

Lage dosering glyfosaat literatuurstudie

M. van Zeeland, R van der Weide

Lage dosering glyfosaat

literatuurstudie

Projectnummer 36.3.38

M. van Zeeland, R van der Weide

In opdracht van MLNV

© Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt

Bezoekadres	Edelhertweg 1, Lelystad
Postadres	Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Telefoon	0320 29 11 11
Telefax	0320 23 04 79
E-mail	info@pav.agro.nl
Internet	www.agro.nl/pav

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
1.1. Probleemstelling	5
1.2. Achtergrond	5
1.3. Doel literatuurstudie	5
2. Materiaal en methode	7
2.1. Werkwijze en indeling	7
2.2. Literatuurverwijzing	7
3. Resultaten	8
3.1. Dosering	8
3.2. Toedieningsfrequentie	10
3.3. Toedieningstijdstip	11
3.4. Licht	12
3.5. Temperatuur	12
3.6. Wind	14
3.7. Relatieve luchtvochtigheid	15
3.8. Bodemvocht	16
3.9. Neerslag	17
3.10. Combinatie van omgevingsomstandigheden	19
3.11. Hulpstoffen en uitvloeiers	19
3.12. Glyphosaat in combinatie met andere herbiciden	21
3.13. Verschillende spuittechnieken	22
3.13.1. Selectieve methoden van toediening	22
3.13.2. Niet-selectieve methoden	22
3.13.3. CDA (Controlled droplet applicators)	22
4. Literatuur	24
Bijlagen	27

Samenvatting

De komende jaren blijft een kritisch gebruik van gewasbeschermingsmiddelen relevant. Het herbicide glyfosaat, beter bekend als Roundup, wordt veelvuldig in de land- en tuinbouw gebruikt en heeft een brede werking. Na introductie van genetische gemodificeerde gewassen in Europa wordt verwacht dat het gebruik van glyfosaat alleen maar zal toenemen.

In deze literatuurstudie is geïnterviewd welke onkruidsoorten en –groottes, omstandigheden, spuittechnieken in combinatie met verschillende hulpstoffen eventueel verlaging van de dosering mogelijk maken.

Naast het raadplegen van de literatuur is om advies gevraagd van de DLV-specialisten, Ton Rotteveel van de Plantenziektenkundige Dienst en Hans de Ruiter van Plant Research International.

Een groot gedeelte van de informatie werd gehaald uit het boek “The Herbicide Glyphosate” van Grossbard en Atkinson. Het is gebleken dat m.b.t. het gebruik van de kritische dosering op onkruidsoorten met een verschillende grootte pas de laatste jaren meer onderzoek is gedaan. Ook t.a.v. het toedieningstijdstip (weer) en toedieningsfrequentie zou meer onderzoek noodzakelijk zijn.

1. Inleiding

1.1. Probleemstelling

In het bedrijfssystemen onderzoek (akkerbouw en vollegrondsgroenten) blijkt bij een kritisch gebruik van herbiciden volgens de laatste inzichten, dat glyfosaat in verhouding een steeds aanzienlijker deel van de totale herbicide belasting voor haar rekening neemt.

Uit de Nefyto cijfers van 1998 kan berekend worden dat er circa 480.000 kg actieve stof glyfosaat per jaar omgezet wordt. Dit is meer dan drie keer de hoeveelheid atrazin en meer dan 2 keer de hoeveelheid MCPA of MCPP. Daarbij draagt deze stof aanzienlijk bij aan het totale actieve stof verbruik in land- en tuinbouw. Voor een meer kritisch gebruik van glyfosaat is noodzakelijk te inventariseren welke onkruidsoorten en – groottes, omgevingsomstandigheden, spuittechnieken, in combinatie met verschillende hulpstoffen eventueel verlaging van de dosering mogelijk maken.

1.2. Achtergrond

Door de invoering van het MJPG wordt het pesticidegebruik kritisch gevolgd. Glyfosaat is een algemeen gebruikt herbicide met een brede werking. Het wordt in de land- en tuinbouw veelvuldig gebruikt voor het vóór zaai of opkomst van gewassen, chemisch afbranden van het onkruid, het doodspuiten van de onkruidvegetatie op tijdelijk onbeteeld land, het doodspuiten van groenbemesters, dekvruchten of weiden, het bestrijden van meerjarige en ontsnapte onkruiden in afgestorven aardappelen en afgerijpte granen en peulvruchten. Het is bovendien één van de twee herbiciden waar volop genetisch gemodificeerde gewassen (GMO) resistent tegen worden gemaakt. Na acceptatie van GMO gewassen in Europa kan verwacht worden dat het gebruik van glyfosaat verder zal stijgen.

De huidige advisering t.a.v. de benodigde dosering van glyfosaat lijkt weinig kritisch. In het DLV-spuitgidsje en op het etiket wordt b.v. geen onderscheid gemaakt tussen de dosering die nodig is om bijvoorbeeld een vegetatiedek van éénjarige onkruiden op onbeteelde terreinen te doden en de dosering voor het afbranden van klein éénjarig onkruid voor opkomst van een gewas. Ook zijn er geen adviezen t.a.v. de mogelijkheden voor doseringsverlaging afhankelijk van de weersomstandigheden.

1.3. Doel literatuurstudie

Via deze literatuurstudie is aan de hand van literatuurreferenties gekeken naar de invloed van:

- onkruidsoorten en grootte
- dosering
- toepassingstijdstip

- omgevingsomstandigheden zoals; licht, temperatuur, wind, % RV, bodemvocht en neerslag
- hulpstoffen en uitvloeiers
- verschillende spuittechnieken

op de werking van glyfosaat, beter bekend als Round-up. Met als doel aan te geven welke factoren een belangrijke rol spelen bij het bepalen van de kritische dosering van glyfosaat, zodat eventueel vervolgonderzoek doelmatiger opgezet kan worden.

2. Materiaal en methode

2.1. Werkwijze en indeling

In het naslagwerk “The Herbicide Glyphosate” van Grossbard en Atkinson worden artikelen tot 1985 vergeleken en becommentarieerd. Na dit jaar is ook veel informatie verschenen over dit herbicide. Echter weinig artikelen over de invloed van de dosering op verschillende onkruiden en grootteklassen. Grossbard en Atkinson merken al op dat het groeistadium van het onkruid en de weersomstandigheden de belangrijkste factoren die de werking van glyfosaat beïnvloeden zijn. Jordan (1997) concludeert echter in zijn onderzoek dat de dosering en het tijdstip van toepassing de belangrijkste variabelen zijn voor de bestrijding met glyfosaat. De respons ten aanzien van deze variabelen hangt af van de onkruidsoort. Waarschijnlijk zijn groeistadia, weersomstandigheden, dosering en toedieningstijdstip zo met elkaar verweven dat het moeilijk is hier een directe uitspraak over te doen.

Naast het naslagwerk is via WinSPIRS en Agralin gezocht naar relevante literatuur (bijlage 2). In deze bijlage zijn de verschillende zoekopdrachten weergegeven.

Daarnaast is er telefonische contact geweest met Ton Rotteveel (Plantenziektenkundige Dienst) voor eventuele aanvulling van de literatuuringangen. Hij kon daaraan niet veel toevoegen. Ten slotte wordt Hans de Rooter (Plant Research International) om aanvullende informatie gevraagd.

Al gauw bleek dat de literatuur die aan bovenstaand doel beantwoord, geschreven is in begin jaren tachtig (d.w.z. oude formulering van het product). De meeste informatie komt uit het boek van Grossbard en Atkinson: “The Herbicide Glyphosate”. In een Excel-file is voor de verschillende onkruidsoorten interessante informatie uit de verschillende tabellen verzameld (bijlagen 3 en 4). Daarin is verder o.a. de informatie van de AAGRUNOL-doseringsschijf en informatie uit afzonderlijk artikelen verwerkt. In de Excel-file is voor de dosis de werkzame stof (active ingredient = a.i.) in kg/ha weergegeven.

2.2. Literatuurverwijzing

De referenties worden aangegeven met de naam van de auteur(s) en jaar van publicatie. De titel en tijdschrift zijn te vinden in de literatuurlijst achter in dit verslag. Veel informatie komt uit het boek “The Herbicide Glyphosate” van Grossbard en Atkinson. Wanneer daaruit een artikel en conclusies zijn gehaald wordt naast naam van de auteur en jaar van publicatie (G&A) gezet. Deze artikelen zijn ook opgenomen in de literatuurlijst, maar zijn niet allemaal apart nagelezen. Conclusies zijn ter verantwoording van Grossbard en Atkinson.

3. Resultaten

3.1. Dosering

Bijlagen 3 en 4 geven overzichten van de doseringen en onkruidsoorten gevonden in verschillende literatuurbronnen. Daarbij is een selectie gemaakt voor éénjarige monocotyle en dicotyle (bijlage 3) en meerjarige onkruiden (bijlage 4). Bijlage 5 geeft een toelichting op bijlage 3 en 4.

In het DLV-sputgidsje wordt de doseringen geadviseerd;

kweek: 1,08 – 1,44 kg a.i./ha

éénjarige onkruiden: 0,72 – 1,44 kg a.i./ha

overblijvende tweezaadlobbigen: 1,44 – 2,16 kg a.i./ha

Tijdens de DLV-vergadering op 10 maart 1999 (zie verslag bijlage 1) is geïnventariseerd of er voor de verschillende onkruidsoorten een doseringsverlaging mogelijk is en of men daar evenaring mee had. Men heeft niet veel ervaring t.a.v. de kritische dosering. Een aantal mensen gaf 1- 1,5 l/ha aan, anderen gaven een minimum dosering van 2 l/ha aan. Het hangt ook samen met welke onkruiden op een perceel voorkomen. Als er veel moeilijk te bestrijden soorten voorkomen, wordt al gauw een hogere dosering aangehouden.

In “The Herbicide Glyphosate” wordt het volgende bestrijdingsadvies gegeven:

- éénjarige onkruiden; 0,56-1,12 kg/ha blz.429
- meerjarige graminëen; 0,5-2,24 kg/ha blz. 430
- meerjarige dicotylen; 2,24-8,8 kg/ha blz. 430

Hieruit blijkt dat meerjarige graminëen, zoals kweekgras gevoeliger voor glyfosaat zijn dan meerjarige dicotylen onkruiden.

In bijlage 5 is voor een aantal onkruiden de adviesdosering volgens de Universiteit van Gent weergegeven. Voor sommige onkruiden is het stadium er bij vermeldt. De onkruidsoort met adviesdosering is ook meegenomen in bijlage 4.

Ook Madsen en Jensen (1995) vermelden dat b.v. zwarte nachtschade (*Solanum nigrum* L.) tien keer gevoeliger is voor dezelfde dosering glyfosaat dan kleeftkruid (*Galium aparine*). Deze gevoeligheid is niet afhankelijk van het bestrijdingsniveau. Een ander voorbeeld van het verschil in dosering per soort is de bestrijding van handjesgras en éénjarige onkruiden in een grasmat. Tijdens de winterperiode leverde de laagste dosering 0,3 kg/ha een goede bestrijding op van éénjarige onkruiden (straatgras en gewone

ereprijs). Maar handjesgras moest met hogere doseringen (0,6 tot 2,2 kg/ha) bestreden worden. Dit gaf een onacceptabele schade aan de grasmat (Johnson en Ware, 1978).

Er kunnen dus verschillende doseringen geadviseerd worden voor verschillende onkruiden.

Algemeen geldt dat zaailingen gevoeliger zijn dan volwassen planten of planten die opgroeien uit ondergrondse delen. Dit is gerelateerd met het bladoppervlak dat bespoten wordt en het aantal meristemen en ondergrondse delen dat bestreden wordt (blz.118 G&A). Bij vergelijkbare groeistadia reageren de verschillende onkruidsoorten op geheel verschillende wijze. Dit heeft er toe bijgedragen dat er verschillen zijn waargenomen in: interceptie, retentie, penetratie, beweging en activiteit van het herbicide.

