

Virkning af reduceret væskemængde og dosis på afdriftens omfang og ukrudt

I. Systemiske herbicider

The effect of reduced spray volumen and dose on spray drift and weeds

I. Systemical herbicides

Ole Permin

Resumé

Undersøgelser over virkning på tokimbladet frøukrudt og byg er udført i markforsøg ved sprøjtning med dichlorprop i 2,0, 1,0 og 0,5 kg virksomt stof pr. ha fordelt i 350, 250, 125 og 57 l væske pr. ha. Resultatet af tekniske undersøgelser over de anvendte dysers ensartethed og dråbestørrelsesfordeling er sammenholdt med resultatet af undersøgelser over afdriftens omfang. På baggrund heraf er anvendelsen af dysernes tekniske data i en vejledning om hensigtsmæssig sprøjteteknik vurderet.

En reduktion af væskemængden fra 350 til 57 l pr. ha forøgede ikke virkningen over for tokimbladet frøukrudt. Virkningen på såvel følsomme som modstandsdygtige ukrudtsarter var lige så god ved fordeling af herbicidet i 125 l væske pr. ha som ved fordeling i 350 l væske pr. ha. Blev væskemængden derimod nedsat til 57 l pr. ha, blev virkningen mindre sikker især over for følsomme ukrudtsarter. Nedsættelse af væskemængden ændrede ikke udbyttet af byg.

Undersøgelser over dråbestørrelsesfordelingen fra de anvendte 110° fladsprededyser af 4 forskellige størrelser, der ved et tryk på 3 bar og en kørehastighed på 8 km pr. time gav 350, 250, 125 og 57 l væske pr. ha, viste, at henholdsvis 2, 6, 18 og 37% af væsken blev fordelt i form af dråber mindre end 150 μ m.

Måling af afdriftens omfang viste, at jo større procentdel af sprøjtevæsken, der blev fordelt i form af små dråber på 150 μ m og derunder, jo større er afdriftens omfang.

Det konkluderes, at et systemisk herbicid som dichlorprop kan fordeles i 125, 250 eller 350 l væske pr. ha, uden at virkningen over for tokimbladet ukrudt bliver forringet, når fordelingen sker med fladsprededyser ved et tryk på 3 bar og en kørehastighed på 8 km pr. time. Afdriftens omfang kan nedsættes væsentlig ved at anvende 250 l i stedet for 125 l væske pr. ha. Dråbestørrelsesfordelingen er en velegnet teknisk information til vurdering af afdriftens omfang.

Nøgleord: Ukrudtsbekæmpelse, systemisk herbicid, væskemængde, afdrift, sprøjteteknik.

Summary

Dichlorprop in 2.0, 1.0 and 0.5 kg a. i. pr. ha was applied in spray volumes of 350, 250, 125 and 57 l pr. ha to control dicotyledon weed species in spring barley. The spray volume was achieved by changing the size of the nozzle. The liquid pressure was 3 bar and the travelling speed 8 km pr. hour.

A reduction in the spray volume from 350 to 57 l pr. ha, led to a concentration 6 times greater. An increased application of small drops did not increase the effect on weeds. The effect on resistant as well as susceptible weed species was on the other hand, the same as when the herbicide was applied in 125 l pr. ha as in 350 or 250 l pr. ha. The effect on the weeds became less consistent when applied in 57 l pr. ha. The reduction in spray volume did not affect the yield of the barley.

The drop-sizespectra from the 110° flatspray nozzles indicated that 2, 16, 18 and 37% of the spray was applied in droplets less than 150 μm , when the spray volumen was 350, 250, 125 and 57 l pr. ha respectively. The spray drift was increased to some degree in relation to the percentage of spray volume applied in droplets less than 150 μm .

In conclusion a translocated herbicide such as dichlorprop could be applied in 125, 250 or 350 l spray volume pr. ha without affecting the effect on dicotyledon weeds species.

The spray drift can be considerably reduced by using a spray volume of 250 l pr. ha instead of 125 l pr. ha, when applied from 110° flatspraynozzle at 3 bar and a travelling speed of 8 km pr. hour.

The drop-sizespectra provides valuable technical information when estimating the extent of spray drift.

Key words: Weed control, translocated herbicide, spray volume, spray drift, application technique.

Indledning

I praksis har der ved marksprøjtning været klar tendens til at anvende stadig mindre væskemængde pr. arealenhed, fordi væskemængden er en belastning for sprøjtearbejdet. Formålet med at blande et herbicid op i vand er at kunne fordele herbicidet jævnt over hele arealet. Kan dette opnås med 125 l mod 250 l vand pr. ha, kan det dobbelte areal sprøjtes, før der skal fyldes vand på væskebeholderen igen.

Reguleres væskemængden ved ændring af dysestørrelsen, medfører mindre væskemængde anvendelse af en lille dysestørrelse, der giver en finere forstøvning af sprøjtevæsken. En fin forstøvning af sprøjtevæsken kan give en høj virkningsgrad mod ukrudtet, men samtidig forårsage en forøgelse af afdriftens omfang.

Der er tidligere udført undersøgelser over dråbestørrelsens og væskemængdens indflydelse på virkningen af systemiske herbicider. Der er i flere undersøgelser over dråbestørrelsens indflydelse på virkningen af fenoxysyrer vist, at en dråbestørrelse på ca. 100 μm har givet større virkning end dråbestørrelser på 200 og 400–500 μm

(Bengtsson, 1961; Mc Kinlay *et al.*, 1972; Way, 1969).

Brunskill (1956) og Bengtsson (1961) viser, at retentionen, der er den væskemængde, som bliver hængende på planternes blade, er større med små dråber på ca. 100 μm end med dråber på 200 μm eller 500 μm , især på blade, der vanskeligt lader sig væde af sprøjtevæsken. Mc Kinlay *et al.* (1972) fandt under laboratorieforhold, at der til sammenligning med effekten på planter med 100 μm store dråber skulle ca. 3 og 6 gange så stor dosis til for at opnå samme effekt med henholdsvis 200 og 400 μm store dråber.

Undersøgelser over dråbestørrelsens betydning for virkningen af herbicider er udført med specielle rotationsfordelere, der giver en meget ensartet dråbestørrelse (Frost, 1978). Med rotationsfordelere er der opnået knapt så god virkning ved sprøjtning med 20 og 40 l væske pr. ha og en dråbestørrelse på ca. 250 μm , som ved sprøjtning med 225 l væske pr. ha fordelt med konventionelle hydrauliske fladsprededyser (Bailey *et al.*, 1978; Harris, 1978).

Resultaterne af de i denne beretning omtalte forsøg har til formål at belyse, om en nedsættelse af væskemængden og en finere forstøvning kan øge virkningen af et systemisk herbicid så meget, at doseringen af herbicidet kan nedsættes, endvidere at belyse, hvilken indflydelse den finere forstøvning af sprøjtevæsken har på afdriftens omfang.

Der bliver også udført forsøg med kontaktvirkende herbicider, og offentliggørelsen af resultaterne bliver i 2 dele: I systemiske herbicider og II kontaktvirkende herbicider.

