

Onderzoek aan ULV-spuitsystemen: karakterisering middelaafgifte en effectiviteit op onkruid

C. Kempenaar, J.A.R. Davies, R.M.W. Groeneveld, & A.J.M. Uffing



Plant Research International B.V., Wageningen
maart 2007

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl / www.dob-verhardingen.nl

Inhoudsopgave

	Paginanummer
Samenvatting	
Summary in English	
Characterisation of spray volume and efficacy of weed control of Ultra Low Volume sprayers.	
Voorwoord	
1. Introductie	5
2. Materiaal en Methoden	7
2.1 Proeflocaties, proefperiode en onkruidflora	7
2.2 Sputapparaat en instellingen	8
2.3 Dosis-responseproeven	10
2.4 Aanvullende experimenten en metingen	11
3. Resultaten en Discussie	13
3.1 Calibratiegegevens	13
3.2 Dosis-response-experiment verharding	13
3.2.1 Proef onkruidbestrijding op trottoir	13
3.3 Resultaten aanvullende experimenten	15
3.3.1 Dosis-responseproef op groene strook	15
3.3.2 Sputvolumes en spreiding in afgifte	17
3.3.3 Sputbeelden	17
4. Conclusies	23
Bijlage I.	I
Bijlage II	II
Bijlage III	III
Bijlage IV	IV

Samenvatting

In dit onderzoek werden draagbare Controlled Droplet Application (CDA) spuiten van drie merken beoordeeld op spuiteigenschappen en effectiviteit van onkruidbestrijding met glyfoaat. Als referentie werd een luchtdrukspuit met spuitlans in het onderzoek meegenomen. De spuiteigenschappen die beoordeeld werden, waren spuitvolume (gemiddelde en de spreiding), spuitbeelden en gebruiksgemak.

Er bleken grote verschillen tussen de spuiten qua spuitvolume en spuitbeeld. De Mini-Mantra Plus® heeft het kleinste spuitvolume en de minste spreiding in afgifte van spuitvloeistof per tijdseenheid t.o.v. de andere twee CDA-sputen (Microfit Powerpack Pro® en Micron Plus®). Verschillen in constructie van de CDA-units van de spuiten liggen hieraan ten grondslag. De Mini-Mantra Plus verspuut onverdund bestrijdingsmiddel terwijl de andere spuiten met verdunningen werken. De verschillen in spuitvolumes werden inzichtelijk gemaakt op watergevoelig papier. De spuit met het kleinste spuitvolume gaf de kleinste druppeltjes te zien. De breedte van het spuitbeeld werd sterk bepaald door de hoogte van de CDA-unit t.o.v. de ondergrond op het moment van spuiten.

In de effectiviteitsproeven bleken slechts kleine verschillen tussen de spuiten, ondanks de grote verschillen in spuiteigenschappen. In één van de twee proeven was tijdelijk een significant betere werking als het onkruidbestrijdingsmiddel Roundup evolution® toegediend was met de Mini-Mantra Plus. In één van de twee proeven op een trottoirstrook bleek een dosering van minder dan 1 Liter product per ha effectief, in de tweede proef op een groenstrook met grotere onkruidplanten was een dosering van 2 Liter product nodig voor een goed resultaat.

Per 2007 is er nieuwe wetgeving van kracht in Nederland m.b.t. professioneel gebruik van glyfosaat op verhardingen. De trottoirproef laat zien dat met de CDA-sputen aan de nieuwe norm van 1 Liter product per ha per werkrondte voldaan kan worden.

Summary in English

Characterisation of spray volume and efficacy of weed control of Ultra Low Volume sprayers.

Three portable hand units of Controlled Droplet Application (CDA) sprayers were tested. Spray volume properties and efficacy of weed control were tested in comparison with a reference sprayer; an air pressure spray with a spray lance unit.

Large differences were observed in release of spray volume per unit of time between the sprayers. The Mini-Mantra Plus® had the smallest spray volume and the smallest variation in liquid release compared to the Microfit Powerpack Pro® and the Micron Plus®. The CDA-sprayers had much less spray volume than the air pressure sprayer. Differences can be explained by intrinsic properties of the different sprayers. The mini Mantra Plus sprays undiluted product while the other CDA sprayers applied diluted products, and so, higher spray volumes. Differences in spray volume were visualized on water sensitive paper (Figures 3.4 to 3.7 of this report). The Mini-Mantra Plus produced the smallest droplets.

Despite large differences in spray volume and droplet size, only small differences in efficacy were observed in two efficacy trials. In one experiment on a paved surface, the efficacy was better at one observation data when the herbicide Roundup evolution was applied with the Mini-Mantra Plus. Later on, this effect disappeared, may be because of drought stress on the site. The minimum effective dose was less than 1 Litre product per ha on the pavement experiment. In the other experiment on a 40 cm high vegetation, the minimum effective dose was circa 2 Litre product per ha.

Per 2007, new regulations apply to professional use of herbicides on pavements in the Netherlands. The SWEEP system as presented on www.weedcontrol.eu plays an important role in this regulation. Amongst others, the system subscribes use of high quality spray technology and a dose cap of 1 Litre product per ha per working round (maximum 2 Litre per year per ha). Spray technology as shown in this report is useful in achieving minimum herbicide use on pavements.

Voorwoord

Om meerdere redenen is het belangrijk het gebruik van bestrijdingsmiddelen bij de beheersing van ziekten, plagen en onkruiden binnen, maar ook buiten de landbouw te reduceren. Het is niet eenvoudig om kort aan te geven hoe die noodzakelijke reductie te bereiken is. Veel factoren zijn namelijk van invloed hierop.

Een geoptimaliseerde toedieningstechniek is één van de mogelijkheden om het gebruik van bestrijdingsmiddelen te verminderen. In dit rapport worden praktijkmodellen van ULV-spuitsystemen vergeleken op afgifte van spuitvloeistof en effectiviteit.

Het onderzoeksproject werd in 2006 uitgevoerd door Plant Research International b.v. in samenwerking met Mantis ULV-Sprühgeräte GmbH in Geesthacht, Duitsland. Het project lag ingebed in een groter onderzoeksprogramma getiteld Plantgezondheid, thema Verhardingen. Dit meerjarige programma wordt in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit door Wageningen UR uitgevoerd. Het project werd gefinancierd door Mantis en het onderzoeksprogramma.

1. Introductie

ULV-sputen zijn apparaten waarmee, relatief gezien, zeer kleine hoeveelheden spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid toegediend kunnen worden. ULV is een afkorting van Ultra Low Volume. Het gaat bij ULV om spuitvolumes in de orde van grootte van enkele liters per ha. In vergelijking, standaard luchtdrukspuiten zijn vooral geschikt om hoeveelheden in de orde van grootte van 100 tot 500 L spuitvloeistof per ha toe te dienen. Een groot voordeel van ULV is dus dat relatief weinig spuitvloeistof nodig is om een goed resultaat te krijgen.

CDA-sputen zijn misschien wel de bekendste ULV-sputen. CDA staat voor Controlled Droplet Application. Het is een techniek waarmee, relatief gezien, kleine en uniforme spuitdruppels afgegeven kunnen worden. In tegenstelling tot luchtdrukspuiten, waar spuitdruppels ontstaan door vloeistof onder druk door kleine openingen te persen, ontstaan bij CDA-sputen spuitdruppels door vloeistof op kleine, snelronddraaiende cilinders te laten stromen of druppelen. Door uitgekiende techniekkeuze en afstelling kan gericht spuitdruppels van bepaalde grootte en uniformiteit verkregen worden. Bij luchtdrukspuiten zijn de spuitdruppels doorgaans groter en minder uniform dan bij CDA-sputen.

CDA-sputen worden in Nederland o.a. gebruikt voor toediening van breedwerkende herbiciden op verhardingen, groenstroken en onbeteelde terreinen. Reductie van druppeldrift en afspoeling van herbiciden naar oppervlaktewater zijn belangrijke beleidsdoelen bij duurzame gewasbescherming. CDA-sputen zijn relatief weinig gevoelig voor druppeldrift als er een beschermkap aanwezig is en als de spuitkop met beschermkap laag boven de grond gehouden wordt. Reductie van afspoeling naar oppervlaktewater is mogelijk door minimalisering van de dosering en door rekening te houden met weer-, plant- en bodemeigenschappen.