In 1998 hebben Kudsk en Mathiassen een uitgebreid onderzoek gedaan naar de invloed van dosering op verschillende onkruidsoorten in verschillende grootteklassen. Het onderzoek is gedaan in een potproef in de buitenlucht. De resultaten zijn beknopt opgenomen in bijlage 3 en 4. Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar bijlage 7 en tabel 1.

Voor 19 verschillende onkruidsoorten is voor 3 groeistadia per onkruidsoort de gevoeligheid voor glyfosaat bepaald. Daarbij is de ED50 g. a.i./ha (dosis waarbij 50 % van de planten doodgaat) en de ED90 g. a.i./ha (dosis waarbij 90 % van de planten doodgaat) per soort geschat. In tabel 1 is schematisch weergegeven voor ontwikkelingsstadia 1 (klein onkruid) en 2 (middelgroot onkruid) welke onkruidsoorten gevoelig zijn voor glyfosaat. Per soort is de bijbehorende grootte voor ontwikkelingsstadium 1 en 2 weergegeven. Klein onkruid heeft meestal minder dan 4 blaadjes, middelgroot onkruid meer dan 6 blaadjes. Het blijkt dat alle breedbladige éénjarige onkruiden in een vroeg stadium (klein onkruid) gevoeliger zijn voor glyfosaat dan voor de laatste twee ontwikkelingsstadia (middelgroot en groot onkruid).

Tabel 1. Schematische ordening van onkruidsoorten voor ontwikkelingsstadium 1 en 2 naarmate van gevoeligheid voor glyfosaat (ED90 dosering in gram a.i./kg/ha) (Kudsk, en Mathiassen, 1998).

<i>Ontwikkelingsstadium 1</i>	Glyfosaat- dosering	<i>Ontwikkelingsstadium 2</i>
	0	
vogelmuur (2 bl.), kleefkruid (1bladkrans), zwarte nachtschade (2 bl.), reukloze kamille (4 bl.), paarse dovenetel (2 bl.), ooievaarsbek (slibbladige) (2 bl.), herik (2 bl.), grote ereprijs (2 bl.)	25	vogelmuur (8-14 bl.)
akkerviooltje(1-2 bl.), zwaluwtong (1 bl.), duizendknoop (geklierde) (2bl.), kroontjeskruid (2-4 bl.), melganzevoet (2 bl.), reigersbek (gewone) (2-4 bl.)	50	ooievaarsbek (slibbladige) (6-8bl.), herik(5 bl.), kleefkruid (3-4 bladkrans) ereprijs (8 bl.), akkerviooltje (6-8bl.), hanepoot (4-5 bl.), paarse dovenetel 6 bl.), zwarte nachtschade (7-8bl.)
brandnetel (klein)(2 bl.)		
varkensgras (1-2 bl.), hanepoot (2 bl.), hondspeterselie (1-2 bl.)	100	kroontjeskruid (12-14 bl.), reigersbek (gewone) (8-10 bl.) melganzevoet(8 bl), varkensgras (10-12 cm), kamille (reukloze) (10cm)
klaver (witte) (2 bl.)	200	hondspeterselie (4-5 bl.), klaver (witte) (4 bl.), zwaluwtong (5-6 bl.)
	400	brandnetel (kleine) (6-8 bl.) duizendknoop (geklierde) (30 cm)
	800	

Samenvattend (bijlage 7 en tabel 1) kan voor éénjarige onkruiden de volgende dosering voldoende bestrijding geven:

- klein onkruid (1-4 bladeren): 0,03 -0,45 kg a.i./ha
- middelgroot onkruid (4bl-30cm): 0,09 – 1,90 kg a.i./ha
- groot onkruid (10 –40 cm): 0,3 – 1,5 kg a.i./ha

Uit dit onderzoek blijkt dat er een verlaging van dosering mogelijk is.

3.2. Toedieningsfrequentie

In bijlage 8 zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek van Jensen (1998). Verscheidene onkruidsoorten in glyfosaatresistente suikerbieten zijn met een gedeelde dosering bestreden. Hij concludeert uit dit onderzoek dat een gift in drie keer iets meer effect heeft, dan een gedeelde gift. Daarmee kan de hoeveelheid actieve stof van 3,0 kg a.i./ha worden teruggebracht naar 0,5-1,2 kg a.i./ha. Een gedeelde gift, zo stelt hij, vermindert niet alleen het totaal gebruik van herbiciden; het geeft boeren ook

een grotere mogelijkheid het juiste spuitmoment te kiezen. Daardoor kunnen onkruiden bij verschillende groottes met een minimale dosering onder optimale omstandigheden worden bestreden.

Ook uit eerder onderzoek van Madsen en Jensen (1995) bleek dat een gedeelde gift betere bestrijding gaf. Het merendeel van de onderzochte onkruiden is met een gedeelde gift goed te bestrijden. In tabel 2 wordt weergegeven welke onkruidsoorten met een gedeelde gift slecht zijn te bestrijden.

Tabel 2. Onkruidsoorten die matig of slecht zijn te bestrijden met een gedeelde gift (Jensen, 1998).

soort	gift in drie keer			gift in twee keer		
	3 * 0,5 l/ha	3 * 1,0 l/ha	3 * 2,0 l/ha	2 * 0,75 l/ha	2 * 1,5 l/ha	2 * 1,5 l/ha
klaver (wit)	-	±	+	-	-	+
klaver (rood)	-	-	-	-	-	+
zwaluwtong	-	+	+	-	±	+
straatgras	-	+	-	-	-	+
akkerviooltje	-	-	±	-	-	-
wolfsmelk	-	+	+	+	+	-
kroontjeskruid	-	+	+	-	+	±
ereprijs	+	+	+	-	+	+

3.3. Toedieningstijdstip

Het tijdstip van toediening is belangrijk, omdat de hoogste bestrijding met glyfosaat bij meerjarige onkruiden wordt gehaald als de plant voedselreserves aan het opbouwen is en aan het eind is van zijn ontwikkeling ("sink stage of development"). Toediening in de nazomer en herfst hebben dan ook een beter resultaat dan in het voorjaar (blz. 431 G&A).

Voor o.a. de bestrijding van kweek bleek dat een lagere dosering (0,56 en 1,12 kg a.i./ha) toegepast op de graanstoppel eind oktober een betere bestrijding gaf dan toegepast eind september. Bij een hogere dosering van 2,24 kg a.i./ha werden geen verschillen tussen de seizoenen gevonden. De toediening van 35 kg N/ha 15 of 30 dagen voor de bespuiting verbeterde het bestrijdingsresultaat niet (Duke en Hunt, 1977).

Kweekgras moet voor een goede bestrijding in dit onderzoek minstens vier bladeren hebben anders was de bestrijding minder effectief (Ivany, 1981).

Er worden aanbevelingen gedaan om vóór de oogst van granen, koolzaad en erwten, een bespuiting met glyfosaat uit te voeren ter bestrijding van meerjarige dicotyle onkruiden. Bij dezelfde doseringen als in de herfst worden voor de oogst echter betere bestrijdingsresultaten geboekt. Er werden geen negatieve gevolgen op de kieming of de verwerkingskwaliteit van de gewassen gevonden (Grossbard en Atkinson, 1985).

3.4. Licht

Licht heeft invloed op de groei en ontwikkeling van de plant gedurende de langere periode voor het toedienen, wat tot uitdrukking komt in de grootte, het aanzien en de fysische conditie van de plant. In een schaduwachtige omgeving, bijvoorbeeld in een graangewas, zullen onkruidplanten; langer worden, een andere bladmorphologie, cuticula en dikte van de waslaag laten zien, dan wanneer zij in de volle zon staan. Uit onderzoek is gebleken dat planten die in een schaduwachtige omgeving zijn opgegroeid over het algemeen met lagere doseringen glyfosaat kunnen worden bestreden (Grossbard en Atkinson 1985). Voor de bestrijding van kweekgras wordt daarbij aangegeven dat eind mei en oktober de beste tijdstippen zijn voor bestrijding (Majek, 1980, blz. 103 G&A).

Over de invloed van licht in de periode kort voor het spuiten is in de literatuur niet zoveel bekend. In de periode kort na het spuiten heeft een toename van de lichtintensiteit invloed op de opname, de translocatie en de werkingssnelheid van het herbicide (blz. 103 en 104 G&A).

Onder natuurlijke omstandigheden is het verschil tussen dag en nacht niet alleen een verschil in lichtintensiteit, maar ook in temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Caseley, Coupland en Hough hebben in 1983 een onderzoek gedaan naar de invloed van deze factoren op de bestrijding van kweekgras (dag: 16 °C, 48% RV, 90 Wm⁻²; nacht: 10 °C, 85% RV, geen licht). Groepen planten werden bespoten aan het begin van de dag, rond de middag, aan het eind van de dag en in de nacht (12 u. daglengte). Uit de resultaten blijkt dat gedurende de dag er een beter translocatie van glyfosaat plaatsvindt. Terwijl gedurende de nacht er een betere absorptie van glyfosaat plaatsvindt door een hogere relatieve luchtvochtigheid. In beide gevallen was de bestrijding goed. De dagbehandelingen lieten een iets beter bestrijding van de knopen van het kweekgras zien.

Het meeste onderzoek is gedaan naar de invloed van licht in de periode lang ná het spuiten. Waarbij de meeste onderzoekers het eens zijn dat een verhoogde lichtintensiteit en daardoor een verhoogde translocatie in die periode de werking van glyfosaat verbetert. Licht heeft echter minder invloed op de werking dan temperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

3.5. Temperatuur

De temperatuur beïnvloedt de groei en ontwikkeling van planten door direct effect te hebben op chemische, fysische en biochemische reacties in de plant. Dit uit zich in; het aanzien van de plant, de grootte, de omvang, de morfologie en de cuticula-ontwikkeling van de plant. De temperatuur beïnvloedt ook de transpiratie, wat effect heeft op de waterhuishouding van de plant, zoals cuticula-hydratie en minimale absorptie bijvoorbeeld. Deze factoren hebben in mindere of meerdere mate direct of indirect invloed op de reactie van de plant op glyfosaat.

In het algemeen kan gezegd worden dat bij het stijgen van de temperatuur er een toename plaats vindt van absorptie en translocatie van herbiciden die op het blad worden gespoten. Dit komt omdat er meer diffusie plaatsvindt door de cuticula. Bovendien is er een toename van transpiratie, waardoor er meer apoplastische

beweging is en een toename van de algemene metabolische activiteit wat leidt tot het vrijkomen van energiebronnen die assimilaten vrijzetten in de translocatiestroom. Efficiënte translocatie is essentieel voor de optimale translocatie van phloem-mobiele herbiciden zoals glyfosaat (Schutz en Burnside, 1980). Bij een constante relatieve luchtvochtigheid beïnvloedt de temperatuur direct de snelheid waarmee de sproeidruppels drogen op het plantoppervlak. Het is bekend dat wateroplosbare herbiciden in oplossing moeten zijn willen ze geabsorbeerd worden, daardoor zal de glyfosaatabsorptie beperkt worden bij warm en droog weer (Sargent, 1965, G&A). De temperatuur beïnvloedt ook de snelheid van het herbicide metabolisme in de plant. Het uiteindelijke effect van de temperatuur op de werking van het herbicide is een resultaat van de interactie van bovengenoemde factoren.

Wanneer planten opgroeien in een relatief warme periode zullen ze meer herbicide absorberen en kan het herbicide zich makkelijker verspreiden in de plant. Het is erg plantensoort afhankelijk hoe sterk dit effect is. Bij onderzoek naar de werking van glyfosaat tegen kweekgras en handjesgras bleek de temperatuur nauwelijks effect te hebben op het bestrijdingsresultaat. Terwijl bij een breedbladige soort als *Betula verrucosa*, ruwe berk, er wel een effect werd gevonden.

Bij het doden van aardappelopslag bleek de temperatuur ook een rol te spelen. Onder koeler omstandigheden (13°C overdag en 4°C nachts) was de fytoxiciteit van glyfosaat bij een dosering van 0,56 kg/ha 50 % minder dan bij hogere temperaturen (24°C/13°C) (Masiunas en Weller, 1985).