Forsøgene er udført gennem årene 1979–80 som en del af tværfagligt projekt, hvor de deltagende institutioner er: Statens jordbrugstekniske Forsøg, Landskontoret for Planteavl og Institut for Ukrudtsbekæmpelse. Til projektet er ydet økonomisk støtte fra Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg.

Metodik

De biologiske undersøgelser over virkningen af dichlorprop i 2,0, 1,0 og 0,5 kg virksomt stof pr. ha mod tokimbladet ukrudt i byg er udført som blokforsøg i marken med en parcellstørrelse på 25 m² og 4 gentagelser. Sprøjtningen blev foretaget med traktormonteret forsøgssprøjte i byg ved vækststadiet 3–4 (Feekes-Large Scale).

Kørehastigheden var 8 km pr. time, og de forskellige væskemængder 350, 250, 125 og 57 l pr. ha blev opnået ved at anvende 110° fladsprededyser ved et tryk på ca. 3 bar med tilsvarende hulstørrelse betegnet ved 11006, 11004, 11002, 11001 af Spraying System fabrikat. Dysernes ydelse for opnåelse af væskemængderne blev justeret ved en mindre ændring i trykket. Bombhøjden var 40 cm, hvilket giver dobbelt overlapning.

Beskrivelse af forsøgssprøjte

Den traktormonterede forsøgssprøjte er forsynet med 6 væskebeholdere af rustfast stål, der hver rummer 7 l sprøjtevæske. Til hver beholder hører et sprededor med 5 dysers anbragt med en indbyrdes afstand på 50 cm. Spredebredden er 2,50 m, idet sprededorerne er monteret i en ramme, der på ydersiden er afgrænset af et nylonnet, som samtidig fungerer som læskærm. Ved hjælp af trykluft

drives væsken ud i sprededorerne gennem et hul i beholderens bund. Trykket kan sættes ens for alle beholdere eller reguleres særskilt for hver beholder. Tryklufften leveres enten fra kompressor monteret direkte på traktorens kraftudtagsaksel eller fra 40 l tryklufftflaske.

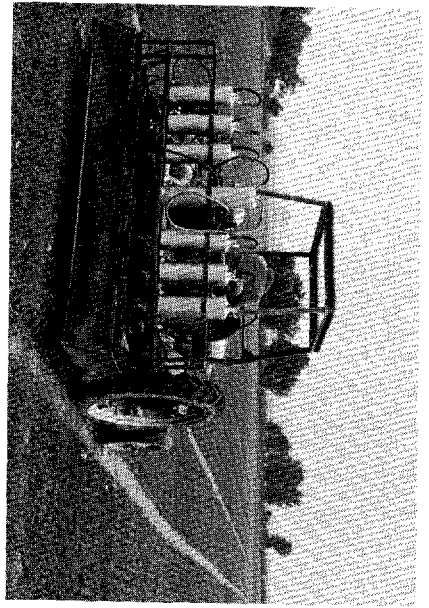
Ved hjælp af magnetventiler kan åbning og lukning for sprøjtevæske til sprededorerne styres fra et kontaktbord ved traktorens førersæde. Omrøring i væskebeholderne sker ved, at tryklufften ledes ind gennem et rør, der udmunder ved væskebeholderens bund. Foruden de 6 væskebeholdere til sprøjtevæske er der en væskebeholder med 10 l rent vand til rengøring og skylning af de andre beholdere indvendig. Hertil anvendes en sprøjtelanse monteret med en reflexdyse, der har en spredvinkel på 180°. Sprøjterester og skyllevand kan via et slangesystem fra beholderens bund opsamles i en affaldsbeholder.

Traktorens hjulafstand er på 2,50 m, således at kørespor i parcellerne undgås både ved såning og ved sprøjtning af parcellerne.

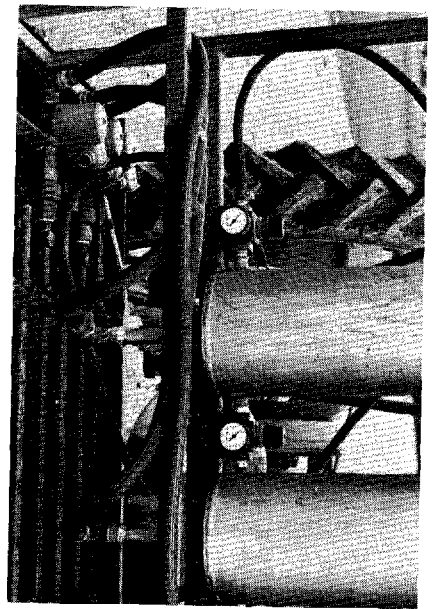
Virkningen på ukrudtet blev vurderet ved optælling og vejning af enkelte dominerende ukrudtsarter og andet ukrudt ca. 3 uger efter sprøjtningen.

Ved Statens jordbrugstekniske Forsøg er der udført undersøgelser over de anvendte dysers dråbestørrelsesfordeling, ensartethed og spredjævnhed. Dråbestørrelsesfordelingen er undersøgt ved hjælp af et elektronisk tælleapparat (Bio Tran II model C 111. New Brunswick Scientific Co. Inc.) med specielt udstyr for registrering af dråber mindre end 100 µm efter en metode beskrevet af Tønnesen (1981).

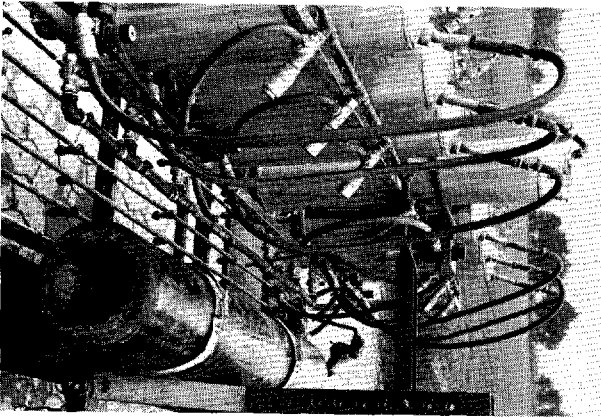
Spredjævnhed og dysernes ensartethed er bestemt efter dansk standard D.S. 6023 (1974). Ved afdriftsundersøgelserne, der er udført ved Institut for Ukrudtsbekæmpelse, er der sprøjtet på tværs af vindretningen. Der er anvendt en alm. marksprøjte med 9 m spredbom monteret med 110° fladsprededyser af Spraying System fabrikat som beskrevet under sprøjtning mod ukrudt. Der blev ligeledes anvendt samme tryk, bombhøjde og kørehastighed som ved sprøjtning mod ukrudt. Trykket på 3 bar blev kontrolleret ved hjælp af et manometer anbragt for enden af spredbommen.



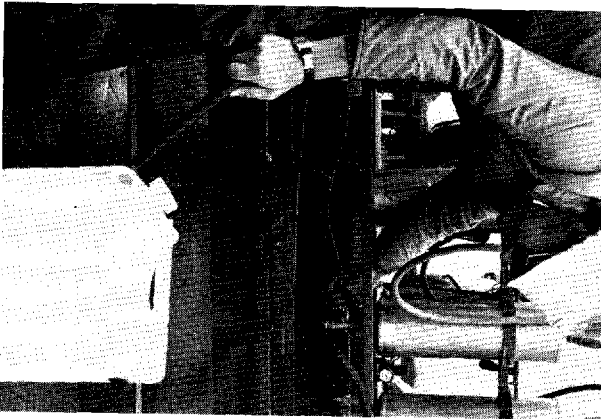
1.



