

Herbicidenresistentie bij duist en windhalm

(KAS472 en KAS473, 2004)

ing. M.G. van Zeeland en ing. R.D. Timmer

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.



HOOFDPRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Hoofdproductieschap akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 520063

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
2	PROEFOPZET EN –UITVOERING	7
2.1	Bepaling mate van resistentie bij duist	8
3	RESULTATEN	9
3.1	Duist.....	9
3.1.1	Reductiepercentage versgewicht praktijkpercelen	9
3.1.2	Reductiepercentage versgewicht veldproef Ebelsheerd.....	10
3.1.3	Resistentiewaardering praktijkpercelen volgens classificatiesysteem.....	10
3.1.4	Resistentiewaardering veldproef volgens classificatiesysteem	11
3.1.5	Individuele plantbeoordeling.....	12
3.2	Windhalm	14
4	SAMENVATTING/CONCLUSIES.....	15
	BIJLAGEN.....	17
	Bijlage 1. Grenswaarden classificatiesysteem per middel voor kasproef duist.....	17
	Bijlage 2. Verdeling aantal planten (6 per pot) volgens het 4-klassen systeem.....	19

1 Inleiding

Duist (*Alopecurus myosuroides*) en windhalm (*Apera spica-venti*) zijn beiden onkruiden die vooral in de graanteelt voor opbrengstderving kunnen zorgen. Duist is een probleem op de zware klei, voornamelijk in het noordoosten van het land, windhalm komt meer voor op de lichtere gronden in het oosten en de löss in het zuidoosten. Van duist is bekend dat dit onkruid resistentie ontwikkelt tegen een aantal herbiciden. Zowel in Nederland als in het buitenland zijn in de afgelopen jaren resistente populaties gevonden. Sinds 1996 wordt door PPO zowel in veldproeven als in kasproeven de resistentie tegen herbiciden bij duist onderzocht. Afgelopen jaar werden tweeënveertig duistmonsters onderzocht, waarvan vierentwintig afkomstig van proeven van de locatie Ebelsheerd (Noordoost Nederland) en achttien monsters van praktijkpercelen die opgestuurd waren door telers. Alle monsters waren in 2004 verzameld.

Voor windhalm bestaat al enkele jaren het vermoeden dat ook bij dit onkruid zich in Nederland herbicidenresistentie ontwikkelt. In het buitenland is in 1994 op één perceel in Zwitserland en in 1997 in Duitsland op enkele tientallen percelen resistentie aangetoond tegen isoproturon. Resistentie bij windhalm kon echter in Nederland nog niet eerder worden getest. Problemen bij het laten kiemen onder kasomstandigheden waren hiervan de belangrijkste oorzaak. In 2004 werd een manier gevonden om windhalm toch aan het kiemen te krijgen en kon voor het eerst een test worden uitgevoerd. Hiervoor werden elf monsters gebruikt welke in 2000, 2001 en 2004 werden opgestuurd.

Onder gunstige groeiomstandigheden en bij een hoge teeltfrequentie van wintergranen kunnen duist en windhalm in zeer grote aantallen voorkomen en voor opbrengstderving zorgen. Bestrijding vindt veelal plaats via het (meerdere keren) spuiten van een beperkt aantal herbiciden. Veel gebruikte herbiciden hiervoor zijn/waren o.a. chloortoluron en isoproturon (vanaf begin jaren zeventig), en sinds het begin van de negentiger jaren ook fenoxyprop-P-ethyl (Puma) en clodinafop-propargyl (Topik).

Voor duist kwamen vanuit Engeland al vanaf begin jaren tachtig meldingen over tegenvallende bestrijdingsresultaten met chloortoluron en isoproturon. Het betrof hier veelal percelen waarop al langere tijd een continueteelt van wintertarwe plaatsvond, of waarop in ieder geval in een hoge frequentie wintergranen werden geteeld, en waarop jaarlijks veelal dezelfde herbiciden werden gebruikt voor de duistbestrijding. Op een groot aantal van deze percelen blijkt sprake te zijn van resistentie(ontwikkeling). In Nederland is in 1990 voor het eerst resistentie bij duist tegen chloortoluron vastgesteld. Het betrof een duistpopulatie op een perceel op de zware klei in Oost Groningen (Oldambt), waar de situatie grotendeels vergelijkbaar was met die in Engeland (hoge teeltfrequentie wintertarwe, en jaarlijks gebruik van beperkt aantal middelen). Sinds die tijd bestond er bij telers en voorlichters in Oost Groningen het vermoeden dat er op een toenemend aantal percelen sprake is van een verminderde gevoeligheid van duist voor verschillende herbiciden. De bestrijding van duist leverde namelijk steeds vaker een onvoldoende resultaat op. In een test die in het voorjaar van 1997 werd uitgevoerd in de kas bij het PPO in Lelystad werd dit vermoeden bevestigd. Van de twaalf onderzochte "verdachte" duistpopulaties vertoonden er tien een hoge mate van resistentie tegen chloortoluron. Daarnaast werd in deze kasproef voor het eerst in Nederland resistentie tegen isoproturon (11x), fenoxaprop-P-ethyl (9x) en clodinafop-propargyl (8x) vastgesteld. Sindsdien wordt jaarlijks een kasproef uitgevoerd waarin het resistentiespectrum van duistpopulaties afkomstig van praktijkpercelen wordt vastgesteld. Hierbij is telkens bij meerdere populaties resistentie vastgesteld.