Momenteel is reductie van de afspoeling van herbiciden toegepast tegen onkruiden op verhardingen een actueel onderwerp. Gebruik van herbiciden op verhardingen draagt, relatief gezien, veel bij aan verontreiniging van oppervlaktewater in Nederland. Uit metingen in oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterwinning blijkt dat de drinkwaternorm van 0,1 µg glyfosaat per liter af en toe overschreden wordt. Glyfosaat is verreweg het meest gebruikte herbicide op verhardingen op dit moment, en kan bij regenval snel en relatief in grote mate afspoelen van de verharding naar oppervlaktewater. Voor meer informatie over deze problematiek wordt verwezen naar publicaties op www.dob-verhardingen.nl.

Duurzame onkruidbestrijding heeft dus baat bij een zo minimaal mogelijk gebruik van herbiciden. De laagste effectieve dosering van een herbicide wordt beïnvloed door verschillende factoren zoals onkruidsoorten, onkruidgrootte, onkruid dichtheid, gewenste mate van bestrijding, weer, formulering, hulpstoffen en spuittechniek (spuiteigenschappen en instellingen belangrijke factoren).

Het doel van het onderzoek beschreven in dit rapport is drie praktijkmodellen van CDA-sputen te testen, met als referentie een luchtdrukspuit. In het onderzoek met genoemde vier type sputen is een dosis-response-experiment op één type verharding uitgevoerd met vijf verschillende doseringen van Roundup evolution®, de enige glyfosaat-formulering die in 2006 een toelating op verhardingen had. De proeven werden uitgevoerd op onkruidplanten op een trottoir. Vervolgens zijn een dosis-response-experiment op een groenstrook en aanvullende metingen verricht aan afgiftehoeveelheden van spuitvloeistof en spuitbeelden van de vier verschillende sputen.

In hoofdstuk 2 staat de uitvoering van het onderzoek beschreven.
In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd en besproken.

In hoofdstuk 4 worden de bevindingen samengevat en de conclusies gepresenteerd.

2. Materiaal en Methoden

In de paragrafen 2.1 tot en met 2.3 worden de proeflocaties, basisinstellingen van de spuiten en uitvoering van de dosis-responseproeven beschreven. In paragraaf 2.4 staat de uitvoering van waarnemingen aan afgifte van spuitvloeistof en spuitbeelden beschreven.

2.1 Proeflocaties, proefperiode en onkruidflora

De dosis-responseproeven werden uitgevoerd op het industrieterrein Nieuw Grave in de gemeente Duiven tussen 20 juni 2006 en 10 juli 2006.

De proeflocatie bestond uit een trottoir grenzend aan een groenstrook. Het trottoir werd extensief betreden en was 150 cm breed bestraat met 30 bij 30 cm betontegels en opsluitbanden.

De groenstrook was 3 m tot 4 m breed, gelegen tussen het trottoir en een rij hoge struiken. De groenstrook wordt jaarlijks 2 tot 3 keer gemaaid.



Figuur 2.1. Overzicht van de proeflocatie in Duiven, 20 juni 2006.

Op het trottoir stonden typische trottoironkruiden (zie tabel 2.1). De bedekking van het trottoir door het onkruid was gemiddeld genomen 2 tot 4 %, met plaatselijk uitschieters naar minder dan 1 % bedekking of meer dan 10 % bedekking (op het niveau van 1 bij 1 m tegeloppervlak). De meeste onkruidplanten waren al ver ontwikkeld op 20 juni. Ze stonden al in bloei of zaad was al gevormd. De hoogte van de onkruidplanten lag gemiddeld tussen de 5 en 10 cm, met uitschieters tot 40 cm. Dit onkruidbeeld wordt getypeerd als een matige onkruidbezetting (klasse 4 volgens de onkruidschaal van DOB (zie www.dob-verhardingen.nl)).

In de groenstrook werden veel meer plantensoorten aangetroffen. De aanwezige plantensoorten waren typisch voor een bodem die af en toe gemaaid wordt. De bodembedekking door de planten was doorgaans meer dan 95 %. De hoogte van de vegetatie varieerde tussen de 20

en 40 cm. De meest voorkomende plantensoorten op de groenstrook staan vermeld in tabel 2.1.

Tabel 2.1. Overzicht van onkruiden/plantensoorten locatie dosis-responseproeven.

	Dominante soorten
Trottoir	<i>Erigeron canadensis</i> (Canadese fijnstraal), <i>Plantago spp.</i> (Smalle en Grote Weegbree), <i>Artemisia vulgaris</i> (Bijvoet), <i>Sinapis arvensis</i> (Herik)
Groenstrook	Diverse grassen waaronder <i>Elymus repens</i> (Kweek) <i>Taraxacum officinale</i> (Paardebloem), <i>Plantago lanceolata</i> (Smalle weegbree), <i>Artemisia vulgaris</i> (Bijvoet), <i>Anthriscus sylvestris</i> (Fluitekruid), <i>Sinapis arvensis</i> (Herik), en meer plaatselijk, <i>Heracleum sphondylium</i> (Bereklaauw), <i>Tussilago farfara</i> (Klein hoefblad), <i>Cirsium arvense</i> (Akkerdistel) en <i>Equisetum arvense</i> (Heermoes).

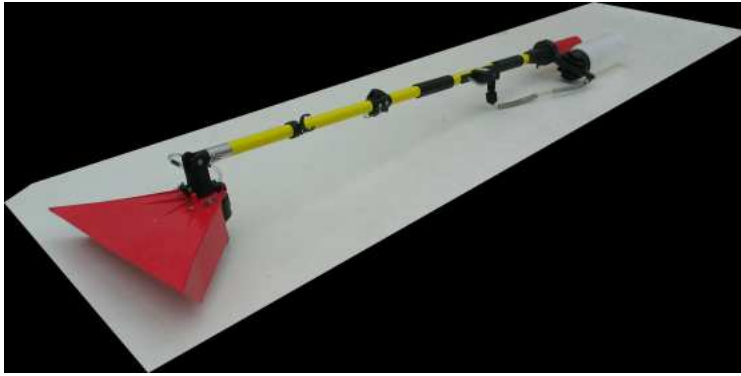
2.2 Sduitapparatuur en instellingen

In de dosis-responseproeven werden drie CDA-sputen vergeleken met een referentiespuit (een luchtdrukspuit met spuitlans). Handgedragen modellen van de CDA-spuitproducenten werden getest. De namen en producenten van de CDA-sputen staan in tabel 2.2 vermeld. In figuren 2.2 en figuur 2.3 staan afbeeldingen van de CDA-sputen en de referentiespuit.

De CDA-sputen werden ingesteld volgens de bijgeleverde gebruiksaanwijzingen. Voor Micro Plus en Microfit Powerpack Pro werd het reservoir gevuld met een verdunning van het te versputten herbicide in water (de uiteindelijk toegepaste verdunningen staan in hoofdstuk 3 vermeld). Om de verdunning te bepalen werd voor deze 2 sputen de afgifte van spuitvloeistof gemeten door gedurende 1 minuut de spuitvloeistof (in dit geval water) op te vangen en vervolgens te wegen (dit geeft tevens het volume). Dit werd twee keer per spuit gedaan. Het gemiddelde werd gebruikt voor de berekening van de gewenste herbicideverdunning. Het reservoir van de Mini-Mantra Plus werd gevuld met onverdund herbicide. De referentiespuit was ingesteld op 1,5 bar. De spuitdop was een Birchmeier 1,6 mm dop met 0,2 mm doorboorde tol. Deze spuit geeft circa 500 L ha spuitvolume bij loopsnelheid van 1 m per sec en spuitbreedte van 50 cm.

Tabel 2.2. Modelnamen van de geteste CDA-sputen met hun producent en de gebruikte rapportcode.

Spuittype	Producent/toelichting	Rapportcode
Micro Plus	GreenTec GmbH, Berlin, Dld	M1
Microfit Powerpack Pro	Micron Ltd, Bromyard, Herefordshire, UK	M2
Mini-Mantra Plus	Mantis GmbH, Geesthacht, Dld	M3
Referentiespuit	Plant Research Int. (samengesteld)	R



(a)



(b)



(c)

Figuur 2.2 Afbeeldingen van de (a) Micro Plus, (b) Microfit Powerpack Pro, (c) Mini mantra Plus.



