectrofluorometry: applications and basic research. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. Van Kooten, O., & Snel, J.F.H. (eds.), p. 55-59.

Kempenaar, C., R.M.W. Groeneveld, D. Uenk, 2004. An innovative dosing system for potato haulm killing herbicides. Proceedings of 12<sup>th</sup> International Conference on weed biology. 1-2 September, Dijon, France, p. 511-518).

Kempenaar, C., R.M.W. Groeneveld, A.J.M. Uffing, R.Y. vander Weide & J.D.A. Wevers, 2002. New insights and developments in the MLHD-concept of weed control. Proceedings of the 12<sup>th</sup> EWRS symposium 2002, Papendal, The Netherlands, p. 98-99.

Ketel, D.H. & L.A.P. Lotz, 1997. A new method for application of minimum-lethal herbicide dose rates. Proceedings of the 10<sup>th</sup> EWRS Symposium 1997, Poznan, Poland, p. 150.

Riethmuller-Haage, I.C.P., Bastiaans, L. & Kempenaar, C., 2004. Latest developments of the MLHD technology. 12<sup>th</sup> International Conference on weed biology. 1-2 September, Dijon, France, p. 505-510.

# Vroege bepaling van de effectiviteit van ALS-remmende herbiciden

I. Haage-Riethmuller<sup>1)</sup>, L. Bastiaans<sup>1)</sup>, C. Kempenaar<sup>2)</sup> en J. Harbinson<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departement Plantenwetenschappen, Wageningen Universiteit, Postbus 430, 6700 AK Wageningen

<sup>2)</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

**MLHD, de methode om lage herbicide doseringen op maat en met controle op effectiviteit toe te passen is specifiek ontwikkeld voor fotosynthese-remmers. Telers ervaren de beperkte toepasbaarheid van de methodiek soms als bezwaar. Via onderzoek worden de mogelijkheden om MLHD te verbreden naar middelen met andere werkingsmechanismen verkend. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van dergelijk onderzoek gericht op ALS-remmende herbiciden.**

## Inleiding

In 1991 bestond wereldwijd - op basis van het volume actieve stof - bijna de helft van het pesticidengebruik uit herbiciden. Toenemende bezorgdheid over de effecten van herbiciden op het milieu, de ontwikkeling van resistentie tegen herbiciden in onkruiden en de noodzaak tot kostenbesparing hebben ertoe geleid dat boeren steeds meer onder druk zijn komen te staan om het gebruik van herbiciden te verminderen.

De hoeveelheid herbicide die wordt gespoten in gewassen, kan worden verminderd door het aantal bespuitingen te verminderen, door pleksgewijs te bespuiten in plaats van volvelds of door lagere doseringen te gebruiken. Deze methoden vergroten echter het risico op onvoldoende beheersing van het onkruid. De Minimale Letale Herbicide Dosis (MLHD) techniek, ontwikkeld door Plant Research International (PRI) in Nederland, komt tegemoet aan dit risico. Na toediening van een verlaagde herbicide dosering, vastgesteld op basis van soortsamstelling en ontwikkelingsstadium van

de onkruidpopulatie, wordt enkele dagen later door meting vastgesteld of de bespuiting uiteindelijk afdoende effect zal sorteren. Op deze wijze kan tijdig worden besloten of een tweede bespuiting noodzakelijk is om alsnog een voldoende bestrijdingsresultaat te krijgen. Het tijdig vaststellen van het uiteindelijke bestrijdingsresultaat is een component waarmee de MLHD-methode zich onderscheidt van andere lage-doseringssystemen. Bij de lage temperaturen in het voorjaar kan het soms wel enkele weken duren voordat het resultaat van een bespuiting met het blote oog zichtbaar wordt. Met behulp van fluorescentie technieken is het evenwel mogelijk om reeds na twee tot vier dagen de uiteindelijke effectiviteit van het herbicide vast te stellen.

De MLHD-techniek is specifiek ontwikkeld voor de grote groep van fotosynthese-remmende herbiciden. Lange tijd hebben vertegenwoordigers van deze groep een dominante plaats ingenomen bij de chemische bestrijding van onkruiden. De laatste jaren loopt hun belang echter terug en worden ze voorbijgestreefd door andere groe-

pen, met name de Acetolactaat synthase (ALS)-remmers. Om die reden is recent een onderzoek gestart om te kijken of er ook voor de ALS-remmers een snelle en simpele methodiek ontwikkeld kan worden, waarmee al na een paar dagen inzicht verkregen wordt in het uiteindelijke bestrijdingsresultaat. Ondanks het feit dat fotosynthese niet het primaire aangrijpingspunt is van deze groep herbiciden, is de aandacht in het onderzoek toch vooral gericht op de fotosynthese. Voor alle planten is fotosynthese immers het centrale levensproces en bovendien zijn er juist voor dit proces allerlei meettechnieken beschikbaar.

## ALS-remmende herbiciden en fotosynthese

De ALS-remmers vormen een belangrijke groep van herbiciden. Zij remmen selectief een enzym, het acetolactaat synthase, dat een sleutelrol speelt bij de productie van essentiële aminozuren. Aminozuren zijn belangrijk omdat ze de bouwstenen voor eiwitten zijn. Fotosynthese wordt niet als een primair aangrijpingspunt van ALS-remmende herbiciden beschouwd, maar voorgaand onderzoek heeft aangetoond dat er binnen een paar uren of dagen na de bespuiting wel degelijk sprake is van effecten van verschillende

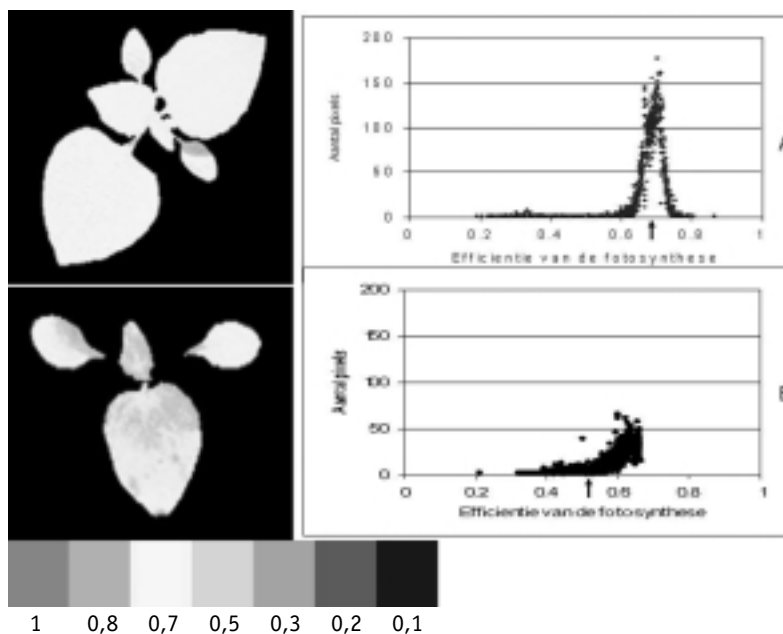


ALS-remmende herbiciden op de fotosynthese. Dit duidt erop dat fotosynthese-parameters wellicht bruikbare indicatoren zijn voor het vroegtijdig vaststellen van de herbicide effectiviteit. Het doel van het huidige onderzoeksproject is om te bepalen of, op welke wijze en hoe lang na de bespuiting het fotosynthetische apparaat van onkruiden wordt aangetast door ALS-remmende herbiciden. Deze bepalingen moeten bijdragen tot het identificeren of ontwikkelen van gereedschap dat in het veld gebruikt kan worden om kort na een bespuiting op een betrouwbare wijze de effectiviteit van een ALS-remmend herbicide te voorspellen.

## Eerste stap: reduceren ALS-remmers de fotosynthese?

De eerste stap in het onderzoek was om vast te stellen of het fotosynthetische apparaat van onkruiden inderdaad wordt aangetast door ALS-remmende herbiciden. Bovendien was het van belang na te gaan welke processen specifiek worden beïnvloed en op welke termijn dergelijke effecten betrouwbaar kunnen worden vastgesteld. Hiertoe werden experimenten opgezet met zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en perzikkruid (*Polygonum persicaria*).

De eerste resultaten, verkregen met in de kas opgekweekte planten van zwarte nachtschade, lieten duidelijk zien dat na een bespuiting met metsulfuron-methyl (Ally®: DuPont) zowel de fotosynthese-capaciteit, gemeten als de hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub>, als de efficiëntie van het electronentransport van beide fotosystemen (PS-I en PS-II) terugliepen. Plaatjes gemaakt met een Fluorcam beeldverwerker illustreren de verminderde fotosynthese-activiteit



Figuur 1. Efficiëntie van het fotosynthese-apparaat voor (A) onbehandelde en (B) behandelde planten van zwarte nachtschade, gemeten met een Fluorcam beeldverwerker (toelichting in tekst onder Eerste stap)

van behandelde planten (Figuur 1). De schaal met kleuren, te zien als tinten grijs, laat de efficiëntie van de fotosynthese zien. Onbehandelde planten (Fig. 1 A) hadden een fotosynthese-efficiëntie rond 0,7, zoals te doen gebruikelijk voor gezonde planten. De grafiek bevestigt dat de efficiëntie van de plant grotendeels rond de 0,7 ligt. Ieder stipje vertegenwoordigt hierbij een pixel van de afgebeelde foto. Bij de bespoten planten (Fig. 1 B) was al na twee dagen een verminderde efficiëntie waar te nemen. Op de foto is dit te zien aan de donkere vlekken op de lichtgrijze bladeren van de plant, die een efficiëntie van 0,5 vertegenwoordigen. De grafiek laat hetzelfde beeld zien. De pixels zijn duidelijk naar links verschoven. Hoewel de bespoten onkruidzaailingen er twee dagen na de bespuiting nog puntgaaf uitzagen, was de effectiviteit van het fotosynthese-apparaat dus al duidelijk afgenomen. Vier dagen na de bespuiting was de activiteit alleen nog maar verder teruggelopen tot een efficiëntie van 0,4 en lager.

Met perzikkruid (*Polygonum persicaria*), eveneens opgekweekt in de

kas, werden dezelfde metingen uitgevoerd. Hoewel het effect minder sterk was dan met zwarte nachtschade, nam de fotosynthese-capaciteit van perzikkruid eveneens af. Vier dagen na de bespuiting was de efficiëntie teruggelopen tot 0,5.

De experimenten, uitgevoerd in 2003, bevestigden dat er ook bij ALS-remmers sprake is van een beïnvloeding van de fotosynthese, en zelfs op relatief korte termijn. Daarnaast maakten de metingen duidelijk dat de verminderde vastlegging van CO<sub>2</sub> in ieder geval gepaard gaat met een verminderd electronentransport van beide fotosystemen. Deze uitkomsten duiden erop dat ook voor ALS-herbiciden er wellicht mogelijkheden zijn voor het gebruik van gemakkelijk te meten fotosynthese-karakteristieken als praktische, vroege indicatoren voor het succes van een bespuiting. Echter deze uitkomsten waren gebaseerd op planten opgekweekt onder kunstmatige omstandigheden. Een logische vervolgstap was dan ook om te verifiëren of dergelijke effecten ook gevonden worden op buiten opgegroeide onkruidplanten.

## ***Tweede stap: treedt er ook reductie op bij onkruiden in het veld?***

In de lente van 2004 werden vergelijkbare metingen uitgevoerd als in 2003 aan buiten opgekweekte planten van zwarte nachtschade. Ook in dit geval maakten de metingen duidelijk dat na een bespuiting de fotosynthese werd beïnvloed. Eveneens ging het hier om veranderingen in CO<sub>2</sub>-vastlegging, gekoppeld aan verminderde efficiëntie van het electronentransport in zowel PS-I als PS-II. De verschillen tussen behandelde en onbehandelde planten werden in dit geval echter voor het eerst opgemerkt vier dagen na de bespuiting met herbicide. Op zeven dagen na de bespuiting waren de verschillen nog aanmerkelijk toegenomen. Met het blote oog zichtbare schade aan de bespoten planten werd na ongeveer tien tot veertien dagen waargenomen.

## ***Derde stap: is er instrumentarium voor een snelle en betrouwbare meting?***

In het hierboven beschreven onderzoek is de fotosynthese op verschillende manieren gemeten, maar steeds met geavanceerde apparatuur. Dergelijke instrumentaria zijn in laboratoria op hun plek, maar zijn voor gebruik in de dagelijkse landbouwpraktijk geen optie. Bovendien kosten de metingen aan individuele bladeren of hele planten veel te veel tijd (vijf tot 45 minuten). De uitdaging is nu om een gereedschap te vinden, waarmee de effecten van ALS-remmers op de fotosynthese snel en betrouwbaar kunnen worden vastgesteld. Een dergelijke meting kan dan worden gebruikt om de herbicide-effectiviteit op een solide wijze te voorspellen. Helaas moest worden vastgesteld dat de beschikbare draagbare gereedschappen, die ontworpen zijn om de effectiviteit van de specifieke groep van fotosynthese-remmende herbiciden te

meten, in dit geval niet bruikbaar zijn. De komende tijd zal het onderzoek zich richten op het identificeren van de meest geschikte fotosynthese-karakteristiek. Robuustheid en meetbaarheid zullen hierbij de trefwoorden zijn.

## ***Conclusie***

De uitgevoerde experimenten bevestigden dat na toediening van metsulfuron-methyl, een herbicide uit de groep van ALS-remmende herbiciden, het fotosynthese-apparaat van onkruiden wordt aangetast. Dit gebeurt al vrij snel na toediening van het herbicide en de verminderde vastlegging van CO<sub>2</sub> wordt vergezeld door een verminderde efficiëntie van het electronentransport van zowel PS-I als PS-II. Fotosynthese-karakteristieken lijken zodoende ook in dit geval een goede basis te vormen voor de vaststelling van het succes van een herbicide-bespuiting binnen een week na toediening. De toepassing van ALS-remmers in verlaagde dosering lijkt zodoende weer een stapje dichterbij.

# Bestrijdingsadviezen herbiciden per computer

J. Hoek<sup>1)</sup>, J. Wevers<sup>2)</sup>, R. van den Broek<sup>1)</sup> en C. Kempenaar<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>PPO-AGV, Postbus 430, 8200 AK, Lelystad

<sup>2)</sup>IRS, Postbus 32, 4600 AA, Bergen op Zoom

<sup>3)</sup>PRI, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

**De keuze van het herbicide en de bepaling van de juiste dosering is heel belangrijk. Enerzijds om een goede effectiviteit tegen onkruiden te bereiken en anderzijds om gewasschade (zoveel mogelijk) te voorkomen. In een aantal gewassen zijn veel herbiciden beschikbaar en is de keuze van het optimale middel of middelencombinatie dan ook moeilijk. De laatste jaren is een aantal computerprogramma's beschikbaar gekomen die de teler ondersteunen bij het maken van deze keuze en bij het bepalen van de juiste dosering. Er wordt vanuit het praktijkonderzoek en andere organisaties gewerkt aan uitbreiding van het aantal programma's en aan verbetering ervan.**

## Inleiding

Chemische onkruidbestrijding is in veel gewassen één van de belangrijkste teeltmaatregelen. De keuze van het middel of de juiste mix van middelen is daarbij heel belangrijk. Een voorbeeld aan de hand van het gewas zaaiuien kan dit verduidelijken. In dit gewas zijn ná opkomst meerdere middelen beschikbaar tegen breedbladige onkruiden (dicotylen). Om alle onkruidsoorten effectief aan te pakken worden daarbij meestal meerdere middelen tegelijk toegepast (een zogenaamde 'tankmix') in een lage dosering systeem (LDS). In een gegeven situatie kan de combinatie van middel A en middel B leiden tot een bestrijding van 95% en die van middel B en middel C tot een bestrijding van 90%. Als er in een onbehandelde situatie twintig onkruidplanten op een vierkante meter staan (wat op zich nog geen hoge onkruiddruk is), dan betekent dit verschil van slechts vijf procent in effectiviteit, dat er 10.000 onkruidplanten per ha méér overblijven bij toepassing van de combinatie van B en C. Dit komt globaal neer op vijftien tot

twintig uren extra handmatig wieden per ha, dus tot aanzienlijk hogere kosten. Een verkeerd gekozen middel of een te hoge dosering, kan ook leiden tot gewasschade en tot opbrengstderving. Een goede keuze van de herbiciden en van de dosering is in veel gewassen dan ook essentieel voor de rentabiliteit van de teelt.

## Belangrijke factoren bij de herbiciden-keuze

Bij de keuze van herbiciden speelt een (groot) aantal zaken een rol. De belangrijkste factor is uiteraard het gewas. In een aantal 'kleine' gewassen is maar een beperkt aantal middelen toegelaten en is er nauwelijks sprake van een keuzemogelijkheid. Een goed voorbeeld hiervan is spinazie waar momenteel alleen middelen op basis van de werkzame stof asulam zijn toegelaten. Bij andere gewassen zijn echter meerdere middelen beschikbaar. Veelal gaat het dan om gewassen met een groot areaal, zo-

als snijmais, tarwe, suikerbieten of aardappelen. Bij snijmais en wintertarwe zijn enkele tientallen onkruidbestrijdingsmiddelen toegelaten, maar ook bij een 'klein' gewas als zaaiuien zijn er ná opkomst van het gewas nogal wat middelen en vooral combinaties van middelen toepasbaar.

In dergelijke gewassen is een optimale middelenkeuze niet eenvoudig. Er dient rekening gehouden te worden met een groot aantal factoren zoals:

- het gewasstadium. De meeste onkruidbestrijdingsmiddelen zijn slechts toepasbaar in een bepaald gewasstadium of een beperkt aantal gewasstadia. Zo zijn er veel bodemherbiciden die alleen toegepast mogen worden vóór opkomst van het gewas; andere middelen mogen ná opkomst alleen in bepaalde stadia worden toegepast;
- de aanwezige of nog te verwachten onkruidsoorten en ook het stadium waarin de onkruiden zich bevinden. Dit is een heel belangrijk criterium omdat de meeste middelen maar tegen een beperkt aantal onkruidsoorten in een beperkt aantal stadia een (zeer) goede werking hebben;
- het teeltdoel. Bepaalde middelen mogen in een gewas niet bij elk teeltdoel worden ingezet. Een goed voorbeeld hiervan zijn aardappelen, waar diverse herbiciden wel in de consumptie-teelt zijn toegelaten, maar niet in de teelt van pootgoed;

ARTIKEL

- de grondsoort. Vooral voor bodemherbiciden geldt dat de toepassing boven een bepaald percentage lutum of organische stof, niet of nauwelijks zinvol is omdat het middel te sterk geabsorbeerd wordt aan slib of organische stof;
- of het perceel al of niet in een waterwingebied gelegen is, omdat sommige middelen daar niet of alleen onder bepaalde voorwaarden toegepast mogen worden;
- of er (bij granen of andere dekvruchten) een ondervrucht aanwezig is of dat die nog ingezaaid zal gaan worden. Feitelijk is in een dergelijke situatie sprake van twee gewassen, met hun eigen beperkingen aan de middelenkeuze;
- het ras. Bij aardappelen zijn er rasverschillen in gevoeligheid voor het middel Sencor en bij stamslabonen voor het middel Basagran;
- eventuele nevenwerking van middelen op volggewassen. Sommige bodemherbiciden hebben een zodanig lange werking, dat de teelt van bepaalde gewassen, ná het gewas waarin het middel is toegepast, niet mogelijk of erg risicovol is;
- het weer. De weersomstandigheden zijn (mede) bepalend bij de vraag of een bestrijding zinvol is, maar ook bij de middelenkeuze en bij de bepaling van de gewenste dosering;
- uiteraard is de prijs van middelen een belangrijk item bij de uiteindelijke keuze en ook de mate van milieubelasting kan een rol spelen.

