



7. Danske Planteværnskonference

Pesticider og miljø

Ukrudt

7TH Danish Plant Protection Conference

Side Effect of Pesticides

Weeds



7. marts 1990

PLANTEVÆRNSCENTRET



7. Danske Planteværnskonference

Pesticider og miljø

Ukrudt

7TH Danish Plant Protection Conference

Side Effect of Pesticides

Weeds

Danmarks JordbrugsForskning
Biblioteket
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

7. marts 1990

Indholdsfortegnelse

Ukrudtssektionen

Nyanerkendte herbicider til landbrugsafgrøder 5-43

Newly approved herbicides for use in agricultural crops

Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl

Nyanerkendte herbicider til havebrugskulturer 45-52

Newly approved herbicides for use in horticultural crops

Anette Binder & Georg Noyé

Splitdosering af herbicider i ærter 53-63

Split application of herbicides in peas

Peter Kryger Jensen

Forekomst af ukrudtsfrø i korn og frøprøver undersøgt i perioden 1969-1989 ... 65-71

Occurrence of weed seeds in samples of cereals and other field crops

examined during the period 1969-1989

Hans Arne Jensen

Herbiciders indflydelse på ukrudtets frøproduktion 73-83

The influence of herbicides on weed seed production

Jens Ole Pedersen & Ilse Rasmussen

Starane Mixer, selektiv ukrudtsbekæmpelse i korn 85-95

STARANE Mixer, selective weed control in cereals

Kjeld Hansen

Folar 460 SC - et nyt produkt med såvel kontakt som jordeffekt, til bekæmpelse af en- og tokimbladet ukrudt i læhegn, frugtplantager og skovkulturer 97-106

Folar 460 SC, a new product with foliar as well as root uptake, for control of monocot as well as dicot weeds in windbreaks, fruit plantations and in forestry.

Kim Madsen

Resistens mod ALS-hæmmende herbicider 107-115

Resistance to ALS-inhibiting herbicides

Erling Falch Petersen

Herbicidresistens i ukrudt og afgrøder 117-130

Herbicide resistance in weeds and crops

Maria Olofsdotter & Heinrich Haas

Jordfugtighedens indflydelse på virkningen af bladherbicider 131-139

The influence of soil moisture on the effect of different foliar applied herbicides

Jens Lindegaard Kristensen, Hanne Juul Pedersen & Per Kudsk

Effekt af herbicider udsprøjtet i blanding 141-156

Effect of herbicides applied in mixtures

P. Kudsk & S. Kopp Mathiasen

Sammenhængen mellem kvikbestandens størrelse og udbytte

i korn, ærter og raps 157-170

*Yield losses in cereals, peas and rape due to competition from couch (*Elymus repens*)*

Bo Melander

Modell for simulering av vekst og bekjempelse av kveke (<i>E. repens</i>)	171-182
<i>A model for simulation of growth control of couch grass (<i>E. repens</i>)</i>	
Sverre A. Høstmark	
Strategi for kvikbekæmpelse	183-186
<i>Strategy against couch grass (<i>Elymus</i>(<i>Agropyron</i>) <i>repens</i>)</i>	
Hans Kristensen	
Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde	187-199
<i>Hoeing in cereals - row distances and seed rates</i>	
Jesper Rasmussen & Birgitte Tønnes Pedersen	
Kæmpe-bjørneklo: Betydning som ukrudtsplante og bekæmpelsesmuligheder . .	201-209
<i>Giant Hogweed: Importance and control</i>	
Thomas Rubow	
Miljøsektionen	
Resultater vedrørende udsivning af phenoxygeler og phenoler fra udvalgte lokaliteter i Danmark samt nye udenlandske resultater vedrørende vandforurening med pesticider	211-224
<i>Leaching of phenoxyacids and their metabolites from arable soils in Denmark</i>	
Gitte Felding	
Effekt af Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak og Corbel på omsætning af halm under laboratorieforhold	225-236
<i>Effect of Tilt turbo, Calixin, Rival Sportak and Corbel on the mineralization of straw in, laboratory trials</i>	
Susanne Elmholt	
Biologisk testmetode til påvisning af herbicidrester i jord	237-242
<i>Bioassay for detecting herbicide residues in the soil</i>	
P. Kudsk & Hanne Juul Pedersen	
Biologisk metode til analyse for rester af Glean, Ally og Express i jord	243-247
<i>LRB(sn) bioassay for detecting residues of GLEAN, ALLY and EXPRESS in danish soils</i>	
Poul G. Jensen, K. Buhr & E.F. Petersen	
Kemiske analyser som hjælpemiddel til at undgå skader på vegetation og til at påvise årsager til skader	249-253
<i>Chemical analyses as a remedy to avoid damage on vegetation and to elucidate causes of damage</i>	
Peder Odgaard	
Miljøstyrelsens kriterier for miljøfarlighed	255-262
Leif Mortensen	