Er is in 2004 getest op resistentie tegen de zgn. "fotosynthese-remmers" (teststof isoproturon) en de ACCase-remmers, welke zijn onder te verdelen in de "fops" (teststof fenoxaprop-P-ethyl) en de "dims" (teststof cycloxydim). Onderzoeksresultaten vanuit Engeland en eigen ervaringen laten zien dat bij een aangetoonde resistentie tegen een bepaalde actieve stof, er meestal tegen andere stoffen met hetzelfde werkingsmechanisme ook (een bepaalde mate van) resistentie bestaat. In deze situatie is het verstandig, zo mogelijk, te kiezen voor een middel met een ander werkingsmechanisme. Enkele bekende middelen uit de genoemde groepen zijn:

ACCase remmers

"fops"

fenoxaprop-P-ethyl (Puma SEW)
clodinafop-propargyl (Topik)
fluazifop-P-butyl (Fusilade Max)
quizalofop-P-ethyl (Targa Prestige)
haloxyfop-P-methyl (Gallant 2000)

CCCase remmers

"dims"

cycloxydim (Focus Plus)
tepraloxydim (Aramo)

fotosyntheseremmers

"ureum-verbindingen"

isoproturon (diverse)
chloortoluron (o.a. Dicuran)

dinitroanilinen
pendimethalin (Stomp)

2 Proefopzet en –uitvoering

In de zomerperiode van 2004 werden 42 duistmonsters verzameld van praktijkpercelen en van een veldproef gelegen op proefboerderij Ebelsheerd. In najaar 2004 werd voorafgaande aan het resistentieonderzoek de kiemkracht van de monsters in petrischalen getest. Twee populaties (H5 en H11) hadden onvoldoende kiemkracht en werden niet in de proef meegenomen. In totaal waren voor windhalm elf monsters beschikbaar (5 monsters uit 2000, 2 uit 2001 en 4 uit 2004) Ook deze werden op gelijke wijze als duist getest op kiemkracht. Van elk jaar waren twee monsters kiemkrachtig genoeg om te testen op resistentie.

Na bepalen van de kiemkracht werden de zaden gezaaid in een zand-potgrondmengsel (1/3 potgrond, 2/3 zand). Het aantal te zaaien zaden werd geschat op basis van de mate van kiemkracht in de petrischaal. Daarna werden de potten afgedekt met vliesdoek om uitdroging te voorkomen. De opkweek van de duistplanten vond plaats bij 22°C overdag en een onverwarmde kas 's nachts, met als ondergrens 5°C. De potten met windhalm stonden overdag bij 22°C en 's nachts in een koelcel bij 5°C. De opkomst was regelmatig.

Nadat de meeste zaden waren opgekomen werd er teruggedund tot 6 planten per pot.

De planten werden bespoten in het 3-bladstadium. Om de planten enigszins af te harden werd vanaf zes dagen voor de bespuiting geen water meer gegeven. Na de bespuiting werden de planten per object de nacht over weggezet om uit te dampen. De volgende dag werden de potten in blokken volgens het lotingschema weggezet bij 17°C overdag en 11°C 's nachts, zonodig werd bijbelicht (bij minder dan 1000 Watt/m² bijbelichten met 100 Watt/ m² van 6:00-22:00). Het watergeven werd hervat en na enkele weken werd een N-bemesting gegeven.

In tabel 1 en 2 is een overzicht gegeven van de gebruikte herbiciden en doseringen die in de kasproeven duist en windhalm werden gebruikt.

Tabel 1. **Overzicht gebruikte herbiciden en doseringen kasproef duist (KAS472, Lelystad 2004).**

object	werkzame stof	merknaam	fabrikant	formulering	dosering l/ha)	
					praktijk	kas
B0	onbehandeld					
B1	isoproturon	IP-FLO	Bayer CropScience B.V.	500 g/l	2-4,5	2,5
B2	fenoxaprop-P-ethyl	Puma S EW	Bayer CropScience B.V.	69 g/l	1,0-1,2	1,0
B3	cycloxydim	Focus Plus	BASF Nederland B.V.	100 g/l	2-3	1,0

Tabel 2. **Overzicht gebruikte herbiciden en doseringen kasproef windhalm (KAS473, Lelystad 2004).**

object	werkzame stof	merknaam	fabrikant	formulering	dosering l/ha)	
					praktijk	kas
B0	onbehandeld					
B1	isoproturon	IP-FLO	Bayer CropScience B.V.	500 g/l	2-4,5	2,0
B2	isoproturon	IP-FLO	Bayer CropScience B.V.	500 g/l	2-4,5	3,0

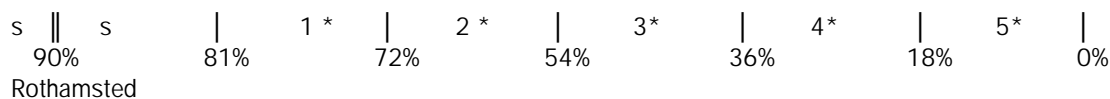
De bespuiting vond plaats in een spuitcabine (Teejet spleetdop 110.03, druk 2,5 bar, 250 l water per ha). De proef werd uitgevoerd als een volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen. De watervoorziening gebeurde via sproeien van bovenaf.