Het effect van lagere temperaturen of vorst voorafgaand aan de bespuiting hangt af van verschillende factoren, m.n. de intensiteit van de koude, wanneer het zich voordoet in relatie tot het spuiten, en de plantensoorten die bespoten worden. Ivany (1981) beschreef dat bij vorst er een minder effectieve bestrijding met glyfosaat plaatsvindt, omdat er bladnecrose ontstond.

Voor de periode kort voor het spuiten is er vooral onderzoek gedaan naar de invloed van vorst. Voor kweekgras bleek dat een behandeling met glyfosaat effectief was de morgen na nachtvorst. In hetzelfde onderzoek werd gevonden dat handjesgras meer vorsttolerant was en nog goed bestreden kon worden bij -3°C tot -4°C. Terwijl luzerne al beschadigd werd door de vorst bij -2 °C, waardoor de bestrijding met glyfosaat minder werd. Verklaring voor dit verschil is o.a. dat bij luzerne er wel absorptie maar minder translocatie plaatsvindt bij een lagere temperatuur. Terwijl translocatie van glyfosaat in kweekgras niet significant wordt beïnvloedt door de vorst. De planten waren niet zichtbaar aangetast door de vorst. Bij onderzoek naar strengere vorst (één à twee nachten -6°C tot -8°C) bleek wel een verminderde werking van glyfosaat, veroorzaakt door een verminderde translocatie van glyfosaat. Er werd niet bij vermeldt welk mechanisme hieraan ten grondslag ligt.

Voor de periode kort na het spuiten is voor de werking van glyfosaat van belang. Tijdens deze periode wordt het herbicide geabsorbeerd, verspreidt in de plant en begint het te werken in de verschillende plantendelen. De werking van glyfosaat kan gedurende deze periode in twee groepen worden weergegeven: onder vorstomstandigheden en bij hogere temperaturen. Davis, Fawcett en Harvey (1978) (G&A) bestudeerde vooral de invloed van vorst in de periode na toediening. In tegenstelling tot de geringe invloed van vorst voor het toedienen bleek dat vorst na het toedienen een verminderde werking van

glyfosaat tegen kweekgras had. Bij luzerne bleek er geen verschil in werking te zijn door de vorst in de periode voor of ná de bespuiting .

Bij onderzoek van Coupland en Caseley (1981) (G&A) naar de invloed van hogere temperaturen op de werking van glyfosaat, bleek dat voor kweekgras er meer glyfosaat in de rhizomen werd gevonden onder warmere omstandigheden. Bijvoorbeeld bij 26 °C werd na 3 uur met 1,2 kg a.i./ha volledige doding van de rhizoomknopen gevonden. Terwijl bij 16 °C dit nog niet na 6 uur werd verwezenlijkt. Bij 10°C werd volledige doding nog niet gevonden na 12 uur, maar de levensvatbaarheid van de knopen werd gereduceerd tot 8%. Er vond een groter translocatie plaats in de uiteinden van de rhizomen onder de warmere dan onder de koudere omstandigheden.

Voor handjesgras vond Jordan (1977) dat bij een constante relatieve luchtvochtigheid van 40% bij 32°C een betere bestrijding plaatsvond dan bij 22°C (temperatuurverschillen werden tot 24 uur na de bespuiting gehandhaafd). Een relatieve luchtvochtigheid van 100% gaf geen significant verschil in bestrijding te zien tussen de verschillende temperaturen. Dit benadrukt de relatieve belangrijkheid van de relatieve luchtvochtigheid op de werking van glyfosaat .

Uit het meeste onderzoek dat gedaan is in de langere periode na de bespuiting blijkt dat een relatief lage temperatuur een betere werking geeft dan hogere temperatuur wanneer glyfosaat eenmaal de plaats heeft bereikt waar de doding van de plant plaatsvindt (G&A). Dit is onder andere gevonden voor kweekgras en knolcyperus. Men mag dus concluderen dat koelere omstandigheden na de bespuiting een betere werking laten zien. Ondanks het feit dat er meer glyfosaat wordt geabsorbeerd en verplaatst onder warmere omstandigheden na het spuiten. Een mogelijke verklaring is dat planten onder warmere omstandigheden harder groeien, wat zorgt voor een verdunning van glyfosaatconcentratie. Andere onderzoekers vermoeden dat er meer glyfosaat in CO² wordt omgezet in het metabolisme van de plant (Grossbard en Atkinson, 1985).

3.6. Wind

Van alle omgevingsfactoren die planten beïnvloeden zijn wind en luchtbewegingen het minst onderzocht. Wind maakt spuiten al dan niet mogelijk. De aanwezigheid van wind geeft een interactie met de instraling en de relatieve luchtvochtigheid die weer invloed heeft op de temperatuur, de verdamping en de CO²-huishouding van de plant. Wind beïnvloedt dus de werking van herbiciden en direct via de invloed op de spuitinterceptie en retentie en op het drogen van sproeidruppels. Daarnaast kan de werking van het herbicide ook beïnvloed worden door gronddeeltjes in de luchtstroom die de cuticula beschadigen, waardoor het herbicide makkelijker binnenkomt. Grace (1977) (G&A) heeft een goed artikel geschreven over de respons van planten op wind. Muzik (1976) vermeldt kort de gevolgen van de interactie van wind en de werking van het herbicide.

3.7. Relatieve luchtvochtigheid

Hier verstaat men onder de hoeveelheid water die in een gegeven hoeveelheid lucht voorkomt in verhouding tot de hoeveelheid die deze hoeveelheid lucht maximaal kan vasthouden. Transpiratie en tot op zekere hoogte de droogtijd van de sproeidruppels kunnen bij een gegeven temperatuur een vaste relatie geven met de relatieve luchtvochtigheid (RV).

Daarom is het belangrijk om bij een bepaalde RV ook de temperatuur te vermelden, wat het mogelijk maakt om de hoeveelheid water in de lucht weer te geven in absolute luchtvochtigheid (AV):

$AV = 216,7 * e / t + 273$, waarbij t de luchttemperatuur (in °C) is en de luchtdruk is (in millibars).

De luchtvochtigheid heeft relatief weinig effect op het drooggewicht van planten wanneer er voldoende bodemvocht beschikbaar is. Maar het kan wel invloed hebben op de bladgrootte en vorm, het aantal stomata en trichomen, de hoeveelheid en samenstelling van de epicuticulaire waslaag en de cuticula. Deze planten karakteristieken hebben wellicht invloed op de werking van glyfosaat. De meeste studies in relatie tot relatieve luchtvochtigheid concentreren zich op de condities rond het spuittijdstip, wanneer de droogsnelheid van de druppels, de cuticula-hydratie en transpiratie de belangrijkste factoren zijn voor de werking van glyfosaat (G&A).

Merritt (1982) (G&A) heeft aangetoond dat de opname van glyfosaat toeneemt bij een toename van de concentratie van het herbicide, maar afneemt als de oplossing opdroogt. Als de cuticula verzadigd is met water is de opname van contactherbiciden beter. De wateroplosbare componenten in glyfosaat komen de plant binnen via het water in de cuticula. Transpiratie neemt toe onder lage relatieve luchtvochtigheid en wanneer er voldoende bodemvocht aanwezig is, neemt de acropetale (van de basis naar de top verlopend) beweging van glyfosaat in de apoplast toe (zie ook onderzoek de Ruiter en Meinen, 1995).

Het blijkt dat de relatieve luchtvochtigheid een belangrijke invloed heeft op de werking van glyfosaat.

Lund-Høie (1979) (G&A) heeft ruwe berk zaailingen bij twee instellingen van de RV een week vóór en een week ná de behandeling met glyfosaat vergeleken. Bij 12°C verdubbelde de opname en het transport in het blad bij een toename van de RV van 50 naar 70%. Bij 24°C vervijfvoudigde deze processen bij een toename van de RV van 25 naar 70%. Dezelfde tendensen zijn beschreven door Jordan (1977), die onderzoek heeft gedaan naar handjesgras. De planten werden gehouden bij 40 en 100% RV voor drie weken en daarna teruggezet bij een “gemiddeld” milieu tot ze beoordeeld werden. Het bleek dat het versgewicht van de planten bij 22°C en het hoge RV niveau vijf keer hoger was dan bij het lage RV niveau, bij 32 °C was het zelfs tien keer hoger. Het blijkt dat er dus een nauwe interactie is tussen de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid met betrekking tot de opname, het transport en de werking van glyfosaat. Dit wordt ook bevestigd in het onderzoek van Hallgren en Gummesson (1985) waarin glyfosaat beter werkt tegen kweekgras bij lagere temperaturen (6-10°C), wanneer de RV geen effect heeft op de activiteit van glyfosaat.

Ook in de periode ná het spuiten blijkt dat er snellere opname en transport van glyfosaat plaatsvindt bij een hogere relatieve luchtvochtigheid. In hetzelfde onderzoek van Jordan (1977) blijkt dat bij een RV van 100% i.v.t. 40% er vier keer zoveel wordt opgenomen bij 22°C en zes keer zoveel bij 32 °C. Whitwell

et al. (1980) (G&A) bevestigde in hun onderzoek deze tendensen min of meer. Zij gebruikten geen uitvloeier waardoor er een minder glyfosaat werd opgenomen, maar de tendens dat bij een hoger RV er meer wordt opgenomen bleek bevestigd.

In de langere periode ná het spuiten bleek dat het effect van een hoger relatieve luchtvochtigheid minder is. McWhorter en Azlin (1978) (G&A) beschreven dat als er een uitvloeier wordt gebruikt het effect van een lagere RV enigszins wordt opgeheven, maar dat een hoger RV toch nog het beste bestrijdingsresultaat geeft. Uit alle onderzoeken die door Grossbard en Atkinson zijn verzameld, bleek dat ondanks het verschil in soorten, toetsmethoden en de aan- of afwezigheid van uitvloeiers een hoge relatieve luchtvochtigheid een beter bestrijdingsresultaat gaf dan een lage relatieve luchtvochtigheid. In alle studies is ook onderzoek gedaan naar de periode kort ná het spuiten, waaruit blijkt dat deze periode belangrijk is in relatie tot de relatieve luchtvochtigheid.

In tabel 3 worden de verschillende factoren in relatie tot de relatieve luchtvochtigheid samengevat.

Tabel 3. Effecten van de relatieve luchtvochtigheid op de opname en het transport van glyfosaat.

Factor	hoge RV	lage RV
Sproeidruppel	Glyfosaat in oplossing	Druppel droogt op
Cuticula	Verzadigt met water	Minder verzadigt met water
Glyfosaat diffusie	Neemt toe	Neemt af
Glyfosaat concentratie in mesofyl	Neemt toe	Neemt af door beweging in de apoplast
Plasmalemma penetratie	Neemt toe door een hoger glyfosaat concentratie gradiënt	Neemt af door een lager glyfosaat concentratie gradiënt
Transport in de symplast	Hoger	Lager

3.8. Bodemvocht

Deze factor is in zoverre van belang dat het de vochtvoorziening van de plant en het microklimaat om de plant beïnvloedt. In relatie tot glyfosaat is alleen onderzoek gedaan naar een tekort aan bodemvocht, niet naar een overschot.

Afname van het bodemvocht veroorzaakt een verminderde werking van glyfosaat en kan de opname via het blad en de efficiëntie van de translocatie verminderen. Dit blijkt o.a. uit onderzoek van de Ruiter en Meinen (1995). Zij verwijzen in hun artikelen naar andere onderzoeken waaruit hetzelfde blijkt.

Uit onderzoek door Moosavi-Nia en Dore (1979a) (G&A) bleek dat als een tekort aan bodemvocht in de periode voor toediening een verminderde opname van glyfosaat veroorzaakte. Wanneer de potten één week voor toediening echter op veldcapaciteit werden gebracht bleek de bestrijding vergelijkbaar met potten die gedurende de hele proef op veldcapaciteit werden gehouden. Dit duidt erop dat de verminderde werking van glyfosaat, door een tekort aan bodemvocht, primair oorzaak is van fysiologische en biochemische processen die omkeerbaar zijn. En niet zozeer oorzaak van de onomkeerbare veranderingen in de bladvorm, grootte en waslaagsamenstelling van de cuticula.