## **Beslissing Ondersteunende Systemen (BOS'en)**

Gezien het grote aantal parameters dat een rol kan spelen bij de middelenkeuze en de bepaling van de dosering, zijn er de laatste de-

cennia computerprogramma's ontwikkeld die de teler behulpzaam zijn bij dit onderdeel van de teelt. Dergelijke software behoort tot de zogenaamde 'beslissingsondersteunende systemen' (BOS'en). Binnen deze BOS'en is een onderverdeling te maken op basis van het gebruiksdoel.

Er zijn programma's die zich richten op de vraag of een bestrijding gezien de (toekomstige) omvang van de schadeverwekker economisch zinvol is of niet. Daarbij wordt meestal gebruik gemaakt van schadedrempels. De schadedrempel is de kritische dichtheid van het organisme (schimmelziekte, insect, aaltje, onkruid) waarboven bestrijding zinvol is, omdat de te verwachten economische gewasschade hoger is dan de bestrijdingskosten. De gebruiker wordt gevraagd om waarnemingen in het veld uit te voeren om de dichtheid van het schadeverwekkende organisme op dat moment vast te stellen. Bij onkruidbestrijdingssystemen moeten daarvoor steekproefsgewijze waarnemingen worden gedaan om het aantal, de soort en soms ook de stadia van de aanwezige onkruiden te bepalen. Meestal moet de gebruiker deze waarneming in de loop van de tijd herhalen.

De meeste systemen die in Nederland op het gebied van onkruidbestrijding in praktijk operationeel zijn, gaan er overigens van uit dat er een bestrijding uitgevoerd moet worden. Dergelijke systemen laten de beslissing of een bestrijding zinvol is over aan de gebruiker en beperken zich tot advies over de keuze van het juiste middel en/of de optimale dosering.

Bij de middelenkeuze worden gegevens uit databases gebruikt. Het betreft dan vooral gegevens over het effect van middelen en middelencombinaties op verschillende onkruidsoorten (de zogenaamde 'gevoeligheidstabel'), de prijs, de milieubelasting, de toepassingsmogelijkheden gezien het gewasstadi-

um, de mogelijkheid tot combineren van middelen etc. Informatie die moeilijk geformaliseerd kan worden, is veelal in de vorm van "achtergrondinformatie" aanwezig. Verder zijn er beslissingsondersteunende programma's die uitgaan van de toepassing van een bepaald middel en zich in de advisering richten op de dosering, het tijdstip van toepassing (gezien de huidige en/of te verwachten weersomstandigheden), het al of niet gebruiken van hulpstoffen en de keuze van een bepaalde toepassingstechniek (spuitvolume, keuze van de te gebruiken spuitdoppen etc.). In Nederland zijn adviesystemen operationeel zowel op het gebied van middelenkeuze als op het terrein van doseringen. In de volgende secties worden enkele van deze programma's kort behandeld.

## **BETAKWIK**

In de suikerbietenteelt wordt gebruik gemaakt van Betakwik. Dit systeem wordt onderhouden door het Instituut voor Rationele Suikerproductie. Betakwik richt zich uitsluitend op de teelt van suikerbieten en het programmaonderdeel voor middelenkeuze bij de onkruidbestrijding is één van de onderdelen binnen dit teeltadvies-systeem. Betakwik Onkruidbestrijding kan via internet ([www.irs.nl](http://www.irs.nl)) gratis worden geraadpleegd. De gebruiker dient enkele keuzes te maken, zoals het stadium waarin de biet zich bevindt, de belangrijkste onkruidsoorten waarop de bestrijding gericht is en de stadia van deze onkruiden. Daarna wordt een overzicht gegenereerd met (combinaties van) middelen, waarbij het (gemiddelde) effect op de aanwezige onkruidsoorten, de prijs per hectare en de milieubelastingpunten worden getoond.

Deze lijst is gesorteerd op effectiviteit en op prijs. Van elk middel of middelencombinatie is daarnaast

achtergrond-informatie beschikbaar over de werking, de dosering, spuittechniek, relatie met andere bespuitingen, beperkingen in het gebruik, etcetera.

Binnen Betakwik bestaat ook een onkruidherkenningsmodule. Met deze module kan men een juiste diagnose stellen van de onkruidsoorten die op een perceel aanwezig zijn. Deze module is ook toepasbaar in andere gewassen dan suikerbieten en kan bijdragen tot een juiste keuze van middelen afhankelijk van de aanwezige onkruidsoorten.

## Onkruidbestrijding uigewassen

Dit adviesstelsel voor uigewassen is ontwikkeld door PPO en wordt door het HoofdProductschap Akkerbouw gratis ter beschikking gesteld ([www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl) onder het onderdeel 'advies'). In het systeem wordt allereerst het uigewas (zaaiuien, plantuien, zilveruien, sjalotten, bosuien) gekozen en vervolgens het gewasstadium.

Daarna wordt gevraagd of het gewas is afgehard of het perceel in een waterwingebied ligt en kan het organische stofgehalte van de grond worden aangegeven. De gebruiker kan vervolgens maximaal vijf onkruidsoorten kiezen. Het programma selecteert dan de toegelaten middelen en sorteert deze op effectiviteit tegen de aangegeven onkruidsoorten. Er is achtergrondinformatie beschikbaar over onkruidsoorten, de middelen en middelencombinaties.

## MLHD

Dit systeem richt zich op bepaling van de juiste dosering van een toe te passen herbicide, waarbij rekening wordt gehouden dat klein on-

kruid of onkruid dat minder goed groeit door een voorgaande bespuiting, bestreden kan worden met een (veel) lagere dosering dan de standaarddosering. Dit systeem wordt door de firma Opticrop via internet beschikbaar gesteld aan abonnees ([www.opticrop.nl](http://www.opticrop.nl)) onder de naam "MLHD online". Het systeem is gebaseerd op onderzoek van Plant Research International (PRI) en van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).

MLHD is op dit moment toepasbaar bij de gewassen aardappelen, bieten, uien en maïs. De gebruiker kiest een van deze gewassen of het onderdeel 'algemeen' en vervolgens een toe te passen middel of middelencombinatie. Daarna worden een aantal probleemkruiden gekozen met bijbehorende stadia (bijv. kiemblad, twee echte bladeren etc.). Aan de hand van de gevoeligheid van de soort en van het stadium, wordt voor elk van de gekozen onkruidsoorten de adviesdosering uitgerekend. De toe te passen dosering wordt bepaald door de onkruidsoort die de hoogste dosering vergt. Indien één of meerdere probleemkruiden ongevoelig zijn voor het gekozen middel, dan wordt dit aangegeven. Het is dan aan de gebruiker om al of niet een ander middel of middelencombinatie te kiezen.

Als er een voorgaande bespuiting (met een fotosyntheseremmer) heeft plaatsgevonden, dan kan het effect daarvan worden bepaald met behulp van een PPM meter of een PS1 meter. Indien de fotosynthese van de onkruiden (sterk) is geremd door deze voorgaande bespuiting, dan zal dit door het meetinstrument worden aangegeven en kan de dosering van de vervolgspsuiting worden verlaagd of kan – als het meetinstrument aangeeft dat al het aanwezige onkruid zal afsterven – de bespuiting zelfs geheel achterwege worden gelaten.

MLHD is ontwikkeld voor herbiciden die de fotosynthese remmen

en kan momenteel alleen gebruikt worden voor deze groep van middelen, aangevuld met middelen gebaseerd op de werkzame stoffen glyfosaat en glufosinaat-ammonium (zie ook het artikel van Kempenaar e.a. in dit nummer van Gewasbescherming).

## GEWIS

Ook GEWIS wordt door de firma Opticrop via internet beschikbaar gesteld aan abonnees ([www.opticrop.nl](http://www.opticrop.nl)) onder de naam 'Gewis online'. Bij herbiciden kan worden gewerkt met een standaarddosering die op de verpakking is aangegeven, of met een dosering die wordt aanbevolen op basis van een BOS. De standaarddosering is zodanig gekozen dat, zelfs onder voor de werking minder gunstige weersomstandigheden, toch nog een (vrij) goed effect bereikt wordt. Als omstandigheden voor een middel echter gunstig zijn, dan kan een goed effect ook behaald worden met een lagere dosering. Gewis baseert zich op een door de teler gekozen gewas en herbicide of herbicidencombinatie en geeft, aan de hand van het weer van de voorgaande periode en van de weersverwachting voor de komende twee dagen, een voorspelling over het totaaleffect. Dit effect wordt berekend aan de hand van de voor het desbetreffende middel relevante processen die zich in de plant afspelen (bijvoorbeeld hechting, opname in het blad, fotosynthese etc.). Bij (heel) goede weersomstandigheden wordt dan aangegeven of een doseringsverlaging mogelijk is en met hoeveel procent van de standaarddosering volstaan kan worden. Bij minder goede tot slechte omstandigheden wordt geen doseringsverlaging geadviseerd. De gebruiker kan voor de periode van 48 uur zien welke omstandigheden zich voordoen en aan de hand daarvan nagaan of het wellicht beter is om de bespuiting enige tijd uit te stellen.

ARTIKEL

# Toetsing van het Gewasbescherming En Weer Informatie Systeem (GEWIS)

M.G. van Zeeland<sup>1)</sup>, D.A. van der Schans<sup>1)</sup>, E. Bouma<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Praktijkonderzoek Plant en Omgeving businessunit AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad, marieke.vanzeeland@wur.nl, david.vanderschans@wur.nl

<sup>2)</sup>Plantenziektenkundige Dienst afdeling Geïntegreerde Gewasbescherming, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen. e.bouma@minlnv.nl

**GEWIS is een beslissingsondersteunend systeem (BOS) dat telers helpt het meest gunstige tijdstip voor een bespuiting te bepalen.**

**In semi-veldproeven werd voor verschillende spuitomstandigheden de inschatting van GEWIS vergeleken met de praktijkresultaten. Voor drie herbiciden; bentazon (Basagran), sulcotrione (Mikado) en metribuzin (Sencor) werden voor vier onkruidsoorten dosisresponscurven gemaakt. Er werden afhankelijk van weersomstandigheden rond het spuittijdstip grote verschillen in effectiviteit vastgesteld. Het programma geeft de teler een goede indicatie over de geschiktheid van de omstandigheden rond het spuittijdstip voor de werking van herbiciden.**

## **Wat is en doet GEWIS**

GEWIS is een hulpmiddel voor het inschatten van de verschillen in effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen veroorzaakt door de weersomstandigheden rondom toepassing.

Bij de ontwikkeling van het programma werd kennis over de invloed van weerparameters op de fysiologie van planten en het werkingsmechanisme van gewasbeschermingsmiddelen gecombineerd en vertaald naar processen. Deze kennis komt voor een beperkt deel uit onderzoek en het grootste deel uit theoretische benadering en inschattingen door deskundigen.

De processen die relevant zijn voor de opname en werking van een middel zijn: de opbouw en dikte van de waslaag, opname snelheid van de werkzame stof,

verdamping van gewas en periode waarin het blad nat is. Door weging van het belang van elk proces wordt er een totaalscore voor de verwachte effectiviteit van de toepassing berekend. Het programma maakt daarbij gebruik van het verleden en actuele weer gemeten op locatie en de weersverwachting. Wanneer de weersverwachting minder precies uitkomt, zal het effect van de bespuiting beter of slechter uitvallen dan GEWIS heeft ingeschat. GEWIS kan ook na de bespuiting worden geraadpleegd. Hierdoor krijgt de gebruiker zicht op het verwachte resultaat van de bespuiting bij de werkelijke weersomstandigheden.

De grafische weergave van Gewis geeft een relatieve inschatting van de invloed van weersomstandigheden. In een grafische weergave wordt per uur berekend wat de effectiviteit is en zijn perioden met een goede werking en perioden met minder goede werking te onderscheiden. Verder kan er tijdens

perioden met gunstige omstandigheden voor de desbetreffende toepassing een mogelijke doseringsverlaging (tot 50%) worden geadviseerd. Bij ongunstige omstandigheden wordt niet weergegeven in welke mate een toepassing onvoldoende effect heeft of een doseringsverhoging nodig is. GEWIS geeft inzicht op welk moment van de dag het beste resultaat kan worden verwacht (Bouma 2003).

GEWIS wordt door Opticrop op de markt gebracht en heeft circa 600 abonnees. De praktijk is over het algemeen enthousiast over de bruikbaarheid van het systeem. PPO-AGV heeft tussen 2000 en 2004, op verzoek van Hoofd Productschap Akkerbouw in samenwerking met de producent Opticrop, de bruikbaarheid van GEWIS getoetst.

## **Materiaal en methode**

De natuurlijke variatie in dichtheid en kieming van onkruidsoorten op het veld maken het praktisch onmogelijk om onder veldomstandigheden verschillen vast te stellen in de kritische dosering van een herbicide.

Daarom werden onkruiden in de kas in bakken opgekweekt en in het veld afgehard en bespoten.

ARTIKEL

De werking van elk herbicide werd met een doseringsreeks op drie onkruidsoorten, in drie stadia (klein, midden groot, tabel 1) en drie spuittijdstippen bepaald.

De spuittijdstippen lagen dicht bij elkaar, zodat de verschillen in plantgrootte gering waren. De weersomstandigheden verschilden per tijdstip, waardoor GEWIS onder gunstige en minder gunstige omstandigheden werd getoetst.

Na elke toepassing werd het GEWIS-advies geraadpleegd. De adviezen golden voor de werkelijke weersomstandigheden en niet voor weersverwachtingen. Vóór de bespuiting en drie weken na de bespuiting werden de levende planten geteld, de biomassa bepaald en het bestrijdingspercentage vastgesteld. Per middel en spuittijdstip werd een dosis-respons-relatie berekend van elke onkruidsoort en grootte. Het wetenschappelijke model waarmee deze curven werden berekend, werd ontleend aan het werk van Streibig & Kudsk.

Uit de dosis-respons-relatie werd de dosering die 90% van de planten doodde (ED90) berekend. De ED90 waarden zijn de maat voor de vergelijking van de spuitomstandigheden. Om de ED90 met het GEWIS-advies te vergelijken, werd een referentiedosering bepaald. Na vaststelling van deze relatieve dosering werd het GEWIS-advies met de werkelijke bestrijding vergeleken en beoordeeld of het GEWIS-advies adequaat was

## Resultaten

In tabel 2 worden ED90 waarden van perzikkruid bij drie middelen in drie stadia vergeleken met het GEWIS advies op die tijdstippen. De andere toetsonkruiden melganzevoet en muur gaven eenzelfde beeld te zien. In de gevallen dat

Tabel 1. Grootte stadium onkruidsoorten op moment van spuiten (Toetsing GEWIS, PPO-AGV 2003).

onkruidsoort	klein	middel	groot
melganzevoet	kiem - 2 blad	2-4 blad	4-6 blad
perzikkruid	kiem - 1 blad	2-3 blad	3-4 blad
hanenpoot	2 blad	3 blad	4 blad
Muur	2 blad	4-6 blad	6-10 blad

Tabel 2. Vergelijking van ED90 uit het onderzoek met GEWIS.

Toetsplant was perzikkruid in drie groottestadia voor de middelen Basagran, Mikado en Sencor op drie spuittijdstippen toegepast (van Zeeland *et al.*, 2004).

Stadium	Tijdstip	ED90 Liter/ha	ED90 % t.o.v. Gemiddelde	Gewis dosering (% van standaard)	GEWIS Score
<b>Basagran</b>					
Klein	T1	0,30*	60%	50	2
Klein	T2	0,50	100%	90	1,5
Klein	T3	0,70	140%	100	0,4
	Gem	0,50			
Middel	T1	0,50	60%	50	2
Middel	T2	0,80	96%	90	1,5
Middel	T3	1,20	144%	100	0,4
	Gem	0,83			
Groot	T1	0,90	73%	50	2
Groot	T2	1,10	89%	90	1,5
Groot	T3	1,70	138%	100	0,4
	Gem	1,23			
<b>Mikado</b>					
Klein	T1	0,20*	46%	70	2
Klein	T2	0,50	115%	100	1,2
Klein	T3	0,60	138%	100	0,9
	Gem	0,43			
Middel	T1	0,20	32%	70	2
Middel	T2	0,80	126%	100	1,2
Middel	T3	0,90	142%	100	0,9
	Gem	0,63			
Groot	T1	0,40	60%	70	2
Groot	T2	0,70	105%	100	1,2
Groot	T3	0,90	135%	100	0,9
	Gem	0,67			
<b>Sencor</b>					
Klein	T1	0,10*	59%	75	1,7
Klein	T2	0,20	118%	85	1,7
Klein	T3	0,20	118%	100	0,6
	Gem	0,17			
Middel	T1	0,10	50%	75	1,7
Middel	T2	0,20	100%	85	1,7
Middel	T3	0,30	150%	100	0,6
	Gem	0,20			
Groot	T1	0,10	43%	75	1,7
Groot	T2	0,20	89%	85	1,7
Groot	T3	0,40	174%	100	0,6
	Gem	0,23			

\*Met sterretje aangegeven waarden zijn d.m.v. interpolatie bepaald

ARTIKEL

de hoogste dosering minder dan 60% bestrijding gaf, konden geen betrouwbare ED90-waarden worden berekend. Om de missende waarden toch in te vullen is in een aantal gevallen door extrapolatie een ED90-waarde bepaald. Geschatte waarden zijn in de tabel 2 gemarkeerd (\*).

Voor de onderzochte herbiciden bleek de trend die GEWIS aangaf overeen te komen met de verschillen in effectiviteit gemeten op de drie tijdstippen. Voor Basagran schatte GEWIS doseringsverlaging bij (zeer) gunstige omstandigheden positiever en voor Mikado en Sencor juist negatiever in dan werkelijk mogelijk was. Het onderzoek beperkte zich tot het toetsen van het eindadvies van GEWIS. De invloed van de individuele processen werd buiten beschouwing gelaten.

Om te kunnen bepalen of de effectiviteit van een toepassing op het ene tijdstip ook daadwerkelijk verschilt van die op een ander tijdstip is het belangrijk de ED90 waarden te relateren aan een referentie niveau. De relatieve ED90 doseringen in tabel 2 is uitgedrukt als percentage van de gemiddelde ED90 dosering bij die soort en grootte van het onkruid op de verschillende toepassingstijdstippen. De relatieve ED90 wordt in de tabel vergeleken van de door GEWIS geadviseerde verlaging van de dosering en de GEWIS score. De GEWIS score varieert tussen 0 en 2. Deze waarde wordt door het programma berekend en is een gewogen gemiddelde van de omstandigheden op alle relevante processen bij de toepassing. De GEWIS score is twee als de processen optimaal verlopen en nul als de omstandigheden cruciale processen blokkeren waardoor het middel niet werkt bij toepassing op dat tijdstip. De Score geeft dus

het inzicht in de geschiktheid van het ene moment ten opzichte van het andere.