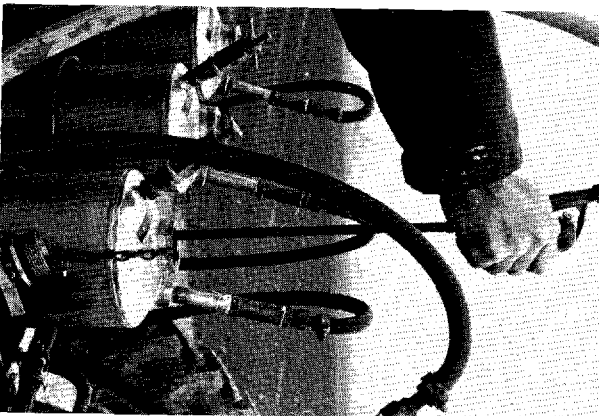
2.



3.



4.



5.

(Fotos: Henny Rasmussen)

Forsøgssprøjte.

Experimental sprayer.

1. Sprøjtning af parceller.

Spraying of plots.

2. Placering af magnetventiler, lynkoblinger og spredetrør samt manometre til hver beholder.

Position of electromagnetic valve, quick-release clutch for liquid and nozzle bar, together with the air pressure gauge for each container.

3. Trykluftflaske og lynkoblinger for trykluft til ensartet tryk i alle beholdere eller separat tryk i hver beholder.

Airbottle and quick-release clutch connections supplying compressed air, providing equal pressure in all containers or different pressure in each of the containers.

4. Opsamling af overskydende sprøjtevæske fra beholderne.

Collecting the remaining spray from the containers.

5. Skyldning af beholdere med sprøjtelanse.

Cleaning of the container using a spray lance.

Sporingsstoffet Na-fluoresceine blev tilsat sprøjtevæsken med 0,5 kg pr. 100 l, endvidere blev spredemidlet Citowett tilsat med 25 ml pr. 100 liter væske, hvilket nedsatte væskens overfladespænding til 0,031 N/m (31 dyn/cm). Der blev sprøjtet over en strækning på 50 m, og i forskellig afstand fra det sprøjtede areal blev afdriften opfanget på plastrør efter samme metode som beskrevet af Nordby og Skuterud (1974). Ved en vindhastighed på 2–3 m pr. sek. blev afdriften opfanget i 1-3-6-9-18-27 og 36 meters afstand fra det sprøjtede areal, ved en vindhastighed på 4–6 m pr. sek. blev der yderligere opfanget afdrift i 45-54-63-72 og 81 meters afstand. De anvendte plastrør var 60 mm lange og havde en diameter på 2 mm. Der er anvendt 2 gentagelser pr. opsamlingssted.

Den afsatte mængde sporingsstof på plastrørene er målt med: »Farrand ratio fluorometer -2«, og angivet i promille af den udsprøjtede væskemængde. Spredébommens bredde er 9 m, og afstanden til opsamlingsstederne ud over 9 m er et multiplum af spredébommens bredde. Målingerne er foretaget, efter at plastrørene er passeret en gang. Ved sprøjtning af en mark vil objekterne

blive passeret for hver spredebredde, og den totale afdrift er derfor en akkumuleret sum af det målte. Vindhastigheden blev målt i en højde af 1,80 m på et anemometer, hvor vindhastigheden direkte kunne aflæses. Vindretningen blev til stadighed kontrolleret med et flag.

Resultater

Udbyttet af byg og virkning på ukrudt i alt er vist i tabel 1, hvoraf fremgår, at der er statistisk sikker udbytteforøgelse af byg fra ubehandlet til de behandlede led; men der er ingen forskel på, om midlet er fordelt i 350, 250, 125 eller 57 l væske pr. ha.

Antallet af ukrudtsplanter i alt er i gennemsnit 1553 pr. 10 m², og de vejer 1858 g. I 4 af forsøgene var der under 100 ukrudtsplanter pr. m² og i 3 af forsøgene ca. 300–400 planter pr. m². Ukrudtsbestanden i forsøgene kan derfor betegnes som lille til middel. Der er ikke sikkert udslag i udbyttet af byg mellem anvendelse af 2,0, 1,0 eller 0,5 kg virksomt stof pr. ha af dichlorprop, hvilket skyldes, at ukrudtet har givet et ringe konkurrencestryk på afgrøden, og at dichlorprop i de anvendte doseringer og væskemængder har været skånsom over for bygplanterne.

Både af antal og vægt af ukrudt i alt fremgår, at en nedsættelse af dosis af dichlorprop fra 2,0 til 1,0 og 0,5 kg v.st. pr. ha har forårsaget nedsat virkning på ukrudtet. En fordeling i væskemængder reduceret fra 350 til 250, 125 eller 57 l væske pr. ha har ikke statistisk sikkert forringet virkningen over for ukrudtet; men der er dog tendens til, at virkningen over for ukrudtet er nedsat, når laveste væskemængde på 57 l pr. ha er anvendt.

Virkningen af dichlorprop på de enkelte arter af ukrudt var forskellig. Fuglegræs og snørlepileurt må betegnes som følsomme og tvetand, kamille og ærenpris som modstandsdygtige. Af tabel 2 fremgår, at selv om virkningen over for de følsomme ukrudtsarter har været betydelig bedre end over for de modstandsdygtige ukrudtsarter, så er der tendens til nedsat virkning på begge grupper ukrudtsarter ved anvendelse af laveste væskemængde på 57 l væske pr. ha. For de modstandsdygtige arter syntes tendensen for nedsat virkning også at omfatte 125 l væske pr. ha.

Tabel 1. Udbytte af byg og virkning på ukrudt i alt ved reduktion af væskemængde og dosis af et systemisk herbicid, gns. 7 forsøg

Yield of barley and the effect on weed when a translocated herbicide is applied in reduced spray volume and dose, average 7 experiments

	Dosis af dichlorprop kg v. st. pr. ha <i>Dose of dichlorprop kg a.i. pr. ha</i>				LSD
	2,0	1,0	0,5	Gns. <i>Mean</i>	
	Kerne, hkg/ha (15% vand) <i>Grain hkg/ha with 15% moisture</i>				
Ubehandlet <i>Untreated</i>				52,3	
Væskemængde <i>Spray volume</i>					
350 l/ha.....	53,1	53,8	53,4	53,4	0,8
250 l/ha.....	53,0	53,2	53,3	53,2	
125 l/ha.....	52,7	53,4	53,4	53,2	
57 l/ha.....	53,3	53,5	52,4	53,1	
Gns. <i>Mean</i>	52,9	53,4	52,8		
LSD		n.s.			
	Ukrudt i alt, antal pr. 10 m ² <i>Weed number pr. 10 m²</i>				
Ubehandlet <i>Untreated</i>				1553	
Væskemængde <i>Spray volume</i>					
350 l/ha.....	306	396	640	447	n.s.
250 l/ha.....	424	440	594	486	
125 l/ha.....	374	476	603	484	
57 l/ha.....	400	533	692	542	
Gns. <i>Mean</i>	376	461	632		
LSD		67			
	Ukrudt i alt, vægt g pr. 10 m ² <i>Weight g pr. 10 m²</i>				
Ubehandlet <i>Untreated</i>				1858	
Væskemængde <i>Spray volume</i>					
350 l/ha.....	264	353	660	426	n.s.
250 l/ha.....	337	374	568	426	
125 l/ha.....	436	412	549	466	
57 l/ha.....	331	479	675	495	
Gns. <i>Mean</i>	342	404	613		
LSD		94			