Vier weken na de bespuitingen werden alle planten individueel beoordeeld en het versgewicht vastgesteld. Als referentie in de duistproef werd een gevoelige populatie gebruikt, afkomstig uit Engeland (Rothamsted). Voor de windhalm waren geen referentiepopulaties beschikbaar.

2.1 Bepaling mate van resistentie bij duist

Het uiteindelijke effect van de bespuiting werd weergegeven d.m.v. de reductie van het versgewicht van de duist van een behandeld object t.o.v. de onbehandeld van dezelfde herkomst. Om de mate van resistentie van een duistpopulatie weer te geven, werd in 1999 een vernieuwd classificatiesysteem voorgesteld. Dit systeem is gebaseerd op een vergelijking tussen het reductiepercentage van het versgewicht bij de geteste populaties en de standaardpopulatie "Rothamsted" (gevoelig). Hierbij dient het reductiepercentage van de gevoelige populatie minimaal 80 % te bedragen. Het verschil in reductiepercentage tussen "Rothamsted" en de te onderzoeken populatie wordt verdeeld in vijf gelijke delen (groepen). De groep die het dichtst bij de Rothamsted populatie gelegen is, wordt weer verdeeld in twee even grote kleinere groepen (S en 1*). Voorbeeld: in een test is het reductiepercentage versgewicht als gevolg van een isoproturon bespuiting bij de Rothamsted populatie 90%. Verdeeld in vijf gelijke groepen: $90\% / 5 = 18\%$. De klasse-indeling voor de overige populaties ziet er dan als volgt uit:

	Reductiepercentage
S (gevoelig)	: 100% - 81%
1* (minder gevoelig)	: 80% - 72%
2* (licht resistent)	: 71% - 54%
3* (matig resistent)	: 53% - 36%
4* (vrij zwaar resistent)	: 35% - 18%
5* (hoogste mate van resistentie)	: < 18%



De bovenstaande indeling in zes categorieën is feitelijk nauwkeuriger dan nodig en kan worden teruggebracht tot het volgende praktische waarderingssysteem:

RRR (5* + 4*)	=	resistentie aangetoond; grote kans op verminderde herbicidenwerking
RR (3* + 2*)	=	resistentie aangetoond; waarschijnlijk verminderde herbicidenwerking
R? (1*)	=	eerste aanwijzingen voor een zich mogelijk ontwikkelende resistentie; kans op verminderde herbicidenwerking
S	=	gevoelig

Voor de drie getoetste middelen verschillen de grenswaarden van de klassen afhankelijk van de mate van gevoeligheid van de "Rothamsted"-populaties voor het betreffende middel. In bijlage 1 zijn voor de onderzochte middelen de grenswaarden per klasse weergegeven.

Vóór het bepalen van het versgewicht werden per pot de individuele planten volgens onderstaand classificatiesysteem beoordeeld.

- A = geen (heel licht) effect herbicide op plant
- B = duidelijk effect herbicide, maar plant hersteld en is gezond
- C = plant zwaar aangetast, maar leeft
- D = plant is dood of gaat dood

De verkregen verdeling over de vier klassen kan duidelijk maken welke gevolgen resistentie voor de planten heeft. Een reductiepercentage van 50% van het versgewicht kan betekenen dat alle planten voor 50% in versgewicht zijn gereduceerd, maar ook dat de helft van de planten doodgaat en de andere helft ongehinderd verder groeit. In bijlage 2 is de verdeling over de 4 klassen voor de onderzochte populaties weergegeven.

3 Resultaten

3.1 Duist

In tabel 3 is voor de drie middelen de reductie van het versgewicht van de gevoelige (Rothamsted) populatie weergegeven. De ondergrens voor de reductie van het versgewicht van de Rothamsted populatie om tot betrouwbare conclusies te komen over de mate van resistentie is 80%. De Rothamsted populatie bleek voor alle drie de middelen goed te gebruiken.

Tabel 3. **Reductiepercentage versgewicht van gevoelige referentiepopulatie (KAS472, Lelystad, 2004).**

	Rothamsted
isoproturon	89
fenoxaprop-P-ethyl	91
cycloxydim	94

3.1.1 Reductiepercentage versgewicht praktijkpercelen

In tabel 4a is per praktijkperceel het versgewicht van het onbehandelde object in gram per pot en het reductiepercentage ten opzichte van dit onbehandelde object voor de drie getoetste middelen weergegeven.

Tabel 4a. **Reductie versgewicht (in %) na bespuiting in 3 bladstadium t.o.v. onbehandelde object; praktijkpercelen, KAS472, Lelystad, 2004.**

perceel	onbehandeld (g/pot)	isoproturon	fenoxaprop-P-ethyl	cycloxydim
Rothamsted	5,6	89	91	94
H3	7,7	97	84	96
H4	9,7	95	15	11
H6	7,3	75	95	96
H7	7,3	94	88	95
H8	6,9	83	45	82
H9	8,1	90	94	94
H10	8,7	92	39	39
H12	7,3	97	62	95
H13	7,8	88	72	92
H14	9,6	96	50	59
H15	7,2	94	86	95
H16	7,0	85	93	95
H17	7,4	80	66	85
H18	7,8	70	47	77
H19	7,8	84	55	68
H20	8,8	82	55	96
H21	9,2	87	44	68
H41	11,6	90	47	26
H42	10,8	89	10	-7
H43	7,0	76	47	88
H44	7,7	78	55	89
I.s.d. (0,05)		16	16	16

3.1.2 Reductiepercentage versgewicht veldproef Ebelsheerd

In tabel 4b is per object in de veldproef het versgewicht van het onbehandelde object in gram per pot en het reductiepercentage ten opzichte van dit onbehandelde object voor de drie getoetste middelen weergegeven.