Figuur 2.3 De referentie hogedruksput.

2.3 Dosis-responseproeven

De opzet van het dosis-responseexperiment op een verharding was een 'split-plot'-proefopzet in 3 herhalingen. De proeffactor 'spuittechniek' was toegewezen aan de hoofdplots en de proeffactor 'dosering' aan de subplots.

De proefveldjes lagen verdeeld over het trottoir en in drie grote blokken. Elk blok was onderverdeeld in 4 subblokken met elk 6 individuele proefveldjes. Per blok waren er dus in totaal 6 maal 4 is 24 proefveldjes. De ligging van de blokken was zodanig gekozen dat de onkruidverdeling binnen een blok zo homogeen mogelijk was.

De proefveldjes waren elk netto 5 m lang en 0,5 m breed (bruto: 6 m bij 0,75 m). Aan elk veldje werd een bepaalde spuittechniek en dosering toegewezen. De doseringen van Roundup evolution waren 0, 0,6, 1,2, 1,8, 2,4 en 3,0 L/ha (a.i. is glyfosaat, 360 g/l).

De proefveldjes werden bespoten door de spuiten handgedragen met een loopsnelheid van 1 m/s middenover de lengte van de veldjes voort te bewegen. Daarbij werd de spuitkop van de CDA-spuit zo veel mogelijk op eenzelfde hoogte van 20 cm hoogte boven het tegeloppervlak gehouden. In de praktijk is dit doorgaans lager. De spuitlans van de referentiespuit werd circa 30 cm boven het tegeloppervlak gehouden.

Op 20 juni werden de verschillende doseringen toegediend op proefveldjes (proefvlakken). Het was het licht bewolkt weer (af en toe zon) met een luchttemperatuur van 23 °C en een luchtvochtigheid van 60 – 70 %. Voor details wordt naar de DOB-fax weervoorspelling van 20 juni in de bijlage verwezen. Op 20 juni was er al enige dagen lang geen neerslag meer geweest op de proeflocatie. Nadien heeft het tot het eind van de proef nauwelijks geregend en was de temperatuur hoger dan gemiddeld. De plantengroei op het trottoir en in de groenstrook werd hierdoor tijdens de proef geremd vanwege droogte en hitte. Juli 2006 was de warmste en droogste julimaand in Nederland sinds tijden.

Op twee tijdstippen na 20 juni werd de reactie van de planten/onkruiden op de behandelingen beoordeeld. Tabel 2.3 werd gebruikt om het effect van de doseringen op de planten in de individuele proefveldjes te kwantificeren naar de mate van bestrijding, welke in klassen wordt uitgedrukt. De schaal is gedifferentieerd naar waarnemings-moment. Kort na de behandeling ligt de nadruk op zichtbare schade en vanaf een week na behandeling op het inschatten van de reductie van de bovengrondse biomassa ten opzichte van de onbehandelde planten. Daarnaast werden er aantekeningen gemaakt van het effect van behandelingen op individuele plantensoorten. Het onkruidbeeld in de veldjes werd tevens vastgelegd mbv digitale foto's. Effecten van proeffactoren en eventuele verschillen tussen behandelingen werden getoetst met variantieanalyse bij een 95 % betrouwbaarheid. Verschillen tussen gemiddelden van behandelingen werden als significant verschillend beschouwd als aan het betrouwbaarheids criterium voldaan werd ($p < 0.05$).

Tabel 2.3. Beoordelingscriteria om effecten van glyfosaat op onkruiden te kwantificeren naar klasse.

Klasse	Beschrijving van de situatie	
	Tot 10 dagen na bespuiting	Vanaf 7 dagen na bespuiting
0	Geen symptomen / reactie	Geen biomassareductie t.o.v. onbehandeld
1	Tussenklasse	5 % reductie van biomassa van onkruid
2	Heel lichte reactie	10 % reductie van biomassa van onkruid
3	Tussenklasse	20 % reductie van biomassa van onkruid
4	Lichte reactie	35 % reductie van biomassa van onkruid
5	Tussenklasse	50 % reductie van biomassa van onkruid
6	Matige reactie	65 % reductie van biomassa van onkruid
7	Tussenklasse	80 % reductie van biomassa van onkruid
8	Sterke reactie	90 % reductie van biomassa van onkruid
9	Tussenklasse	95 % reductie van biomassa van onkruid
10	Alle planten dood	100 % reductie van biomassa van onkruid

2.4 Aanvullende experimenten en metingen

Het dosis-responseexperiment op verharding werd onder eenzelfde opzet uitgevoerd op de groenstrook naast het trottoir. Een verschilpunt met het trottoir-experiment betrof de aan te houden hoogte van de spuitkoppen die vanwege de vegetatiehoogte 40 cm bedroeg.

Na de dosis-responseproeven werd het spuitvolume van de spuiten nogmaals gemeten ter verificatie van de afgiftehoeveelheden. Bij een instelling van 1,8 L Roundup Evolution per ha. werd drie maal per spuit de hoeveelheid spuitvloeistof per 2 minuten opgevangen en gewogen. Uit deze resultaten werd het spuitvolume per minuut berekend.

Van elke spuit werd ook het spuitbeeld bepaald. Het spuitbeeld geeft informatie over druppelgrootte, de depositie van de druppels over de bodem en de windgevoeligheid van de gevormde druppels.

De spuitbeelden werden bepaald door het bespuiten van stroken watergevoelig papier (50 cm lang en 2,1 cm breed). Als dit papier droog is, is het geel gekleurd. Op die plaatsen waar druppels het papier bevochtigen, kleurt het papier van geel naar blauw.

Er werden twee series experimenten binnen in een hal uitgevoerd. De eerste onder de plaatselijke omstandigheden van de hal, de tweede serie met/zonder een kunstmatig opgewekte luchtstroom d.m.v. een ventilator.

Voor de eerste serie werden de spuiten ingesteld op 1,8 L Roundup evolution per ha. De loopsnelheid (1 m/s) en spuihoogtes, 20 of 30 cm boven oppervlak per reeks, kwamen overeen met die in de dosis-responseproeven (zie paragraaf 2.3).

Per test werden 3 stroken papier naast elkaar parallel aan de looprichting op de bodem gelegd. De onderlinge afstand tussen de stroken was 50 cm. Na aanzetten van de spuit werd even gewacht en vervolgens werd de spuit over de middelste strook in de lengterichting van de stroken voortbewogen. De aldus verkregen spuitbeelden worden in paragraaf 3.3 getoond en besproken.

In de tweede serie experimenten werd het effect van zijwind op de druppels gemeten (drift). De spuitkoppen van de CDA-sputen werden op een hoogte van maximaal 5 cm boven het oppervlak gehouden. (Spuitkophoogte is dan 10 tot 15 cm). De doseringen waren 1,2 en 2 L Roundup evolution per ha.

Zijwind werd gegenereerd door plaatsing van een ventilator loodrecht op de looprichting. De windsnelheid werd gemeten met behulp van een anemometer en bepaald op 4 m/s.

Voor verkrijgen van het spuitbeeld werden 3 stroken papier aansluitend in de lengte aan elkaar op de bodem gelegd, loodrecht op de looprichting, evenwijdig aan de luchtstroom ter plaatse van de ventilator. De totale breedte waarover druppels opgevangen konden worden was dus 150 cm.

Tijdens de bespuiting werd de spuit precies over het midden van de middelste strook en loodrecht hierop voortbewogen. De uitkomsten van de spuitbeelden worden in paragraaf 3.3 getoond en besproken.

De Microfit Powerpck Pro functioneerde tijdens deze laatste serie onvoldoende goed en werd uiteindelijk niet meer getest op zijwindgevoeligheid.

3. Resultaten en Discussie

3.1 Calibratiegegevens

Spuitvolumes van de Micro Plus en Microfit Powerpack Pro spuiten dienden vooraf gemeten te worden om de mengverhoudingen van Roundup Evolution en water in de dosis-responseproeven te kunnen berekenen. De gemeten spuitvolumes staan in Tabel 3.1. Het gemiddelde van de metingen werd gebruikt in de berekeningen. Voor de Mini-Mantra Plus werd deze meting vooraf niet gedaan omdat deze CDA-spuit met onverdund middel werkt. De referentiespuit geeft gedurende 1 minuut circa 1,3 L af.