Chase en Appleby (1979) (G&A) onderzochten gedurende 4-5 dagen voor behandeling met glyfosaat tot de beoordeling de invloed van een verminderde watergift bij *Cyperus rotundus*. Planten die bij een waterpotentiaal van $-0,8$ MPa groeide vertoonden geen verminderde opname van glyfosaat, maar bij een waterpotentiaal van $-1,1$ MPa werd de helft van de glyfosaat maar opgenomen in vergelijking met planten bij veldcapaciteit.

Ahmadi, Haderlie en Wicks (1980) (G&A) keken naar de invloed van bodemvocht op de opname van glyfosaat door hanepoot bij verschillende groottes. De planten werden na een watertekort voor drie dagen bij een hoogte van respectievelijk 7,5 en 15 cm behandeld met glyfosaat. Bij de jongere planten werd alleen een reductie van glyfosaatopname waargenomen bij sterk verminderd bodemvocht ($-3,7$ MPa). Bij de oudere planten werd de opname gehalveerd bij $-0,5$ MPa (middelste niveau). Bij de oudere planten die groeide onder waterstress omstandigheden werd glyfosaat minder getransporteerd. Er vond minder transpiratie plaats en er was een vermindering in buffersterkte. De oudere en grotere bladeren hebben bij een watertekort een sterkere bindingscapaciteit en houden daardoor meer herbicide in het behandelde gebied.

Ook de Ruiters en Meinen (1995) hebben gekeken naar de invloed van waterstress (gemeten bij 3 waterpotentialen) op de werking en translocatie van glyfosaat al dan niet in combinatie met uitvloeier in zwarte nachtschade. Glyfosaat zonder uitvloeier; translocatie efficiëntie werd niet beïnvloed door waterstress. Glyfosaat met uitvloeier; translocatie-efficiëntie bij milde en sterke waterstress was minder dan zonder waterstress.

In de periode ná het spuiten bleek dat bij een temperatuur van 24°C en een 100 % RV er geen invloed van het bodemvocht werd gemeten. Als echter de temperatuur steeg en de RV afnam, bleek dat vooral bij het verwelkingspunt er een significant verminderde opname en transportatie van glyfosaat plaatsvond (McWhorter, Jordan en Wills, 1980, G&A). Waaruit blijkt dat een vermindering van bodemvocht in de periode tot 72 uur na toepassing tot een vermindering van de glyfosaatopname kan leiden. Een hogere relatieve luchtvochtigheid kan dit compenseren door de beweging van water met glyfosaat naar de stam te stimuleren.

In het algemeen kan gezegd worden dat de beschikking tot weinig bodemvocht en een lage RV een vermindering geven in de opname van glyfosaat. In hoeverre de bestrijding met glyfosaat verminderd wordt, hangt onder meer af van de droogteresistentie van de plant en/of de plant gewend is geraakt aan de droogtestress.

3.9. Neerslag

Condensatie van waterdamp vindt plaats op plaatsen waar de luchttemperatuur zakt tot onder het punt dat er dauw wordt gevormd. Dauw kan ook op plaatsen worden gevormd waar geen regen kan komen. Zodoende kan dauw onder droge omstandigheden van belang zijn, zodat het bladoppervlak nat wordt gehouden. Regendruppels kunnen door de energie opgedaan tijdens hun val epicuticulair materiaal en niet-plant materiaal, zoals spuitdepositie losmaken. Het opsprengen van regen zorgt ervoor dat spuitoplossingen

over de plant verplaatst worden. Voor glyfosaat kan gezegd worden dat alle actieve stof die op de grond komt in feite verloren is. Regen en dauw zorgen er beiden voor dat de cuticula verzadigd is met water en dat glyfosaat in oplossing blijft, wat voor een betere penetratie van het herbicide in het blad zorgt.

In de langere periode voor het spuiten levert regen een aanvulling van het bodemvocht. Dit is besproken in de paragraaf "Bodemvocht". Bovendien kan regen bepaalde delen in en op het blad losweken, zodat de structuur van het blad verandert. Dit aspect is niet onderzocht, maar kan wel een verklaring zijn voor eventuele verschillen tussen kas- en veldexperimenten (G&A).

De meeste boeren en bestrijdingsmiddelenfabrikanten beschouwen regen en dauw in de periode voor de bespuiting als ongewenst. Terwijl uit onderzoek van Caseley, Coupland en Simmons (1975) (G&A) blijkt dat glyfosaat 2,5 uur langer in druppelvorm opgelost blijft als de bladeren worden bedauwd. Sommige druppels rolden wel van de bladeren af, maar dit werd gecompenseerd door een hogere spruitinterceptie en retentie. De bladeren buigen ook door, waardoor er meer bladoppervlak wordt bespoten. In het veld zullen de druppels gauwer van het blad afrollen omdat er meer wind is.

Regen en dauw kunnen ook voor een herverdeling van het herbicide over de plant zorgen. Verschillende onderzoeken hebben aangetoond dat herbiciden effectiever werken tegen grasachtigen wanneer ze aan de inplantingsbasis van het blad worden aangebracht.

Het is erg moeilijk om de hoeveelheid neerslag op een plant te meten. Het effect van neerslag is waarschijnlijk ook erg afhankelijk van de leeftijd van de plant, de soort, andere milieufactoren en de formulering en de vorm van toediening van het herbicide.

De activiteit van glyfosaat tegen kweekgras werd verhoogd wanneer de bladeren zodanig werden bevochtigd dat er geen water af liep (geen 'run-off') (Coupland en Caseley, 1981, G&A). In een vergelijkbare behandeling die herhaald werd 6 uur na de bespuiting en daarna dagelijks gedurende 3 dagen concludeerden de onderzoekers dat de verhoogde activiteit van glyfosaat is bij een lagere vochtigheid dan bij een hogere (Caseley, Coupland en Simmons, 1975, G&A).

De werking van glyfosaat is vooral gevoelig voor regen vanaf het tijdstip van toediening tot het moment dat het herbicide het blad is binnengedrongen. Veel onderzoek mist echter essentiële gegevens zoals; de intensiteit van de regen, de duur en het interval tussen toediening en regenval. Verschillende onderzoekers vermelden dat een regenvrije periode van 6-8 uur nodig is om de actieve stof van glyfosaat door het blad te laten opnemen. Factoren die daarbij van belang zijn, zijn o.a.: de dosering, de concentratie en de formulering van de actieve stof en de fysiologische conditie en grootte van soorten. De milieuomstandigheden gedurende de periode tussen herbicide toediening en het begin van de regen zijn ook belangrijk. Elke factor die de opname van glyfosaat verhindert tijdens de periode na het spuiten zal daardoor ook bij regenval de werking van glyfosaat verminderen. Veranderingen in de formulering of toediening kunnen de verminderde werking van glyfosaat tegengaan. Daarnaast is er meer onderzoek nodig naar de invloed van regen op de werking van glyfosaat op verschillende onkruidsoorten, ook in relatie tot formulering en spuittechnieken.

3.10. Combinatie van omgevingsomstandigheden

Onder gunstige omstandigheden kan glyfosaat snel door de plant worden opgenomen. Het proces van penetratie en transport wordt gekenmerkt door een aanvankelijk korte en snelle fase gevolgd door een langzame en langere fase. Glyfosaat is in staat systematisch een opeenvolging van knopen in o.a. kweekgras te doden. Andere herbiciden zijn daartoe minder in staat.

De tendensen die geassocieerd worden met de invloed van de verschillende omgevingsfactoren op de werking van glyfosaat hebben een hoge mate van consistentie (G&A, conclusies hoofdstuk 7). Gedurende de langere periode voor het spuiten (langere-voor-toedieningsperiode) is een lage lichtintensiteit en temperatuur gunstig voor de bestrijding, een hoge relatieve luchtvochtigheid in verhouding tot lage lichtintensiteit en temperatuur heeft minder invloed. Dichterbij de tijd van toediening worden goede groeiomstandigheden, o.a. hogere temperaturen en voldoende vocht in de bodem, belangrijker voor de werking van glyfosaat. Dit zorgt ervoor dat het gewas het herbicide makkelijk opneemt. Een lagere lichtintensiteit in deze periode is i.t.t. de lagere-voor-toedieningsperiode minder belangrijk. Op de tijd van toediening moeten regen (> 0,5 mm) en hoge windsnelheden (>12 km/u) worden vermeden. Kort na de toediening zorgen een hoge relatieve luchtvochtigheid, dauw of “motregen” dat het herbicide in oplossing blijft en dat de cuticula van de plant verzadigd is met vocht wat voor een goed penetratieproces zorgt. Een hoge lichtintensiteit en hogere temperaturen zorgen voor een betere penetratie na toediening. De vochtvoorziening van de bodem is vooral belangrijk op het moment kort voor toediening, het toedieningstijdstip en kort erna, waarbij de grond voldoende nat moet zijn. Brattain (1980) vermeldt dat zelfs kleine onkruidplantjes nog significant grote hoeveelheden water uit de bodem kunnen onttrekken. Een uitstel van de bespuiting, bij verwachting van aanhoudend droog weer, kan leiden tot minder beschikbaar bodemvocht voor de planten en daardoor een minder effectieve bestrijding. Kortom de beste bestrijding is te verwachten bij niet te warm (relatief lage temperatuur) en bewolkt weer voor het spuiten, windstil weer tijdens het spuiten met een hoge relatieve luchtvochtigheid kort na het spuiten. Na het spuiten mogen de temperatuur en licht toenemen. Ook bij temperaturen rond het vriespunt vorst blijft het middel zijn werking behouden, hoewel de werking langzamer is. (Bouma en Wartena, 1994, Grossbard en Atkinson, 1985)

3.11. Hulpstoffen en uitvloeiers

Hulpstoffen verbeteren in zijn algemeenheid de werking van het middel in dit geval glyfosaat. Toevoeging van een uitvloeiers aan glyfosaat verbeteren de hechting van de spuitdruppels aan het blad en verhoogd de opname van glyfosaat (de Ruiter en Meinen, 1998 en Laerke, 1995).

Ze zorgen ook voor hygroscopische waterhechting. Daardoor verhinderen ze dat componenten die in water oplosbaar zijn uitkristalliseren en niet meer mobiel zijn. Uitvloeiers zorgen ook voor een beter contact van glyfosaat met het bladoppervlak (Laerke, 1995).

Een veelgebruikte hulpstof waarover veel verwijzingen in de literatuur zijn te vinden is ammonium sulfaat. Verscheidene onderzoekers vermelden een toename van de effectiviteit van glyfosaat door toevoeging van ammoniumsulfaat. Terwijl er ook een kanttekening bij wordt gemaakt dat dit erg afhankelijk is van de onkruidsoort waarbij het wordt toegepast (Jordan, 1997). Voor sommige soorten worden meer consistente waarnemingen gevonden dan voor andere soorten. Voor deze laatste groep zal meer onderzoek moeten worden gedaan naar de oorzaken van de variatie in de bestrijdingsresultaten.

Concentraties van meer dan 10% w/v ammoniumsulfaat verlagen de fytotoxiciteit van glyfosaat (Turner en Loader (1980) blz. 228 G&A). De activiteit van glyfosaat schijnt geregeld te worden door de concentratie ammoniumsulfaat in de spuitoplossing en niet door de dosering per hectare. Een concentratie van 40% w/v ammoniumsulfaat in 75 l. spuitvloeistof /ha geeft een gelijke dosering als 10% w/v ammonium sulfaat in 300 l. spuitvloeistof /ha. Toch werkt de eerste dosering antagonistisch en de tweede fytotoxisch.

Andere ammonium zouten en ureum kunnen ook gebruikt worden, maar zijn minder effectief dan ammoniumsulfaat.

Toevoeging van ammoniumsulfaat had een beter werking bij een hoger relatieve luchtvochtigheid, dan bij lagere RV (Hallgren en Gummesson, 1985).