Tabel 4b. **Reductie versgewicht (in %) na bespuiting in 3 bladstadium t.o.v. onbehandelde object; veldproef Ebelsheerd, 2004.**

herkomst	EH 0419	onbehandeld (g/pot)	isoproturon	fenoxaprop-P-ethyl	cycloxydim
Rothamsted		5,6	77	91	94
H22	B0	6,9	63	84	95
H23	B1	9,7	42	77	92
H24	B2	7,5	67	68	95
H25	B3	8,3	72	76	91
H26	B4	6,6	48	61	93
H27	B5	7,8	78	80	90
H28	B6	10,3	83	68	91
H29	B7	7,6	71	72	95
H30	B8	9,2	53	77	86
H31	B9	8,0	63	60	96
H32	B10	9,0	70	53	74
H33	B11	10,3	75	81	95
H34	B12	8,5	45	80	95
H35	B13	8,8	55	64	82
H36	B14	8,3	73	51	94
H37	B15	9,8	82	64	95
H38	B16	6,8	54	72	92
H39	B17	7,0	76	67	88
H40	B18	9,2	76	69	96
I.s.d. (0,05)			16	16	16

3.1.3 Resistentiewaardering praktijkpercelen volgens classificatiesysteem

In tabel 5a is per praktijkperceel de mate van resistentie volgens het classificatiesysteem uit § 2.1 weergegeven. In bijlage 1 zijn per middel de grenswaarden per klasse weergegeven.

Isoproturon: Er werd voor isoproturon binnen de ingezonden monsters geen zware resistentie gevonden. Van de 21 praktijkmonsters bleek slechts één populatie een matige resistentie te vertonen tegen isoproturon (H18) en op dit perceel is vermoedelijk sprake van een verminderde herbicidenwerking. Drie populaties vertoonden een eerste aanwijzing voor een ontwikkelende resistentie, terwijl 17 v/d 21 volledig gevoelig waren voor isoproturon.

Fenoxaprop-P-ethyl (Puma): Twee populaties hadden een vrij zware tot zware resistentie tegen fenoxaprop-P-ethyl (H4 en H42) en 13 populaties een matige resistentie. Slechts zes populaties bleken nog volledig gevoelig voor fenoxaprop-P-ethyl.

Voor **cycloxydim (Focus Plus)** bleken vier populaties een vrij zware tot zware resistentie te vertonen (H4, H10, H41 en H42), vier populaties een matige resistentie en drie populaties een ontwikkelende resistentie (R?) te bezitten.

Bij acht herkomsten werd een (sterk) verminderde gevoeligheid voor twee van de drie onderzochte middelen aangetoond (grijs gearceerd).

Tabel 5a. **Waardering resistentie praktijkpercelen volgens sterrensysteem (KAS472, Lelystad, 2004).**

perceel	isoproturon	fenoxaprop-P-ethyl	cycloxydim
Rothamsted	s	s	s
H3	s	s	s
H4	s	5	5
H6	1	s	s
H7	s	s	s
H8	s	3	1
H9	s	s	s
H10	s	3	3
H12	s	2	s
H13	s	2	s
H14	s	3	2
H15	s	s	s
H16	s	s	s
H17	s	2	1
H18	2	3	1
H19	s	2	2
H20	s	2	s
H21	s	3	2
H41	s	3	4
H42	s	5	5
H43	1	3	s
H44	1	2	s

3.1.4 Resistentiewaardering veldproef volgens classificatiesysteem

In tabel 5b is per object de mate van resistentie volgens het classificatiesysteem uit § 2.1 weergegeven. In bijlage 1 zijn per middel de grenswaarden per klasse weergegeven.

Tabel 5b. **Waardering resistentie van objecten veldproef volgens sterrensysteem (KAS472, Lelystad, 2004).**

EH	voor opkomst	najaar	voorjaar	isopro- turon	fenoxa- prop	cycloxy- dim
0419						
B0	onbehandeld	onbehandeld	onbehandeld	2	s	s
B1	5,0 IPU			3	1	s
B2		5,0 IPU		2	2	s
B4	2,5 IPU + 2 Stomp			3	2	s
B5		2,5 IPU + 2 Stomp		1	1	s
B6	2,5 IPU + 4 Boxer			s	2	s
B7		2,5 IPU + 4 Boxer		1	2	s
B8		2,5 IPU + 4 Boxer	2,5 IPU + 0,2 Topik	2	1	s
B9			2,5 IPU + 0,2 Topik	2	2	s
B10			0,2 Topik	2	3	2
B11	2,5 IPU + 2,5 Javelin			1	1	s
B12		2,5 IPU + 2,5 Javelin		3	1	s
B13		2,5 IPU + 2,5 Javelin	2,5 IPU + 1,2 Puma	2	2	1
B14			2,5 IPU + 1,2 Puma	1	3	s
B15			1,2 Puma	s	2	s
B16	2,5 IPU + 0,6 Herold			2	2	s
B17		2,5 IPU + 0,6 Herold		1	2	s
B18		2,5 IPU + 0,6 Herold	2,5 IPU + 1,2 Puma	1	2	s