Op basis van de gegevens in tabel 3.1 werd besloten de mengverhoudingen van Roundup Evolution en water volgens tabel 3.2 aan te houden. De percentages in tabel 3.2 geven aan welke mengverhouding nodig is om een bepaalde dosering van Roundup Evolution per ha te realiseren. De Mini-Mantra Plus heeft een doseringsknop voor instelling van de gewenste dosering (zie tabel 3.2 voor de instellingen van de doseerknop).

Tabel 3.1. Afgifte vloeistof van verschillende spuiten.

Spuit	Afgifte (minimum en maximum in ml/minuut.)
Micro Plus (M1)	55 – 60
Microfit Powerpack Pro (M2)	43 – 51

Tabel 3.2. Data mengverhouding Roundup Evolution en water voor 4 type spuiten en 5 gewenste doseringen.

Dosering (L/ha)	Spuittype en fractie Roundup evolution (%)			
Roundup evolution	Micro Plus	Microfit Power.	Mini-Mantra P.	Referentiespuit
0,6	3,2	3,8	100 A	0.15
1,2	6,3	7,5	100 B	0.30
1,8	9,5	11,3	100 D	0.45
2,4	13,0	15,0	100 F	0.60
3,0	15,8	18,8	100 Max.	0.75

In Mini-Mantra Plus kolom staat naast het percentage de stand van de doseringknop vermeld.

3.2 Dosis-response-experiment verharding

3.2.1 Proef onkruidbestrijding op trottoir

Na toediening van de glyfosaatdoseringen op 20 juni zijn er twee waarnemingsmomenten geweest om de effecten van deze bespuitingen te volgen.

Op het eerste waarnemingsmoment (9 dagen na behandeling) waren er grote verschillen waar te nemen (zie Figuur 3.1). Bij enkele doseringen waren er significante verschillen tussen de bereikte effecten per type spuit. Bij de dosering van 1,2 L/ha had de Mini-Mantra Plus een veel groter effect (hoger bereikte bestrijding) dan de andere spuiten. Bij de doseringen van 1,8 en

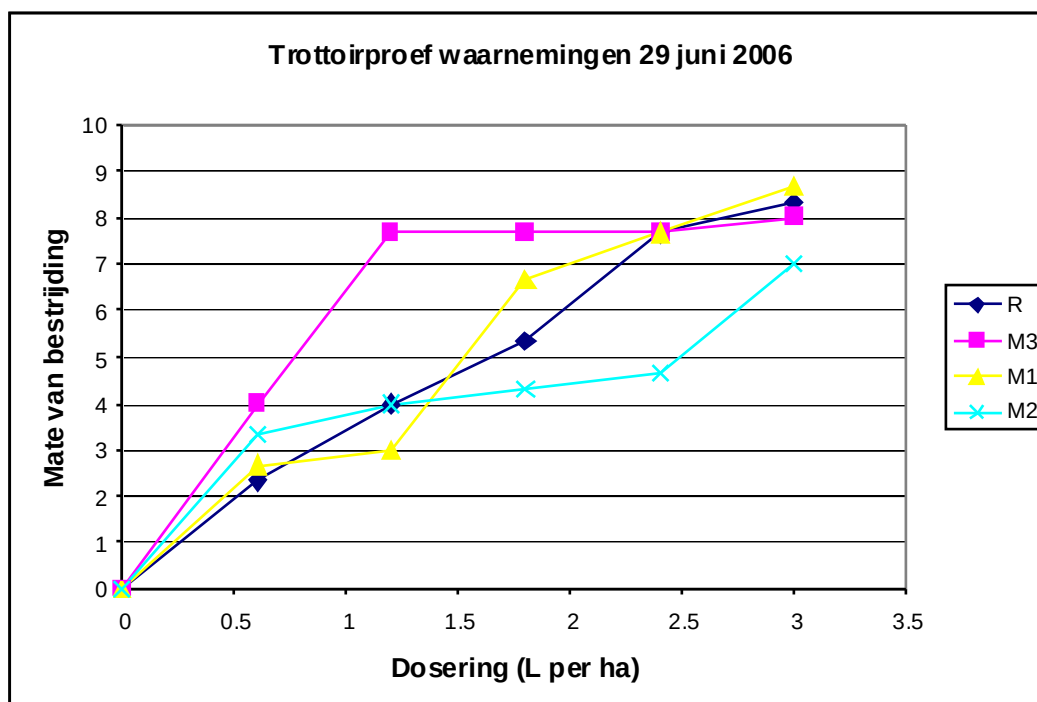
2,4 L/ha waren er ook verschillen tussen de spuiten, doch deze waren kleiner dan bij 1,2 L/ha. De laagste en hoogste dosering blijken voor de spuiten onderling geen verschil uit te maken ; de hoogste dosering heeft uiteraard een hogere bestrijding tot gevolg dan de laagste. Een belangrijke waarneming betreffende de Mini Mantra Plus is, dat deze spuit een gelijk effect op de onkruidplanten scoort bij de doseringen vanaf 1,2 L/ha en hoger.

Op het tweede waarnemingsmoment (20 dagen na behandeling) bleek op alle met glufosaat bespoten veldjes 100 % doding van de aanwezige onkruiden. Significante verschillen tussen de spuiten en doseringen waren daarmee verdwenen. Het onbehandelde veldje had als enige nog levende planten.

Deze proef resulteerde in een groot effect mbt de dosering en een kleiner effect op het verschil tussen de spuiten. Er was een significante interactie tussen spuittechniek, dosering en waarnemingsmoment ($p < 0,05$).

Waarschijnlijk is de werking van Roundup Evolution in de trottoirproef door het droge en warme weer in juni en juli versterkt. Het doseringsadvies in de DOB-fax van 20 juni was 3 L Roundup Evolution per ha (pleksgewijs toepassen). Voor zowel de CDA-spuiten als de hogedrukspuit was 0,6 L per ha reeds voldoende werkzaam in de trottoirproef. Het verschil tussen het DOB-fax-advies en de proefresultaten is vrij groot. Dit verschil kan het beste verklaard worden door de extra stressfactor ten gevolge van hitte en droogte gedurende dit experiment. Hierdoor is het effect van het middel glyfosaat versterkt.

Een andere optie is dat er meer glyfosaatafgifte was dan volgens berekening van de doseringen en de gebruiksinstelling van de spuiten. Dit is echter niet aannemelijk. De resultaten weergegeven in figuur 3.1 duiden in een richting dat de laagste effectieve dosering groter dan 1 L/ha zou zijn geweest als er geen additionele droogtestress was geweest.



Figuur 3.1. Effect van de doseringen in dosis-responseproef, 9 dagen na bespuiting op verharding trottoir. Zie ook tabel 2.3. M1 is Micro Plus, M2 is Microfit Powerpack Pro, M3 is Mini-Mantra Plus en R is referentiespuit.

3.3 Resultaten aanvullende experimenten

3.3.1 Dosis-responseproef op groene strook

Op beide waarnemingsmomenten was een significant effect van dosering en een kleiner effect van spuittype te zien. Het effect van type spuit was minder éénduidig: per spuit was per dosering het effect op het onkruid wisselend.