Tabel 2. Virkning på ukrudtsarter af forskellig følsomhed ved reduktion af væskemængde og dosis af et systemisk herbicid

The effect on resistant and susceptible weed species when a translocated herbicide is applied in reduced spray volume and dose

		Dosis af dichlorprop kg v. st. pr. ha Dose of dichlorprop kg a.i. pr. ha				LSD
		2,0	1,0	0,5	Gns. Mean	
Følsomme ukrudtsarter*), antal pr. 10 m ² Susceptible weed species number pr. 10 m ²						
Antal observationer	8	8	8	8		
Number observations						
Ubehandlet <i>Untreated</i>				582		
Væskemængde <i>Spray volume</i>						
350 l/ha	25	40	153	72	n.s.	
250 l/ha	58	64	121	81		
125 l/ha	31	64	132	76		
57 l/ha	51	76	158	95		
Gns. <i>Mean</i>	41	61	141			
LSD		24				
Følsomme ukrudtsarter, vægt g pr. 10 m ² Susceptible weed species weight pr. 10 m ²						
Antal observationer	8	8	8	8		
Number observations						
Ubehandlet <i>Untreated</i>				448		
Væskemængde <i>Spray volume</i>						
350 l/ha	24	34	110	56	n.s.	
250 l/ha	28	51	99	59		
125 l/ha	37	52	88	59		
57 l/ha	38	69	125	77		
Gns. <i>Mean</i>	32	52	106			
LSD		23				
Modstandsdygtige ukrudtsarter**), antal pr. 10 m ² Resistent weed species number pr. 10 m ²						
Antal observationer	4	4	4	4		
Number observations						
Ubehandlet <i>Untreated</i>				278		
Væskemængde <i>Spray volume</i>						
350 l/ha	165	177	236	192	n.s.	
250 l/ha	206	197	208	204		
125 l/ha	220	235	190	215		
57 l/ha	190	252	226	223		
Gns. <i>Mean</i>	195	215	215			
LSD		n.s.				
Modstandsdygtige ukrudtsarter, vægt g pr. 10 m ² Resistent weed species weight g pr. 10 m ²						
Antal observationer	4	4	4	4		
Number observations						
Ubehandlet <i>Untreated</i>				482		
Væskemængde <i>Spray volume</i>						
350 l/ha	176	229	422	276	n.s.	
250 l/ha	243	238	342	274		
125 l/ha	372	314	295	327		
57 l/ha	228	336	393	319		
Gns. <i>Mean</i>	255	279	363			
LSD		91				

*) Følsomme ukrudtsarter, *Susceptible weed species*: Fuglegræs (*Stellaria media*), snerlepileurt (*Convolvulus arvensis*)

**) Modstandsdygtige ukrudtsarter, *Resistent weed species*: Tvetand (*Lamium*), kamille (*Matricaria*), ærenpris (*Veronica*).

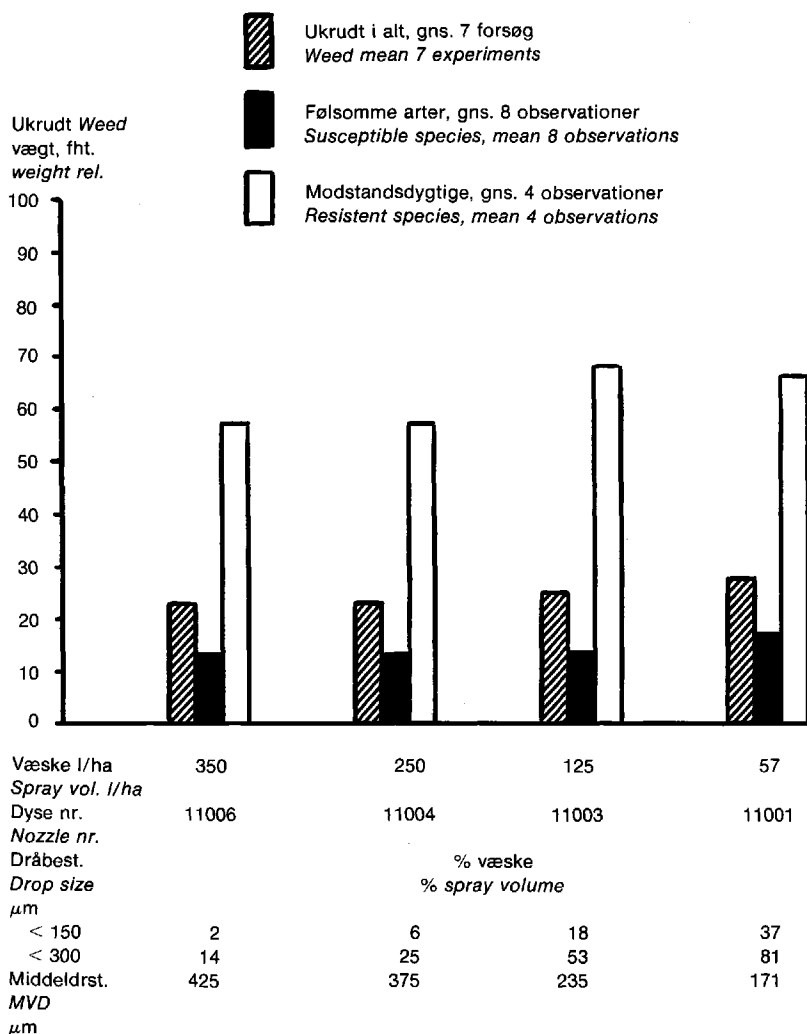


Fig. 1. Virkning af et systemisk herbicid på ukrudt, når midlet fordeles i reduceret væskemængde ved ændring af dysestørrelsen. Gns. af 3 doser.

The effect of a translocated herbicide on weed when applied in reduced spray volume by changing the size of the nozzle. Mean of 3 doses.

I fig. 1 ses virkningen af dichlorprop på ukrudt i alt, følsomme og modstandsdygtige ukrudtsarter som gennemsnit af 3 doseringer. Dråbestørrelsen fra de anvendte dysestørrelser er vist under den tilsvarende væskemængde. Dråbestørrelsesfordelingen er angivet i % af væsken. Der er stor forskel i dråbestørrelsesfordelingen. Fra mindste dyse 11001, hvormed 57 l væske pr. ha er fordelt, er 37% af væsken fordelt i form af dråber mindre

end 150 μm, mod 2% af væsken fra største dyse, 11006 hvormed væskemængden var 350 l pr. ha. Dette vil sige, at ved en væskemængde på 57 l pr. ha er 21 l af væsken fordelt i form af dråber mindre end 150 μm, mod 7 l ved en væskemængde på 350 l pr. ha. I form af dråber mindre end 300 μm er ved en væskemængde på 350 og 57 l pr. ha fordelt henholdsvis 49 l og 46 l af væsken pr. ha; men ved en væskemængde på 57 l pr. ha er sprøjtevæsken 6

gange mere koncentreret end en væskemængde på 350 l pr. ha.