## Discussie

GEWIS geeft met behulp van de historische, actuele en toekomstige weersgegevens inzicht in momenten waarop de hoogste effectiviteit wordt bereikt. Deze informatie kan worden gebruikt om op het ideale tijdstip te spuiten en een lagere dosering toe te passen. Is het niet mogelijk op het meest gunstige tijdstip te spuiten dan kan bij ongunstige omstandigheden een passende hulpstof worden toegevoegd of in een lage doseringssysteem voor een iets hogere dosering worden gekozen, GEWIS biedt de mogelijkheid een indruk te krijgen van het effect van het toevoegen van olie op de werking van middelen.

Het advies olie of andere hulpstoffen toe te voegen om de werking onder ongunstige omstandigheden te verbeteren of juist achterwege te laten bij een weinig afgehard gewas, kan worden verbeterd.

De waarde van het GEWIS advies om een dosering onder gunstige omstandigheden te verlagen, kan niet worden beoordeeld, omdat er geen referentie advies wordt aangegeven.

De mogelijkheid doseringen te verlagen hangt af van de manier waarop doseringen zijn bepaald. Wordt heel scherp en kritisch gedoseerd, dan zijn mogelijkheden anders dan wanneer van de toegelaten dosering wordt uitgegaan. Onder gunstige omstandigheden voor de opname van herbiciden is een lagere dosering nodig om onkruid te doden. Op sterk afgehard onkruid en een afgehard gewas, geldt een hogere kritische dose-

ring dan op weinig afgehard onkruid in een weinig afgehard gewas. Het advies kan ook luiden met bestrijden te wachten tot een moment waarop de omstandigheden gunstiger zijn, bijvoorbeeld 's avonds in plaats van midden op de dag.

De laagste effectieve dosering of kritische dosering hangt niet alleen af van omstandigheden bij het spuiten maar ook van de gevoeligheid en het ontwikkelingsstadium van onkruidsoorten voor de toegepaste middelen. Het gebruik van GEWIS binnen een systeem dat tevens middelenkeuze en dosering adviseert (bv. Betakwik of de adviesmodule "Onkruidbestrijding in uigewassen", MHLD), verhoogt de zekerheid van een goede effectiviteit bij een laag middelengebruik.

Voor veel herbiciden ontbreekt voldoende gedetailleerde informatie om de laagste effectieve dosering nauwkeurig te bepalen.

## Tot slot

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Hoofd Productschap Akkerbouw en uitgevoerd in nauwe samenwerking met Opticrop B.V.

## Referenties

- Bouma, E. 2003. GEWIS, a weather-based decision support system for timing the application of plant protection products. EPPO/OEPP Bulletin 33 (3) p. 483 - 487
- Van Zeeland MG, Van der Schans DA, Van den Berg W, 2004. Toetsing van het Gewasbescherming EN Weer Informatie Systeem (GEWIS), PPO rapport april 2004, Lelystad
- Streibig Jens C. en Kudsk Per 1993. Herbicide Bioassays. Chapter 3 Dose-response curves and statistical models. CRC press Inc. p. 29 - 53



# Kwaliteit spuitwater heeft in specifieke gevallen invloed op werking middelen

M.G. van Zeeland<sup>1)</sup>, D.A. van der Schans<sup>1)</sup>, L.A.P. Lotz<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Praktijkonderzoek Plant & Omgeving businessunit AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad, marieke.vanzeeland@wur.nl, david.vanderschans@wur.nl

<sup>2)</sup> Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, bert.lotz@wur.nl

**Gewasbeschermingsmiddelen worden vaak in lagere doseringen dan de etiketdosering toegepast. Met als gevolg minder milieubelasting en kosten. Andere factoren dan het toegepaste middel, zoals de waterkwaliteit, worden daardoor belangrijker voor het slagen van de bespuiting. De zuurgraad (pH) van het water en allerlei ionen of deeltjes in het water kunnen moleculen van de werkzame stof binden en zodoende de effectiviteit van de bespuiting benadelen. Om de werking van gewasbeschermingsmiddelen te verbeteren zijn waterconditioners en hulpstoffen ontwikkeld en op de markt gebracht. In de praktijk speelt de vraag: 'Onder welke omstandigheden en voor welke middelen zijn deze (hulp)middelen specifiek nodig?'**

**PPO-AGV heeft in een literatuurstudie aangevuld met kasproeven voor een beperkt aantal middelen kunnen vaststellen dat de waterkwaliteit invloed heeft op de effectiviteit van de bespuiting.**

## Problematiek

In de handelsformulering zijn naast de werkzame stof hulpstoffen toegevoegd. Hulpstoffen zorgen voor een goede opname en werking van de werkzame stof. De formulering is zo gekozen dat onder uiteenlopende omstandigheden de werking van het middel goed is. Voor de toelating worden doseringen van gewasbeschermingsmiddelen uitvoerig getest. In de praktijk wordt echter vaak afgeweken van de adviesdosering. Daardoor wordt de concentratie hulpstoffen ook verlaagd. Een lagere dosering kan voldoende werkzame stof in zich hebben voor een goede bestrijding, maar het is mogelijk dat de concentratie hulpstof(fen) onvoldoende is om de werkzame stof effectief te laten werken.

Daarnaast kunnen allerlei ionen,

moleculen en stoffen die in water voorkomen de werkzame stof inactief maken. Naarmate de dosering lager wordt, is de kans groter dat de waterkwaliteit de werking van het middel negatief beïnvloedt. Bij water met zeer hoge hardheid, hoge pH, hoog ijzer en/of zoutgehalte worden werkzame stoffen die daar gevoelig voor zijn inactief. Dit kan ook bij een volle dosering gebeuren.

Voor enkele stoffen is bekend, dat verminderde werking verband houdt met de waterkwaliteit. Voor veel stoffen is dit echter niet aangetoond of is de informatie erg summier. Toeleveranciers van hulpstoffen en conditioners gebruiken vaak enkele positieve voorbeelden om het belang van het gebruik van hun producten te benadrukken. Voor veel producten leidt dit tot niet noodzakelijk ge-

bruik van hulpstoffen. Meer inzicht is dan ook gewenst in de relatie tussen de waterkwaliteit en de werking van verschillende middelen.

## Waterkwaliteit

Waterkwaliteit is een complex begrip, doordat meerdere factoren van invloed kunnen zijn. Ten aanzien van de effectiviteit van bestrijdingsmiddelen zijn de zuurgraad (pH) en hardheid van de spuitvloeistof twee belangrijke begrippen.

De zuurgraad van water wordt bepaald door het aantal ionen ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^-$ ,  $\text{H}^+$  of  $\text{OH}^-$ -ionen etc.) in de oplossing. De concentratie  $\text{HCO}_3^-$  bepaalt in hoeverre de zuurgraad van het water gebufferd is tegen verandering in concentratie van deze ionen.

De hardheid van water wordt bepaald door het aantal  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{Mg}^{2+}$ -ionen (blijvende hardheid) uitgedrukt in mmol/l of in Duitse graden hardheid (°D of DH). Hiervoor wordt de volgende indeling gehanteerd:

Hoger dan 22 °D (3,91 mmol/l) = Zeer hard  
Tussen 16 °D (2,86 mmol/l) en 22 °D (3,91 mmol/l) = Hard  
Tussen 10 °D (1,79 mmol/l) en 16 °D (2,86 mmol/l) = Gemiddeld

ARTIKEL

Tabel 1. Overzicht waterkwaliteit (pH en hardheid), verschillende watersoorten, mogelijke risico's en advies bruikbaarheid als spuitwater.

Watersoort	zuurgraad (pH)	hardheid (°D)	risico's bij gebruik	advies
Leidingwater	6-8	zacht- hard		goed bruikbaar
Oppervlaktewater	6-11	zacht	algen verhogen pH	goed bruikbaar, controleer pH
Bassinwater	3-11	zacht	algen verhogen pH	voorkom algengroei
water uit geslagen putten of bronnen	4-8	zacht- zeer hard	extreme hardheid en hoog ijzergehalte	bij zeer hard water niet gebruiken

Lager dan 10 °D (1,79 mmol/l) = Zacht

De hardheid van het leidingwater verschilt van regio tot regio. Informatie over hardheden per gemeente is via de site: [www.ve-win.nl](http://www.ve-win.nl) beschikbaar. Grote delen van Nederland hebben zacht leidingwater of een relatief lage hardheid (4-12 °D). Andere gebieden zoals Noord-Holland, de Achterhoek, Land van Maas en Waal en de Neder-Betuwe hebben vrij hard water (12-18 °D). Zuid-Limburg en het gebied in en rondom de Haarlemmermeer polder hebben hard water (18-30 °D).

In Nederland worden voor bespuitingen water van verschillende oorsprong gebruikt, namelijk oppervlaktewater, leidingwater, regenwater (bassins) en water uit putten of bronnen. Deze kunnen in kwaliteit nogal verschillen. In tabel 1 worden van elke watersoort de variatie in pH en hardheid, de mogelijk risico's bij gebruik en een advies gegeven.

## Invloed pH en hardheid op gewasbeschermingsmiddelen

Van sommige middelen is bekend dat pH en hardheid invloed hebben op de werking (Pesticide Manual 1997, ITCF/INRA, SAC, [www.alliancegroep.com](http://www.alliancegroep.com)). Tabel 2 geeft een overzicht van in Nederland toegelaten middelen waarvan beschreven is dat zij gevoelig zijn voor pH en/of hardheid. Deze tabel is samengesteld uit diverse bronnen.

## Verricht Onderzoek

Frans (Gauvrit, 1999) en Schots (Oxley, 1998) onderzoek met een groot aantal gewasbeschermingsmiddelen heeft aangetoond dat bij toepassing van zeer hard water

voor een beperkt aantal middelen problemen met effectiviteit kunnen optreden. De lijst van middelen die door het ICTF/INRA (I) en SAC (S) werden onderzocht, is verwerkt in tabel 2. Voor de herbiciden clopyralid (onder andere Lontrel 100), cycloxydim (Focus Plus), clodinafop-propargyl (Topik 240 EC), fenoxaprop-P-ethyl (Puma S EW), isoproturon (oonder ander IP-FLO), quizalofop-P-ethyl (Targa Prestige), flupyrsulfuron (onder andere werkzame stof van Lexus) en metsulfuron-methyl (Ally) werd geen invloed van de hardheid van het water op de effectiviteit gerapporteerd.

Voor glyfosaat (Roundup) werd wel verminderde werking bij hogere hardheden gevonden.

In Nederland is door Plant Research International (PRI) onderzoek gedaan naar glyfosaat (onder andere Roundup). Met name de concentratie van calcium- en magnesiumionen in water, verho-

Tabel 2. Lijst van middelen waarvan beschreven is dat pH en/of hardheid invloed kunnen hebben op de effectiviteit.

pH (basisch)	pH en hardheid	hardheid
Carbamaten (A)	glyfosaat (o.a. Roundup) (A, I, LL, PM, S, SP*)	isoproturon (o.a. IP-FLO) (S, zacht water en demi water)
Organische fosforverbindingen (bv. dimethoaat, parathion) (A,*)	bentazon (o.a. Basagran, Laddok N) (LL, P (alleen zeer hard water), PM, *)	glufosinaat (Finale) (I, bij hard water)
Triazines ( b.v. atrazin) (A, LL,*)		bromoxynil (o.a. Bromotril, Litarol) (S, bij zacht water)
Nitrilen (A)	dicamba (o.a. Banvel en 2,4 D Dicamba) (LL, PM, *)	ioxynil (Actril 200) (S, bij zacht water)
Sommige pyrethroïden (b.v. Decis, Karate) (A)	MCPA amine (LL, PM,*)	mecocrop-p (b.v. Mecop PP, Duplosan MCPP) (S, bij hard water)
Phenylamiden (*)	metsulfuron-methyl (o.a. Ally) (LL, P(alleen bij pH 10) , PM , S ( bij gemiddelde hardheid), *)	lambda-cyhalothrin (Karate) (S, bij hard water)
metazachloor (o.a. Butisan S) (*)	paraquat (o.a. a.i. in Actor) (LL, PM)	
clopyralid (Lontrel 100) (PM)	2,4 D amine (A, LL, PM, *)	

A = Alliancegroep, SP = SURfaPLUS/PRI, I = ITCF/INRA, S = SAC, P= PPO-AGV, PM= Pesticide Manual., LL = Loveland Industries (fabrikant hulpstoffen) \* = bron anderszins

ging van spuitvolume en mengen met andere werkzame stoffen kunnen glyfosaat inactief maken. Bij een gemiddelde hardheid van leidingwater is het percentage glyfosaat dat geïnactiveerd wordt, circa 10%. Dit percentage kan oplopen tot 25 % bij gebruik van hard water (De Ruiter en Lotz, 2003). Verhoging van de dosering of toevoegen van een hulpstof als ammoniumsulfaat kunnen deze verminderde werking opheffen.

Door PPO-AGV werden in kasproeven twee herbiciden en één insecticide getest waarvan bekend is dat de werking afhankelijk is van pH en hardheid, namelijk metsulfuron-methyl (Ally), bentazon (Basagran) en het systemisch pyrethoïde deltamethrin (Decis EC).

Er werd water van het waterleidingbedrijf Zuid-Limburg gebruikt met uiteenlopende hardheid. De hardheden varieerden van 8 tot 25°D. Tevens werd gebruik gemaakt van demiwater dat door toevoegen van CaCl<sub>2</sub> werd verhard. De invloed van pH werd onderzocht door demiwater aan te zuren met zwavelzuur tot pH 4 en door toevoegen van natronloog tot pH 10. Als referentie werd demiwater met pH 7 gebruikt

Basagran bleek gevoelig voor zeer hoge hardheid van water >20°D en ongevoelig voor pH. Ally liet bij gebruik van water met een hoge pH (10) (bassin water met een algengroei) vooral bij lagere doseringen een verminderd bestrijdingsresultaat zien. Voor Decis werd geen effect van de waterkwaliteit op de effectiviteit van het middel op rupsen van het koolwitje gemeten.

## Aanbevelingen

De landbouwpraktijk zou bij gebruik van de gewasbeschermingsmiddelen uit tabel 2, de waterkwaliteit van water uit eigen bronnen moeten analyseren. Voor andere gewasbeschermingsmiddelen werd de noodzaak tot waterkwaliteitsanalyse tot nu toe niet aangegevoerd. Informatie over de kwaliteit van leidingwater wordt verstrekt door de VEWIN ([www.vewin.nl](http://www.vewin.nl)). Daarnaast kan de pH van water (met name van oppervlaktewater en bassinwater) gemakkelijk worden gecontroleerd met analyse sets die in de handel verkrijgbaar zijn.

Producenten van hulpstoffen en gewasbeschermingsmiddelen zouden meer gericht moeten advise-

ren onder welke omstandigheden hulpstoffen (cq waterconditioners, hechters, uitvloeiers enz.) toegevoegd moeten worden voor voldoende effectiviteit van een middel. Sommige hulpstoffen worden momenteel toegepast onder het motto 'baat het niet dan schaadt het niet'. Deze stoffen hebben echter wel een milieueffect en kosten geld. Daar waar de noodzakelijke kennis voor deze advisering nog ontbreekt, is nader onderzoek wenselijk.

## Literatuurlijst

- Pesticide Manual: 11th Edition 1997, British Crop Protection Council, ISBN 1 901396 11 8
- Gauvrit, C., 1999. Un effet à apprécier à sa juste valeur, Dureté de l'eau et efficacité herbicide; Perspectives Agricoles, no 251, nov. 1999, 7 pp
- Ruiter, H. de, Lotz B., 2003. Hef nadelig effect hard water op glyfosaat op, Boerderij/Akkerbouw, no. 5 (88), 11 maart, p. 9.
- Oxley, S.J.P., Davies, D.H.K. Evans, K.A., Burnett, F.J., 1998. Investigation into the influence of water quality on the efficacy of reduced doses of pesticides, 1998, 56 pp, vertrouwelijk rapport
- Zeeland, MG; W. van den Berg en D.A. van der Schans, 2002. Invloed van PH en hardheid van water op de effectiviteit van herbiciden PPO-AGV publicatie 1236349, maart p 21.
- Internetsites:  
[www.alliancegroep.com](http://www.alliancegroep.com)  
[www.vewin.nl](http://www.vewin.nl)

# 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.

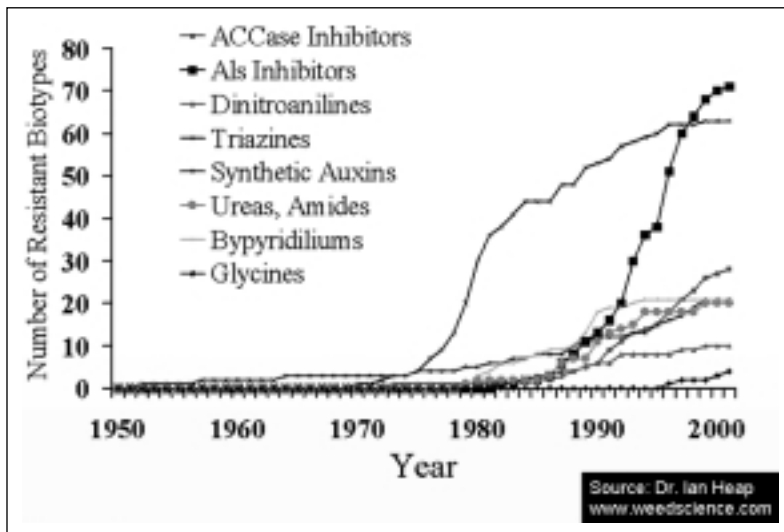
Het ontstaan van resistentie van het onkruid tegen een bepaald herbicide door één werkingsmechanisme kan ook resistentie tegen andere herbiciden geven, veelal tegen stoffen met hetzelfde werkingsmechanisme. Dit wordt positieve kruisresistentie genoemd. Indien resistente onkruiden juist gevoeliger worden 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 atrazijn toegepast in maïs tegen varkensgras, melganzevoet en zwarte nachtschade, en simazijn 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 (terbutylazijn, chloridazon, metribuzijn, metamitron). Alertheid is zeker op zijn plaats op percelen waarop langdurig atrazijn of simazijn 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 atrazijn vooral bij melganzevoet en zwarte nachtschade en in boomkwekerij en boomgaarden ten aanzien van simazijn vooral bij straatgras, klein kruiskruid en beklierde basterdwederik. Iets later dan in Nederland zijn in België de laatste toepassingen van atrazijn bevattende mengsels evenals simazijn in zicht. Zoals in Nederland blijven diverse herbiciden van dezelfde groep gangbaar in maïs (terbutylazijn), (suiker)biet (chloridazon, metamitron) en aardappel (metribuzijn). 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 atrazijn-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

# Kleine gewassen: grote onkruidproblemen

J. Hoek <sup>1)</sup>, A.Th.J. Koster <sup>2)</sup> en G.E.L. Borm <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>PPO-AGV, Postbus 430, 8200 AK, Lelystad, [hans.hoek@wur.nl](mailto:hans.hoek@wur.nl)

<sup>2)</sup>PPO-B&B, Postbus 85, 2160 AB, Lisse

**Vergeleken met wintertarwe, mais, suikerbieten en aardappelen, is er in de meeste gewassen met een klein areaal maar een beperkt aantal onkruidbestrijdingsmiddelen toegelaten en dit aantal vertoont de laatste jaren een dalende tendens. In dit artikel wordt de problematiek rondom de toelatingen in kleine gewassen geschetst en wordt ingegaan op onderzoek voor het toelaten van nieuwe middelen en enkele andere ontwikkelingen op dit terrein.**

## Niet-chemische onkruidbestrijding

Een gering aantal toegelaten middelen hoeft overigens niet altijd te betekenen dat onkruidbestrijding een knelpunt is. Als de nog toegelaten middelen in een gewas goed inzetbaar zijn en een breed spectrum van onkruidsoorten bestrijden, dan kan ook met een beperkt aantal middelen nog een goed resultaat worden verkregen. Daarnaast zijn er ook mogelijkheden met niet-chemische onkruidbestrijding, zoals mechanische onkruidbestrijding en het afdekken van de bodem. Op het gebied van mechanische onkruidbestrijding heeft zich de laatste jaren een sterke ontwikkeling voorgedaan, vooral wat betreft machines die in de gewasrijen kunnen werken zoals torsie- en vingerwieders.