Tevens is de werkzaamheid van hulpstoffen afhankelijk van de waterkwaliteit. Een hoog mineralengehalte van het water kan de toxiciteit van glyfosaat beïnvloeden. Natrium, calcium, magnesium, zink en ijzertzouten van verschillende samenstelling werken de toxiciteit van glyfosaat tegen; ammoniumzouten niet. Carbonaten CO_3^{2-} en dicarbonaten (HCO_3^-) en nitraatzouten van ammonia (NH_4^+) verhogen de fytotoxiciteit. Sulfaten (SO_4^{2-}), bisulfaten (HSO_4^-) en chloorzouten van ammonia gaven vergelijkbare resultaten met glyfosaat toegevoegd aan gedestilleerd water.

Calcium en magnesiumzouten van sulfaten zijn minder antagonistisch dan zouten van chloriden. Kleine hoeveelheden van zouten die de werking van glyfosaat tegenwerken, zullen niet altijd verlies geven in de bestrijding van glyfosaat, maar verhinderen wel de maximalisatie van de glyfosaateffectiviteit (Grossbard en Atkinson, 1985). Ammoniumsulfaat wordt vaak toegepast samen met glyfosaat omdat blijkbaar het sulfaatanion (HSO_4^-) het antagonisme van Ca^{2+} en Na^+ tegengaat. Ammoniumsulfaat is meer effectief omdat het ammoniumkation niet antagonistisch werkt maar veeleer de fytotoxiciteit van glyfosaat verhoogd (Nalewaja en Matysiak, 1991).

De reactie van glyfosaat op zouten is niet afhankelijk van de pH van het water (Grossbard en Atkinson, 1985).

Het is belangrijk om schoon water te gebruiken. Grond en organische stof deeltjes kunnen de werking van glyfosaat reduceren. Dit is vooral belangrijk bij spuitapparatuur waarbij de vloeistof recirculeert.

Naast hulpstoffen worden ook verschillende uitvloeiers gebruikt. De wateroplosbare uitvloeiers, vooral de kationische zijn in combinatie met glyfosaat het meest effectief (Turner en Loader (1980), blz. 228 G&A). In combinatie met ammoniumsulfaat zijn de lipofiele uitvloeiers meer effectief. Bij gebruik van ammoniumsulfaat in combinatie met een lipofiele uitvloeier bleek bij een kwart van de dosering (0,36 kg

a.i./ha), 96% bestrijding van kweekgras te geven. Als alleen glyfosaat bij deze dosering werd toegepast was het resultaat 89%.

In het onderzoek van de Ruiters en Meinen (1998) werd gekeken naar de invloed van de uitvloeier Ethomeen T/25 op de werking, absorptie en translocatie van glyfosaat in relatie tot waterstress. Zwarte nachtschade (*Solanum nigrum* L.) werd gebruikt als toetsplant. De bladeren van deze onkruidsoort zijn gemakkelijk nat te maken. Daardoor speelt hechting van glyfosaat in dit onderzoek geen belangrijke rol. Waterstress bleek ook geen invloed te hebben op de mate waarop de bladeren de spuitoplossing vasthouden. Daarom kan met name geconcludeerd worden dat Ethomeen T/25 de opname (absorptie) van glyfosaat verbeterd. De opname via het blad was bij toevoeging van Ethomeen T/25 35% van de toegevoegde hoeveelheid water bij alle waterregimes. Zonder uitvloeier was dit 5% bij sterke, 10% bij middelmatige en 11% bij lichte waterstress.

De efficiëntie van de translocatie- van glyfosaat zonder uitvloeier wordt niet beïnvloed door waterstress. Bij toevoeging van een uitvloeier vermindert de efficiëntie van de translocatie. In dit onderzoek bleek dit een factor 1,5 bij geen waterstress, 2,2 bij lichte waterstress (15% PEG) en 1,8 bij zware waterstress (20% PEG).

In het boek van Grossbard en Atkinson worden nog meer toevoegingen beschreven. Het is duidelijk dat ingrediënten en additieven in de verschillende formuleringen een grote invloed op de werking en de betrouwbaarheid van glyfosaat hebben. Toevoegingen die de activiteit, selectiviteit en de betrouwbaarheid van glyfosaat verhogen worden veelal in de fabriek toegevoegd.

3.12. Glyfosaat in combinatie met andere herbiciden

Glyfosaat wordt soms in combinatie met andere middelen gespoten. Daarbij kunnen ook wisselende resultaten op treden. Het toevoegen van Round-up aan andere herbiciden en pesticiden kan gevaarlijk zijn, omdat bepaalde ingrediënten van de verschillende producten met elkaar gaan reageren. Er is dan ook meer onderzoek hiernaar nodig is.

Selleck en Baird (1981) (G&A) stelden vast dat de activiteit van glyfosaat tegen kweekgras, paardebloem en akkerdistel in maïs wordt verminderd als dit middel in combinatie wordt gebruikt met chloorbromuron, cyanazin, bifenox en atrazin w.p. met dicamba. Ook de maïsofbrengst was minder bij gebruik van deze combinaties. Bij mengsels van glyfosaat met linuron, chloorbromuron en metribuzin werd wel de bestrijding van kweekgras minder maar niet die van akkerdistel, luzerne of paardebloem in sojabonen. Opvallend was dat éénjarige onkruiden geen last blijken te hebben van deze antagonistische werking tussen middelen. Bij de meerjarige onkruiden werd het antagonisme gereduceerd door de hoeveelheid glyfosaat in de oplossingen te verhogen.

In het artikel van Yortt (1982) wordt bij een drempelwaarde van 1,1 kg/ha glyfosaat in combinatie met herbiciden tegen éénjarige onkruiden dit antagonisme ook waargenomen bij meerjarige onkruiden. Deze

antagonistische werking werd ook daar tenietgedaan door de dosering van glyfosaat te verhogen naar 2,2 kg/ha.

O'Sullivan (1980) (G&A) meldt dat toevoegingen van dicamba, 2,4-D en bromoxynil aan glyfosaat tot reductie van de fytotoxiciteit leidt bij drempeldoseringen van glyfosaat. Een verhoging van de dosering van glyfosaat kon dit effect wegnemen. Dit effect wordt ook waargenomen door Jordan (1997) bij de toevoeging van acifluorfen aan glyfosaat. Als glyfosaat zonder acifluorfen in een hogere dosering, drie dagen na de bespuiting met acifluorfen, wordt toegepast vindt er geen eliminatie van het antagonistische effect plaats. De antagonistische werking van acifluorfen en glyfosaat, toegepast in een mengsel, wordt verlaagd wanneer glyfosaat in een hogere dosering drie dagen na toepassing van acifluorfen wordt aangebracht vindt er geen verlaging van de antagonistische werking plaats. Dit onderzoek vond plaats door afzonderlijk druppels van de verschillende middelen en combinaties van middelen op de bladeren te leggen. Het mengen van middelen te mengen kan leiden tot er fysische of chemische uitwisseling in de tank en niet zozeer een interactie in de plant. Vermenging kan de fytotoxiciteit van glyfosaat reduceren. Antagonisme (afname) of toename van de bestrijding door het combineren van herbiciden komt meer voor bij lager doseringen (Jordan, 1997).

3.13. Verschillende spuittechnieken.

Door de brede werking van glyfosaat zijn er veel verschillende spuittechnieken uitgetoetst en bedacht om glyfosaat toe te dienen.

Door drift of opspatten van de glyfosaatoplossing tot schade aan het gewas ontstaan. Daarom worden drift arme doppen en additieven die drift beperken aanbevolen. Naast het spuiten bij geringe windsnelheden.

3.13.1. Selectieve methoden van toediening

De meest bekende vorm van selectief toedienen is het gebruik van onkruidstrijkers en aanstippers.

In het boek van Grossbard wordt verder een spuitersysteem met een circulatie systeem, (1,1- 1,2 kg a.i met 100-200 l. water per ha), besproken. Dit systeem zou 70-90% van de herbicide-oplossing moeten terugwinnen, zodat uiteindelijk maar 10-30% op het veld terechtkomt. De spuitdruk is dan 100kPa om drupvorming te voorkomen (McWhorter, 1970).

3.13.2. Niet-selectieve methoden.

Bij normale volvelds-toediening met de conventionele veldspuit wordt 100 tot 400 l. water per hectare gebruikt.

3.13.3. CDA (Controlled droplet applicators)

Deze techniek maakt het mogelijk om ten opzichte van de conventionele spuittechniek een hogere fytotoxiciteit te behalen. De bestrijding wordt met 20 % verbeterd als minder dan 1 kg/ha wordt gebruikt. Hieruit blijkt dat glyfosaat in een geconcentreerde druppel en in kleinere aantallen actiever is dan in verdunde druppels en in groter aantallen (Asbach en Asford, 1982 G&A). Deze methode heeft

perspectieven vooral bij de toediening van glyfosaat op land waar geen grondbewerking (braak) plaats vindt (Grossbard en Atkinson, 1985)

4. Literatuur

1. Grossbard, E., Atkinson, D. (1985). The Herbicide Glyphosate. Butterworth & Co.
2. Bouma, E., Wartena, L. (1994). De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. PAV-verslag nr. 166, januari 1994
3. Brattain, R.L., Fay, P.K., Glyphosate for chemical fallow, Proceedings of the western society of weed science, 1980, Vol. 33, 76-77
4. Jordan, D.L. et al., Influence of application variables on efficacy of glyphosate, Weed Technology, 1997, Vol. 11:354 -362
5. Gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op grasland 1995, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen 1998
6. Selleck, G.W.; Baird, D.D., Weed Science, 1981, 29: 2, 185-190
7. Yortt, M.L., Control of annual and perennial weeds in maize established by conventional and conservation tillage practices, Proceedings of the thirty-fifth New Zealand weed and pest control conference [Hartley, M.J. (Editor)]. 1982, 215 –218
8. Hallgren, E.; Gummesson, G.; Additives to herbicides. Weeds and weed control. 26th Swedish weed conference, Uppsala 30-31 January 1985. Vol.1. Reports. 1985, 130-163
9. Lutman, P.J.W.; The effects of topical applications of glyphosate and aminotriazole on volunteer potatoes (*Solanum tuberosum*); Weed Research, 1979a, 19: 6, 377 –383
10. Lutman, P.J.W.; Richardson, W.G.; Investigations into the control of potatoes with several post-emergence herbicides.; Proceedings 1978 British Crop Protection Conference – Weeds. 1978, 393-400, 1978a
11. Lutman, P.J.W.; Richardson, W.G.; The activity of glyphosate and aminotriazole against volunteer potato plants and their daughter tubers.; Weed Research; 1978, 8: 2, 65 – 70
12. Lutman, P.J.W.; The control of volunteer potatoes in the autumn in cereal stubbles; Annals of Applied Biology.; 1979, 93: 1, 49 – 54
13. Hiller, L.K.; Glyphosate phytotoxicity and translocation in potatoes prior to tuber initiation; Proceedings of the Western Society of weed Science., 1981, Vol.34, 86 – 87
14. Masiunas, J.B.; Weller, S.C.; Glyphosate activity in potato under different temperature regimes and light levels. Proceedings, North Central Weed Control Conference. 1985, Vol.40, 118
15. Merritt, C.R.; Edwards, R.V.; Developments in the use of glyphosate for the control of volunteer potatoes; Aspects of Applied Biology. 1993, no.35, 175–178
16. Nalewaja, J.L.; Matysiak, R.; Salt antagonism of glyphosate; Weed Science; 1991; Vol. 39: 622-628
17. Ivany, J.A.; Quackgrass (*Agropyron repens*) control with fall applied glyphosate and other herbicides; Weed Science, 1981, Vol.29: 382-386
18. Jordan, T.N.; Weed Science, 1977, Vol.25, 448-451