Det fremgår af fig. 1, at forskellen i dråbestørrelsesfordelingen og koncentrationen af sprøjte-væsken har haft ringe indflydelse på effekten af dichlorprop over for såvel ukrudt i alt som føl-somme og modstandsdygtige ukrudtsarter. Ef-fekten på ukrudtet er afhængig af, hvor stor en del af sprøjtevæsken der er afsat på planterne, og hvor ensartet midlet er fordelt på arealet.

I tabel 3 er vist resultatet af de tekniske under-søgelser over dysernes ydelse, ensartethed, spredjævnhed og dråbestørrelsesfordeling. Va-riationskoefficienten for dysernes ensartethed vi-ser, at de mindste dyser 11001 og 11002 ikke er lige så ensartede i ydelsen som de noget større dyser 11004 og 11006. Spredjævnheden for dyse 11001 er knap så god som for de øvrige dyser ved en bomhøjde på 40 cm; men både de anvendte

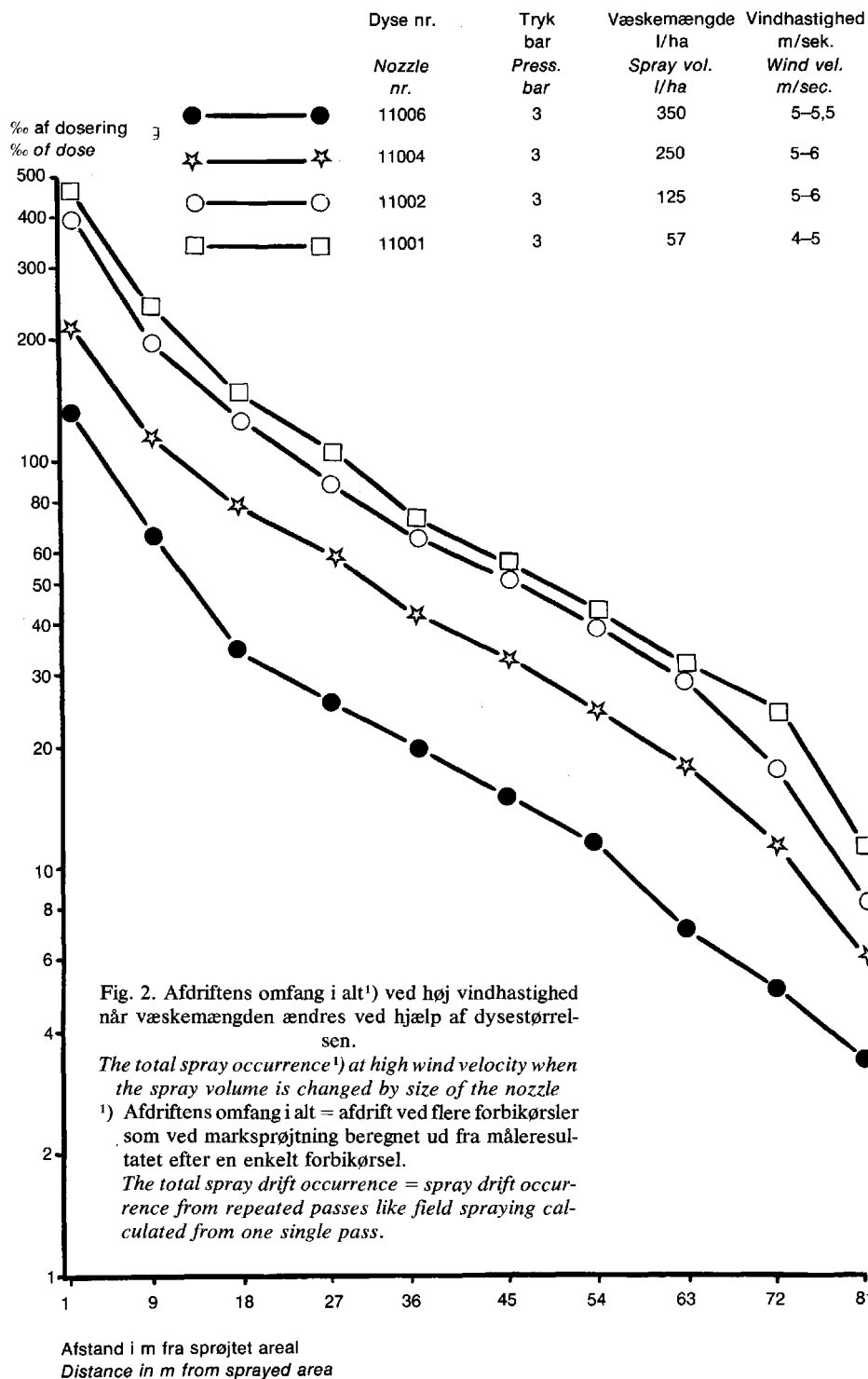
dyseres ensartethed og spredjævnhed må som helhed betegnes som særdeles god til god. Dyser-nes ensartethed og spredjævnhed skulle derfor have ringe indflydelse på effekten af dichlorprop over for ukrudtet. Dråbestørrelsesfordelingen fra de enkelte dyser er meget forskellig, hvilket fremgår af den procentdel af væsken, der fordeles i form af dråber som anført i størrelsesgrupperne.

For dyse 11006 er middeldråbestørrelsen 425 μm , hvilket vil sige, at 50% af væsken er fordelt i form af dråber mindre eller større end 425 μm . Dråbestørrelsesfordelingen viser, at middeldrå-bestørrelsen for dyserne dækker over stor varia-tion i den dråbestørrelse, hvormed væsken bliver fordelt. De store dråber på 600–1000 μm og der-over preller let af på planternes blade, og en stor del falder til jorden. Det fremgår af tabel 2, at virkningen af dichlorprop på ukrudtet ikke er nedsat ved anvendelse af 350 l pr. ha med dyse

Tabel 3. Ydelse, ensartethed, spredjævnhed og dråbestørrelsesfordeling for de i forsøget anvendte fladsprededy-ser

Capacity, uniformity, spraydistribution from a boom and dropsize spectra from flat fan nozzles used in the experiment

Dyse nr.	Tryk ved dyse, bar	Ydelse l pr. min.	Variationskoefficient for dysernes ensartethed spredjævnhed Bomhøjde, cm				
Nozzle no.	Press. at the nozzle, bar	Capacity l pr. min.	Coefficient of variation for the nozz. Uniformity	Distribution Hight of boom, cm			
				30	40	50	
11006	3	2,16	1,0	10,1	8,4	9,5	
11004	3	1,48	1,3	7,0	6,1	6,8	
11002	3	0,78	3,0	11,9	8,6	6,8	
11001	3	0,37	2,6	11,7	10,3	9,2	
Dråbestørrelsesfordeling: % væske fordelt i dråbestørrelse, μm							
		<150	150–300	300–600	600–1000	>1000	Middel-dråbestørrelse, μm
Drop size spectra: % spray volume applied in droplet size μm							MVD μm
11006	3	2,5	11,6	65,3	19,8	0,8	425
11004	3	5,7	19,6	66,9	7,8	–	375
11002	3	18,4	34,8	45,5	1,3	–	235
11001	3	36,9	43,7	19,3	–	–	171