Mechanische onkruidbestrijding kent echter nog steeds een aantal beperkingen en nadelen. Bij zeer nauwe rijafstand (zoals in spinazie en zilveruien) is mechanische bestrijding niet uitvoerbaar. Ook kan het gewas bij mechanische onkruidbestrijding beschadigd raken, waardoor de opbrengst lager wordt en de concurrentiekracht afneemt. Daardoor kan meer onkruid tot zaadvorming komen, waardoor er ook negatieve gevolgen voor volgteelten optreden. Door gewasbeschadiging kan ook kwaliteitsverlies ontstaan waardoor, bijvoorbeeld bij de boomteelt, de verkoopwaarde van het product daalt. Bij een beschadiging van het gewas is er bij bloem-

## Minder toelatingen

De industrie weegt de kosten van een middel af tegen de inkomsten die men van bestaande middelen verkrijgt of die men voor nieuwe middelen in de toekomst denkt te kunnen realiseren. Bij gewassen met een klein areaal is de (te verwachten) omzet beperkt. Door de gestegen kosten voor de instandhouding van de toelating, is het voor de toelatinghouder economisch vaak niet interessant om bij kleine gewassen een nieuwe toelating aan te vragen of om een bestaande toelating te continueren. Daarnaast hebben ook scherpere milieueisen in Nederland geleid tot het verdwijnen van toelatingen. Zo is, in het kader van de 'kanalisatieoperatie' in 1999 en 2000, een flink aantal middelen verdwenen. De oorzaak voor het verdwijnen van toelatingen kan ook gelegen zijn in beleid van de Europese Unie. Bijvoorbeeld omdat residuegevens van een middel niet voldoen aan de eisen die de EU stelt of omdat de werkzame stof in Europees verband door de toelatinghouders niet wordt verdedigd.

Wordt voor een dertigtal 'kleine' akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen gekeken naar het aantal beschikbare werkzame stoffen

voor onkruidbestrijding, dan blijkt dat er in 1991 in deze gewassen in totaal 211 werkzame stoffen toegelaten waren, maar dat dit aantal in 2003 was gedaald tot 136. Een afname van bijna veertig procent. Ook in bloembolgewassen (onder andere narcis en dahlia) is deze tendens waar te nemen.

Door de afname van het aantal toegelaten middelen wordt onkruidbestrijding meestal moeilijker en duurder. Maar er zijn ook nadelen die pas op wat langere termijn zichtbaar worden. Door de vermindering van het beschikbare middelenpakket worden de nog toegelaten middelen steeds vaker gebruikt en daardoor wordt het risico op resistentieontwikkeling (verminderde gevoeligheid voor het middel) en bodemadaptatie (versnelde afbraak door micro-organismen) groter. Beide fenomenen leiden tot verlaging van de effectiviteit en soms zelfs tot het volledig onwerkzaam worden van middelen.

Omdat bij kleine gewassen weinig nieuwe middelen worden toegelaten, zijn telers wel gedwongen om oudere middelen te blijven gebruiken. Vaak moeten daarbij hoge doseringen per ha worden gebruikt en gaat het om middelen met een vrij hoge milieubelasting.

ARTIKEL



bol- en andere gewassen een grotere kans op ziekten.

Bij mechanische onkruidbestrijding is men, in verband met de bereikbaarheid en bewerkbaarheid van de grond, meer afhankelijk van droog weer dan bij chemische onkruidbestrijding. Omdat de capaciteit per dag bij mechanische onkruidbestrijding veel lager is dan bij een chemische bestrijding, is er vaak te weinig tijd om een groot areaal te bewerken.

De effectiviteit van een mechanische onkruidbestrijding is overigens vrijwel altijd lager dan die van een chemische bestrijding, zodat er (veel) meer handmatig wiewerk nodig is om het resterende onkruid uit het gewas te verwijderen. De teeltkosten nemen daardoor soms aanzienlijk toe.

Gewassen voor de zaaizaadproductie nemen een bijzondere plaats in, vooral omdat bepaalde onkruidzaden niet uit de zaadpartij geschoond kunnen worden. De eisen die ten aanzien van de toelaatbare verontreiniging met onkruidzaden worden gesteld liggen, afhankelijk van gewas en onkruidbezetting, daardoor zodanig hoog dat mechanische onkruidbestrijding alleen – dus zonder wieden – veelal tekort schiet.

In de boom- en bollenteelt wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van onkruidbestrijding via afdekking van de bodem tijdens de teelt. Voorlopig stuit deze toepassing echter op praktische bezwaren omdat de bemesting van het gewas wordt bemoeilijkt en omdat er bij de telers veel angst bestaat voor grotere kans op nachtvorstschade.

## **Derden toelating**

Als bestaande onkruidbestrijdingsmiddelen verdwijnen, kunnen er teeltproblemen ontstaan.

Om deze op te lossen, dienen nieuwe middelen toegelaten te worden en daarvoor is veelal onderzoek nodig. Bij de financiering van onderzoek in kleine gewassen speelt het Fonds Kleine Toepassingen Gewasbeschermingsmiddelen een belangrijke rol. De financiële middelen voor dit fonds worden opgebracht door het ministerie van LNV, Nefyto, het Productschap Tuinbouw en het Hoofd Productschap Akkerbouw. Sinds enkele jaren bestaat er naast de reguliere toelating (die wordt aangevraagd door de fabrikant), ook de mogelijkheid voor zogenaamde 'derden toelating' voor gewasbeschermingsmiddelen. Het gaat dan om uitbreiding van de hoofdtoelating. Deze uitbreiding kan worden aangevraagd door andere partijen dan de fabrikant, bijvoorbeeld door telersgroepen. De hoofdtoelatinghouder moet hier overigens wel aan mee willen werken, want er moeten gegevens uit het dossier van de hoofdtoelating beschikbaar worden gesteld. Voor derden toelating is geen deugdelijkheidsonderzoek vereist. Dat maakt deze vorm van toelating goedkoper, maar ook meer risicovol omdat er vaak weinig bekend is over de selectiviteit en soms ook over de effectiviteit van de toepassing.

## **Deugdelijkheids- onderzoek herbiciden**

Het PPO heeft enkele jaren geleden de teeltproblemen ten gevolge van het verdwijnen van herbiciden in beeld gebracht voor akkerbouw-, vollegrondsgroente- en bolgewassen en de boomteelt. Bij deze inventarisatie kon een aantal gewassen onderkend worden, waarbij onkruidbestrijding gezien het beperkte middelenpakket zo problematisch was of dreigde te worden, dat er gesproken kon worden van een knelpunt in de teelt. Ver-

volgens is er, gefinancierd door de Productschappen en in samenwerking met gewasbeschermingsmiddelenfirma's, onderzoek begonnen om voor een aantal van deze knelpunten nieuwe onkruidbestrijdingsmiddelen toegelaten te krijgen. Soms wordt daarbij gewerkt met middelen die nog niet op de markt zijn, maar meestal gaat het om middelen die in een (groot) gewas al toegelaten zijn en waarbij onderzocht wordt of er ook mogelijkheden zijn in een klein gewas. Er wordt dus veelal ingezet op uitbreiding van bestaande toelatingen. Een goed voorbeeld hiervan zijn sommige herbiciden die in granen zijn toegelaten en waarvan door deugdelijkheidsonderzoek ook een toelating verkregen kon worden in graszaadgewassen.

De laatste jaren heeft het PPO deugdelijkheidsonderzoek uitgevoerd bij graszaadgewassen, zaauijen, wortelen, prei, (opkweek van) asperge, schorseneren, spinazie, stamslabonen, erwten, koolzaad, karwij en een aantal kruiden. Dit onderzoek heeft geleid tot de toelating van Centium in erwten, stamslabonen, wortelen en asperge. In graszaad zijn daardoor de toelatingen van Hussar, Puma en Primus gerealiseerd. Voor zaauijen, wortelen, prei, asperge en graszaad zijn op dit moment aanvragen voor toelating van onkruidbestrijdingsmiddelen door de fabrikanten ingediend. Ook wordt er momenteel gewerkt aan een toelatingsaanvraag voor middelen in spinazie en schorseneren en aan 'derden uitbreiding' in kruiden.

Ook bij boom- en bolgewassen wordt deugdelijkheidsonderzoek uitgevoerd. Er is in de bollenteelt vooral ingezet op middelen met contactwerking, die gebruikt kunnen worden in een zogenaamd 'lage dosering systeem' (LDS). De reden voor de keuze van middelen met contactwerking is gelegen in het feit dat veel telers geen effect meer zien van de bodemwerking

van bodemherbiciden, zoals metamitron, chloridazon en linuron. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door bodemadaptatie. Met name in de oude bollentuinen lijkt dit het geval te zijn. Ondanks dit feit wordt er met enkele voor de bollenteelt nieuwe bodemherbiciden, toch weer goede resultaten geboekt in bolgewassen. Ook hier

wordt door de fabrikanten aan toelatingen gewerkt.

Nog niet alle knelpunten op het gebied van onkruidbestrijding zijn echter opgelost. In een aantal gewassen is toelating van nieuwe herbiciden dan ook dringend nodig. Hierbij dient vooral gedacht te worden aan venkel, (knol)selderij,

aardbei, blauwmaanzaad, (gezaaide) koolgewassen, tuinbonen, diverse kruiden en aan de bolgewassen narcis, dahlia, anemoon en knolbegonia. Bij de boomteelt gaat het vooral om de containerteelt en de teelt van bos- en haagplantsoen via zaad.

ARTIKEL

# Milieubelasting door onkruidbestrijding in biologische, geïntegreerde en gangbare landbouw

R.Y. van der Weide<sup>1)</sup> en M.M. Riemens<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Edelhertweg 1, Postbus 430, 8200 AK Lelystad

<sup>2)</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

**In dit artikel worden de resultaten beschreven van een vergelijking tussen de milieubelasting als gevolg van de onkruidbestrijding in biologische, geïntegreerde en gangbare landbouwsystemen.**

**Uit de vergelijking bleek dat met name grondwater en waterleven belast worden door het gebruik van herbiciden. Het energieverbruik van onkruidbestrijding in een biologisch systeem lag 1,5 – 2,6 keer hoger dan in een geïntegreerd systeem. Het verbruik in een gangbaar systeem lag tot 1,2 maal hoger dan in een geïntegreerd systeem. Echter bemesting met kunstmest vraagt tot tien keer meer energie dan de hele onkruidbestrijding.**

**Uit de literatuurstudie naar effecten van mechanische en chemische onkruidbestrijding op niet-doelorganismen, bleek dat deze effecten voornamelijk indirect zijn. De organismen, zoals vogels, insecten en andere invertebraten, ondervinden vooral hinder van het verdwijnen van hun waardplanten of habitat als gevolg van vermindering van de onkruiddruk.**

## Inleiding

Het is duidelijk dat de maatschappij een vorm van landbouw nastreeft die duurzaam is. Daarbij wordt gestreefd naar minimaal gebruik en afhankelijkheid van de chemische gewasbeschermingsmiddelen. Om dit bij de onkruidbestrijding te bereiken wordt met name mechanische onkruidbestrijding gestimuleerd.

Ook de mechanische onkruidbestrijding kan echter het milieu belasten door bijvoorbeeld energieverbruik van machines. In veel teelten in Nederland wordt in de biologische landbouw meer mechanisatie toegepast dan in geïntegreerde of gangbare landbouw. Dit frequenter toepassen van bepaalde mechanische onkruidbe-

strijdende handelingen kan wellicht ook effect hebben op andere organismen die in het veld leven. In opdracht van HPA (Hoofdproductschap Akkerbouw) werd een vergelijking gemaakt tussen de milieubelasting van herbiciden in gangbare en geïntegreerde systemen, het energieverbruik in alle systemen (dus ook biologisch) en eventuele andere neveneffecten op niet doelorganismen door middel van modelberekeningen en literatuuronderzoek.

## Methode

Door verschillen in bodemsamenstelling zowel wat betreft structuur als organische stofgehalte en bo-

demleven, kunnen de milieubelastingsanalyses voor herbicidengebruik en de energiebepalingen voor deze gronden verschillen. Daarom is er voor gekozen om zowel een akkerbouwbedrijf op klei als op zand in de analyse mee te nemen. Er is daarbij gekozen voor vijf gewassen die op grote schaal in Nederland geteeld worden. Deze gewassen zijn aardappel, suikerbiet, peen, ui en wintertarwe. Op zandgrond is uitgegaan van een bedrijf van 52,5 hectare, waarop vijftien hectare aardappel, vijftien hectare wintertarwe, vijftien hectare suikerbiet en 7,5 hectare peen geteeld wordt. Op kleigrond is gekozen voor een bedrijf van zestig hectare, waarvan vijftien hectare aardappel, vijftien hectare wintertarwe, vijftien hectare suikerbiet, 7,5 hectare peen en 7,5 hectare ui. Om tot een goede vergelijking van het energieverbruik en milieubelasting te kunnen komen, is gekozen voor gelijke arealen van de verschillende gewassen bij de verschillende theoretische bedrijven. Vooral biologische bedrijven hanteren in werkelijkheid veelal een ruimer bouwplan.

De verschillende onkruidbeheersingsstrategieën die toegepast worden op een respectievelijk gangbaar, geïntegreerd en biologisch systeem in deze gewassen komen voor gangbaar en geïntegreerd uit

ARTIKEL

Bruinsma *et al.* (2003) en voor de biologische situatie uit Bleeker *et al.* (2002). Hierbij is de gangbare strategie te karakteriseren als vrij geavanceerd en milieubewust (spuiten lage en aangepaste doseringen en schoffelen). Ook de geïntegreerde strategie is te karakteriseren als geavanceerd. De beschreven biologische variant is te karakteriseren als vrij behoudend (veel handwieden en branden, nog niet geavanceerd mechanisch). Het totale rapport met de precieze bedrijfsdefinities en berekeningen is beschikbaar via de [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl) (onder onderzoek onkruiden).

## Energieverbruik

Om het energieverbruik van onkruidbeheersingsmaatregelen te

bepalen, is gebruik gemaakt van de energie database van PPO onder ander gebaseerd op informatie uit en .

De verbruikte energie per handeling voor onkruidbeheersing in de verschillende gewassen op de drie typen bedrijven op kleigrond staat weergegeven in tabel 1.

Uit de energiebepalingen is gebleken dat op bedrijven waar biologisch geteeld wordt het energieverbruik zowel op zand- als op kleigrond (respectievelijk 2252 voor zand en 3051 MJ/ha voor klei) rond de 1,5 maal hoger ligt dan op geïntegreerde (respectievelijk 1545 voor zand en 1621 MJ/ha voor klei) en gangbare (respectievelijk 1792 voor zand en 1832 MJ/ha voor klei) bedrijven.

Deze verschillen worden voorna-

melijk veroorzaakt door het branden van onkruiden in peen en ui in de biologische teelt (zowel op zand als klei in peen en in ui 7131 MJ/ha), hetgeen in dit systeem de meeste energie vraagt. Daarbij is in de berekeningen niet de energie die nodig is voor handwieden betrokken. Deze bedraagt 0,6 MJ/kg en is dus persoonsgebonden. Bij een aantal uren handwieden bij de biologische teelt van gemiddeld rond de vijftig uur/hectare komt er per hectare voor handwieden door scholieren van zestig kilogram, 1800 MJ bij. Wanneer dit wordt meegerekend kost biologisch zelf 2,6 keer zoveel energie als geïntegreerd. Indien op het biologisch bedrijf de onkruiden echter wat geavanceerder mechanisch bestreden worden door bijvoorbeeld schoffelen met vingerwieden te combineren kan het aantal wieden terug. De vermeerdering van

Tabel 1. Het totale energieverbruik per activiteit per uur per gewas en voor het hele bedrijf voor een biologisch systeem, geïntegreerd systeem en gangbaar systeem op klei grond (MJ/ha).

Energieverbruik (MJ/ha)		Gewas				
Behandeling	Aardappel	Wintertarwe	Uien	Suikerbiet	Peen	
Biologisch	verlaat aanaarden	941	0	0	0	0
	Eggen	184	920	0	368	0
	Schoffelen, aanaardend	0	0	0	313	0
	Aanaarden	627	0	0	0	0
	Schoffelen	0	0	1252	626	939
	Branden v.o.	0	0	7131	0	7131
	Totaal per gewas	1752	920	8383	1307	8070
Totaal voor hele bedrijf		3051				
Geïntegreerd	Rugopbouw	941	0	0	0	0
	Herbiciden spuiten	97	896	1244	963	375
	Eggen	184	0	0	0	0
	Schoffelen, aanaardend	0	0	0	313	0
	Aanaarden	313	0	0	0	0
	Schoffelen	0	0	0	0	0
	Branden v.o.	0	0	0	0	0
	Schoffelen+vingerwieden	0	0	926	926	926
Totaal per gewas	1537	896	2170	2202	1301	
Totaal voor hele bedrijf		1621				
Gangbaar	Rugopbouw	941	0	0	0	0
	Herbiciden spuiten	375	1926	2113	2033	1124
	Eggen	0	0	0	0	0
	Schoffelen, aanaardend	0	0	0	626	0
	Aanaarden	0	0	0	0	0
	Schoffelen	0	0	0	0	0
	Branden v.o.	0	0	0	0	0
	Totaal per gewas	1316	1926	2113	2659	1124
Totaal voor hele bedrijf		1832				

energiegebruik voor de onkruidbestrijding in biologische teelt in vergelijking met het gebruik in een geïntegreerde teelt zal daarmee tussen de factor 1,5 en 2,6 komen te liggen.