19. Johnson, B.J. and Ware G.O.; Dates of glyphosate treatments on weeds and bermudagrass (*Cynodon dactylon*); Weed Science, 1978, Vol.26, 523-533
20. O'Sullivan, P.A.; O'Donovan, J.T.; Weed Research, 1980, 20:4, 255-260
21. Madsen en Jensen 1995; Weed control in glyphosate-tolerant sugarbeet (*Beta vulgaris* L.); Weed Research, 1995, Volume 35, 105-111
22. Krausz, R.F.; Kapusta, G.; Matthews, J.L.; Control of annual weeds with glyphosate; Weed Technology, 1996, 10:4, 957-962
23. Kudsk, P.N., Mathiassen, S.K.; Weed control in glyphosate tolerant beets; 15th Danske Planteværnsconference 1998; DJF rapport nr.2 (1998), 125-132
24. Jensen, P.E.; Dose requirements at chemical weed control in ordinary and glyphosate resistant beet roots; 15th Danske Planteværnsconference 1998, Ukrudt; DJF rapport nr.2 (1998), 115-123
25. Moosavi-Nia, H.; Dore, J., 1979b; Factors affecting glyphosate activity in *Imperata cylindrica* (L.) Beau. and *Cyperus rotundus* L. II Effects of shade, Weed research 19, 321-327
26. Majek, B.A. (1980). The effect of environmental factors on quackgrass *Agropyron repens* (L.) growth and glyphosate penetration and translocation, Thesis, Cornell Univ., Ithaca, New York, USA.
27. Caseley, J.C., Coupland, D. and Hough, M.; Day compared with night application of glyphosate for *Elymus repens* control in cereals; Aspects of Applied Biology, 1983, 4, 301-307
28. Sargent, J.A. (1965). The penetration of growth regulators into leaves, Annual Review of Plant Physiology, 16, 1-12
29. Davis, H.E., Fawett, R.S. and Harvey, R.G. (1979). Effects of fall frost on the activity of glyphosate on alfalfa (*Medicago sativa*) and quackgrass (*Agropyron repens*), Weed Science, 26, 41- 45
30. Coupland, D. and Caseley, J.C. (1981). Environmental influences on the effects of glyphosate on *Agropyron repens*, Proceedings of the AAB Conference. Grass Weeds in Cereals in the United Kingdom, pp 109 –114
31. Schultz, M.E. and Burnside, O.C. (1980). Absorption, translocation, and metabolism of 2,4-D or glyphosate in hemp dogbane (*Apocynium cannabinum*), Weed Science, 28, 13 – 20
32. Duke, W.B. and Hunt, J.F. (1977). Fall applications of glyphosate for quackgrass control, Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, 31, 91
33. Grace, J. (1977). Plant Response to Wind. London; Academic Press, 204 pp.
34. Muzik, T.J. (1976). Influence of environmental factors on toxicity to plants, in Herbicides Physiology, Biochemistry and Ecology, 2nd edn (L.J. Audus, Ed.) London; Academic Press, 564 pp.
35. Merritt, C.R.(1982). The influence of form of deposit on the phytotoxicity of MCPA, paraquat and glyphosate applied as individual DROPS, Annals of Applied Biology, 101, 527-532
36. Lund-Høie, K. (1979). The physiological fate of glyphosate-¹⁴C in *Betula verrucosa* and *Fraxinus excelsior*. The effect of ammonium sulphate and the environment on the herbicide, Meldinger fra Norges Landbrukshøiskole, 58, 1-24

37. Whitwell, T., Bamnks, P., Basler, E. and Santelmann, P.W. (1980). Glyphosate absorption and translocation in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and activity in horsenettle (*Solanum carolinense*), *Weed Science*, 28, 93-96
38. McWhorter, C.G. and Azlin, W.R. (1978). Effects of environment on the toxicity of glyphosate to johnsongrass (*Sorghum halepense*) and soybeans (*Glycine max*), *Weed Science* 26, 113-118
39. Moosavi-Nia, H.; Dore, J., 1979a; Factors affecting glyphosate activity in *Imperata cylindrica* (L.) Beau. and *Cyperus rotundus* L. II Effects of soil moisture , *Weed research* 19, 137-143
40. Chase, R.L. and Appleby, A.P. (1979) Effects of humidity and moisture stress on glyphosate control of *Cyperus rotundus* L. *Weed Research*, 19, 241-246
41. Ahmadi, M.S., Haderlie, L.C. and Wicks, G.A. (1980). Effects of growth stage and water stress on barnyard (*Echinochloa crusgalli*) control and on glyphosate absorption and translocation, *Weed Science*, 28, 277-282
42. McWhorter, C.G. Jordan, T.N. and Wills, G.D. (1980). Translocation of ¹⁴C-glyphosate in soybeans (*Glycine max*) and johnsongrass (*Sorghum hlaepense*), *Weed Science*, 28, 113-118
43. Caseley, J.C. Coupland, D. and Simmons, R.C. (1975). The effect of precipitation on the control of *Agropyron repens* with glyphosate, *Symposium on Status, Biology and Control of Grass Weeds in Europe*, EWRS & COLUMA Paris, 1, 124-130
44. Turner, D.J. and Loader, M.P.C. (1980) Effect of amonium sulphate and other additives on the phytotoxicity of glyphosate to *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Weed Research*, 20, 139-146
45. Ambach, R.M. and Ashford, R. (1982). Effects of variations in drop makeup on the phytotoxicity of glyphosate, *Weed Science*, 30(3), 221-224
46. Evetts, L.L., Rieck, W.L., Carlson, D. and Burnside, O.C. 1976). Application of glyphosate with the recirculating sprayer. *Proceedings of the North Central Weed Control Conference*, 31, 69
47. Kudsk, P.N., Mathiassen, S.K.; Weed control in glyphosate tolerant beets; 15th Danske Planteværnsconference 1998, Ukrudt; DJF rapport nr.2 (1998), 125-132
48. Jensen, P.K.; Dose requirements at chemical weed control in ordinary and glyphosate resistant beet roots; 15th Danske Planteværnsconference 1998, Ukrudt; DJF rapport nr.2 (1998), 115-123
49. Jensen. P.K.; Rate, timing and split application of glyphosate to control plants of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. after seed harvest. *Journal of applied seed production*, Vol.16, 1998, p.1-5
50. Laerke, P.E. and Steibig, J.C.; Foliar absorption of some glyphosate formulations and their efficacy on plants. *Pesticide Science*, 1995, Vol. 4, p. 107-116
51. Ruiten de, H. and Meinen, E.; Influence of surfactant and water stress on the efficacy, absorption and translocation of glyphosate; *Proceedings 4th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals*, 3-6 October 1995, Melbourne, Australia
52. Ruiten de, H., Uffing, J.H. and Meinen, E.; Influence of surfactants and amoniumsulfate on glyphosate phytotoxicity to quackgrass (*Elytrigia reprens*). *Weed Technology*, 1996, Vol. 10, p.803-808

Bijlagen

Bijlage 1. Verslag DLV- vergadering 10 maart 1999

Minimale doseringen van glyfosaat

Voor de verschillende groottes zijn wisselende adviezen in de praktijk. Er is een verschil van mening over de kritische dosering. Men heeft niet veel ervaring t.a.v. die dosering, maar probeert er toch een uitspraak over te doen. Een aantal mensen gaf 1- 1,5 l/ha aan, anderen gaven een minimum dosering van 2 l/ha aan. Het hangt ook samen met welke onkruiden op een perceel voorkomen. Als er veel moeilijk te bestrijden soorten voorkomen, wordt al gauw een hogere dosering aangehouden. Wellicht is er daarbij ook een verschil tussen het noorden en zuiden van Nederland. In het zuiden is er een grotere verscheidenheid aan soorten.

Als minder gevoelige soorten werden aangegeven: brandnetel, zwaluwtong, paarse dovenetel en akkerviooltje.

Algemene dosering wordt aangegeven 1% (1 l.glyfosaat per 100 l. water).

Over de bestrijding van kweek waren er wisselende meningen. Een dosering van 4 l./ha werd als meest efficiënt ervaren. Terwijl praktijkervaringen van loonwerkers blijkt dat bij 4 l./ha kweek te snel wordt doodgebrandt. Later lopen de planten weer uit, zodat er een verminderde bestrijding plaatsvindt.

Kortom ook van uit de voorlichtingpraktijk is op korte termijn geen eenduidig advies te verwachten.

Bovendien is er onvoldoende inzicht over welke doseringen bij de verschillende onkruidsoorten eventueel teruggebracht kunnen worden. De specialisten gewasbescherming van de DLV vonden het daarom zinvol informatie te verzamelen en eventueel onderzoek te doen naar verlaagde doseringen voor de verschillende onkruidsoorten en groottes eventueel in combinatie met hulpstoffen en spuittechnieken onder verschillende weersomstandigheden.

Bijlage 2. Zoekopdrachten voor WinSPIRS en Agralin

WINSpirs is een databank verbonden aan de WUR (Wageningen University and Research).

De volgende sleutelwoorden zijn gebruikt bij de zoekopdrachten:

Glyphosate or Round-up or isopropylamine salt,
application, split application, reduction, rate, efficacy, stages, species, temperature, weed control,
environment, review, adjuvants, surfactants, agrichemicals, droplet size, formulations.

Verder zijn voor de volgende soorten aparte zoekopdrachten uitgevoerd: Echinochloa (hanepoot),
Chenopodium album (melganzevoet), Polygonum persicaria (perzikkruid), Solanum nigrum (zwarte
nachtschade), annual weed (éénjarige onkruiden), volunteer potatoes (aardappelopslag).

Via Agralin zijn 30 artikelen geselecteerd, waarvan maar 5 bruikbaar waren voor verder onderzoek. Deze artikelen werden ook via WinSPIRS gevonden. Voor dit literatuuronderzoek was het verder niet meer zinvol om via Agralin te zoeken.

Zoekopdrachten via WinSPIRS

The searches below are from: A:\GLY3.HIS.

No.	Records	Request
1	5336	glyphosate
2	45	Round-up
3	0	isopropylamine-salt
4	5364	glyphosate or Round-up or isopropylamine-salt
5	90	isopropylamine
6	24278	salt
7	47	isopropylamine salt
8	140079	application
9	0	efficacy
10	186666	rate
11	2718	(#4 or #7) and (application or efficacy or rate)
12	140079	application
13	25967	efficacy
14	186666	rate
15	2888	(#4 or #7) and (application or efficacy or rate)
16	55576	weed
17	2159	#15 and weed
18	70907	reduction
19	136	#17 and reduction
20	63317	stages

Bijlage 2 (vervolg). Zoekopdrachten voor WinSPIRS en Agralin

21	91	#17 and stages
22	219	#19 or #21
23	91653	temperature
24	36	#17 and temperature
25	252	#22 or #24
26	181436	forest
27	220	#25 not forest
28	449169	control
29	2121	#17 and control
* 30	211	#27 and #29

The searches below are from: A:\GLY4.HIS.