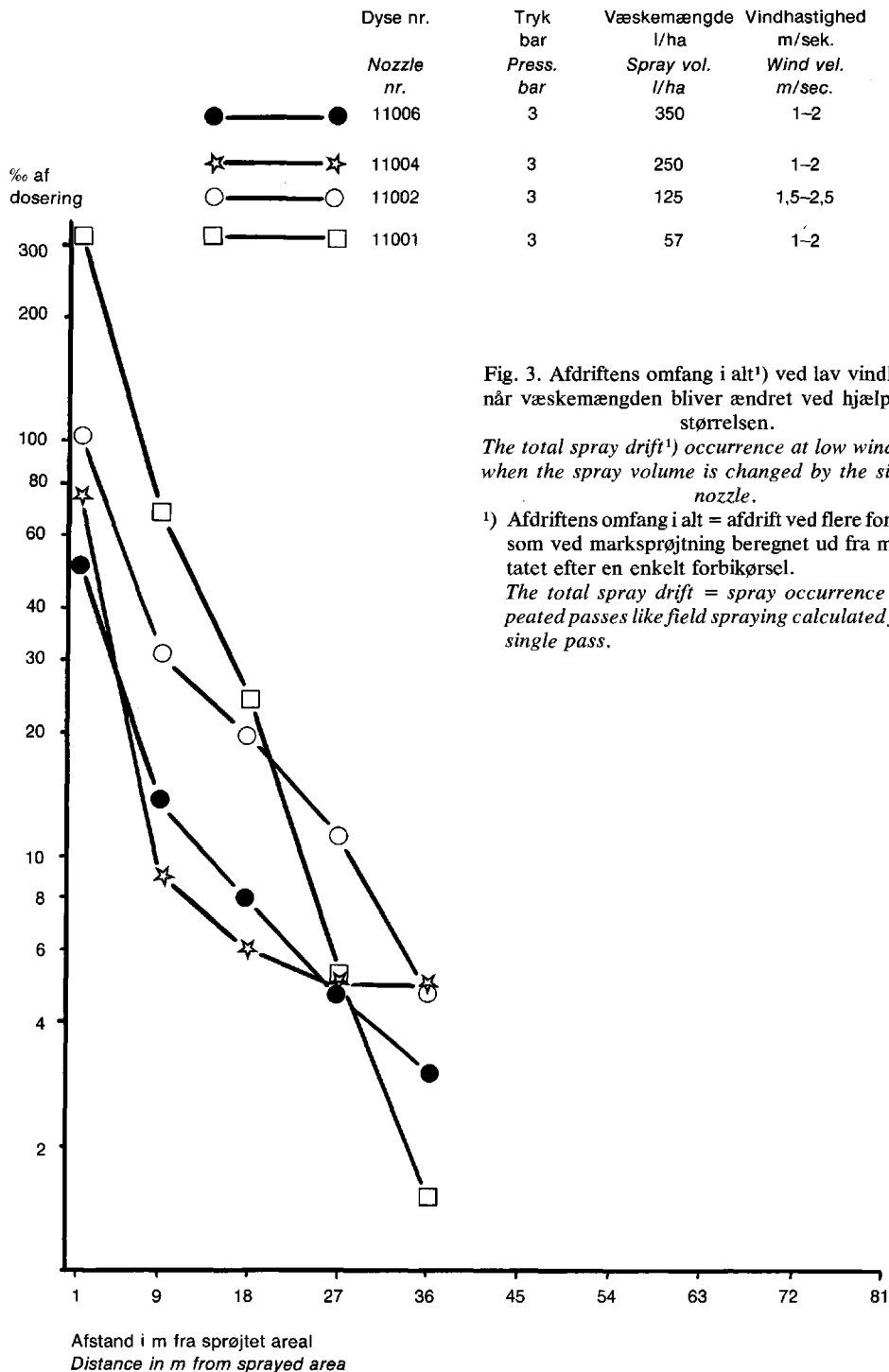


Fig. 3. Afdriftens omfang i alt¹⁾ ved lav vindhastighed når væskemængden bliver ændret ved hjælp af dysestørrelsen.

The total spray drift¹⁾ occurrence at low wind velocity when the spray volume is changed by the size of the nozzle.

¹⁾ Afdriftens omfang i alt = afdrift ved flere forbikørsler som ved marksprøjtning beregnet ud fra måleresultatet efter en enkelt forbikørsel.

The total spray drift = spray occurrence from repeated passes like field spraying calculated from one single pass.

Tabel 4. Afdriftens omfang¹⁾ når væskemængden bliver ændret ved hjælp af dysestørrelsen. Tryk 3 bar, bombhøjde 40 cm, kørehastighed 8 km/time
Spray drift occurrence¹⁾ when spray volume is changed by the size of the nozzle. Pressure 3 bar, boom height 40 cm, forward speed 8 km/hour

Dyse nr.	Ydelse l/min.	Væskemængde l/ha	Middel- dråbest. μm MVD μm	% væske <150 μm % spary volume	Vindhastighed m/sek.	Afdrift i % af dosering Afstand i m			
						1	3	6	9
Nozzle nr.	Capacity l/min.	Spray volume l/ha			Wind velocity m/sec.	Spray drift occurrence	% from dose	Distance in m	
<i>Vindhastighed 4–6 m/sek. Wind velocity 4–6 m/sec.</i>									
11006	2,33	350	425	2,5	5–5,5	68	39	32	33
11004	1,66	250	375	5,7	5–6	106	71	47	36
11002	0,83	125	235	18,4	5–6	217	124	92	14
11001	0,38	57	171	36,9	4–5	224	151	128	93
<i>Vindhastighed 1–2 m/sek. Wind velocity 1–2 m/sec.</i>									
11006	2,33	350	425	2,5	1–2	38	28	12	6
11004	1,66	250	375	5,7	1–2	66	15	6	3
11002	0,83	125	235	18,4	1,5–2,5	75	37	18	11
11001	0,38	57	171	36,9	1–2	247	135	62	43

¹⁾ Afdriftens omfang = måleresultat efter en enkelt forbiørsel.
Spray drift occurrence = measured after one pass.

11006 til trods for, at 19,8% af midlet er fordelt i form af dråber på 600 til 1000 μm og derover som vist i tabel 3.

De små dråber på 150 μm og derunder kan give anledning til afdrift. Afdriftens omfang ved et tryk på 3 bar, bombhøjde 40 cm og kørehastighed på 8 km pr. time er vist i tabel 4 for 2 vindhastigheder 4–6 m pr. sek. og 1–2 m pr. sek. Største dyse 11006 med mindst % væske fordelt i form af dråber mindre end 150 μm har givet mindst afdrift. Jo større procentdel af væsken, der er fordelt i form af dråber mindre end 150 μm , jo større har afdriftens omfang været ved en vindhastighed på 4–6 m pr. sek. Ved en vindhastighed på 1–2 m pr. sek. er afdriftens omfang betydelig mindre end ved en vindhastighed på 4–6 m pr. sek.; men for dyse 11001, som fordeler 36,9% af væsken i form af dråber mindre end 150 μm , har afdriftens omfang været omfattende selv under rolige vindforhold.