Het verschil tussen gangbaar en geïntegreerd is minder groot; het energieverbruik ligt bij benadering afhankelijk van het grondtype 1,13 tot 1,16 keer hoger op gangbare bedrijven, voornamelijk als gevolg van de energiewaarde van de herbiciden zelf.

De hoeveelheden energie die echter voor de onkruidbeheersing in alle systemen gebruikt worden zijn relatief laag in verhouding tot het totale energieverbruik op de bedrijven. Zo bedraagt bijvoorbeeld de energie-inhoud van de kunstmest (stikstof, kali en fosfaat) die op een gemiddeld geïntegreerd bedrijf op zand gebruikt wordt,

12296 MJ/ha en op klei 11794 MJ/ha, zo'n factor tien hoger dan de energie nodig voor de totale onkruidbestrijding.

## Milieubelasting

Bij de bepaling van de milieubelasting moet onderscheid gemaakt worden tussen emissie naar bodem, water en lucht enerzijds en de daar optredende schade aan levende organismen anderzijds. Beide effecten kunnen berekend worden met moderne instrumenten zoals de Blootstellingen Risico Index (BRI, emissie, bodem, water en lucht) (Wijnands, van Asperen *et al.*, 2003) en de Milieu Belastings Punten (MBP, schade, water- en bodemleven uit de milieumeetlat 2003).

Vanuit de overheid zijn drie emis-

siedoelstellingen geformuleerd, voortkomend uit het MeerJaren-Plan-Gewasbescherming en EU-verordeningen. Deze zijn vertaald naar streefwaarden die voor het bedrijfsniveau opgenomen zijn in tabel 2.

De emissie naar de lucht en de bodem bij de verschillende typen bedrijven is het hoogst bij het gangbare zand bedrijf. Echter bij het geavanceerde gangbare zand bedrijf dat doorgerekend werd, werd geen van de streefwaarden voor de emissie (BRI lucht, grondwater en bodem) overschreden. De emissie naar het grondwater werd wel met een factor zes overschreden op het gangbare kleibedrijf. Dit wordt voor het grootste deel veroorzaakt door bespuitingen met isoproturon in wintertarwe (aandeel in BRI is 54%) en metribuzin in aardappel (aandeel in BRI is 27%).

Tabel 2. BRI- en MBP- waarden voor een gangbare en geïntegreerde onkruidbestrijding op een zandgrond of kleigrond, op bedrijfs- en gewasniveau.

	BRI-lucht (Kg actieve stof/ha)	BRI-bodem (kg dagen/ha)	BRI-grond water (ppm)	MBP-waterleven (% toepassingen > 10)	MBP-bodemleven (% toepassingen > 100)
<b>Streefwaarde</b>	0,7	200	0,5	0% toepassingen >10	0% toepassingen > 100
<b>Gangbaar zand</b>					
Totale bedrijf	0,30	193	0,25	54	0
Aardappel	0,03	68	0,26	100	0
suikerbiet	0,23	412	0,49	47	0
Peen	1,42	157	0,00	50	0
wintertarwe	0,08	117	0,12	20	0
<b>Geïntegreerd zand</b>					
Totale bedrijf	0,07	31	0,06	20	0
Aardappel	0,00	0	0,00	0	0
suikerbiet	0,05	86	0,10	25	0
Peen	0,20	5	0,00	50	0
wintertarwe	0,10	19	0,13	5	0
<b>Gangbaar klei</b>					
Totale bedrijf	0,29	91	3,21	51	0
Aardappel	0,04	91	3,50	100	0
Suikerbiet	0,06	103	2,16	25	0
Zaaiui	0,62	179	0,01	29	0
Peen	1,20	28	0,00	50	0
Wintertarwe	0,14	66	7,17	50	0
<b>Geïntegreerd klei</b>					
Totale bedrijf	0,20	32	0,46	40	0
Aardappel	0,00	7	0,29	100	0
Suikerbiet	0,03	51	1,08	25	0
Ui	0,11	79	0,01	20	0
Peen	1,20	28	0,00	50	0
wintertarwe	0,10	18	0,48	6	0

De streefwaarde voor de MBP-waterleven wordt op het gangbare bedrijven met meer dan 50% van de gevallen overschreden. Dat wil zeggen dat wanneer er een bespuiting plaatsvindt op het bedrijf, in meer dan 50% van de gevallen de streefwaarde van tien punten overschreden wordt. Deze tien punten geven de concentratie weer die gelijk is aan eentiende van de concentratie waarbij 50% van het meest gevoelige waterorganisme niet overleeft. Dit betekent dus dat op de gangbare bedrijven het waterleven zwaar belast wordt. De belasting wordt voornamelijk veroorzaakt door de bespuitingen met metribuzin in aardappel, metoxuron in de wortelen en mecoprop-p in de wintertarwe.

De streefwaarde van honderd punten voor de MBP-bodemleven wordt in geen van de gevallen overschreden.

### **Neveneffecten op niet doelorganismen**

De informatie over het effect van mechanische bestrijding op niet doelorganismen is zeer beperkt. Het is bekend dat ploegen effect heeft op kevers, mieren, regenwormen en slakken. Dit gebeurt zowel door de vernietiging van schuilplaatsen en vangplekken als directe beschadiging. In situaties waarin niet regelmatig geploegd wordt (fruitboomgaard), verdenkt men de mechanische schoffelpewerking van het verstoren van de broedplekken van oorwurmen. Mechanische onkruidbestrijding heeft ook directe effecten op legesels van vogels. Met name de scholekster en de Kievit zouden hier last van kunnen hebben indien nesten niet verplaatst of beschermd worden (Oostenburg, 2000).

Echter veelal resteert na mechani-

sche onkruidbestrijding wat meer onkruid dan na chemische bestrijding en deze aanwezige onkruiden veroorzaken een veel grotere diversiteit aan diverse soorten insecten en verzorgen daarmee een essentiële voedselbron voor vogels (Moreby *et al.*, 1999, Marshall *et al.*, 2003). Daarnaast hebben de herbiciden in een enkel geval ook directe effecten op enkele insecten en op waterorganismen (zie ook de hoge MBP voor waterleven).

Uit de bepalingen van de BRI-lucht, blijft de emissie naar de lucht binnen de norm. Hiermee is echter niet gezegd dat er geen schade aan niet-waardplanten optreedt ten gevolge van de fractie verbruikte actieve stof die wel verdamppt. De fractie verdampte actieve stof was namelijk in geen van de gevallen nul. Ze varieerde van 0,07 kg actieve stof/ha voor een geïntegreerd systeem op zand tot 0,30 kg actieve stof/ha voor een gangbaar systeem op zand. Er is maar zeer weinig informatie bekend over de gevolgen van een sublethale herbicidendosis in de atmosfeer op de biochemische processen van de plant en hun verband met de groei, overleving en reproductie van de individuele plant of plantenpopulatie als gevolg van herbiciden. Toch kan, ondanks dit gebrek aan fundamentele kennis, op basis van de uitgevoerde studies wel een effect (niet-zichtbaar, indirect) op niet-doelplanten verwacht worden. Duidelijk is dat dit effect dicht bij de bron groter is. Uit onderzoek uitgevoerd in Nederland blijkt dan ook dat niet-gewas planten in de randen van bespoten velden een verminderde groei en de randen zelf een andere soortensamenstelling tov de randen van onbespoten velden hebben. Waar op welke afstanden van een perceel effecten verwacht mogen worden, kan sinds kort inzichtelijk gemaakt worden met het EPOP model. In dit model worden blootstellings-

concentraties als gevolg van druppeldrift gekoppeld aan dosis effectrelaties voor zover bekend.

### **Literatuur**

- Bleeker, P., A. Jukema, et al., 2002. Bedrijfs-economische beoordeling van onkruidbestrijdingsstrategieën. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.: 1-24.
- Bruinsma, A., J. Spruijt, et al. (2003). Mechanische onkruidbestrijding- Bedrijfs-economische evaluatie van geïntegreerde strategieën. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.: 1-18.
- De Snoo, G. R. and R. J. Van der Poll, 1999. "Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73: 1-6.
- Follak, S. and K. Hurlle, 2003. "Effect of airborne bromoxynil-ocatanoate and metribuzin on non-target plants." *Environmental Pollution* 126: 139-146.
- Kleijn, D. and G. I. J. Snoeijs, 1997. "Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer." *Journal of Applied Ecology* 34: 1413-1425.
- Marshall, E. J. P., V. K. Brown, et al., 2003. "The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields." *Weed Research* 43: 77-8.
- Mombarg, H. F. M., W. Sukkel, et al., 2003. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Lelystad, Applied Plant Research.
- Moreby, S. J. and S. E. Southway, 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.
- Oostenburg, E. B., 2000. Effecten van cross-compliance maatregelen in de maïsteelt op weidevogels. Veenwouden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek: 1-30.S.
- Riemens, M. M., J. S. Davies, et al., 2004. Effecten van herbicidendrift op zoomvegetaties. Wageningen, Plant Research International: 25.
- Riemens, M. M., A. Uffing, et al., 2004. Effects of two herbicides and one fungicide on field margins. Continuation of a study with the EPOP-model. Wageningen, Plant Research International: 25.
- Sukkel, W. and A. Garcia Diaz, 2002. VEGINE-CO Final Report. Lelystad, Applied Plant Research.
- Wijnands, F. G., P. Van Asperen, et al., 2003. Geïntegreerde gewasbescherming. Ontwerpen, testen en verbeteren. Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. (PPO B.V.): 1-44.

# Naar duurzamer onkruidbeheer op verhardingen

C. Kempenaar<sup>1)</sup>, M.M. Riemens<sup>1)</sup>, J.H. Spijker<sup>2)</sup> en G.D. Vermeulen<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, corne.kempenaar@wur.nl

<sup>2)</sup>Alterra, Wageningen-UR, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

<sup>3)</sup>Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen-UR, Bornsesteeg 59, 6708PD Wageningen

**Verhardingenbeheer is een thema in de nota Duurzame Gewasbescherming. Het gebruik van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen op verhardingen lijkt weer licht toe te nemen. Kostenbesparing en effectiviteit zijn voor gemeenten belangrijke redenen om (weer) te kiezen voor chemie bij onkruidbestrijding op verhardingen. In dit artikel wordt aangegeven welke onderzoeken en implementatietrajecten in Nederland zoal gaande zijn vanuit programma 397V om onkruidbeheer op verhardingen duurzamer te maken. Speerpunten daarbij zijn stimuleren preventie, innovatie van niet chemische onkruidbestrijding en communicatie.**

## Preventie

### Stand van zaken

De huidige bestrijdingsstrategieën, zowel de chemische als de niet-chemische, hebben gemeenschappelijk dat ze gericht zijn op symptoombestrijding; ze bestrijden reeds aanwezige begroeiing. Goede preventieve maatregelen kunnen problemen met onkruid voorkomen of sterk verminderen en daarmee een bijdrage leveren aan een lagere milieubelasting en kostenbesparingen voor het beheer.

De sleutel tot minder kruidengroei op verhardingen ligt in het ontwerp van de verharding. In 1997 is er door het CROW (het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte) een ideeënboek voor onkruidwerende constructies van elementenverhardingen uitgebracht (Anoniem, 1997). In deze publicatie zijn richtlijnen met betrekking tot het ontwerpen van onkruidwerende elementverhardingen opgesteld. Er wordt een aantal punten genoemd waarop men tijdens de aanleg van verhardingen

moet letten. De belangrijkste stuurmogelijkheden zijn het afstemmen van de omvang van de verharding op het gebruik (voorkom teveel verhardingen), de ondergrondse infrastructuur, het vermijden van open ruimtes in de verharding en de aansluiting met straatmeubilair.

Helaas wordt deze publicatie in de praktijk erg weinig gebruikt. Ondanks het feit dat het ontwerp van groot belang is voor de mogelijke beheersstrategieën wordt de toekomstige beheerder in veel organisaties onvoldoende betrokken bij het ontwerp van een verharding. 'Beheersbaarheid' is helaas niet altijd een thema bij het maken van een nieuwe straatinrichting. Het is echter een lastige opgave gelet op de vele eisen die er aan de openbare ruimte worden gesteld. Soms ligt het extra gecompliceerd omdat andere milieuthema's, zoals het vasthouden van water in de stad, vragen om tegengestelde oplossingen (bijvoorbeeld meer en bredere voegen). Er wordt dus nogal wat van de ontwerpers gevraagd. Een aantal gemeenten heeft een goede afstemming tussen ontwerp en be-

heer kunnen bereiken door een standaard-programma van eisen met inrichtingsvoorbeelden. Een ontwerper mag afwijken van de aangedragen voorbeelden, maar dient in de ontwerpfase een voorziening te treffen voor eventuele meerkosten van het beheer.

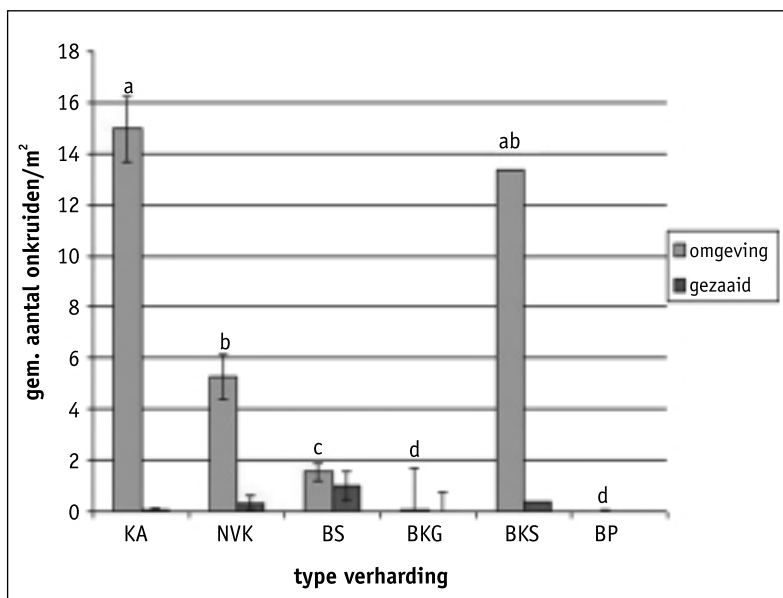
Vanuit dit perspectief is het dus van belang dat civieltechnische en onkruidkundige kennis geïntegreerd worden. Aspecten waar een verharding aan moet voldoen om goed te kunnen functioneren, zoals de waterdoorlaatbaarheid, opbreikbaarheid, verkeersbelasting en uiterlijk moeten worden geïntegreerd met aspecten die van belang zijn wanneer men onkruidgroei op de verharding wil voorkomen. Daarbij moet gedacht worden aan zaken die nodig zijn tijdens de levenscyclus van de plant zoals ruimte, rust, substraat, water en voedingsstoffen.

In het LNV-onderzoeksprogramma 343 'beheersing en bestrijding van onkruiden', werd middels vakbeurzen en workshops gestart met overleg met producenten, gemeenten, ontwerpers en beheerders. Als resultaat is toen een aantal onkruidwerende concepten boven komen drijven dat perspectief biedt om op grote(re) schaal toegepast te kunnen worden.

### Pilotproef preventie

Bij de start in 2003 van het nieuwe LNV-onderzoeksprogramma 397V 'Innovatieve onkruidbestrijding', is gekozen voor de aanleg van een pilotproef in samenwerking met

ARTIKEL



Figuur 1. Resultaten 1 jaar na aanleg. Weergegeven zijn de onkruidsoorten die gezaaid zijn en die uit de omgeving afkomstig zijn. KA=Klinkers met Afstandhouders, NVK= Nokstones met Voegvulling op basis van Kalk, BS= BetonStraatstenen, BKG= Bestaande Klinkers met Gesloten voegvulling, BKS= Bestaande Klinkers met Standaard vulling, BP= Betonplaten met Print.

drie producenten gespecialiseerd in voegvullingen en verhardingen.

In de pilotproef worden de volgende aspecten nader onderzocht:

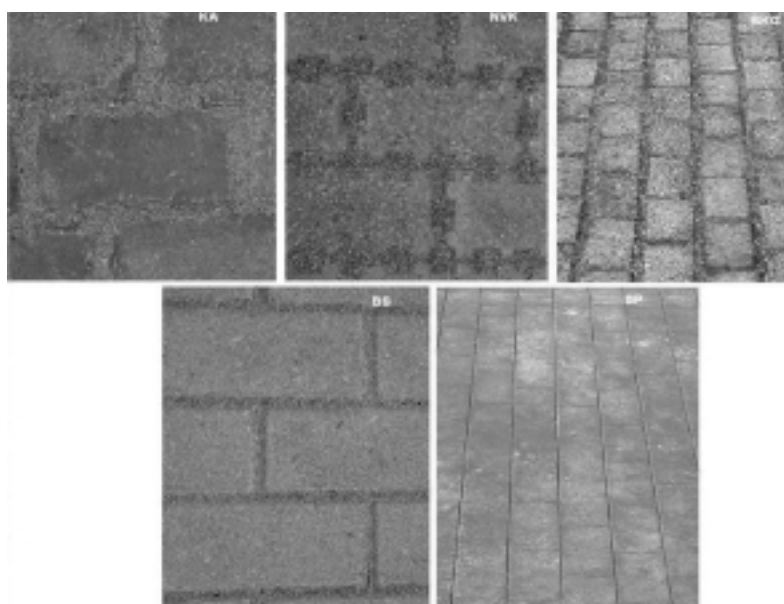
1. De rol van een schoon zandbed
2. Voegbreedte
3. Voegvulling

4. Invoer van zaden van bovenaf  
In het voorjaar van 2004 zijn alle typen bestrating ingezaaid met zaden van melganzevoet, muur, straatgras en zwarte nachtschade (1000/m<sup>2</sup>). Aan het einde van het seizoen zijn de aantallen bepaald. Figuur 2 geeft enkele foto's van verhardingen op het proefterrein.

Geen van de zaden die in het zandbed aangebracht waren, bleek in het voorjaar van 2004 gekiemd te zijn en er werden geen wortelonkruiden op de verhardingen aangetroffen. Groei van zaadonkruiden en wortelonkruiden (vanuit zeer kleine wortelstukken) vanuit het zandbed lijkt daarmee niet waarschijnlijk. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de hoogte van de verharding een te grote barrière vormt voor de kiemplantjes om het oppervlak en daarmee

licht en voldoende vocht te bereiken. Daarnaast was het op het moment van aanleg warm en droog weer hetgeen de groei van de wortelstokken wellicht negatief beïnvloedt kan hebben.

Eén jaar na aanleg zijn (nog) geen significante verschillen waarneembaar tussen de bestratingen



Figuur 2. Voorbeelden van bestratingen die getoetst worden op onkruidwerendheid in preventieproefterrein.

wat betreft het gemiddelde aantal ingezaaide onkruiden per vierkante meter (figuur 1). Het aantal onkruiden dat uit de omgeving kans heeft gezien zich op de verhardingen te vestigen verschilde wel significant. Canadese fijnstraal (*Eriogon canadensis*) vormde een kwart van de onkruiden die zich uit de omgeving vestigden. Uit die gegevens blijken de betonplaten met print (BP) en de bestaande klinkers met voegvulling op basis van de gesloten polymeergebonden voegmortel (BKG) de minste onkruidgroei te vertonen.