De duist welke in de onbehandelde velden van de veldproef werd verzameld bleek geen resistentie te bezitten tegen fenoxaprop-P-ethyl en cycloxydim. Tegen isoproturon bleek wel (een matige) resistentie aanwezig. Duistplanten die in de veldproef bleven staan na een bespuiting met isoproturon of een combinatie met isoproturon, bleken niet duidelijk in hogere mate resistent dan de planten op het onbehandelde object.

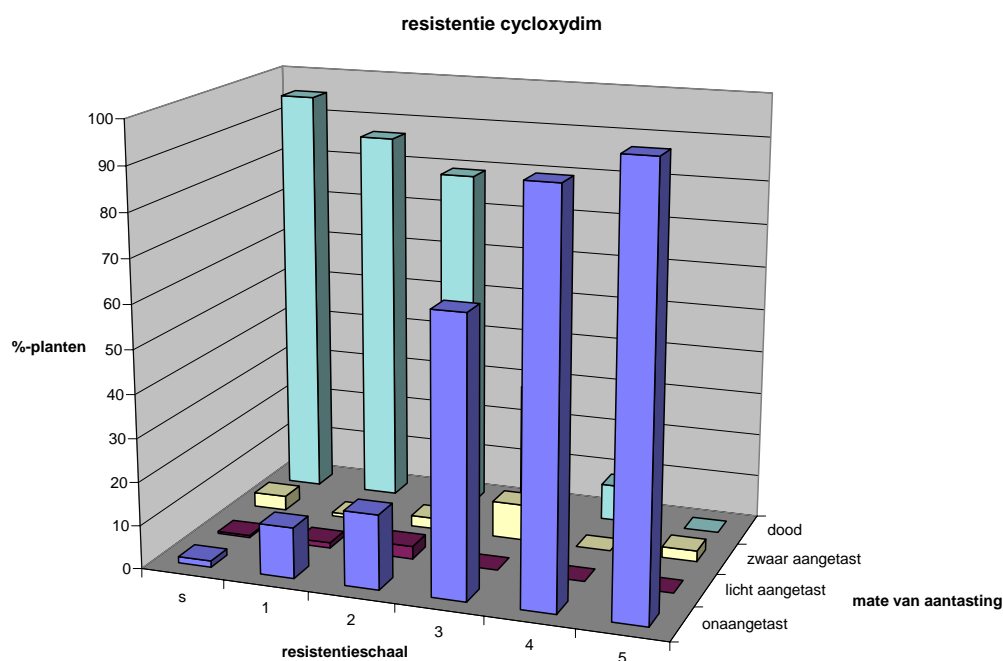
Duistplanten die in de veldproef bleven staan na een bespuiting met Topik of Puma bleken in hogere mate resistent tegen Puma dan de planten op het onbehandelde object. Dit is een aanwijzing voor het feit dat er selectie heeft plaatsgevonden en dat vooral de Puma-gevoelige planten in de populatie zijn bestreden en de (enkele) Puma-resistente planten zijn overgebleven. Ook diverse andere bespuitingen zonder Puma of Topik leidden tot een lichte toename van de resistentie tegen Puma van de overgebleven planten. Dit is vermoedelijk het gevolg van het selecteren van multiple-resistente planten.

Geen van de bespuitingen in de veldproef leidde tot een duidelijke toename van de resistentie tegen cycloxydim van de overgebleven planten.