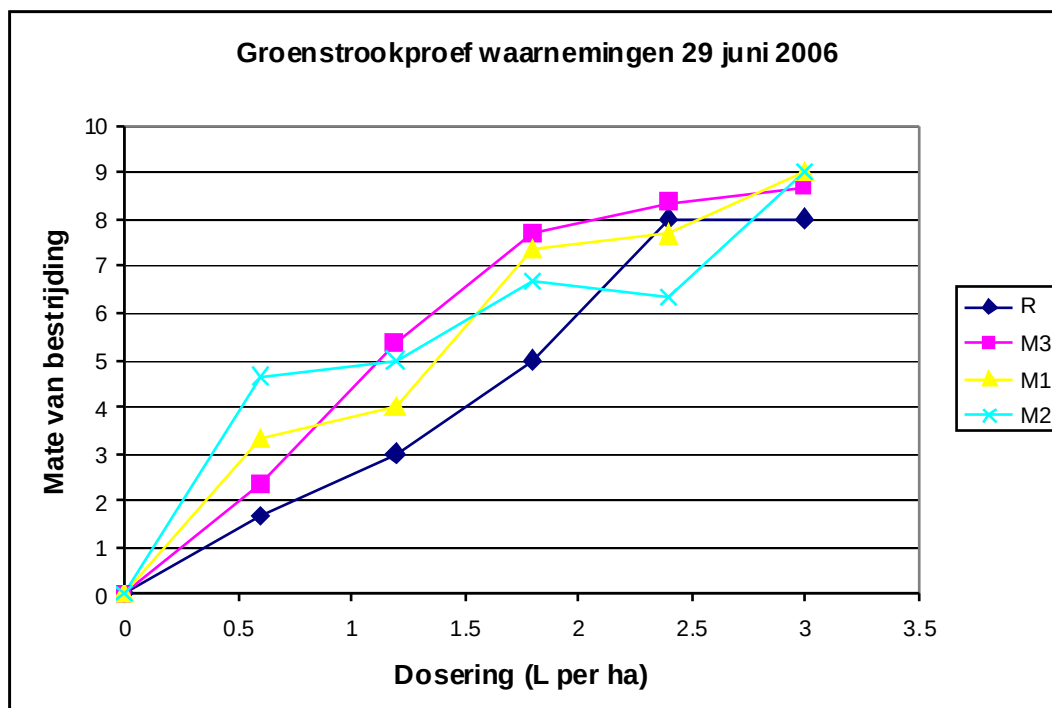
Op het eerste waarnemingsmoment (9 dagen na behandeling) waren er grote verschillen te zien in de reactie van het onkruid op de toegepaste doseringen (zie figuur 3.2). Bij doseringen 0,6, 1,2 en 1,8 L/ha zijn er significante verschillen tussen de vier gebruikte spuiten. De Microfit Power Pack gaf bij de laagste dosering significant meer reactie van het onkruid, doch deze constatering werd niet meer waargenomen bij de hogere doseringen. De referentiespuit gaf in het gebied van sublethale doseringen steeds de minst sterke reactie op het onkruid.

Op het tweede waarnemingsmoment (20 dagen na behandeling) was het voorgeschetste beeld weinig veranderd. De effecten waren iets duidelijker geworden. De datapunten in figuur 3.3 liggen slechts iets hoger dan die in figuur 3.2. Het effect van spuittype was nog steeds wisselend. Bij de laagste dosering van 0,6 L/ha zijn de Microfit Power Pack en de Micro Plus efficiënter dan de Mini-Mantra Pro. Echter, bij de navolgende hogere doseringen werd het verschil tussen de CDA spuiten geminimaliseerd.

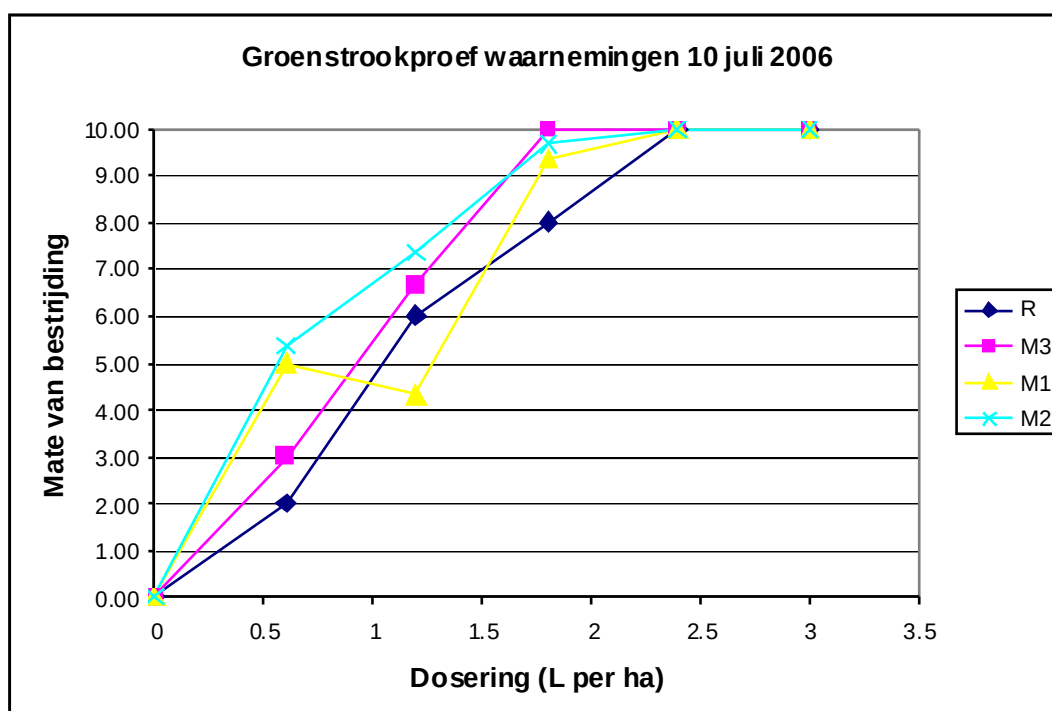
Het waarnemingsmoment 20 dagen na bespuiting kan goed gebruikt worden voor een eindbeoordeling van de proef in termen van laagste effectieve dosering (de laagste dosering die 100 % bestrijding geeft). Bij de Mini-Mantra Plus was de laagste effectieve dosering 1,8 L per ha en bij de andere spuiten 2,4 L per ha, waarbij opgemerkt dat de twee andere CDA-sputen bij 1,8 L per ha het 95 % bestrijdingsniveau benaderde. Het doseringsadvies in de DOB-fax van 20 juni was 3 L Roundup Evolution per ha, net iets hoger dan de geschatte minimum effectieve doseringen in de groenstrookproef.

In de beoordeling van de effectiviteit, zijn Heermoes en Bereklaauw buiten beschouwing gelaten. Deze soorten kwamen sterk pleksgewijs voor en zijn niet of weinig gevoelig voor glyfosaat. Om goede bestrijding van Bereklaauw te hebben dient de dosering hoger dan 2,4 L Roundup Evolution per ha te zijn.

De gemeten data van de Mini-Mantra Pro onderscheid zich tov de data van de andere 3 spuiten: de datapunten in figuren 3.2 en 3.3 vormen een S-curve. Voor de andere type spuiten zijn de curves vlakker en onregelmatiger. Deze laatste zijn indicatief voor lokale verschillen in hoeveelheid en depositie van spuitvloeistof op de planten en bodem.



Figuur 3.2. Effect van de doseringen dosis-responseproef, 9 dagen na bespuiting op groenstrook. Zie ook tabel 2.3. M1 is Micro Plus, M2 is Microfit Powerpack Pro, M3 is Mini-Mantra Plus en R is referentiespuit.



Figuur 3.3. Effect van de doseringen dosis-responseproef, 20 dagen na bespuiting op groenstrook. (eindbeoordeling van de proef).

3.3.2 Spuitvolumes en spreiding in afgifte

Na de dosis responseproeven werden de spuiten onderworpen aan een extra test op de afgifte van spuitvloeistof. De resultaten van deze test staan in tabel 3.3. De luchtdruk referentiespuit gaf, zoals verwacht, beduidend meer spuitvolume dan de *Ultra low volume* CDA-spuiten. Binnen de CDA-spuiten had de Micro Plus het hoogste spuitvolume en de Mini-Mantra Plus de minste. De hoeveelheden afgegeven spuitvloeistof lagen op het niveau der verwachting. Voor de Micro Plus waren de resultaten nagenoeg gelijk aan die van de eerste calibratie (vergelijk data in tabellen 3.1 en 3.3). Voor de Microfit Powerpack Pro was de afgifte bij de tweede afgiftetest iets lager dan bij de eerste. De afgifte van de Mini-Mantra kwam redelijk overeen met de ingestelde dosering.

Tabel 3.3. Resultaten afgifte per type spuit (gemiddelde afgifte, standaardafwijking (stdev), variatiecoëfficiënt (var) en geëxtrapoleerd spuitvolume).

type spuit	afgifte (ml / 2 minuut)	stdev	var (%)	spuitvolume (L/ha)
Micro Plus (M1)	120	7	41	20
Microfit Powerpack Pro (M2)	69	4	18	12
Mini Mantra Plus (M3)	13	1	6.3	2
Referentiespuit (R)	2747	53	102	458

Op basis van de verkregen resultaten middels beschreven afgiftetoets kan worden opgemerkt dat de Mini-Mantra Plus de minste spreiding in afgifte geeft. Dit is tevens gerelateerd aan de duidelijke S-vorm in de dosis-responsedata voor deze spuit (zie figuren 3.2 – 3.3).