Nyanerkendte herbicider til landbrugsafgrøder *Newly approved herbicides for use in agricultural crops*

Peder Elbæk Jensen og Per Rydahl
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

In 1988/89 Institute of Weed Control was requested to carry out test concerning 162 approvals. Some products were registered to various purpose of which the number of products and/or combination of products were 86.

By the end of the year 71 approvals have been granted.

Sammendrag

I 1988/89 blev Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse anmodet om at udføre afprøvning med henblik på 162 anerkendelser. Nogle midler blev anmeldt til flere formål, hvorfor antal midler og/eller middelkombinationer var 86. Ved årets slutning blev tildelt 71 anerkendelser.

Forsøgsbetingelser

Alle afprøvninger er udført som markforsøg i landbrugsafgrøder, i de fleste tilfælde udstationeret hos landmænd. Forsøgene har været placeret på Sjælland, Langeland og i Jylland.

Virkningen er normalt opgjort ved optælling og vejning af de enkelte ukrudtsarter på 3 tælleflader af passende størrelse pr. parcel. For nedvisnings- og vækstreguleringsmidler er de ønskede effekter bedømt ved karakter eller stråmåling.

Skader på afgrøder er bedømt med karakter, og der er i de fleste forsøg foretaget udbyttebestemmelse.

Resultat

I tabel 1 ses antal anmodninger om anerkendelse på de enkelte afgrøder og som afslutning på årets afprøvningsarbejde de tildelte anerkendelser ligeledes på de enkelte afgrøder. Som det klart fremgår er ønsket om at opnå anerkendelse på et middel koncentreret omkring de afgrøder, der dyrkes på det største areal.

Tabel 1.

	Antal	
	anmodning	anerkendelse
bederoer	26	7
hestebønner	3	0
kartoffel	4	0
majs	2	0
raps	21	10
ært	22	3
vårsæd	24	17
vintersæd	52	26
frøgræs	6	6
udyrket	2	2
ialt	162	71

I tabel 2 er vist de enkelte midlers anerkendelse, som den foreligger efter at dette års anerkendelse er blevet tildelt. For nogle midlers vedkommende er der tale om små udvidelser eller justeringer, for andre om helt nye anerkendelser.

De med (*) mærkede midler vil, efter angivelse af de respektive firmaer, næppe blive markedsført i 1990.

En komplet oversigt over anerkendte midler som markedsføres i 1990 findes i Statens Planteavlsforsøgs årlige publikation "Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop samt til vækstregulering 1990".

I figurerne 1-57 er vist resultatet af de enkelte midlers effekt overfor de i forsøgene forekommende ukrudtsarter. Histogrammerne med 3 doseringer normal, $\frac{1}{2}$ x normal og $\frac{1}{4}$ x normal, stammer fra effektforsøgene, histogrammer med kun 1 dosering stammer fra udbytteforsøgene, hvor midlerne prøves i normal og 2 x normal dosering. I denne artikel er kun normaldoseringen medtaget. Efter ukrudtsarten er nævnt i hvor mange forsøg denne art er forekommet. Resultaterne er fra afprøvningsforsøgene 1987-1989 dog er kun medtaget midler, der har opnået en anerkendelse i 1989. Enkelte midler har fået anerkendelsen justeret på baggrund af tidligere forsøg, de er derfor ikke med i denne oversigt.

Litteratur

Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P. (1989): Resultater fra afprøvning, ukrudt 1 og 2. Statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, Flakkebjerg, 862 sider.

Petersen, E. Juhl & Jensen, P. Elbæk (1987): Resultater fra afprøvning, ukrudt 1 og 2. Statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, Flakkebjerg, 457 sider.

Petersen, E. Juhl; Jensen P. Elbæk & Jørgensen, H. (1988): Resultater fra afprøvning, ukrudt 1 og 2. statens Planteavlsforsøg, Planteværnscentret, Flakkebjerg, 568 sider.