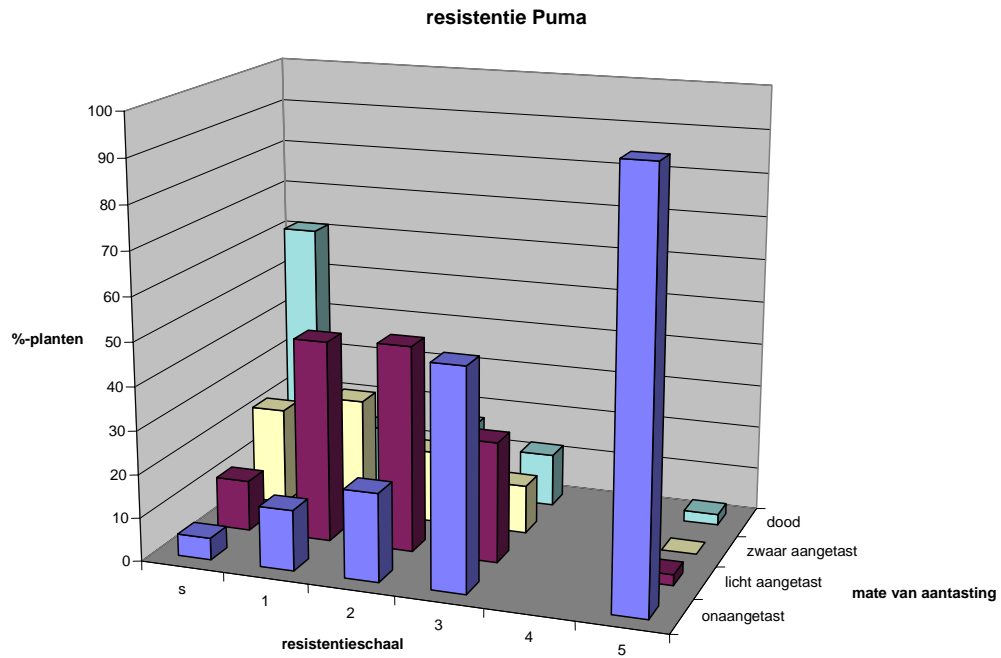
3.1.5 Individuele plantbeoordeling

Vóór het bepalen van het versgewicht werden per pot de individuele planten beoordeeld op de (visuele) mate van aantasting door de bespuiting. De verkregen verdeling over de vier klassen (zie 2.1) kan duidelijk maken hoe de resistentie zich manifesteert.

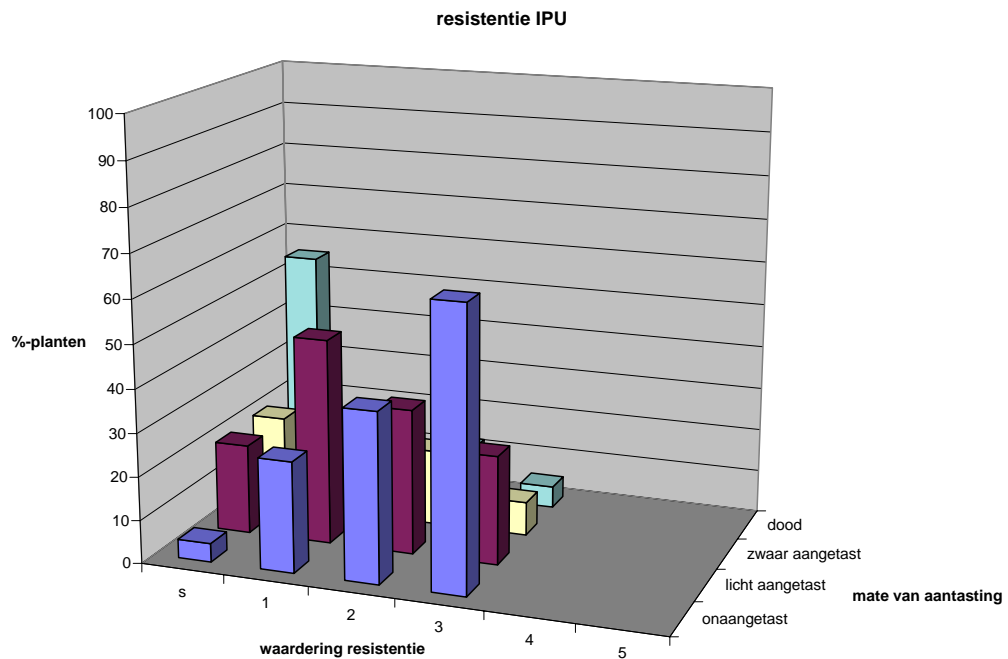
Bij cycloxydim was er sprake van een "zwart-wit" reactie op de bespuiting: bij een gevoelige populatie gingen de planten dood en bij een toenemende mate van resistentie bleven er steeds meer planten onaantast. Er kwamen weinig planten voor die een lichte of zware aantasting vertoonden maar wel bleven leven (figuur 1). Bij Puma en IPU was dit anders. Bij "gevoelige" populaties bleken al planten aanwezig die een lichte aantasting vertoonden. Een toenemende resistentie ging samen met een geleidelijke overgang naar steeds zwaarder aangetaste planten (figuren 2 en 3).



Figuur 1. Effect van bespuiting met cycloxydim op mate van aantasting van planten bij populaties die verschillen in gevoeligheid voor cycloxydim.



Figuur 2. Effect van bespuiting met fenoxaprop-P-ethyl (Puma) op mate van aantasting van planten bij populaties die verschillen in gevoeligheid voor fenoxaprop-P-ethyl.



Figuur 3. Effect van bespuiting met isoproturon (IPU) op mate van aantasting van planten bij populaties die verschillen in gevoeligheid voor isoproturon.

3.2 Windhalm

Voor windhalm waren geen referentiepopulaties beschikbaar. Daarom kon niet zoals bij duist via een classificatiesysteem de mate van resistentie worden aangegeven. Op basis van verschillen in reductie van het versgewicht kon daarom alleen iets duidelijk worden over verschillen in gevoeligheid van populaties voor het betreffende middel. De proef met windhalm werd in een eerder stadium geoogst dan de duistproef aangezien de effecten al na korte tijd duidelijk waren.

In tabel 6 is voor windhalm per perceel het versgewicht van de onbehandelde herkomsten in gram per pot en het reductiepercentage ten opzichte van dit onbehandelde object voor isoproturon, getoetst in twee doseringen, weergegeven.