3.3.3 Spuitbeelden

Door waarnemingen aan de verkleurde gebieden van het watergevoelig papier kon een goed beeld van de depositie van spuitdruppels worden verkregen. Van de twee series experimenten waren de resultaten als volgt:

In figuur 3.4 worden gedeeltes van het watergevoelige papier getoond uit de eerste serie metingen. Uit deze figuur blijkt dat:

- de referentiespuit duidelijk de hoogste afgifte van spuitvloeistof heeft,
- de grootste depositie van spuitvloeistof midden onder de spuitkop is, doch dat er op 50 cm links en rechts van dit midden ook depositie is,
- de referentiespuit en de Micro Plus relatief veel grote druppels genereren, terwijl de andere twee CDA-spuiten vooral kleinere en uniformere spuitdruppels geven,
- de spuitbeelden van de Mini-Mantra Plus en de Microfit Powerpack Pro dicht bij elkaar liggen, waarbij de laatste een groter aantal 'zeer kleine' druppeltjes lijkt te hebben.

In deze reeks eerste metingen werden de spuiten hoger gedragen dan in de praktijk. De metingen zijn herhaald om de spuitbeelden van de praktijk in kaart te brengen waarbij de stroken papier in de lengte aan elkaar gelegd werden om het spuitbeeld in de breedte te meten.

In figuur 3.5 worden de breedteverdelingen van de twee uitersten getoond: de Mini-Mantra Plus (a) en de referentiespuit (b). Druppels van de referentiespuit zijn zichtbaar op meer dan 4 afgebeelde stroken papier, terwijl die van de Mini-Mantra Plus over 2 stroken zijn verdeeld. Duidelijk is dat het spuitbeeld van de referentiespuit breder is dan die van de Mini-Mantra Plus. Van die laatste valt op dat het spuitvolume minder is en de druppels kleiner.

In figuur 3.6 en 3.7 zijn enkele resultaten van de tweede serie spuitbeeldproeven, met/ zonder wind, weergegeven. Voor beide situaties is voor elk van de spuiten de breedte van het spuitbeeld gemeten en is per gebied een visuele schatting gemaakt van het volumepercentage. In figuren 3.6 en 3.7 worden de spuitbeelden van de Micro Plus en de Mini-Mantra Plus getoond. Effect van zijwind op het spuitbeeld is goed te zien: bij zijwind is het spuitbeeld verschoven met de wind mee. Daarbij is het spuitbeeld in de breedte groter geworden.

Uit de tweede serie metingen blijkt het volgende:

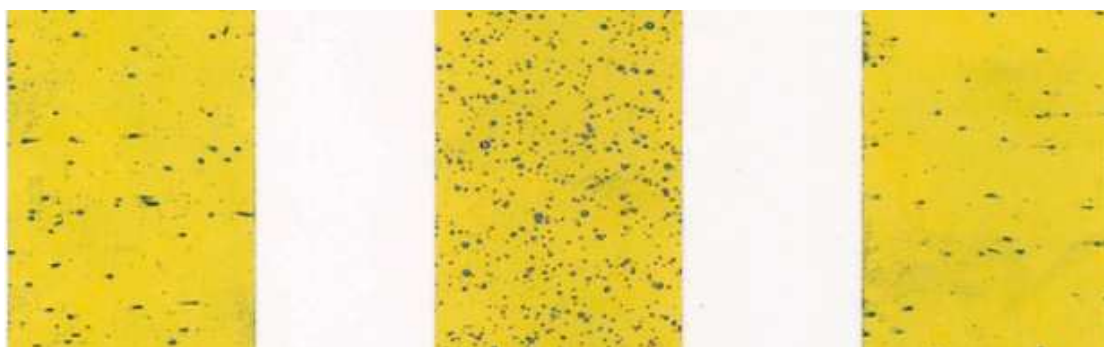
- de Mini-Mantra plus gaf kleinere spuitdruppels dan de Micro Plus,
- zonder zijwind was de breedte van de spuitbeelden van de CDA-spuiten 50 cm (90 % van de druppels kwam binnen een gebied van 40 cm breedte),
- met zijwind nam de breedte van het spuitbeeld toe tot 60 cm voor de Micro Plus en tot 80 cm voor de Mini-Mantra plus. Het bredere spuitbeeld van de Mini-Mantra is te verklaren door kleinere druppels die deze spuit genereert,
- het spuitbeeld van de referentiespuit was breder (130 cm) dan die van de CDA-spuiten,
- de spuitbeelden van de Mini-Mantra Plus bij toepassing van 1,2 en 2 L herbicide per ha verschilden niet op het oog.



(a)



(b)

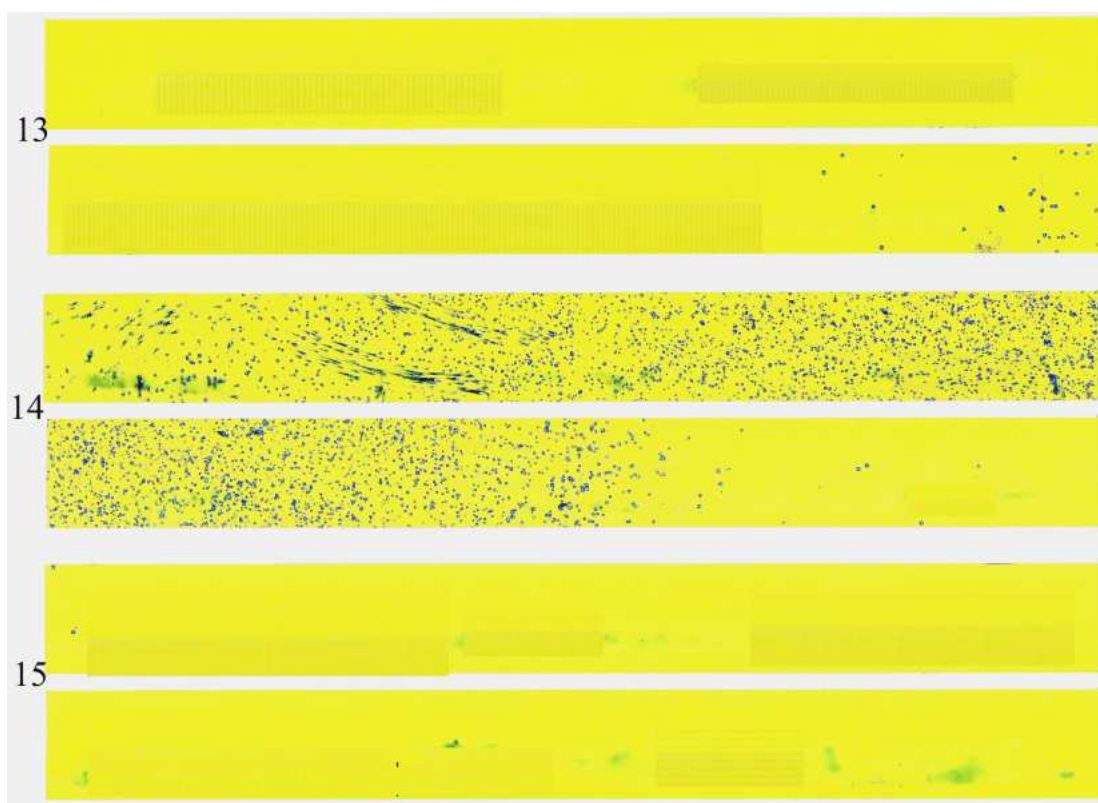


(c)