Ved begge vindhastigheder er størst afdrift målt i 1 meters afstand, og afdriften er stærkt aftagende over 3 og 6 til 9 m.

I fig. 2 og 3 er afdriftens omfang i alt vist som en kurve, der er en akkumuleret sum af det målte, hvilket svarer til afdriften, opstået på et naboare-

al, ved almindelig marksprøjtning på tværs af vindretningen.

Af fig. 2 fremgår, at afdriftens omfang er størst ved at bruge en lille dyse, der giver en mindre og mere koncentreret sprøjtevæske. Der er kun en lille forskel på, om der har været anvendt 57 eller 125 l væske pr. ha. I forhold hertil er afdriftens omfang omtrent halveret ved anvendelse af 250 l pr. ha. Ved anvendelse af 350 l væske pr. ha er afdriften yderligere formindsket, men afdriftens omfang har alligevel været omfattende, idet der er fundet 10% af det udsprøjtede i en afstand af ca. 55 og 75 m fra det sprøjtede areal ved en væskemængde på henholdsvis 350 og 250 l pr. ha.

I relation til % væske fordelt i form af dråber mindre end 150 μm , hvilket fremgår af tabel 4, har der ikke været så stor forskel på afdriftens omfang ved en vindhastighed på 4–6 m pr. sek., om 36,9 eller 18,4% af væsken er fordelt i form af så små dråber ved henholdsvis 57 og 125 l væske pr. ha. Derimod er afdriften reduceret stærkt, når 5,7 eller 2,5% af væsken er fordelt i form af dråber mindre end 150 μm .

I fig. 3 er vist afdriftens omfang ved en vindhastighed på 1–2 m pr. sek. De største forskelle ses i

1 og 9 meters afstand fra det sprøjtede areal, hvor 57 og 125 l væske pr. ha har givet tydelig mere afdrift end 350 og 250 l væske pr. ha. En vindhastighed på 1–2 m pr. sek. betegnes som en svag luftning, der kan erkendes ved, at en røgs drift netop viser vindens retning. Ved så lav vindhastighed er der fundet 10^{0/00} af det udsprøjtede i 9–12 og 23–29 m afstand fra det sprøjtede areal, når henholdsvis 2,5–5,7 og 18,4–36,7% af væsken er fordelt i form af dråber mindre end 150 µm. Sprøjtning ved lav vindhastighed nedsætter afdriftens omfang; men herved bliver afdriftens omfang ikke elimineret. Afdriftens omfang er også afhængig af, hvor stor en procentdel af sprøjte-væsken der bliver fordelt i form af små dråber, som har karakter af tåge, der kan holde sig svævende i luften og føres uden for det sprøjtede areal.

Diskussion

De fundne resultater over virkningen på ukrudt ved reduktion af væskemængden stemmer godt overens med, hvad *Bailey et al.* (1978) rapporterer om virkningen af en række bladherbicer på tokimbladet ukrudt i byg. Der blev anvendt hydrauliske dyser af forskellig størrelse ved væskemængder på 60–120 og 200 l væske pr. ha. Det vurderes, at der blev opnået et mest konsekvent og pålideligt resultat med væskemængder på 120 l og 200 l væske pr. ha.

I undersøgelserne over virkning på ukrudt er der kørt med en 2,50 m bred forsøgssprøjte påsat fladsprededyser med 110° spredevinkel, der giver god dækning af hele det sprøjtede areal ved en bomhøjde på 40 cm. I praksis anvendes ofte spredebomme på fra 10–12 m og opefter med fladsprededyser eller hvirvelkammerdyser og en bomhøjde på indtil 65 cm, hvilket i forbindelse med for høj kørehastighed på ujævnt terræn vil give knap så god dækning og fordeling som i forsøgene.

Når 1,0 kg virksomt stof af dichlorprop har givet omtrent lige så god virkning som 2,0 kg virksomt stof, kan dette skyldes en kraftig kon-

kurrencevirkning af afgrøden på ukrudtsplanterne i forbindelse med, at ukrudtsplanterne er skadet af sprøjtningen.

De tekniske undersøgelser af dysernes ydelse, ensartethed, spredjævnhed ved forskellig bomhøjde samt dråbestørrelsesfordeling er udført efter samme regler som ved den officielle afprøvning af dyser til marksprøjter. Værdien af disse undersøgelser er i høj grad afhængig af, hvilken indflydelse resultaterne har på effekten af f.eks. et plantebeskyttelsesmiddel. Dysernes ydelse, ensartethed og fordelingen fra spredebom har betydning for, hvor jævnt midlet bliver fordelt. Dysernes ydelse er angivet i l pr. min. for et tryk på 3 bar ved dysen.

Dysernes ensartethed er udtrykt ved variationskoefficienten, som dækker over variationerne i helt nye dysers ydelse. Når variationerne i doseringen med et herbicid helst ikke må overstige $\pm 33\%$, og en variation på $\pm 10\%$ bør tilstræbes (*Permin*, 1979), er et krav om, at de enkelte dysers ydelse ikke må overstige $\pm 5\%$ af gennemsnittet ret lempeligt. I så fald bør variationskoefficienten ikke overstige ca. 2. Når dyse 11001 og 11002 har en variationskoefficient på henholdsvis 2,6 og 3,0, vil det blot sige, at der kan være enkelte dyser, som varierer mere end $\pm 5\%$ fra gennemsnittet, og problemet er klaret i praksis ved, at anskaffe nogle flere dyser og udskifte de dyser, der har fejl i ydelsen.

Spredjævnhed fra spredebommen har stor indflydelse på doseringen. Det er meget vanskeligt at få en ensartet fordeling fra spredebom. Ved en variationskoefficient på 20 kan de maksimale udsving i fordelingen komme op på $\pm 30\%$, hvilket må betegnes som uacceptabelt. En variationskoefficient på under 15 bør tilstræbes. Denne vurdering er imidlertid gjort ud fra krav om fordeling i marken. Er målingerne derimod foretaget stationært på spredebord, indgår variationer ikke i fordelingen fra spredebom i bevægelse, og det vil derfor være tilrådeligt at tilstræbe en variationskoefficient på 10 og derunder (*Permin*, 1979).

Nordby (1980) anfører følgende betegnelser for variationskoefficientens størrelse:

Variations- koefficient	Betegnelse
< 10	Særdeles god
10-12	Meget god
12-16	God (tilfredsstillende)
16-20	Brugbar
> 20	Ikke brugbar

Spredejvnheden fra de dyser, der er benyttet i forsøgene, må betegnes som meget god til særdeles god, og da spredebommen ved de biologiske undersøgelser kun er 2,5 m bred med få variationer i bomhøjden til følge, kan de anførte variationskoefficienter i tabel 3 være en udmærket vejledning for den fordeling, der har været i forsøgene.