Tabel 6. **Reductie versgewicht (in %) van windhalm na bespuiting in 3 bladstadium t.o.v. onbehandelde object: (KAS473, Lelystad, 2004).**

populatie	onbehandeld (g/pot)	isoproturon (2 l/ha)	isoproturon (3 l/ha)
W1	1,5	95	100
W2	1,5	94	96
W5	0,4	100	100
W6	0,6	100	100
W8	1,2	93	100
W10	1,0	100	100
W12	0,5	100	100
I.s.d. (0,001)		8 (n.s.)	8 (n.s.)

Het reductiepercentage was voor alle populaties ruim boven de 90%. Voor populatie W1, W2 en W8 werd bij de lage dosering isoproturon (2 l/ha) een iets lager reductiepercentage gevonden dan bij de hogere dosering (3 l/ha). De verschillen waren echter niet significant. Er bleken dus geen verschillen in gevoeligheid voor isoproturon aantoonbaar te zijn bij de gekozen doseringen. Mogelijk moet bij windhalm met een lagere dosering isoproturon getest worden om eventuele verschillen er wel uit te krijgen.

4 Samenvatting/Conclusies

In de zomerperiode van 2004 werden 40 duistmonsters verzameld van praktijkpercelen (21) en van een veldproef (19) gelegen op proefboerderij Ebelsheerd. In de kas in Lelystad werden deze duistherkomsten getoetst op resistentie tegen drie herbiciden. Dit gebeurde via een pottenproef waarbij gebruik werd gemaakt van een internationaal protocol (opgesteld door Moss, Rothamsted). Er werd bovendien voor het eerst een soortgelijke test uitgevoerd op windhalmpopulaties. Voor windhalm bestaat echter geen specifiek testprotocol en referentiepopulaties waren niet beschikbaar.

Bij de 21 door telers opgestuurde duistzaadmonsters bleek op vrij grote schaal resistentie voor te komen:

isoproturon (IP-FLO):

- Er werd voor isoproturon binnen de ingezonden monsters geen zware resistentie (RRR, klasse 4 en 5) gevonden.
- 1 populatie had een matige resistentie (RR, klasse 2 en 3) en 3 populaties een eerste aanwijzing voor een zich ontwikkelende resistentie (R?, klasse 1).
- 17 herkomsten bleken gevoelig voor isoproturon

fenoxaprop-P-ethyl (Puma):

- 2 populaties hadden een vrij zware tot zware resistentie (RRR).
- 13 populaties hadden een matige resistentie (RR) en geen van de populaties een zich ontwikkelende resistentie (R?).
- 6 herkomsten bleken gevoelig voor fenoxaprop-P-ethyl

cycloxydim (Focus Plus):

- 3 populaties waren vrij zwaar tot zwaar resistent (RRR).
 - 4 populaties matig resistent (RR) en 3 populaties hadden een ontwikkelende resistentie (R?).
 - 11 herkomsten bleken gevoelig voor cycloxydim
-
- Tegenvallende resultaten van herbicidebespuitingen op de betreffende praktijkpercelen zijn in veel gevallen toe te schrijven aan een verminderde gevoelig van de duist voor (verschillende) middelen. Toch waren er minder resistente populaties (m.n. tegen isoproturon) dan in eerder uitgevoerde tests bij en was de aangetoonde resistentie minder ernstig dan in voorgaande jaren. Vijf van de 21 herkomsten waren nog gevoelig voor alle middelen.
 - Populaties met een resistentie tegen cycloxydim vertoonden ook een (meestal zwaardere) resistentie tegen fenoxaprop-P-ethyl; andersom was dit niet het geval. Dit sluit aan bij ervaringen in eerdere kasproeven, en zou er op kunnen wijzen dat de aanwezigheid van "dim"-resistentie, tevens "fop"-resistentie inhoudt.
 - Het zaad afkomstig van overgebleven planten na een bespuiting met Puma in een veldproef op Ebelsheerd vertoonde een hogere mate van resistentie (gemiddeld 2*) dan van het onbehandelde object (s). Dit betekent dat een selectie heeft plaatsgevonden van de resistente planten.

Opnieuw blijkt dat er grote verschillen bestaan tussen "resistente" duistpopulaties in de middelen waartegen ze resistent zijn en in de mate waarin. Voor een teler is deze informatie onontbeerlijk om tot een juiste middelenkeuze en een succesvolle bestrijdingsstrategie te komen.

Windhalm:

- Tussen de (zeven) onderzochte windhalmpopulaties werden geen verschillen in gevoeligheid voor isoproturon gevonden. Hoewel uit de praktijk steeds meer berichten komen over (vermoedelijk) resistente windhalm zijn deze nog niet bevestigd kunnen worden. Bij een volgende test dienen er ook nog lagere doseringen in het testprotocol opgenomen te worden en zo mogelijk een referentiepopulatie.