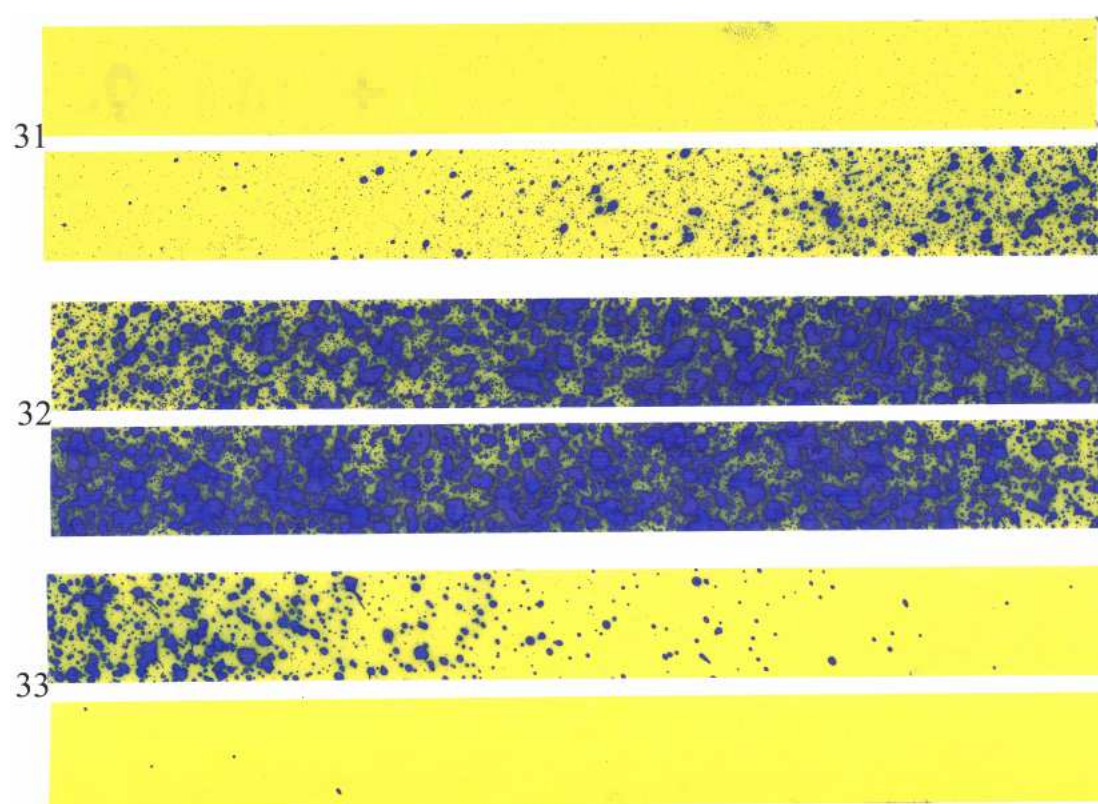


(d)

Figuur 3.4 *Spuitbeelden van de vier geteste spuiten. (a) Micro Plus, (b) Microfit Powerpack Pro, (c) Mini-Mantra Plus en (d) Referentiespuit.*

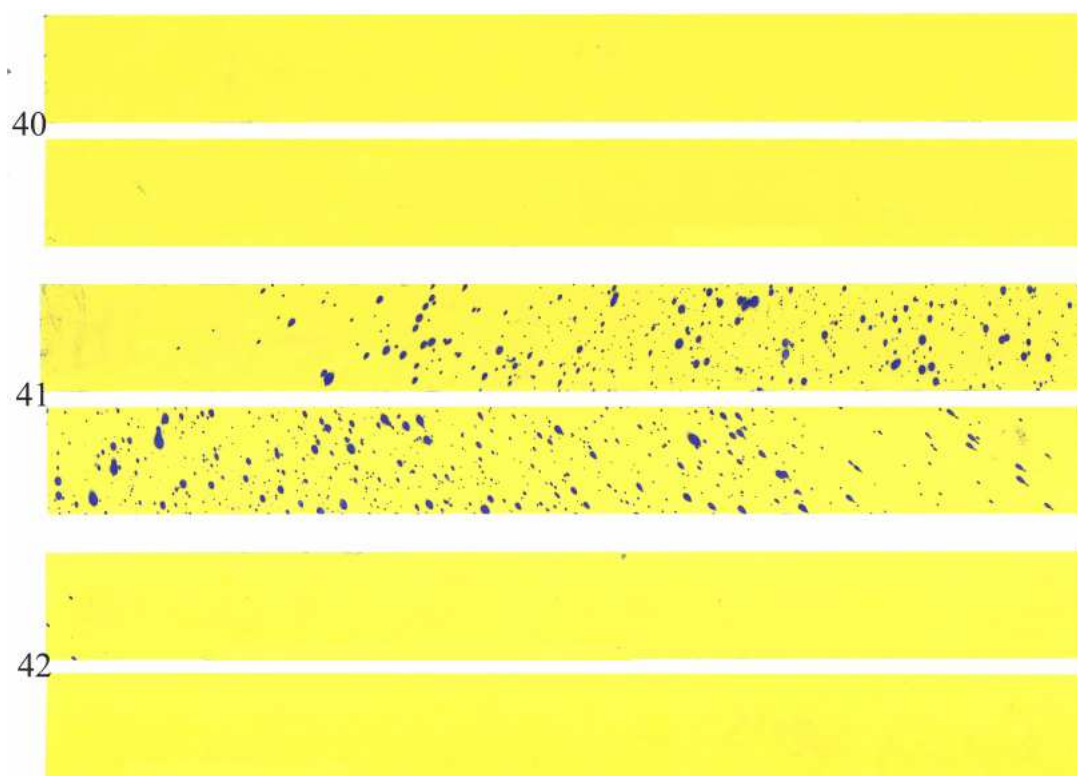


(a)

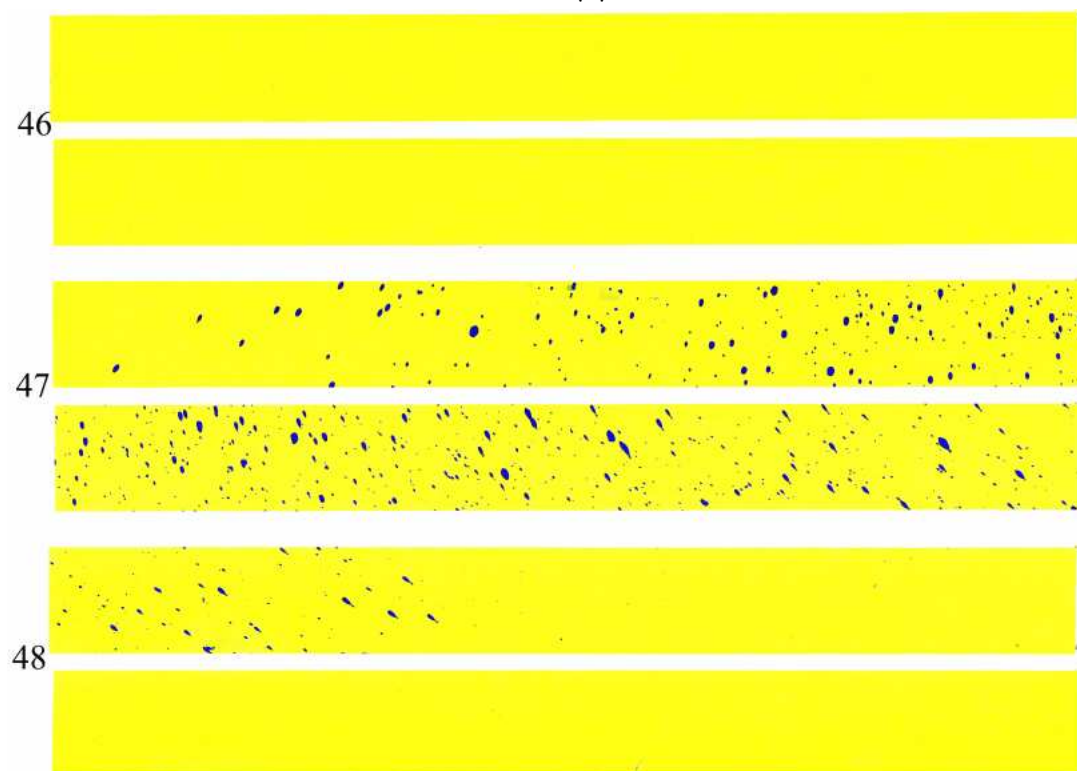


(b)

Figuur 3.5. Spuitbeelden bij 2 l/ha van de (a) Mini-Mantra Plus en de (b) referentiespuit. Bij bespuiting lagen de 6 afgebeelde stroken aan elkaar over een lengte van 150 cm loodrecht op looprichting.