Aan deze gegevens kunnen nu echter nog geen conclusies verbonden worden, omdat de aantallen gezaaide onkruiden erg laag waren en de zaden van de onkruiden uit de omgeving zeer waarschijnlijk niet homogeen over het veld verdeeld waren. Het onderzoek loopt in ieder geval nog door tot december 2005.

## Niet chemische technieken

### Verkenning nieuwe technieken

Borstelen, branden en behandeling met heet water zijn bekende niet-chemische technieken



voor onkruidbestrijding op verhardingen. De toepassing van deze methoden is beperkt, met name omdat de kosten in het algemeen hoger zijn dan van chemische methoden. Ook het straatbeeld, het hoge energieverbruik en neveneffecten spelen hierbij een rol (Kortenhoff *et al.*, 2001). Belangrijke achterliggende oorzaken van de hogere kosten zijn een relatief lage effectiviteit van onkruiddoding (alleen bovengrondse delen) en een lage arbeidsproductiviteit. Voor een aantal bestaande en nieuwe niet-chemische technieken is het perspectief voor toepassing verkend (Vermeulen *et al.*, 2002). Het perspectief werd beoordeeld aan de hand van de verwachte bestrijdingseffectiviteit en de arbeidsproductiviteit, maar ook de milieueffecten (met name het energieverbruik), de inzetmogelijkheden, de veiligheid, de neveneffecten en de globale kosten. Er werden geen alternatieve technieken gevonden die op alle punten beter scoorden dan borstelen of branden. Een aantal ideeën toont echter zeker perspectief voor verbetering van de productiviteit of de effectiviteit. In tabel 1 zijn schattingen van de productiviteit, het energieverbruik en de kosten van de bestudeerde technieken weergegeven.

Enkele conclusies die uit de verkenning werden getrokken zijn:

- Verhitten met behulp van straling (Infrarood, elektro-magnetisch, IR-laser UV) is in principe minder aantrekkelijk dan stootbranden, wellicht met uitzondering van speciale toepassingen.
- Strijken (het pletten en/of aanstrijden met een heet voorwerp) is mogelijk efficiënt, voornamelijk in combinatie met stootbranden (figuur 3).
- Pleksgewijs branden met kleine, gestuurde branders biedt mogelijk productiviteitsvoordelen.
- Ten opzichte van de huidige borstels bieden kleine borstels waarmee pleksgewijs voegen diep uitgeborsteld kunnen worden mogelijk perspectief.
- Om schade aan obstakels bij relatief hoge productiviteit te voorkomen, zijn waterstraalsnijden en heet water mogelijk goede alternatieven. Waterstraalsnijden is qua effectiviteit waarschijnlijk vergelijkbaar met borstelen.
- Voor grind- en schelpenpaden is uitzeven mogelijk effectief; Nieuwe kieming in de teruggelegde laag wordt tegengegaan door afvoer van grond en hele onkruidplanten.
- Regelmatig betreden of berijden is een effectieve manier van onkruidbestrijding. Mogelijk biedt

regelmatig berijden met een bandenwals perspectief voor ZOAB vluchtstroken en klinkerwegen.

## Effectiviteitsonderzoek

In het kader van het programma 397V loopt een meerjarige proef waarin de lange-termijn effectiviteit van verschillende technieken voor onkruidbestrijding op trottoir bestudeerd wordt (Vermeulen *et al.*, 2004). De gekozen plek is zeer gunstig voor onkruidgroei: een weinig belopen stoep direct naast een grasveld, met grasachtigen en andere meerjarige onkruiden. Maat voor de effectiviteit in dit onderzoek is hoe vaak per jaar bestrijding nodig is om een bepaalde kwaliteit van het straatbeeld (geringe veronkruiding) te handhaven. Elke behandeling wordt zodanig uitgevoerd dat minstens 95% van het onkruid bovengronds gedood wordt. Vroeg in het voorjaar en laat in het najaar wordt het hele veld geborsteld, respectievelijk om (bovengronds) een schone uitgangssituatie te krijgen en om schoon de winter in te gaan. Naast de bestrijdingseffectiviteit is in deze proef ook de verschuiving in soortensamenstelling

ARTIKEL

Tabel 1. Capaciteit en kosten van onkruidbestrijding op verhardingen

Methode	Bruto productiviteit (m <sup>2</sup> /uur)*	Bruto energieverbruik, fossiel (kJ/m <sup>2</sup> )	Kosten€/m <sup>2</sup> )
Borstelen + vegen	430 - 1.500	120- 420	0,08 - 0,16**
Maaien (bosmaaier)	270 - 1.000	30-110	0,03 - 0,10
Branden (stootbrander)	300 - 860	460 - 1.830	0,03 - 0,07
Stomen (heet water)	110 - 450	300 - 3.000	0,17 - 0,68
Chemisch (Selectspray 1,2 m breed)	2.300 - 4.600	<1.500	0,01 - 0,03
Betreden,berijden	17.500	1	0,002
Infraroodstraling	zeer laag	mogelijk laag	0,12 - 0,28
UV-straling	100 - 300	>1.500	onbekend
Magnetronstraling	zeer laag	>3.500	zeer hoog
Elektrocucie	mogelijk hoog	waarschijnlijk laag	Hoog
Strijken (heet object)	onbekend	mogelijk laag	Laag
Laserbestraling	zeer laag	mogelijk laag	Hoog
Opnemen en uitzeven	ca. 750	ca. 250	0,40 /3 jaar
Waterstraalsnijden	ca. 750	Hoog	0,15 - 0,30

\* Afhankelijk van onkruidsituatie, soort verharding en aanwezigheid van obstakels.

\*\* Kosten voor vegen/afvoeren zijn € 0,05/m<sup>2</sup>.



Figuur 3. Experimentele strijkrol voor een onkruidbrander.

van het onkruid onderwerp van studie.

De onderzochte technieken zijn selectief gebruik van glyfosaat, branden, borstelen, heet water en twee experimentele behandelingen: pleksgewijs branden en diep uitborstelen van de voegen. De experimentele behandelingen worden voor de proef met de hand uitgevoerd, mede om te beoordelen of mechanisatie daarvan zin heeft. Bij het pleksgewijs branden wordt met een kleine brander alleen daar gebrand waar onkruid staat en wordt ook de hittetoediening afgestemd op de grootte van het onkruid. Het dieper uitborstelen van de voegen gebeurt met een borstel in een haakse slijpmachine en is bedoeld om het onkruid beter te verwijderen dan met een normale onkruidborstel en tevens het substraat voor nieuwe onkruidgroei tussen de voegen weg te halen.

De resultaten tot nu toe bevestigen dat borstelen, branden en heetwaterbehandeling minder effectief zijn dan pleksgewijs toedienen van glyfosaat (tabel 2). Vergeleken met normaal branden en borstelen waren pleksgewijs branden, respectievelijk het diep uitborstelen van de voegen effectiever. Dit effect was alleen in het eerste jaar duidelijk merkbaar.

Ondanks het feit dat de groeiomstandigheden voor het onkruid in 2004 beter waren (warm, zonnig, vrij nat) dan in 2003 (record zonnig, warm, droog) was het aantal benodigde keren branden, borste-

len en heetwaterbehandeling lager. Dit wordt toegeschreven aan het feit dat in 2003 vanuit een achterstandssituatie begonnen werd en in 2004 niet.

In 2002 was het relatieve aandeel grassen in het onkruidbestand 82%. Alleen bij glyfosaat liep het aandeel grassen terug tot 70% in 2004. Bij de overige behandelingen bleef het ongeveer gelijk (branden en handbranden) of nam toe tot ca 90%. Deze trend wordt in 2005 verder onderzocht.

Mogelijkheden om de kosten van niet-chemisch beheer te verlagen zijn ook aanpassing van de bestrijdingsstrategie (jong onkruid is bijvoorbeeld veel makkelijker te branden dan oud onkruid) en combinatie van bestrijding met andere bewerkingen, zoals bijvoorbeeld graskanten snijden.

## Communicatie en implementatie

De afgelopen jaren zijn veel regionale projecten gedaan, of lopen nog door, om bestrijdingsmiddelengebruik op verhardingen te verminderen of af te bouwen. In deze paragraaf wordt een denklijn gepresenteerd over hoe bestrijdingsmiddelenverbruik af te bouwen. Een andere lijn (DOB-systeem) gericht op duurzaam beheer van verhardingen die chemische middelen niet uitsluit, wordt elders in dit blad besproken ([www.dob-verhardingen.nl](http://www.dob-verhardingen.nl)).

Sluijsmans (1994) heeft een model-stappenplan ontwikkeld waarin wordt aangegeven op welke wijze een gemeente goed

georkestreerd het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan beëindigen. Dit stappenplan is vervolgens door de gemeente Eindhoven toegepast. Eindhoven heeft het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen door toepassing van dit plan weten uit te bannen. Ook veel andere gemeenten zijn op basis van dit voorbeeldproject aan de slag gegaan (Gif van de straat; Sluijsmans *et al.*, 1997). In 2002 is dit stappenplan geactualiseerd (Spijker *et al.*, 2002a en 2002b).

Kern van het stappenplan is een projectmatige aanpak waarbij gezorgd wordt voor bestuurlijk draagvlak en waarbij het niet-chemische beheer stapsgewijs wordt ingevoerd in de gehele gemeente. Dit biedt de gelegenheid om te komen tot een lerende organisatie. Dit laatste is van belang, omdat er goede samenwerking nodig is tussen verschillende afdelingen van de gemeente (beheer, onderhoud, ontwerp & ontwikkeling, communicatie) die elk bij een chemievrij beheer betrokken zijn, maar op dit punt niet altijd een samenwerking hebben opgebouwd. Zonder bestuurlijk draagvlak kan niet-chemisch beheer niet succesvol gemeentebreed worden ingevoerd of gehandhaafd. Ook de bedrijven en bewoners moeten goed bij het project worden betrokken. Het stappenplan bestaat uit vier fasen:

1. Initiatief
2. Voorbereiding
3. Uitvoering
4. Nazorg

In de initiatieffase wordt een projectplan opgesteld, een projectleider aangesteld, de betrokken partijen geïnventariseerd en de financiering geregeld. Deze fase

Tabel 2. Aantal behandelingen per techniek in 2003 en 2004.

Techniek	2003	2004
Branden	6	3
Borstelen	5	4
Heet Water	6	4
Weed-it (glyfosaat)	1	2
Pleksgewijs branden	4	3
Voegen uitborstelen	3	3



Figuur 4. Verhardingen met geringe onkruidgroei.

wordt afgeloten met een door het bestuur goedgekeurd projectplan dat intern en extern wordt gecommuniceerd.

In de voorbereidingsfase wordt een plan gemaakt om in een deel van de gemeente daadwerkelijk niet-chemisch aan de slag te gaan. Basisvragen zijn 'Wat heb ik?', 'Wat wil ik?' en 'Wat moet ik daarvoor doen?'. Het is raadzaam politiek en burgers goed te betrekken bij de vraag 'Wat wil ik?'.

In de uitvoeringsfase wordt het plan uitgevoerd. Belangrijk in de uitvoeringsfase is een goede afstemming tussen de verschillende onderhoudsmaatregelen en de onkruidgroei te vinden. Afstemming tussen veegbeheer en onkruidbestrijding bijvoorbeeld, maar ook de afstemming bij de onkruidbestrijding tussen grootschalige werktuigen voor de grote oppervlakten en kleinschalige werktuigen voor de lastige plekken. Voorts is het belangrijk om de juiste momenten van onkruidbestrijding te bepalen. Complicerende factoren hierbij zijn de beschikbare capaciteit aan personeel en materieel, de benodigde doorlooptijd om de gehele gemeente te behandelen en geweldige pieken in de onkruidgroei die afhankelijk van de weeromstandigheden op wisselende momenten in het groeiseizoen kunnen optreden.

In de nazorgfase wordt de aanpak geëvalueerd. Wat is goed gegaan en wat kan beter. Op basis van deze ervaringen kan vervolgens het niet-chemisch beheerde gebied

verder worden uitgebreid. Onderdeel van het stappenplan is de relatie tussen beheer en ontwerp. Indien een gemeente in staat is onkruidvriendelijke ontwerpen aan te leggen, dan levert dit alleen maar voordelen op: er is minder onderhoud nodig, de opgeleverde beeldkwaliteit is beter, en de milieu-effecten van het onderhoud zijn geringer. Het is noodzakelijk om te komen tot een structurele vorm van inbreng van het beheer in het ontwerpproces om te zorgen voor de aanleg van onkruidwerende verhardingen. Ook hiervoor is een projectmatige aanpak noodzakelijk.

Communicatie is in alle stappen van belang. Het is van groot belang met de burgers te communiceren over veranderingen in het beheer, zeker als deze (soms) tot een ander straatbeeld leiden. Bij de invoering van het stappenplan in de gemeente Naarden is de tevredenheid van de bewoners met gerealiseerde onkruidbeelden in de eigen straat onderzocht (Spijker *et al.*, 2000).

Bewoners in Naarden blijken in grote meerderheid geen bezwaar te hebben tegen verhardingen met geringe onkruidgroei (zie figuur 4). Indien er meer onkruid in de eigen straat staat (bijv. matige of zware onkruidgroei), gaven Naardenaren aan dat zij zich stoorden aan de hoeveelheid onkruid.

## Tot slot

De uitdaging bij onkruidbeheer verhardingen ligt bij enige acceptatie van onkruid, professionele aansturing en flexibele planning, al of niet met certificering en gebruik van chemische middelen. Over dit laatste punt zal in 2005 een uitspraak gedaan worden door een commissie van deskundigen (LBOW OVO-groep).

## Referenties

- Anoniem 1997. Ontwerpvoorbeelden onkruidwerende verhardingen. Ideeënboek voor constructies van elementverhardingen die weinig kruidengroei toelaten. Ede, CROW-publicatie 1997.
- Ekkes J.J., Horeman G.H., Besseling P.A.M., van Esch J.W.J., 2002. Evaluatie Bestuurlijke Afspraken Uitvoering MJP-G Openbaar Groen. Eindevaluatie van de taakstellingen. Rapport 2003/179. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Kortenhoff A., Kempenaar C., Lotz L.A.P., Beltman W.H.J., den Boer L., 2001. Rational weed management on hard surfaces. Nota 69A. Plant Research International, Wageningen.
- Luijendijk C.D., Beltman W.H.J., Wolters M.E., 2003. Measures to reduce glyphosate runoff from hard surfaces. Nota 269. Plant Research International. Wageningen.
- Sluismans J.J.L., Spijker J.H., M.H.H. Betist. 1997. Gif van de straat. Reductieprogramma chemische onkruidbestrijding op verhardingen.
- Sluismans J.J.L. (red.), 1994. Reductieprogramma chemische onkruidbestrijdingsmiddelen bij gemeenten. Fase 1. Opzet van een reductieprogramma. IBN-rapport 098. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, VEWIN, Ingenieurs- en Adviesbureau Kobessen.
- Spijker J.H. (red.), Hekman J., Teunissen M.B., Mantingh R., 2002a. Onkruid vergaat wel! Handboek voor gifvrij beheer van groen en verhardingen in gemeenten. Provincie Overijssel. Alterra.
- Spijker J.H. (red.), Hekman J., Teunissen M.B., Mantingh R., 2002. Gifvrije onkruidbestrijding door gemeenten Handboek voor gifvrij beheer van groen en verhardingen in gemeenten. Provincie Overijssel. Zuiveringsschap Limburg, Alterra.
- Spijker J.H., Timmermans H., Niemeijer C.M., Hoksbergen F.Th.J., 2002. Eén kruidje roert men niet ... Effectief niet-chemisch onkruidbeheer in Utrecht-Centrum. Alterra-rapport 477. Wageningen.
- Vermeulen G.D., van Zuydam R.P., Kurstjens D.A.G., 2002. Toepassingsmogelijkheden van niet-chemische technieken voor onkruidbestrijding op verhardingen. Nota P 2002-91. IMAG, Wageningen.
- Vermeulen G.D., Verwijs, B.R., Groeneveld R.M.W., Luijendijk C.D., Kempenaar C., 2004. Evaluatie methoden voor onkruidbestrijding op trottoir; Verslag van proefjaren 2001 t/m 2003. Rapport 154. Agrotechnology & Food Innovations. Wageningen.
- Vries E.A., C.M. Niemeijer & J.H. Spijker, 2002. Beeldkwaliteit na de winter. Effecten van niet-chemisch onkruidbeheer in Utrecht-centrum tussen april 2001 en april 2002. Vervolgrapportage op Alterra-rapport 477. Alterra. Wageningen.
- Withagen A.C.L., van der Horst C.L.M., Beltman W.H.J., Kempenaar C., 2003. Resultaten monitoring afspoeling glyfosaat in 2002 in 3 proefgemeenten. Nota 230. Plant Research International. Wageningen.

# DOB als onderdeel van certificatiesysteem Duurzaam terreinbeheer

C. Kempenaar en H. van Keulen

Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen, corne.kempenaar@wur.nl

**Onkruid op verhardingen chemisch of niet-chemisch bestrijden? Met deze vraag worstelen diverse gemeenten in Nederland. Met DOB (Duurzaam OnkruidBeheer op verhardingen) is duurzaam beheer van onkruiden op verhardingen mogelijk, tegen lage kosten. De resultaten bij tien testgemeenten zijn goed. Binnenkort kunnen gemeenten zich voor DOB certificeren. Certificering is een thema in de nota Duurzame Gewasbescherming.**

## Trends en beleid

Het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen op verhardingen neemt de laatste jaren toe. Dit valt af te leiden uit veranderingen in het beheer bij Nederlandse gemeenten en uit gegevens van de VEWIN over oppervlaktewaterkwaliteit van de grote rivieren in Nederland. Kostenbesparing en effectiviteit zijn voor gemeenten belangrijke redenen om te kiezen voor chemie bij onkruidbestrijding op verhardingen. Deze trend staat haaks op de wens van zo niet iedereen om chemiegebruik op verhardingen te verminderen of te stoppen. Welk beleid kies je dan als gemeente, als onkruidbeheer zonder chemie erg moeilijk ligt in de praktijk? DOB biedt gemeenten mogelijkheden om kostenbesparing en verminderd chemiegebruik te combineren.

Ook bij de invulling van het landelijke gewasbeschermingsbeleid is DOB in beeld. In een speciale zitting van de Tweede Kamer over het Nederlandse gewasbeschermingsbeleid, is oktober 2004 onkruidbestrijding op verhardingen aan de orde geweest. Enkele aanwezigen hielden een pleidooi voor chemie-

vrij onkruidbeheer op verhardingen. De minister van LNV zal met een reactie komen. Hij heeft aangegeven DOB een reëel alternatief te vinden om de emissie verder terug te dringen.

## Wat is DOB?

DOB is een methodiek die op verhardingen effectieve onkruidbestrijding mogelijk maakt en afspoeling van herbiciden terugbrengt tot aanvaardbare niveaus. Hiermee is het mogelijk te voldoen aan een duurzaam beheer van onkruid op verhardingen, tegen relatief lage kosten.

