

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

H.M. Kruidhof^{1,2}, L. Bastiaans¹ en G.J. Molema³

¹Wageningen UR - Gewas- en Onkruidecologie, Postbus 430, 6700 AK Wageningen

²Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

³Agrotechnology 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.

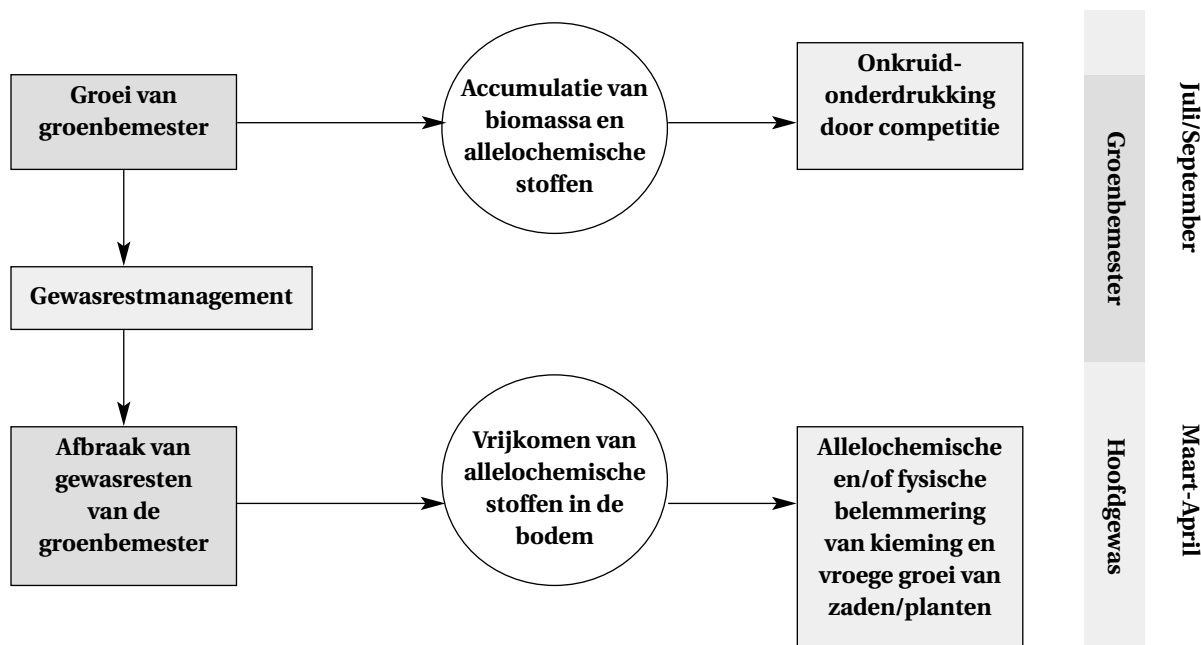
Inleiding

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 aanbrennen 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 aangestast 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 gewassoorten. 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., Niemeier, 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 Niemeier, 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.