No.	Records	Request
1	5924	glyphosate
2	60	Round-up
3	0	isopropylamine-salt
4	5968	glyphosate or Round-up or isopropylamine-salt
5	223	isopropylamine
6	53527	salt
7	68	isopropylamine salt
8	222698	application
9	4	efficacy
10	394370	rate
11	2856	(#4 or #7) and (application or efficacy or rate)
12	222698	application
13	65932	efficacy
14	394370	rate
15	2951	(#4 or #7) and (application or efficacy or rate)
16	66928	weed
17	2230	#15 and weed
18	171644	reduction
19	134	#17 and reduction
20	102047	stages
21	133	#17 and stages
22	258	#19 or #21
23	271592	temperature
24	48	#17 and temperature

Bijlage 2 (vervolg). Zoekopdrachten voor WinSPIRS en Agralin

25	292	#22 or #24
26	169338	forest
27	274	#25 not forest
28	692140	control
29	2158	#17 and control
* 30	262	#27 and #29

Search History voor artikelen van Jensen

* #7 #2 and #4 and #6	(25	records)
#6 doses	(40090	records)
#5 #2 and #4	(407	records)
#4 danish	(9643	records)
#3 #1 and #2	(0	records)
#2 weeds	(125439	records)
#1 (jensen) in AU,CA	(7	records)

Zoekopdrachten voor éénjarige onkruiden

No.	Records	Request
1	8096	glyphosate
2	145304	annual
3	91460	weed
4	52	glyphosate and annual weed
5	485526	rate
6	4	#4 and rate

Zoekopdrachten voor hanepoot en aardappelopslag

No.	Records	Request
1	8096	glyphosate
2	39	Echinochloa
3	0	glyphosate and Echinochloa
4	6310	volunteer
5	51388	potatoes
6	32	#1 and volunteer potatoes

Zoekopdrachten voor melganzevoet (Chenopodium album) en grootteklassen van melganzevoet

1	8096	glyphosate
2	76	Round-up

Bijlage 2 (vervolg). Zoekopdrachten voor WinSPIRS en Agralin

3	5642	Chenopodium
4	4855	album
5	77	glyphosate or Round-up () and Chenopodium album
6	133202	stages
7	0	#5 and stages
8	208585	reduction
9	3	#5 and reduction
10	5770284	English in LA
11	64	#5 and (English in LA)

Zoekopdrachten voor perzikkruid

1	8096	glyphosate
2	76	Round-up
3	39	Echinochloa
4	3260	crus
5	5057	galli
6	9	Polygonium
7	499	persicaria
8	0	((glyphosate or Round-up () and Echinochloa crus galli) or Polygonium persicaria)
9	8096	glyphosate
10	3016	Polygonium
11	101	glyphosate and Polygonium
12	13	#11 and persicaria

Bijlage 3. Overzicht doseringen voor éénjarige dicotyle en monocotyle onkruiden uit verschillende literatuurbronnen

referentie		Kudsk and Mathiassen (1998)	Madsen and Jensen (1995)	DLV-advies	Krausz, Kapusta en Matthews (1996)	
tabel						
naam	code	stage growth	ED90 kg a.i./ha	ED90 kg a.i./ha	kg a.i./ha	dose kg a.i./ha
éénjarige dicotyle onkruiden					0,72-1,44	
akkerviooltje	VIOAR	1 bl.- bloei	0,04 - 0,5			
brandnetel (kleine)	URTUR	2 bl. - 40 cm	0,08 - > 0,5			
dovenetel (paarse)	LAMPU	2 bl. -bloei	0,03 - 0,2	0,5(0,41-0,53)		
duizend-knoop (geklierde)	POLLA	2 bl. - 30 cm	0,05 - 0,7			
ereprijs		2 bl. - bloei	0,03 - 0,3			
herik	SINAR	2 bl. - 8 bl.	0,03 - 0,13			
honds-peterselie	AETCY	1 bl.- 20cm	0,1 - 0,3			
kamille (reukloze)	MATIN	4 bl.- 20 cm	0,1- 0,5			
klaver (witte)	TRIRE	2 bl. - 5 cm	0,1 - 0,5			
kleefkruid	GALAP	1 bl. - 30 cm	0,02 - 0,3	1,2(0-3)		
kroontjeskruid	EPHE	2 bl.- 15 cm	0,05 - 0,2			
melganzevoet	CHEAL	2 bl.- 30cm	0,05 - 0,1			
idem					(93)/10	0,84-2,8
idem					(187)/10	0,56-2,8
idem					(187)/20	1,68-2,8
idem					(93)/20	1,68-2,8

Bijlage 3. (vervolg) Overzicht doseringen voor éénjarige dicotyle en monocotyle onkruiden uit verschillende literatuurbronnen

referentie		AAGRUNOL	Grossbard and Atkinson (1985)				Kudsk and Mathiassen (1998)	Madsen and Jensen (1995)	DLV-advies	Krausz, Kapusta en Matthews (1996)			
tabel			tab. 26.1	tab. 27.4	tab. 19.2	tab.24.1							
naam	code	dose kg a.i./ha	dose kg/ha	dose kg/ha	effective rates kg/ha	optimum period	dose kg/ha	stage growth	ED90 (kg a.i./ha)	ED90 kg a.i./ha	kg a.i./ha	(vol/ha)/cm	dose kg/ha
melkdistel	SONOL	2,16-2,88											
ooievaarsbek	GERDI							2 bl.-16 bl.	0,03 - 0,09				
perzikkruid	POLPE									0,5(0,17-0,78)			
reigersbek	EROCI							2 bl.-16 bl.	0,06 - 0,2				
varkensgras	POLAV							1 bl.- 22 cm	0,1 - 0,16				
vogelmuur	STEME							2 bl. - 20 cm	0,01 - 0,1	0,1(0,09-0,12)			
zwaluw tong	POLCO							1 bl.- 30 cm	0,05 - 0,4				
zwarte nachtschade	SOLNI				2			2 bl. - 14 bl.	0,03 - 0,3	0,1 (0,08-0,12)			
éénjarige monocotyle onkruiden											0,72-1,44		
hanepoot	ECHCR							2 bl.-30cm	0,1				
straatgras	POAAN		0,3										
vingergras spp.	DIGZZ		2,2										
handjesgras	CYNDA		2,2		1,1-4,8	July/August	4,4						

Bijlage 4. Totaal overzicht meerjarigen

referentie		AAGRUNOL	Universiteit Gent	Grossbard and Atkinson (1985)					Marshall (1972)				Madsen (1995)	DLV- advies
tabel				tab 26.1	tab 27.4	tab 19.2	tab 19.2	tab24.1						
naam	code	dosis kg a.i./ha	dosis kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	effective rates kg a.i./ha	optimum period	dose kg a.i./ha	stage growth	height	dose kg a.i./ha	vol l/ha	ED90 kg a.i./ha	kg a.i./ha
overblijvende tweezaadlobigen														1,44-2,16
aardappel	SOLTU				0,5-1,08	0,72								
adelaarsvaren	PTEAQ	1,44-2,16		0,72										
akkerdistel	CIRAR	1,44-1,8	1,5-2	0,72	0,5-0,76				v	40	0,26-1,04	800		
vederdistel spp.	CIRZZ					0,8-1,26	pre-flowering stage							
akkerkers	RORSY	1,44-2,16	1,5											
akkermelkdistel	SONAR	2,16-2,88	2		0,5-1,08									
akkerpunt	MENAR	2,16-2,52	2-2,5		0,5-1,08									
akkerwinde	CONAR	2,52-3,24	2-3		0,5-1,08	1,08-1,55	May-Sept, , weed flowering time		v	40	0,26	800		
basterdwederik		2,16-2,52												
beemdgrassen	POAZZ													
veldbeemdgras	POAPR			0,72		up to 3,24			f	50	0,13	2000		
beemdgras (ruw)	POATR	1,44-2,16												
berenklauw	HERSP	2,16-2,52				0,9			v	30	0,13	800		
id									v	75	0,26	900		
biessoorten		2,16-2,52												
boerenwormkruid	CHYVU	2,16-2,52												
boterbloem (kruipende)	RANRE			0,36					f	50	0,13	2000		
bosbingelkruid	MERPE								f	75	0,26	1200		
braam (gewone)	RUBFR			0,5-1,08		0,61-1,62			v	15	0,13	800		
brandnetel (grote)	URTDI	2,16-2,88		0,36					v	100	0,26	800		
idem									f	50	0,52	3000		
idem									f	120	0,26	2000		
bijvoet		2,16-3,24												
draviksoorten	BROZZ													
kweekdravik	BROIN			1,08		0,61	May							

Bijlage 4: (vervolg) Totaal overzicht meerjarigen

referentie		AAGRUNOL	Universiteit Gent*	Grossbard and Atkinson (1985)					Marshall (1972)				Madsen (1995)
tabel				tab. 26.1	tab. 27.4	tab. 19.2	tab. 19.2	tab. 24.1					
naam	code	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	effective rates kg a.i./ha	optimum period	dose kg a.i./ha	stage growth	height	dose kg a.i./ha	vol l/ha	ED90 kg a.i./ha
duizendblad	ACHMI	1,44-2,52											
fioringrassen	AGRZZ	1,44-2,16											
fioringras	AGRST							0,65					
fluitekruid	ANTSY	1,44-2,16											
gaspeldoorn	ULEEU			0,72									
glanshaver	ARREL												
gulderoede spp.	SOLZZ												
haagwinde	CALSE	2,88-3,6	2-3		0,25-1,62	0,25-1,62	May/June		v	30	0,52-1,03	900	
handjesgras	CYNDA			0,72		0,4-1,7	July/August,	1,6					
heksenmelk	EUPES												
hondsdrif	GLEHE	1,44-2,16											
Jacobskruiskruid	SENJA	2,88-3,6											
kaasjeskruid (klein)	MALNE								v	20	0,26	1000	
klaver (witte)	TRFRE			1,44									
klaversoorten	TRIZZ	2,52-3,6											
knolcyperus	CYPES		2,5										
klein hoefblad	TUSFA	2,16-2,88	2,5-3		0,76-1,08				v	30	0,52	800	
kropaar	DACGL	1,44-1,8		0,36		0,6-0,8	May/June		f	80	0,13	2000	
kruiptje	HORMU			0,36									
kruipe boterbloem	RANRE	1,8-2,52											
kruldistel	CRUCR	2,88-3,6											
kweekgras	AGRRE	1,44-1,8	1,5	0,5-0,76	0,11-1,08	0,36-3,2	May/June, autumn		v	60	0,13	800	
idem									v	50	0,26	1000	
liesgras		1,44-2,16											

Bijlage 4. (vervolg) Totaal overzicht meerjarigen

referentie		AAGRUNOL	Universiteit Gent*	Grossbard and Atkinson (1985)					Marshall (1972)				Madsen (1995)
tabel				tab. 26.1	tab. 27.4	tab. 19.2	tab. 19.2	tab. 24.1					
naam	code	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	effective rates kg a.i./ha	optimum period	dose kg a.i./ha	stage growth	height	dose kg a.i./ha	vol l/ha	ED90 kg a.i./ha
lisdodde spp.	TYPZZ							0,4-2,6					
moerasandoorn	STAPA		2,5-3,3										
paardebloem	TAROF	2,16-2,52	2	0,72		0,8 (not controlled 0,5)			f	15	0,13	900	
paardestaart (akker)	EQUAR			2,88		resistant 1,08-2,16		1,44-8,0					
papegaaiekruid	AMARE		1,5										
pluimgierst	PANMA												
raai grassen	LOLZZ	1,44-2,16											
raai gras Engels	LOLPE												
riet	PHRAU	1,44-1,8			0,5-0,76			0,54-3,89					
riet gras	PHAAR	1,44-1,8											
russoorten	JUNZZ	2,16-2,52		0,5-0,8				0,54-0,65		6			
smeerwortel	SYMOF	2,88-3,6								25			
struis grassen	AGSZZ	1,8-2,16		0,72									
hoog struis gras	AGSGI				0,76-1,08								
veenwortel	POLAM	2,16-2,52	2-2,5		0,76-1,08	0,36-0,72							
vijfvingerkruid	POTRE					1,3			v			0,26	800
idem									v			0,13	1000
vossestaart (grote)	MEAF0												
weegbreesoorten	PLAZZ	1,8-2,52											
weegbree (grote)	PLAMA		1,5-2										

Bijlage 4. (vervolg) Totaal overzicht meerjarigen

referentie		AAGRUNOL	Universiteit Gent*	Grossbard and Atkinson (1985)					Marshall (1972)			
tabel				tab. 26.1	tab. 27.4	tab. 19.2	tab. 19.2	tab. 24.1				
naam	code	dose kg a.i./ha		dose kg a.i./ha	dose kg a.i./ha	effective rates kg a.i./ha	optimum period	dose kg a.i./ha	stage growth	height	dose kg a.i./ha	vol l/ha
weegbree (kleine)	PLALA		2									
wilgeroosje	EPIHI								v	90	0,26	600
witbol	HOLZZ											
witbol (gladde)	HOLMO			0,72								
witbol (gestreepte)	HOLLA											
zeggesoorten	CRXZZ	1,8-2,16										
zevenblad	AEOPPO	2,16-2,88										
zilver schoon	PTLAN	1,8-2,52							f	12	0,13	900
zuringsoorten	RUMZZ	1,44-2,52				0,86-1,22						
zuring (ridder)	RUMOB		1,5-2	0,36					f	100	0,13	2000
zuring (krul)	RUMCR		1,5-2									
zwenkgras	FESZZ											
rietzwenkgras	FESAR			0,72		up to 3,24						
zwenkgras rood	FESRU			1,44		0,61	May					