DOB sluit chemiegebruik dus niet uit. DOB zegt wel dat er plekken en momenten zijn waarop je niet zou moeten spuiten vanwege kans op emissie. Dit betekent bijvoorbeeld: niet spuiten in de buurt van een drinkwaterinnamepunt, en niet spuiten als er morgen neerslag voorspeld wordt. In deze gevallen zullen niet-chemische methoden ingezet moeten worden. DOB is een geïntegreerde methode die de positieve mogelijkheden van chemie gebruikt, terwijl nega-

tieve kanten ervan sterk ingeperkt worden. Met een registratiemodule voor de inzet van onkruidbestrijdingsmiddelen zijn gebruik en effectiviteit van de bestrijding goed te evalueren. Op basis hiervan is het beheer eventueel bij te stellen.

## Ervaringen met DOB

Sinds 2002 werken tien gemeenten in Nederland met DOB op wijk- of stadniveau. Daarbij zijn ook vijf professionele uitvoerders van onkruidbestrijding betrokken. In de DOB-testwijken is de wijze van beheer steeds beoordeeld op effectiviteit, afspoeling naar oppervlaktewater, uitvoerbaarheid en kosten. De effectiviteit was doorgaans goed en de mate van afspoeling van middelen naar oppervlaktewater bleef op een niveau met verwaarloosbaar risico. Waterkwaliteitbeheerders in Nederland streven ernaar dat dit niveau minimaal gehaald wordt.

De kosten van het DOB-systeem zijn 10-25 % hoger dan bij standaard chemiegebruik. Deze meerkosten worden voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van andere technieken. DOB is echter drie tot tien keer goedkoper dan volledig niet-chemische bestrijding op verhardingen. De tabel geeft een kort overzicht van de karakteristieken van DOB. De betrokken gemeenten, uitvoerders,

emissiegegevens en andere informatie staan op de website [www.dob-verhardingen.nl](http://www.dob-verhardingen.nl)

Karakteristieken van het DOB-systeem

1. Een getest en certificeerbaar systeem voor duurzaam onkruidbeheer
2. Richtlijnen voor de inzet van onkruidbestrijdingsmiddelen en methoden
3. Tips voor onkruidpreventie, organisatie en meerjarenplannen onkruidbeheer
4. Weerfax voor inzet van middelen
5. Registratiemodule inzet middelen en methoden en middelen plus benchmarking
6. Achtergrondinformatie over methoden, technieken en beleidsontwikkelingen

## **Duurzaam terreinbeheer en Certificering**

Binnenkort kunnen gemeenten zich voor de DOB systematiek certificeren. Omdat certificering hoge prioriteit heeft in het nationale gewasbeschermingsbeleid, is begin 2004 aan CLM Advies en Stichting Milieukeur gevraagd een DOB-certificaat te ontwikkelen. Inmiddels is een getrappt certificatiesysteem gereed, dat als totaal 'Duurzaam terreinbeheer' gaat heten. De criteria zijn onderverdeeld in drie niveaus. Een niveau dat zich alleen richt op onkruidbestrijding op verhardingen (=DOB). Een tweede niveau dat zich richt op beperking van bestrijdingsmiddelengebruik zowel bij verharde als ook op groene terreinen. En een derde, meest uitgebreide, niveau (=Milieukeur) waarbij alle relevante milieuthema's bij het beheer van groene en verharde terreinen worden meege-

nomen en bestrijdingsmiddelengebruik tot vrijwel nul gereduceerd wordt. Het certificatieschema met de drie niveaus is in concept gereed en wordt in de pilots voor DOB en Milieukeur getoetst.

## **Nadere toelichting op DOB**

DOB is een initiatief van VEWIN, Monsanto, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden en Plant Research International. DOB wordt financieel ondersteund door de Nederlandse en Europese overheid (EU-life programma). Bij de ontwikkeling van DOB zijn verder betrokken Alterra, CLM, Stichting Milieukeur en de eerder genoemde gebruikersgroep.

Meer informatie over het DOB-systeem: [www.dob-verhardingen.nl](http://www.dob-verhardingen.nl).

ARTIKEL

# Vertraging van het tijdstip van *Striga hermonthica*-aanhechting: een optie voor opbrengstverhoging van sorghum?

A. van Ast en L. Bastiaans

Wageningen Universiteit, leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie, Postbus 430, 6700 AK Wageningen, Email: aad.vanast@wur.nl

In de semi-aride tropen van Afrika vormt het parasitaire onkruid *Striga hermonthica* een ware plaag bij de teelt van sorghum. In onderzoek is het dynamisch karakter van de waard-parasiet interactie centraal gesteld. Hieruit komt het belang van het aanhechtingstijdstip van de parasiet aan de wortels van de waardplant naar voren: hoe ouder de gewasplant bij eerste aanhechting, des te kleiner de schade. Perspectieven van deze waarneming voor de beheersing van *Striga* worden besproken.

## Inleiding

Parasitaire onkruiden van het geslacht *Striga* vormen een van de belangrijkste biologische beperkingen van de graanproductie in de semi-aride zones van Afrika. De opbrengsten van voedselgewassen zoals maïs, sorghum en gierst worden sterk gereduceerd of gaan zelfs volledig verloren door besmetting van het gewas met deze wortelparasiet. De graanproductie op minstens vijftig miljoen hectare landbouwgrond in Afrika wordt serieus bedreigd door *Striga* soorten en bij zware besmettingen worden boeren zelfs gedwongen hun land uit productie te nemen. Ondanks jarenlang onderzoek naar methoden om het *Striga* probleem te reduceren, hebben deze in de praktijk nog nauwelijks toepassing gevonden. Dit heeft te maken met het feit dat de arme Afrikaanse boeren niet over de financiële mogelijkheden beschikken om dure methoden,

zoals het gebruik van kunstmest, herbiciden en bodemontsmetingsmiddelen, toe te passen. Van andere, minder kostbare beheersingstechnieken, zoals een vruchtwisseling met gewassen die niet als waardplant fungeren of periodes van braak, kan vaak geen gebruik worden gemaakt. Alle beschikbare grond is over het algemeen hard nodig voor de productie van hun eigen voedsel. Geïntegreerde beheersingsmaatregelen die passen in de teeltsystemen van de lokale boeren zullen enerzijds gericht moeten zijn op de relatief korte termijn, met als doel het verminderen van de schade door *Striga*. Primaire elementen hierbij zijn het voorkomen van nieuwe zaadproductie van de *Striga* en het uitputten van de zaadbank. Wat betreft de lange termijn zal de strategie gericht moeten zijn op herstel van de bodemvruchtbaarheid, één van de primaire oorzaken van de omvang van het *Striga*-probleem.

## Levenscyclus *Striga*

De extreem kleine zaden van wortelparasieten zoals *Striga hermonthica* komen alleen tot kieming wanneer ze kiemstimulantia opgenomen hebben die aanwezig zijn in de wortel-exudaten van plantensoorten die als waardplant voor deze parasieten kunnen dienen. In sommige gevallen produceren ook niet-waardplanten deze kiemstimulantia. De kiemplantjes van de *Striga* moeten zich vervolgens binnen een paar dagen aan de wortel van de gastheer hechten via een zogeheten haustorium. Na aanhechting en penetratie van de wortel van de waardplant worden allerlei stoffen aan de waardplant onttrokken via het haustorium, dat dienst doet als morfologische en fysiologische verbinding tussen waardplant en parasiet. In de ondergrondse fase van zijn levenscyclus, die circa vijf weken duurt, is de *Striga* plant geheel afhankelijk van zijn waardplant (holoparasiet). Na opkomst vormt de *Striga* plant chlorophyl-bevattende bladeren en vervolgt de levenscyclus als hemiparasiet. Enige weken na opkomst komen de *Striga* planten in bloei (figuur 1) en vervolgens worden zaden geproduceerd die in de grond enige

ARTIKEL



Figuur 1. Sorghum wordt geparasiteerd door bloeiende *Striga*.

jaren kiemkrachtig kunnen blijven.

## Effect van *Striga* op zijn waardplant

De meeste schade aan de waardplant wordt veroorzaakt wanneer de parasiet zich nog in het ondergrondse stadium bevindt. Dit gegeven vormt tevens een van de grote problemen bij de beheersing van dit onkruid. De opbrengst-reductie van bijvoorbeeld sorghum wordt slechts deels veroorzaakt door het onttrekken van water, nutriënten en assimilaten aan de waardplant. De grootste schade aan de waardplant wordt veroorzaakt door een pathologisch effect van de parasiet. Dit uit zich in een sterk gereduceerde fotosynthese en een veranderde architectuur van de gewasplant. Gebleken is dat dit pathologische effect op de waardplant verantwoordelijk gesteld kan worden voor 80% van de schade die *Striga* veroorzaakt. Veel traditionele landrassen van sorghum bezitten een bepaalde mate van *Striga*-tolerantie ten gevolge van (natuurlijke) selectie op geïnfecteerde velden. Dit houdt in dat deze rassen bij een bepaalde *Striga*-infectie minder schade ondervinden dan *Striga*-gevoelige

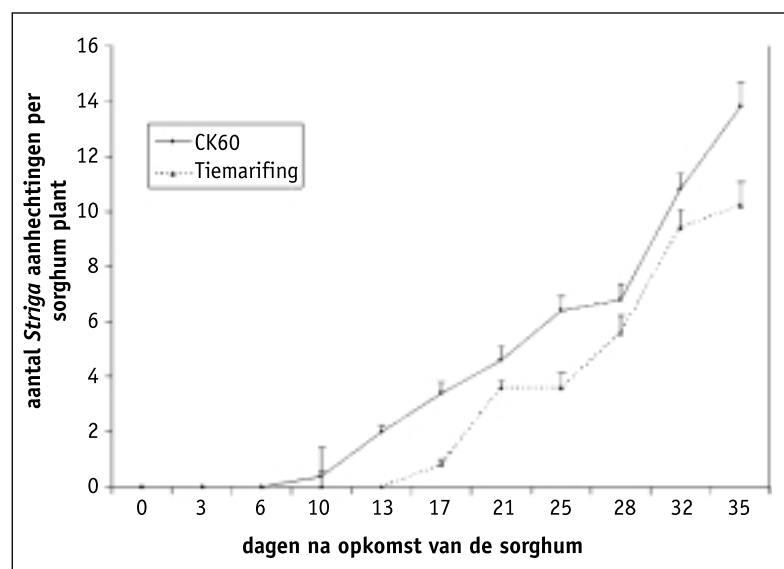
rassen. Tot voor korte tijd was er weinig bekend over de mechanismen die aan deze *Striga*-tolerantie ten grondslag lagen. Dit was dan ook de reden om onderzoek te starten waarin getracht wordt meer over deze tolerantie-mechanismen te achterhalen.

## *Striga*-tolerantie

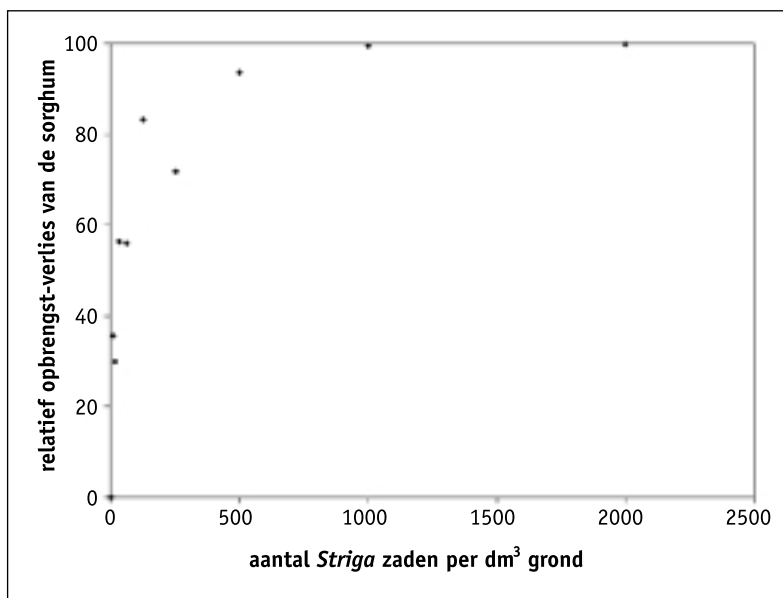
Een potproef werd uitgevoerd waarin het *Striga*-gevoelige ras CK60B en het als *Striga*-tolerant bekend staande ras Tiemarifing werden bestudeerd onder *Striga*-geïnfecteerde en *Striga*-vrije omstandigheden. De tolerantie voor *Striga* van Tiemarifing werd in deze proef bevestigd. Bedroeg de reductie in korrelopbrengst ten gevolge van *Striga*-infectie bij het gevoelige ras CK60B 95%, bij Tiemarifing was deze reductie met 34% beduidend lager. Eén van de belangrijkste uitkomsten uit dit onderzoek was dat *Striga*-geïnfecteerde Tiemarifing planten hun fotosynthesecapaciteit op het niveau van een niet-geïnfecteerde plant wisten te handhaven, terwijl bij planten van het ras CK60B de fotosynthesecapaciteit met 50% werd gereduceerd.

In ditzelfde onderzoek kwam tevens een duidelijk verschil in *Striga*-infectiepatroon tussen beide sorghumrassen naar voren. Het bleek dat de eerste *Striga*-aanhechting aan de wortels van Tiemarifing planten, in vergelijking met het gevoelige ras CK60B, een week later plaatsvond (Fig. 2). De vraag was nu of, naast het handhaven van de fotosynthesecapaciteit, dit verschil in infectiemoment heeft bijgedragen aan de relatief geringe opbrengst-reducties bij de tolerante sorghum planten. Enige toelichting is hierbij op zijn plaats.

De eerste symptomen op de bladeren van sorghum ten gevolge van *Striga*-infectie, zoals chlorose en necrotische lesies, worden al snel na infectie met de parasiet zichtbaar. Dit duidt erop dat direct na aantasting van de waardplant de parasiet het metabolisme van zijn gastheer beïnvloedt. Het is te verwachten dat, wanneer de verstoring van de groei van de waardplant al gedurende de initiële levensfase plaats vindt, kleine verschuivingen in het moment van de eerste verstoring een groot effect kunnen hebben op de mate van het uiteindelijke opbrengstverlies.



Figuur 2. Gemiddeld aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het *Striga*-gevoelige sorghum ras CK60B en van het *Striga*-tolerante sorghum landras Tiemarifing.



Figuur 3. Relatief opbrengstverlies (%) van sorghum CK60B planten bij verschillende *Striga hermonthica* zaaddichtheden in de grond.

## Effect van het *Striga*-infectieniveau

Resultaten van de experimenten waarin het *Striga*-tolerante landras Tiemarifing werd vergeleken met het *Striga*-gevoelige ras CK60B wezen verder uit dat CK60B over het algemeen vaker geïnfecteerd was dan Tiemarifing. Op grond van dit resultaat werd een vervollexperiment uitgevoerd, waarin het effect van *Striga*-infectieniveau op groei en ontwikkeling van de sorghum en de parasiet werd bekeken. In dit potexperiment werd CK60B opgekweekt bij tien verschillende *Striga*-zaaddichtheden, variërend van 0 tot 2000 zaden per dm<sup>3</sup> grond. Het uiteindelijke effect van het *Striga*-infectieniveau op de sorghumopbrengst is te vinden in Fig. 3. Duidelijk is dat al bij zeer lage zaaddichtheden van *Striga* in de grond grote opbrengstverliezen optreden. Deze waarneming ligt overigens ten grondslag aan een van de grote problemen bij de *Striga*-bestrijding in de praktijk, waar men over het algemeen te maken heeft met hoge besmettingsniveaus. Ook al is men in staat door

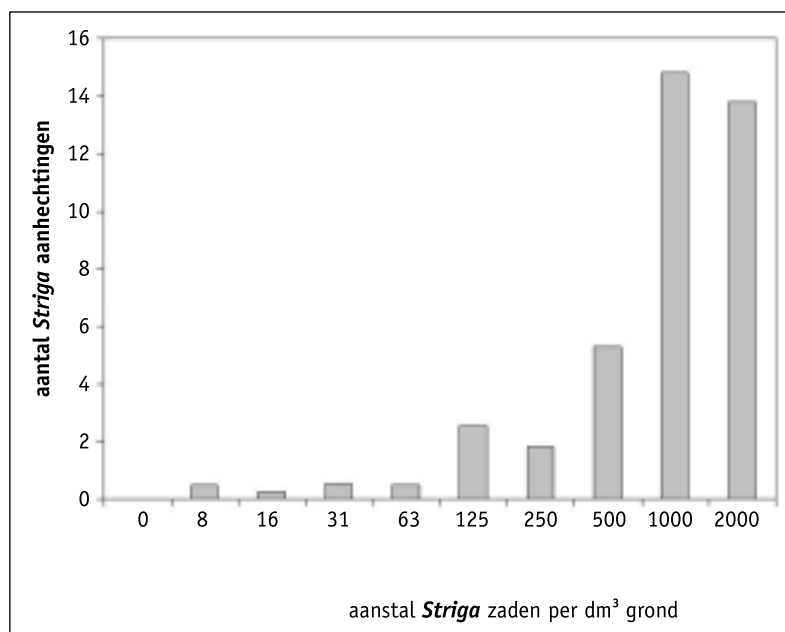
gerichte maatregelen het besmettingsniveau op deze gronden omhoog te brengen, dan nog zal het te verwachten positieve effect op de gewasopbrengst enige jaren op zich laten wachten. Dit is voor de betrokken boeren weinig motiverend om de betreffende maatregelen voort te zetten.

Uit het aantal gevonden *Striga*-aanhechtingen op de sorghum-

wortels op 31 dagen na de sorghumopkomst bleek dat het aantal aanhechtingen toeneemt met de *Striga*-dichtheid (Fig. 4). Het is echter niet onwaarschijnlijk dat bij hogere zaaddichtheden de eerste aanhechting ook eerder heeft plaats gevonden. Immers, bij hogere zaaddichtheden is de kans op contact tussen *Striga* zaad en sorghumwortel proportioneel groter.

## Effect van moment van aanhechting

Om na te gaan welke rol het aanhechtingsmoment speelt in de relatie tussen sorghum en *S. hermonthica* werd een nieuw experiment opgezet. In deze proef werd gebruik gemaakt van het *Striga*-gevoelige ras CK60B. Manipulatie van het infectiemoment werd uitgevoerd door de *S. hermonthica* zaden op verschillende momenten in contact te brengen met het wortelstelsel van sorghumplanten van verschillende leeftijd. De tijdstippen waarop inoculatie met *Striga* zaad plaats vond waren: 0 (direct bij sorghum zaai), 7, 14 en 21 dagen na zaai (DAS) van de sorghum.