Undersøgelserne over spredjevnheden fra spredbom er udført i et laboratorium i en fast opstilling over et opsamlebord. Den giver ikke tilstrækkelig vejledning om, hvorledes fordelingen vil være ved kørsel i en mark med 10-12 m eller endnu større spredbom, hvor bombevælgelserne under kørslen får stor indflydelse på fordelingen. Det må påpeges, at fordelingen fra spredbom generelt vil være noget bedre i forsøgene end, hvad der almindeligvis forekommer i praksis.

Tilstopning af dyserne under kørslen forsinker sprøjtearbejdet og giver brist i fordelingen. Jo mindre dyseåbningen er, jo mindre partikler kan sætte sig fast i den. Ved anvendelse af dysespids med lille hulstørrelse er det nødvendigt at anvende tilstrækkelig fintmaskede filtre for at undgå dysestop. I modsat fald kan tidsbesparelsen ved at anvende lille væskemængde let gå tabt.

Dråbestørrelsesfordelingen bliver udført som standard ved afprøvningen af dyser ved Statens jordbrugstekniske Forsøg. Den har tidligere kun i ringe omfang været anvendt til vejledning om en hensigtsmæssig sprøjteteknik, der tilsigter størst mulig effekt med mindst mulig skade på omgivelserne.

Dråbestørrelsesfordelingen fra dyserne er undersøgt med rent vand, hvis overfladespænding er på 0,072 N/m. Tilsættes spredemidler til væsken, bliver overfladespændingen og dermed dråbestørrelsen mindre (Dorman, 1952; Potts,

1946). Endvidere bliver retentionen på planterne større, når overfladespændingen bliver mindre (Brunskill, 1956). I nærværende undersøgelse er dichlorprop 500 g/l (DLG-D- propionat 50) tilsat sprøjtevæsken med 4, 2 og 1 l handelspræparat, hvilket gav en overfladespænding på N/m:

l væske	DLG-D-propionat 50		
	4 l	2 l	1 l
350	0,057	0,063	0,067
250	0,055	0,060	0,065
128	0,048	0,055	0,060
57	0,045	0,047	0,054

Ved afdriftsundersøgelserne blev tilsat spredemiddel, som sænkede overfladespændingen til 0,031 N/m. Dråbestørrelsen ved de biologiske undersøgelser såvel som ved afdriftsundersøgelserne har derfor været mindre end de i tabel 3 og 4 anførte.

Resultaterne viser, at dråbestørrelsesfordelingen udført med rent vand kan være vejledende for afdriftens omfang, opstået ved sprøjtning med en væske, der har lavere overfladespænding, når % væske fordelt i form af dråber mindre end 150 μ m lægges til grund for vejledningen.

Afdriftens omfang i alt (fig. 2 og 3) er angivet i % af doseringen. Ved anvendelse af hormonmidler mod tokimbladet ukrudt i vårsæd er doseringen ofte 1 kg virksomt stof pr. ha, og når afdriften er angivet i % af udsprøjtet, svarer dette til g pr. ha. Afdriftens omfang kan reduceres stærkt, ikke alene ved at undgå en meget lille og koncentreret væskemængde; men også ved at nedsætte væsketrykket eller ved at anvende specielle dysetyper (Permin, 1980). I samme arbejde er det vurderet, at ved sprøjtning med typer af hormonmidler vil en målt afdrift på mindre end 2-20 g pr. ha alt efter midlets giftighed og tolerancegrænsen for midlet ofte ikke forårsage skade på omgivelserne. Bliver f.eks. et salathoved konsumeret umiddelbart efter sprøjtning af et tilgrænsende areal, må den målte afdrift være på ca. 2 g pr. ha eller mindre for at undgå sprøjterester, der muligvis vil overskride fastsatte tolerancegrænser. For at undgå varige deformiteter på en så følsom kultur som salat, må den målte afdrift være på 10 g pr. ha eller derunder.

Konklusion

En reduktion af væskemængden fra 350 l til 57 l pr. ha ved at bruge mindre dyse øger ikke virkningen af et systematisk herbicid over for tokimbladet ukrudt i korn.

Reduktion af væskemængde samt dosis af dichlorprop ændrede ikke udbyttet af byg.

Der kan opnås lige så god virkning over for tokimbladet ukrudt ved fordeling af et systemisk herbicid i 125, 250 eller 350 l væske pr. ha.

En væskemængde på 250 l pr. ha giver væsentlig mindre afdrift end 125 l pr. ha, fordelt med 110° fladsprededyser ved et tryk på 3 bar og en kørehastighed på 8 km pr. time.

Dråbestørrelsesfordelingen er en velegnet teknisk information til vurdering af risiko for afdrift og dens omfang.

Litteratur

- Anonym* (1974): Marksprøjter. Afprøvningsmetode til bestemmelse af kapacitet og karakteristik. Dansk Standard 6023. Jordbrug.
- Bailey, R. J., Kitchen, R., Smartt, A. & Roebuch, J.*, (1978): A review of ADAS results in 1978 with the controlled drop application of herbicides in cereals. British Crop Protection Conference Weeds. Proceedings 1978, 2, 695–699.
- Bengtsson, A.* (1961): Droppstorlekens indflytande på ogräsmedlans verkan. Växtodling 17, 1–149.
- Brunskill, R. T.* (1956): Physical factors affecting the retention of spray droplets on leaf surfaces. Proc. 3. British Weed Control Conference, 593–603.
- Dorman, R. G.* (1952): The atomization in flat spray. Brit. Jour. app. Physics 3, 189–192.
- Frost, A. R.* (1978): Rotary atomization. British Crop Protection Council Monograph 22, 7–21.
- Harris, P. B.* (1978): The application of herbicides to cereals at different volumes using hydraulic nozzles and spinning disc heads. British Crop Protection Conference Weeds. Proceedings 1978, 2, 709–716.
- Mc. Kinlay, K. S., Brandt, S. A., Morse, P. & Ashford, R.* (1972): Droplet size and phytotoxicity of herbicides. Weed Science 20, 450–452.
- Nordby, A. & Skuterud, R.* (1975): The effect of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. Weed Research 14, 385–395.
- Nordby, A.* (1980): Nordisk projekt. Utredning og undersøkelser med plantevernstutstyr. Del 3 Åkersprøjter. Rapport. Landbrugsteknisk Institut, Ås – NLH. L nr. 13/79 Serie A nr. 599, 1–199.
- Permin, O.* (1979): Sprøjtetekniske faktorerers indflydelse på plantebeskyttelsesmidlernes virkning. Tidsskr. Planteavl 83, 415–416.
- Permin, O.* (1980): Forskellige metoder til at undgå afdrift ved marksprøjtning og virkningen på ukrudt ved sprøjtning med herbicider. Tidsskr. Planteavl 84, 75–88.
- Potts, S. F.* (1946): Particle size of insecticides and its relation to application, distribution and deposit. Jour. Econ. Entomology 39, 716–720.
- Tønnesen, Aa.* (1981): Undersøgelse af dyser til marksprøjter. Statens jordbrugstekniske Forsøg. Beretning nr. 9, 1–49.
- Way, J. M.* (1969): Some effects of droplet size and position on response of lettuce to sub-lethal doses of MCPA. Weed Research 9, 272–278.

Manuskript modtaget den 11. januar 1982.