(a)



(b)

Figuur 3.6. Spuitbeelden Micro Plus zonder (a) en met zijwind (b) met 1,2 L herbicide per ha. Bij bespuiting lagen de 6 stroken in de lengte aan elkaar (150 cm) loodrecht op looprichting



(a)



(b)

Figuur 3.7. Smitbeelden van de Mini-Mantra Plus zonder (a) en met zijwind (b) met 1,2 L herbicide per ha. Bij bespuiting lagen de 6 stroken in de lengte aan elkaar (150 cm) loodrecht op loopricting.

4. Conclusies

Vier spuiten waaronder drie ULV CDA-sputen en één luchtdruk referentiespuit werden getest op spuitvolumes, spuitbeelden en effectiviteit in dosis-responseproeven. De dosis-responseproeven en de aanvullende waarnemingen leverden de volgende resultaten en conclusies op:

In de dosis-responseproeven op onkruiden op een trottoir was tijdelijk een effect van spuittechniek en dosering op mate van onkruidbestrijding waar te nemen. Negen dagen na bespuiting kon een duidelijk onderscheid gemaakt worden in de effecten van de toegepaste doseringen én het gebruik van verschillende typen spuiten. Opvallend aan deze waarnemingen is dat de lagere doseringen toegepast met Mini-Mantra Plus een sterkere reactie op het onkruid tot gevolg had dan de behandelingen met de andere spuiten.

Uiteindelijk nivelleerden de verschillen tussen de spuiten en doseringen omdat alle behandelingen volledige bestrijding gaven. Dit was reeds 20 dagen na bespuiting bereikt. Doseringen van 0,6 L Roundup Evolution per ha gaven 100 % bestrijding in deze proef. De waargenomen effecten van de toegepaste doseringen zijn versterkt door het droge en warme weer.

In de dosis-responseproeven op een groenstrook waren op de twee waarnemingsmomenten duidelijke effecten waar te nemen zowel in de verschillende doseringen als in het gebruik van verschillende spuiten. De effectiviteit onderling tussen de spuiten per dosering is over de twee waarnemingsmomenten wisselend. Echter, het gebruik van de Mini-Mantra Plus heeft uiteindelijk een hoger en sneller effect over de periode van 20 dagen.

Niet alle doseringen hadden een 100% bestrijding tot gevolg. Dit verschil t.o.v. de trottoirproef wordt verklaard door verschil in hoeveelheid vegetatie en geringere droogtestress.

De waarnemingen in de dosis-responseproeven mbt gebruik van de Mini-Mantra Plus zijn minder wisselend dan die van de andere spuiten. Dit effect is opmerkelijk goed waar te nemen aan de vorm van een steilere S-curve voor de Mini-Mantra Plus.

De indicatie dat de response curve mede gerelateerd is aan de effectieve wijze van spuitmiddel toediening kan bevestigd worden door de resultaten van de separate middelafgiftetest die op de vier verschillende spuiten zijn uitgevoerd.

De spreiding in afgifte van het spuitmiddel met Mini-Mantra Plus is het kleinst, en dit komt een uniforme effectiviteit ten goede.

Met het watergevoelig papier werd een goed beeld verkregen van druppelgrootte en druppelverdeling van de spuiten. De Mini-Mantra Plus en de Microfit Powerpack Pro genereren kleinere en uniformere druppels dan de andere twee spuiten. De Micro Plus had een afgifte van een mix bestaande uit grote en kleine druppels. De referentiespuit had duidelijk het grootste spuitvolume en de grootst gevormde druppels. Onder praktische omstandigheden en bij afwezigheid van zijwind was de breedte van de spuitbeelden van de CDA-sputen 50 cm. Negentig procent van de spuitdruppels bedekt dan een gebied van 40 cm breed. Duidelijk is ook dat vooral kleine spuitdruppels gevoelig zijn voor zijwind.

Uit de waarnemingen aan de spuitbeelden en spuitvolumes blijkt dat er grote verschillen waren tussen de eigenschappen van de vier geteste spuiten. Deze verschillen hebben zich niet geuit in grote verschillen in effectiviteit. Het voordeel van kleine en uniforme druppels kon in de dosis-responseproeven tegen de verwachting in maar gedeeltelijk aangetoond worden. Alleen in de trottoirproef was dit voordeel tijdelijk te zien bij de Mini-Mantra Plus. Deze CDA-spuit komt uit het onderzoek als meest robuust en meest betrouwbaar naar voren.

Bijlage I.

Overzichtsfoto's dosis-respons experiment trottoir.



Bijlage II

Foto's dosis-responseexperiment op groenstrook; proefveldjes behandeld dosis 0.0 (a) , 1.2 (b) en 2.4 (c) L/ha Roundup Evolution verspoten met de Mini-Mantra-Plus.



(a)



(b)



(c)

Bijlage III

Overzicht experimenten op spuitbeelden



Bijlage IV

DOB weerfax

Opgesteld: Dinsdag 20 jun 2006 05:47
Regio: Veluwe

DUURZAAM
ONKRUIDBEHEER
OP VERHARDINGEN

Weersverwachting korte termijn:

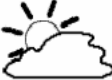
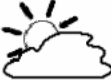
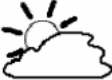
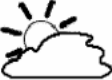
Datum Tijd	uur	20 jun 6	9	12	15	18	21	21 jun 0	3	6
Temperatuur 1.50 m.	°C	16	18	21	23	24	22	18	15	15
Temperatuur 0.10 m.	°C	15	19	24	27	26	23	18	15	14
Bladnat	/uur	●●●	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○●	●●○
Neerslag	mm	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0
Neerslagkans	%	10	10	0	0	10	10	10	10	10
Windrichting		ZW	ZW	ZW	ZW	WZW	W	WZW	ZW	ZW
Windsnelheid	m/s	1	2	4	4	4	3	1	2	3

Bladnat: ● gewas is nat ○ gewas is droog

Spruitomstandigheden Roundup Evolution:

Datum Tijd	uur	20 jun 6	9	12	15	18	21	21 jun 0	3	6
Werking		+	o	o	-	o	o	+	+	+
Uitvoering		--	++	++	++	++	++	++	+	-
Dosering (% oplossing)		-	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.50	1.50	-

Weersverwachting lange termijn:

Datum		Din 20 jun	Woe 21 jun	Don 22 jun	Vry 23 jun	Zat 24 jun
Weer						
Temp. 1.50 m. min/max	°C	16 / 24	15 / 21	12 / 19	13 / 20	12 / 20
Temp. 0.10 m. min/max	°C	15 / 27	14 / 24	10 / 21	11 / 23	11 / 23
Bladnat	/3 uur	●●●○○○○○	○●○○○○○○○	○●●○○○○○○	○●●○○○○○○	○●●○○○○○○
Neerslag	mm	0	1	1	1	1
Neerslagkans	%	10	10	10	20	20
Windrichting		ZW / W	ZZW / WZW	ZZW / WZW	OZO / WNW	NNO / NW
Windsnelheid min/max	m/s	1 / 4	1 / 5	2 / 5	2 / 4	1 / 4

REGIONAAL WEEROVERZICHT

Vandaag wisselen opklaringen en wolkenvelden elkaar af. Bij een matige zuidwesten wind loopt het kwik op naar rond de 24 graden. Het blijft de hele dag droog, hoewel het gebied nabij de oostgrens gevoelig is voor een verwaalde (onweers)bui die over het westen van Duitsland schuiven aan het eind van de middag en avond. In de loop van de nacht neemt de bewolking toe op nadering van een storing uit het westen, maar het blijft wel droog. In de nacht koelt het af naar 15 graden.

LANGE TERMIJN VERWACHTING

Woensdagnacht neemt vanuit het westen de bewolking toe en in de vroege ochtend kan er in het westen wat regen vallen. Het smalle neerslaggebied trekt verder oostwaarts en verlaat het zuidoosten pas rond middernacht. Aan de achterzijde overheersen de opklaringen. Het wordt 19-23 graden. De wind trekt flink aan naar matig in het binnenland tot krachtig aan de kust. Ook op donderdag staat er veel wind. Het is dan wisselend bewolkt en op de meeste plaatsen droog. Dit geldt ook voor vrijdag en zaterdag, met het verschil dat er dan minder wind staat.