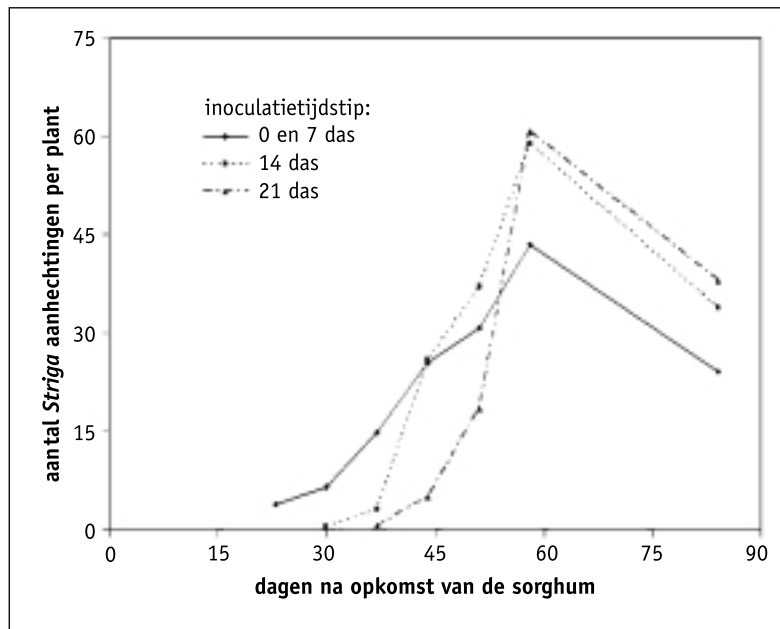


Figuur 4. Aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het sorghum ras CK60B op 31 dagen na sorghumzaai, bij verschillende *Striga*-zaaddichtheden in de grond.



Regelmatig werden er sorghumplanten geoogst om het aantal *Striga*-aanhechtingen op het wortelstelsel en de plantgewichten van sorghum en *Striga* te bepalen.

Een eerste bevinding was dat inoculatie met *Striga* zaad op 0 en op 7 dagen na zaai ongeveer hetzelfde effect opleverde op zowel sorghum als op *Striga*. Deze resultaten worden dan ook gecombineerd gepresenteerd in Fig. 5. Bij de sorghumplanten die op 0 en 7 dagen na zaai waren geïnoculeerd werden de eerste *Striga* aanhechtingen op het wortelstelsel gevonden op 23 dagen na zaai. Inoculatie op 14 en 21 dagen na zaai resulteerde in een vertraging van de eerste *Striga*-aanhechting met respectievelijk één en twee weken. Verder werd duidelijk dat een later inoculatiemoment niet alleen leidde tot de gewenste vertraging in aanhechtingstijdstip, maar dat dit uiteindelijk ook resulteerde in vergelijkbare aanhechtingsniveaus aan het eind van de groeiperiode. Dit is toch wel verrassend. De verwachting was dat een later inoculatiemoment tot minder *Striga*-aanhechtingen zou



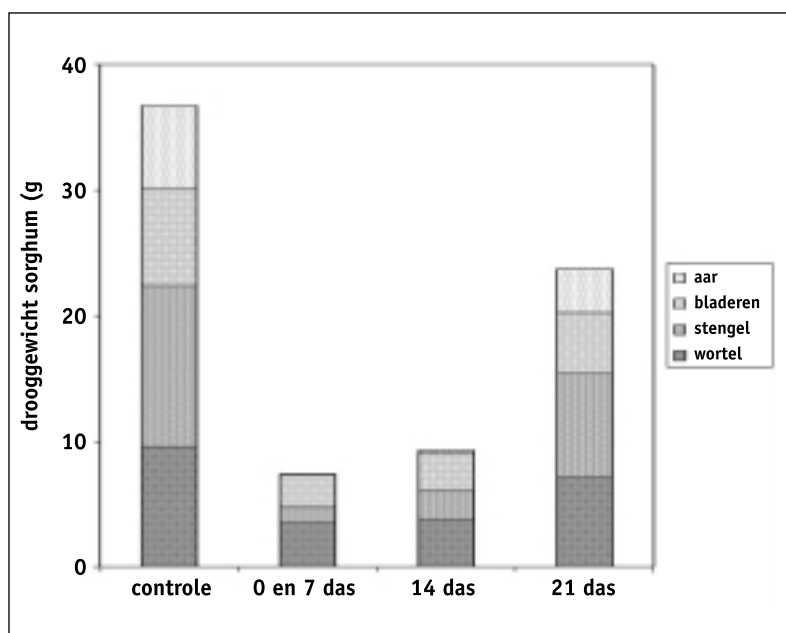
Figuur 5. Tijdsverloop van het aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het sorghum ras CK60B. Inoculatie met *Striga* zaad vond plaats op verschillende tijdstippen: 0, 7, 14 en 21 dagen na sorghumzaai (das).

leiden, alleen al vanwege het feit dat een latere start leidt tot een kortere periode om aanhechtingen te bewerkstelligen. Ook wordt duidelijk dat er tegen het eind van het groeiseizoen *Striga*-aanhechtingen afsterven (Fig. 5). Bij vroege inoculatie (0 en 7 DAS)

had de *Striga* een desastreus effect op de sorghumproductie. Vergelijken met niet-geïnfecteerde planten werd de biomassa productie met 80% gereduceerd met 80% (Fig. 6). Vertraging van het inoculatiemoment tot 21 DAS resulteerde in een reductie van de sorghumbiomassa met 35%. Belangrijker echter was de bevinding dat de korrelproductie, die bij vroege inoculatie in het geheel niet plaats vond, bij inoculatie op 21 DAS toenam tot 54% van de controleplanten.

## Conclusies en perspectieven

Op grond van de experimenten kan worden geconcludeerd dat het aanhechtingstijdstip van sorghum door *Striga* van zeer sterke invloed is op de mate van schade die de parasiet aanricht. Vroege aanhechting leidt tot grotere opbrengstverliezen. Hoge *Striga*-besmettingsniveaus in de grond leiden tot hogere infectieniveaus van de sorghum en, mogelijk belangrijker, tot vroegere infectie van het ge-



Figuur 6. Het drooggewicht en de drogestofverdeling bij de laatste oogst van niet-geïnfecteerde (controle) en *Striga*-geïnfecteerde sorghum CK60B planten bij verschillende inoculatie tijdstippen van de *Striga*: 0, 7, 14 en 21 dagen na sorghum zaai (das).

was. Duidelijk is ook dat wanneer men in staat is het tijdstip van de eerste aanhechtingen van de gewasplant uit te stellen, er substantieel geringere opbrengstreducties te behalen zijn.

Wat kunnen deze bevindingen nu voor de Afrikaanse boer betekenen? Allereerst zou er gebruik kunnen worden gemaakt van sorghumrassen die relatief laat geïnfecteerd raken. Selectie van sorghumrassen op deze eigenschap moet hieraan voorafgaan. Verder moet er gewerkt worden aan het verlagen van de besmettingsniveaus van de betreffende gronden. Het voorkómen van de productie van nieuwe *Striga* zaden en uitputting van de reeds aanwezige zaadbank zijn hierbij essentiële elementen. Bij dit laatste kunnen mengteelten van sorghum en zogenaamde 'trap crops', zoals cowpea en sesam, een rol spelen. Trap crops stimuleren de kieming van het *Striga* zaad, maar fungeren zelf niet als waardplant voor de *Striga*. Het resultaat is dat het gekiemde *Striga* zaad binnen een

paar dagen afsterft bij afwezigheid van een geschikte waardplant.

Een derde mogelijkheid om onder veldomstandigheden gebruik te maken van de bevindingen van dit onderzoek bestaat uit het ontwikkelen van cultuurmaatregelen die een vertraging van de eerste *Striga*-aanhechting bewerkstelligen. Te denken valt hierbij aan maatregelen die een ruimtelijke scheiding van *Striga* zaad en sorghumwortels in de grond teweeg brengen. Voorbeelden van dit type maatregelen zijn minimale grondbewerking en het zaaien van de sorghum in diepe plantgaten. Bij minimale grondbewerking blijft de overmaat van nieuw geproduceerde *Striga* zaden op het grondoppervlak en in de bovenste cm's van de bodem aanwezig, resulterend in een ruimtelijke scheiding van de dieper gesitueerde wortels van de waardplant. Bij diep planten bewerkstelligt men hetzelfde effect door de sorghum te zaaien in ruime plantgaten van tenminste 10 cm diep. Bij deze methodiek reduceert men de hoeveelheid wortels

in de bovenste bodemlaag, waarin over het algemeen het meeste *Striga* zaad aanwezig is.

Een andere optie is om in plaats van sorghum te zaaien, over te gaan tot het uitplanten van enkele weken oude sorghumplanten. Deze planten kunnen gedurende enkele weken opgekweekt worden op kleine *Striga*-vrije veldjes en vervolgens uitgeplant worden op de met *Striga* besmette velden. Deze *Striga*-vrije veldjes zijn meestal wel te vinden op de met organisch afval bemeste gronden vlakbij de dorpen. Door middel van deze methodiek zorgt men er voor dat relatief oude gewasplanten in contact komen met *Striga*-zaad, of anders gezegd, het moment van aanhechting sterk wordt vertraagd.

Bovengenoemde cultuurmaatregelen en hun combinaties worden inmiddels in pot- en veldproeven getest en de resultaten lijken voldoende perspectief te bieden om deze methoden verder te ontwikkelen en aan te passen aan lokale omstandigheden.

## Binnenlandse bijeenkomsten

### 27 april 2005

4<sup>de</sup> Gewasbeschermingsmanifestatie 2005: Is het al tijd om te oogsten!? De Reehorst, Ede  
*Info:* A.W. Wesselo, Postbus 9102, 6700 HC Wageningen

### 5-9 September 2005

**Potato 2005:** Trade show, field demonstrations and congress 'Continuing the success of Potato 2000'  
*Info:* Sandra van Beek, P.O. Box 822, 3700 AV Zeist  
Tel.: 030-6933489; fax: 030-6974517; e-mail: svanbeek@agriprojects.nl; website: <http://www.europoint-bv.com/events/?potato2005>

## Buitenlandse bijeenkomsten

### 21-24. maart 2005

Entomologentagung Dresden: Hörsaalzentrum der TU Dresden, Bergstraße 64  
*Info:* Dr. Ulrich M. Ratschker, TU Dresden, Forstzoologie, Piennner Str. 9, D-01737 Tharandt  
Tel.: (+49)35203-38-31351, Fax: (+49)35203-38-31317  
E-mail: dgaae@snsd.de of dgaae@snsd.smwk.sachsen.de, Website: <http://www.snsd.de/dgaae>

### 4-7 april 2005

IX International Plant Virus Epidemiology Symposium: 'Applying Epidemiological Research to Improve Virus Disease Management.'. Lima, Peru.  
*Info:* Pamela Anderson, plant-virus-epidemiology-symp@cgiar.org.  
Website: [www.cipotato.org/training/PlantVirusEpidemSymp05](http://www.cipotato.org/training/PlantVirusEpidemSymp05)

### 10-14 april 2005

IOBC/WPRS Working Group 'Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate', Turku, Finland  
*Info:* Irene Vanninen, Agrifood Research Finland (MTT), Plant Production Research, Plant Protection, 31600 Jokioinen, Finland, tel. +358-3-4188 2580, fax +358-3-4188 2584, e-mail: Irene.Vanninen@mtt.fi

### 3 mei 2005

56th International Symposium on Crop Protection. Gent België.  
*Info:* K. De Jonghe e-mail: Kris.DeJonghe@rug.ac.be

### 8-11 mei 2005

First meeting of the IOBC Nearctic Regional Section and the Biocontrol Network of Canada, Magog-Orford, Quebec, East of Montreal.  
*Info:* Jacques Brodeur, Biocontrol Network, (jacques.brodeur@plg.ulaval.ca) and Guy Boivin, Biocontrol Network, (boiving@agr.gc.ca)  
Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 18-20 mei 2005

Second Meeting of the IOBC/WPRS Working Group 'Landscape management for functional biodiversity', at Agroscope-FAL, Zürich Reckenholz, Zwitserland  
*Info:* Dr. Katja Jacot Ammann, Landschaftsoekologie/ Biodiversitaet, Agroscope FAL Reckenholz, Eidg. Forschungsanstalt fuer Agrarökologie und Landbau, Reckenholzstrasse 191, CH- 8046 Zürich, Tel. ++41 (0)1 377 72 13, Fax ++41 (0)1 377 72 01, e-mail katja.jacot@fal.admin.ch  
Website: <http://www.reckenholz.ch>, <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 18-20 mei 2005

IOBC/WPRS Working Group 'Integrated protection in viticulture', Reims, Champagne, France  
*Info:* Thierry Coulon, Itv Bordeaux, tel: +33-556355882, fax: +33-556355888, e-mail: thierry.coulon@itvfrance.com  
Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 1 juni 2005

XIII<sup>th</sup> Latin American Phytopathological Congress (XIII Congreso Latinoamericana de Fitopatología), Argentina  
*Info:* Dr Sergio L Lenardon, Institute for Phytopathology and Plant Physiology (IFFIVE), INTA, Cordoba, Argentina. Email: slenard@infovia.com.ar

### 1-3 juni 2005

IOBC/WPRS Working Group 'GMOs in Integrated Production': 'Ecological Impact of Genetically Modified Organisms', Lleida, Spain  
*Info:* Dr. Jörg Romeis, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich (Switzerland), Tel: +41-1-3777299,

Fax: +41-37777201, e-mail: joerg.romeis@fal.admin.ch, Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 9-11 juni 2005

1<sup>st</sup> International Conference of Plant Protection and Plant Health in Europe 'Introduction and Spread of Invasive Species', Berlin, Humboldt University, Germany.  
*Info:* DPG and BCPC, e-mail: DPG-BCPC@dpg.phytomedizin.org, Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 10-15 juni 2005

IOBC/WPRS Working Group 'Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes', 10<sup>th</sup> European Meeting, Locorotondo, Bari, Italië  
*Info:* Prof. Oreste Triggiani, Dipartimento di Biologia e Chimica Agro-Forestale ed Ambientale, Università degli Studi di Bari, Via Amendola 165/A, I-70126 Bari, Italië  
Tel.: +39 080 5442878, Fax: + 39 080 5442876, E-mail: triggian@agr.uniba.it, Website: <http://www.iobc-wprs.org/events/index.html>

### 25-28 juni 2005

2<sup>nd</sup> Asian Conference on Plant Pathology 2005, Singapore  
*Info:* ACPP 2005 Conference Manager, c/o Integrated Meetings Specialist Pte Ltd, 1122A Serangoon Road, Singapore 328206, Tel: (65) 62955790, Fax: (65) 62955792  
Email: [acpp2005@inmeet.com.sg](mailto:acpp2005@inmeet.com.sg)

### 30 juli-4 augustus 2005

American Phytopathological Society Annual Meeting, Austin, Texas, Verenigde Staten  
*Info:* APS, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, MN 55121-2097, Verenigde Staten  
Fax: 1 651 454 0766; E-mail: [aps@apsnet.org](mailto:aps@apsnet.org); URL: <http://www.apsnet.org>

### 9-11 augustus 2005

New Zealand Plant Protection Conference. **Wellington** Nieuw Zeeland.  
*Info:* Sonja Reid, Secretary, NZ Plant Protection Society, PO Box 11 094, Hastings, Nieuw Zeeland  
E-mail: [secretary@nzpps.org](mailto:secretary@nzpps.org); Website: <http://www.hortnet.co.nz/publications/nzpps/conferen.htm>

## VERENIGINGSNIEUWS

Gewasbeschermingsmanifestatie 2005 ..... 37

## REDACTIONEEL

..... 41

## ARTIKELN

### Onkruidbeheersing in Nederland, nut een noodzaak

L.A.P. Lotz, A.J.W. Rotteveel, H.J. Greve ..... 42

### Chemische bestrijding van onkruid als oorzaak van problemen bij de bereiding van drinkwater

A. Bannink ..... 45

### Onkruidpreventie in bouwplanverband

M.M. Riemens, L.A.P. Lotz, R.M.W. Groeneveld en R.Y. van der Weide ..... 49

### Management en onkruidbeheersing op biologische bedrijven

M.M. Riemens, R.M.W. Groeneveld, R.Y. van der Weide, D. van der Schans ..... 52

### Verspreiding van onkruiden via organische mest in biologische landbouwsystemen

P.C. Scheepens, R.M.W. Groeneveld en M.M. Riemens ..... 55

### Rijfstand als de sleutel tot efficiënt onkruidbeheer in de biologische suikerbietenteelt

L. Bastiaans, T.H. Reijnierse en J.D.A. Wevers ..... 59

### Bedekt met de manier der . . .

J.P.M. Wijnker, J.A.A. van Zuilichem, A.Th.J. Koster, L.A.P. Lotz ..... 63

### Onkruidonderdrukking in vollegrondsgroenteteelt door het toevoegen van klaver

N.G. den Hollander, L. Bastiaans ..... 68

### Groenbemesters in biologische teeltsystemen: Wat dragen ze bij aan een ecologisch beheer van onkruiden?

H.M. Kruidhof, L. Bastiaans en G.J. Molema ..... 72

### Mechanische onkruidbestrijding in de gewasrij anno 2005

R.Y. van der Weide, P. Bleeker, G.J. Molema en D.A.G. Kurstjens ..... 76

### Risico's bij de mechanische bestrijding van onkruiden in biologische landbouw

C. Kempenaar, M.M. Riemens, D.A.G. Kurstjens, G.J. Molema en R.Y. van der Weide ..... 80

### Kritisch doseren van herbiciden volgens MLHD

C. Kempenaar, R.M.W. Groeneveld, R.Y. van der Weide en I. Haagse-Riethmuller ..... 82

### Vroege bepaling van de effectiviteit van ALS-remmende herbiciden

I. Haage-Riethmuller, L. Bastiaans, C. Kempenaar en J. Harbinson ..... 86

### Bestrijdingsadviezen herbiciden per computer

J. Hoek, J. Wevers, R. van den Broek en C. Kempenaar ..... 89

### Toetsing van het Gewasbescherming En Weer Informatie Systeem (GEWIS)

M.G. van Zeeland, D.A. van der Schans, E. Bouma ..... 92

### Kwaliteit spuitwater heeft in specifieke gevallen invloed op werking middelen

M.G. van Zeeland, D.A. van der Schans, L.A.P. Lotz ..... 95

### Onkruidresistentie: gevaren en beheersmogelijkheden

R.Y. van der Weide, M.G. van Zeeland, R.D. Timmer, A.Th.J. Koster, E.S.N. Mol, A.J.W. Rotteveel, R. Bulcke .. 98

### Kleine gewassen: grote onkruidproblemen

J. Hoek, A.Th.J. Koster en G.E.L. Borm ..... 102

### Milieubelasting door onkruidbestrijding in biologische, geïntegreerde en gangbare landbouw

R.Y. van der Weide en M.M. Riemens ..... 105

### Naar duurzamer onkruidbeheer op verhardingen

C. Kempenaar, M.M. Riemens, J.H. Spijjer en G.D. Vermeulen ..... 109

### DOB als onderdeel van certificatiesysteem Duurzaam terreinbeheer

C. Kempenaar en H. van Keulen ..... 114

### Vertraging van het tijdstip van *Striga hermonthica*-aanhechting: een optie voor opbrengstverhoging van sorghum?

A. van Ast en L. Bastiaans ..... 116

## AGENDA

..... omslag 3