* Zie voor uitgebreidere informatie Bijlage 6

Bijlage 5. Toelichting bij bijlagen 3 en 4

AAGRUNOL: doseringsschijf geeft l/ha er is van uit gegaan dat er 360 a.i. g/l in de vloeistof zit

Tab. 19.2: The effect of glyphosate on a range of weed species found in orchards

Tab. 24.1; Published references to emergent and bankside weeds susceptible to glyphosate in hoofdstuk 24: Efficacy of glyphosate in the control of aquatic weeds
uitgegaan van kg /ha

Tab. 26.1: Amounts of glyphosate needed to kill certain weed and grass species in hoofdstuk 26; Efficacy of glyphosate for weed control in grassland
uitgegaan van kg /ha

Tab. 27.4: Effect of pre-harvest applications of glyfosate on weed control in cerals and soya beans in hoofdstuk 27; Efficacy of pre-harvest weed control with glyphosate
uitgegaan van kg /ha

Tab. 28.1: Partial list of herbaceous and woody plants found on non-cropland and their response to glyphosate in hoofdstuk 28; Efficacy of glyphosate in non-crop situations

A= annual; B= biennial; P= perennial

Response - control ratings of weeds:

Excellent (E) over 95% of the weed population killed by a single treatment

Good (G) one treatment per year maintains 85- 94% suppression of top growth; or over 95% of the weed population killed by 2 or 3 treatments

Fair (F) from 60 to 85% of the weed population killed by a single treatment; or 2 or 3 treatments per year maintains 85 -94% suppression of top growth

Poor (P) from 10 to 59% of the weed population killed by 1 treatment; or 2 or 3 treatments per year maintains 60-84% suppression of top growth

Marshall, G.1972; The response of 21 perennial weed species to glyphosate; Proc. 11th British Weed Control Conf 1972 pp. 11-16

stage of growth: v= vegetable; f=flowering

* =length of shoots

** = 600 l/ha for 1 kg/ha

wanneer er bij de kolommen met glysofaatdosering geen * staat is die behandeling bij dat onkruid niet uitgevoerd

Bijlage 5. Toelichting bij bijlagen 3 en 4

standard treatments:

A = aminotriazole 5 kg/ha

C = mecoprop 2.5 kg/ha

D = 2,4-D 2.5 kg/ha

AD = A+D

AM = A+M

Universiteit Gent

Akkerbouwonkruiden en hun bestrijding

Fakulteit van de Landbouwwetenschappen zesde herziende uitgave 1992

ter inzage bij Johan Wander

aanbevolen hoeveelheid water 400-600 l/ha, lage druk 3 bar. Doppen (wervel-, of speetdoppen) die grote druppels leveren hebben voorkeur.

Madsen; Madsen en Jensen 1995; Weed control in glyphosate-tolerant sugarbeet (*Beta vulgaris* L.); Weed Research, 1995, Volume 35, 105-111

table 3: The effect of glyphosate compared with mixture of phmedipham plus ethofumesate on five weed species

the ED50's and ED90's have been adjusted after the ED50 parameter for the *Beta vulgaris* reference in experiment 1

in de kolom weergeven de kg a.i./ha met () de spreiding

Krausz. R.F.; Kapusta. G.; Matthews, J.L.; Control of annual weeds with glyphosate; Weed Technology, 1996, 10:4, 957-962

560-2800 g a.i./ha and sprayvolumes of 93 and 187 l/ha

In de tabel is achter het spuitvolume de grootte van m.n. de melganzevoet gezet

(vol/cm: 93 = 1/ha, 10 = cm)

Bijlage 6. Universiteit Gent

naam	code	dose kg/ha	stadium
akkerdistel	CIRAR	1,5-2	of 1 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%)
akkerkers	RORSY	1,5	
akkermelkdistel	SONAR	2	of 1 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%)
akkermint	MENAR	2-2,5	vroege najaar; eventueel herbehandelen volgens seizoen
akkerwinde	CONAR	2-3,0	juli/tijdens de bloei
haagwinde	CALSE	2-3,0	juli/ vol ontwikkelde planten
kleinhoefblad	TUSFA	2,5-3	september bij goede bladontwikkeling
knolcyperus	CYPES	2,5	pleksgewijs en behandeling herhalen bij nieuwe uitloop; boven het gewas 0,2% glyfosaatopl. Met een onkruidstrijker
vanaf deegrijp stadium in graan		1,1-1,45	of 0,9 -1,1 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%) met minder dan 400l/ha water
op de stoppel		2	of 1,5 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%) met minder dan 400l/ha water
kweekgras	AGRRE	1,5	of 1 -1,5 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%)
voor oogst		1,1-1,45	of 0,9 -1,1 kg/ha glyfosaat + amine ethoxylaats-uitvloeier (0,5%) met minder dan 400l/ha water
moerasandoorn	STAPA	2,5-3,3	volgroeide planten; eventueel herbehandelen van nieuwe vol ontwikkelde opslag
paardebloem	TAROF	2	september
paardestaart (akker)	EQUAR		
papegaaiekruid	AMARE	1,5	4-8 bladstadium
veenwortel	POLAM	2-2,5	
weegbree (grote)	PLAMA	1,5-2	over bladrozet
weegbree (kleine)	PLALA	2	over bladrozet
zuring (ridder)	RUMOB	1,5-2	goed ontwikkeld
zuring (krul)	RUMCR	1,5-2	goed ontwikkeld

**Bijlage 7. Geschatte ED50 en ED90 doseringen voor 19 onkruidsoorten voor 3 ontwikkelingsstadia
(Kudsk, en Mathiassen, 1998).**

naam	code	stadium	ED50 g a.i/ha	ED90 g a.i/ha	ED50 kg/ha	ED90 kg /ha
hondspeterselie	AETCY	1-2 blad	67,6	114,6	0,19	0,32
		4-5 blad	92,3	191,4	0,26	0,53
		15-20 cm	197,3	308,9	0,55	0,86
melganzevoet	CHEAL	2 blad	30,7	53,8	0,09	0,15
		8 blad	54,7	122,9	0,15	0,34
		30 cm	58,3	103	0,16	0,29
hanepoot	ECHCG	2 blad	60,8	96,5	0,17	0,27
		4-5 blad	35,7	67,2	0,10	0,19
		30 cm	46,1	119,1	0,13	0,33
reigersbek (gewone)	EROCI	2-4 blad	18,9	66,2	0,05	0,18
		8-10 blad	35,1	104,5	0,10	0,29
		14-16 blad	76,4	182,4	0,21	0,51
kroontjeskruid	EPHHE	2-4 blad	30,3	50,9	0,08	0,14
		12-14 blad	43,7	96,9	0,12	0,27
		15 cm	73,8	184,9	0,21	0,51
kleefkruid	GALAP	1 bladkrans	10,8	23,5	0,03	0,07
		3-4 bladkrans	18,8	59,6	0,05	0,17
		8-10 bl.k. 30 cm	55,1	289,3	0,15	0,80
ooievaarsbek (slibbladige)	GERDI	2 blad	21,3	34,3	0,06	0,10
		6-8 blad	25,8	49,6	0,07	0,14
		14-16 blad	28,8	87,4	0,08	0,24
dovenetel (paarse)	LAMPU	2 blad	14,2	27,5	0,04	0,08
		6 blad	24,3	91,9	0,07	0,26
		bloei	88	194,9	0,24	0,54
varkensgras	POLAV	1-2 blad	59,6	103,4	0,17	0,29
		10 12 cm stengel	62,6	130,4	0,17	0,36
		16-22 cm stengel	97,7	158,6	0,27	0,44

Bijlage 7 (vervolg).

Geschatte ED50 en ED90 doseringen voor 19 onkruidsoorten voor 3 ontwikkelingsstadia (Kudsk, en Mathiassen, 1998)

naam	code	stadium	ED50	ED90	ED50	ED90
			g a.i/ha	g a.i/ha	kg/ha	kg /ha
zwaluw tong	POLCO	1 blad	21	46,7	0,06	0,13
		5-6 blad	63	244,6	0,18	0,68
		8-10 blad, 20-30cm stengel	68,7	392,8	0,19	1,09
duizendknoop (geklierde)	POLLA	2 blad	25,6	49,1	0,07	0,14
		30 cm	219,2	685,4	0,61	1,90
		40 cm	>270	>>270	>0,75	>>0,75
herik	SINAR	2 blad	9,3	33,5	0,03	0,09
		5 blad	15,9	58,1	0,04	0,16
		8 blad, knopstadium	29,5	130,3	0,08	0,36
zwarte nachtschade	SOLNI	2 blad	12,7	25,4	0,04	0,07
		7-8 blad	29,1	94,8	0,08	0,26
		10-14 blad, bloei	74,1	293,6	0,21	0,82
vogelmuur	STEME	2 blad	7,3	12,5	0,02	0,03
		8-14 blad	14,9	32	0,04	0,09
		15-20 cm stengel, bloei	35,6	109,5	0,10	0,30
klaver (witte)	TRIPE	2 blad	52,2	160,9	0,15	0,45
		4 blad	60	206,1	0,17	0,57
		15 cm stengel	76	498,2	0,21	1,38
kamille (reukloze)	MATIN	4 blad	14,2	25,6	0,04	0,07
		10 cm rozet	29,3	117,6	0,08	0,33
		18-20 cm hoog	58,5	191,2	0,16	0,53
brandnetel (klein)	URTUR	2 blad	32,4	80,8	0,09	0,22
		6-8 blad	137,7	540,2	0,38	1,50
		30-40 cm hoog	>540	>>540	1,50	1,50
ereprijs (grote)	VERPE	2 blad	19,8	38,2	0,06	0,11
		8 blad	17,7	77,1	0,05	0,21
		bloei	36,5	254,4	0,10	0,71
akkerviooltje	VIOAR	1-2 blad	19	43,4	0,05	0,12
		6-8 blad	29,3	77,6	0,08	0,22
		bloei	80,6	476,1	0,22	1,32

Bijlage 8.

Jensen (1998) heeft gedurende drie jaar proeven gedaan met verschillende onkruidsoorten in glyfosaatresistente suikerbieten.

De bespuitingen zijn uitgevoerd met een veldspuit merk: Hardi 4110-12 spleetdop en spuitvolume 200 l/ha.

De onkruidsoorten werden per drie veldjes van 0.25 cm² gewogen, ongeveer 4 weken na de laatste bespuiting.

Samenvoeging tabel 2 en 3 uit artikel: Effect van Round-up met gedeelde giften (3*2,0 l/ha en 2*3,0 l/ha) als normale dosering (1/1) en met een kwart (1/4) en de helft (1/2) van de dosering.

Het percentage effect (%) is gebaseerd op het vers gewicht van de soorten 4-5 weken na de bespuiting.

		3*2,0 l/ha			2*3,0 l/ha		
		1/4	1/2	1/1	1/4	1/2	1/1
naam	code	%	%	%	%	%	%
twee zaadlobbigen	DICOT	86	98	98	84	96	97
kleefkruid	GALAP	98	100	100	96	99	98
bijvoet	ARTVU	99	100	100	100	100	100
vogelmuur	STEME	100	100	100	100	100	100
melganzevoet	CHEAL	99	100	100	98	100	100
kamille (reukloze)	AMTIN	100	100	99	100	100	99
klaver (witte)	TRFRE	78	95	100	55	90	100
klaver (rode)	TRFPR	52	83	93	40	59	90
kweekgras	AGGRE	93	100	100	92	100	100
perzikkruid	POLPE	100	99	99	100	100	100
zwaluwtomg	POLCO	85	99	100	74	96	99
varkensgras	POLAV	99	100	100	99	100	100
straatgras	POAAN	67	81	79	79	73	83
akkerviooltje	VIOAR	55	85	97	40	94	98
akkermelkdistel	SONAR	100	100	100	100	100	100
akkerdistel	CIRAR	96	100	99	98	98	100
dovenetel (paarse)	LAMPU	96	95	99	99	100	97
klaproos (grote)	PAPRH	100	100	100	100	100	99
wolfsmelk (kleine)	EPHEX	94	100	98	100	98	100
kroontjeskruid	EPHHE	93	100	99	94	100	96
ereprijs (grote)	VERPE	100	100	100	87	99	100