Bijlagen

Bijlage 1. Grenswaarden classificatiesysteem per middel voor kasproef duist

isoproturon

		reductiepercentage
s	(gevoelig)	: 100-80%
1*	(minder gevoelig)	: 79-71%
2*	(licht resistent)	: 70-53%
3*	(matig resistent)	: 52-36%
4*	(vrij zwaar resistent)	: 35-18%
5*	(hoogste mate van resistentie)	: < 18%

fenoxaprop-P-ethyl

		reductiepercentage
s	(gevoelig)	: 100-82%
1*	(minder gevoelig)	: 81-73%
2*	(licht resistent)	: 72-54%
3*	(matig resistent)	: 53-36%
4*	(vrij zwaar resistent)	: 35-18%
5*	(hoogste mate van resistentie)	: < 18%

cycloxydim

		reductiepercentage
s	(gevoelig)	: 100-85%
1*	(minder gevoelig)	: 84-75%
2*	(licht resistent)	: 74-56%
3*	(matig resistent)	: 55-38%
4*	(vrij zwaar resistent)	: 37-19%
5*	(hoogste mate van resistentie)	: < 19%

Bijlage 2. Verdeling aantal planten (6 per pot) volgens het 4- klassen systeem

herkomst	isoproturon				fenoxaprop-P-ethyl				cycloxydim			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Rothamsted	0,3	0,7	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H3	0,0	0,0	0,4	5,6	0,5	1,4	1,2	3,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H4	0,0	0,5	0,3	5,3	5,7	0,0	0,0	0,3	5,8	0,0	0,3	0,0
H6	0,3	3,0	0,9	1,7	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H7	0,0	0,0	1,1	5,0	0,3	0,3	0,3	5,2	0,0	0,0	0,0	6,0
H8	1,5	1,6	0,8	2,2	2,0	1,5	0,8	1,8	0,5	0,0	0,0	5,5
H9	0,0	1,0	0,3	4,7	0,0	0,0	0,5	5,5	0,0	0,0	0,0	6,0
H10	0,0	1,5	1,8	2,8	4,0	1,3	0,7	0,0	3,8	0,0	0,5	1,8
H12	0,0	0,0	1,5	4,6	1,8	3,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H13	0,0	1,5	1,3	3,3	1,0	1,2	0,7	3,1	0,0	0,5	0,5	5,0
H14	0,0	0,0	0,8	5,3	2,0	1,5	1,0	1,6	1,8	0,0	0,3	4,0
H15	0,0	0,0	0,8	5,3	1,3	1,3	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
H16	0,0	0,3	0,3	5,5	0,0	0,0	0,9	5,1	0,0	0,0	0,0	6,0
H17	0,5	1,5	3,3	0,8	1,5	1,5	0,3	2,8	0,3	0,0	0,2	5,5
H18	1,8	1,8	1,5	1,0	2,1	1,6	0,8	1,6	1,7	0,0	0,0	4,3
H19	0,0	2,1	1,3	2,6	1,1	2,9	1,1	0,9	0,8	0,0	0,0	5,3
H20	1,3	2,5	1,0	1,3	2,3	1,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,8
H21	0,0	1,9	1,9	2,3	3,8	1,6	0,6	0,0	1,5	0,7	0,0	3,9
H22	0,8	2,8	2,0	0,5	0,0	1,9	3,6	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
H23	4,0	1,4	0,3	0,3	0,5	2,0	2,8	0,8	0,3	0,0	0,0	5,8
H24	1,9	2,0	1,1	1,2	0,0	3,3	2,4	0,3	0,0	0,0	0,5	5,5
H25	1,8	3,3	0,0	1,0	1,4	2,0	2,0	0,5	0,3	0,0	0,0	5,8
H26	2,8	2,8	0,3	0,3	0,8	3,6	1,4	0,3	0,0	0,0	1,1	4,9
H27	2,3	2,4	0,0	1,4	0,8	3,3	0,3	1,8	0,3	0,0	0,0	5,8
H28	0,3	3,8	1,0	1,0	1,1	3,0	0,7	1,2	0,3	0,0	0,5	5,3
H29	0,8	3,9	0,0	1,4	1,5	1,8	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H30	2,8	2,3	0,2	0,8	0,5	4,3	1,3	0,0	0,6	0,0	0,5	5,0
H31	3,8	1,2	0,8	0,3	1,3	4,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
H32	1,4	3,4	0,8	0,5	4,5	1,3	0,3	0,0	1,8	0,0	0,5	3,7
H33	2,2	1,6	0,6	1,6	1,8	1,3	1,8	1,2	0,0	0,0	0,3	5,8
H34	4,8	0,3	0,8	0,3	0,0	3,8	1,5	0,8	0,0	0,0	0,0	6,0
H35	3,6	1,4	0,6	0,5	1,2	3,1	1,2	0,5	0,3	0,3	0,0	5,5
H36	1,5	2,9	1,6	0,0	3,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
H37	1,0	2,4	1,7	1,0	0,8	3,8	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	6,0
H38	2,6	1,1	1,4	1,0	0,8	1,5	0,5	3,3	0,0	0,0	0,0	6,0
H39	1,3	4,0	0,6	0,3	1,8	3,8	0,3	0,3	0,0	0,3	0,5	5,3
H40	2,0	2,5	1,3	0,3	1,1	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	5,8
H41	0,3	1,0	1,8	3,0	3,0	1,0	0,8	1,3	5,5	0,0	0,0	0,5
H42	0,0	2,0	2,8	1,3	5,8	0,3	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
H43	1,8	2,8	0,8	0,8	2,5	2,3	1,0	0,3	0,3	0,0	0,3	5,5
H44	1,3	2,0	0,8	2,0	1,3	2,0	1,0	1,8	0,3	0,0	1,0	4,8
lsd (0,05)	1,5	1,7	1,3	1,3	1,5	1,7	1,3	1,3	1,5	1,7	1,3	1,3