Tabel 2. Nye anerkendte midler og midler med udvidet anerkendelse
New approved products and products with extended approval

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Ally 20 DF + MCPA + Extravon Metsulfuron methyl 200 g/kg MCPA 750 g/l eller kg Du Pont + Agro Kemi, BASF, EK, KVK, PLK	Vårsæd	20 g + 1,0 l ell. kg + 0,05%	Gul okseøj, hanekro, kamille og fuglegræs.
Ariane Fluroxpur 60 g/l Clopyralid 23,2 g/l MCPA 266,6 g/l Dow Elanco	* Vårsæd	1,5 l/ha Vårsæd 2-5 blade	Burresnerre, hanekro, stedmoder, kamille, pileurt og fuglegræs
Assert + Citowett Imazamethabenz 300 g/l BASF	* Vårbyg, vårhvede og vinterhvede	2,5 l/ha + 0,1%	Flyvehavre
Avenge 150 Difenzoquat-methylsulfat 216,8 g/l BASF	Vårbyg og vinterbyg	7,0 l/ha Flyvehavre 4-6 blade - indtil beg. strækning.	Flyvehavre
Basagran MCPA 75 MCPA 75 g/l Bentazon 250 g/l BASF	* Vårsæd og vintersæd	4,0 l/ha Om foråret	Lugtløs kamille
Basagran MP-P Bentazon 333 g/l Mechlorprop-P 250 g/l BASF	* Vårsæd	3,0 l/ha Ukrudt 2-4 blade	Gul okseøj, kamille, fuglegræs, pileurt og hvidmelet gåsefod.
	* Vintersæd	3,0 l/ha Ukrudt 1-2 blade	Agerstedmoder, kamille, fuglegræs og ærenpris.

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Basagran 480 + Stomp Bentazon 480 g/l Pendimethalin 33,5% BASF	Ærter	1,0 + 2,0 l/ha Ukrudt på tobladstadiet	Alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerlepileurt, raps og ærenpris.
Basagran 480 + Stomp SC Bentazon 480 g/l Pendimethalin 400 g/l BASF	Ærter	1,0 + 1,5 l/ha	Alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerlepileurt, raps og ærenpris.
B 20088 Phenmedipham 100 g/l Ethofumesat 80 g/l Plantekemi	* Bederoer	4,0 l/ha Tidligst når roernes to første blade er ærttestore.	Pileurt, hyrdetaske, fuglegræs, tvetand, agerstedmoder, hvidmelet gåsefod og enårig rapgræs.
CR 20 804 Benazolin 150 g/kg Dimefuron 250 g/kg Schering R-P Agro Norden	* Vinterraps	2,0 kg/ha Raps på 3-4 bladstadiet	Fuglegræs, hyrdetaske, tvetand og ærenpris.
	* Vårraps	2,0 kg/ha Raps på 3-4 bladstadiet.	Ovennævnte samt agerstedmoder og pileurarter.
Dimefuron WP Dimefuron 500 g/kg R-P Agro Norden	* Vinterraps	2,0 kg/ha Raps m. 3-4 blade el. tidl. forår	Agerstedmoder, fuglegræs, hyrdetaske, tvetand og ærenpris.
DPX E 8698 75 DF DPX M 6316 68,2% Metsulfuron methyl 6,8% Du Pont	* Vintersæd	15 g/ha tidlig forår	Kamille, raps og fuglegræs.
	* Vårsæd	15 g/ha	Ovennævnte arter samt stedmoder, burresnerre og hanekro.
DPX R 9674 75 DF DPX M 6316 50% Tribenuron methyl 25% Du Pont	* Vintersæd	15 g/ha tidlig forår	Kamille, raps og fuglegræs.
	* Vårsæd	15 g/ha	Ovennævnte arter samt stedmoder, burresnerre og hanekro.

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Duplosan MP Mechlorprop-P 600 g/l BASF	Vintersæd	3,0 l/ha Afgrøden 1-2 blade	Fuglegræs, ærenpris, burrester og agerstmoder.
EK 488 Phenmedipham 120 g/l Esbjerg Kemi	* Bederoer	4,0 l/ha ukrudt i kim- bladst. 6,0 l/ha ukrudt 2-4 bliv. blade	Som led i et sprøjte- program mod 2 kim- bladet ukrudt.
EK 888 Phenmedipham 120 g/l Esbjerg Kemi	* Bederoer	4,0 l/ha ukrudt i kim- bladst. 6,0 l/ha ukrudt 2-4 bliv. blade	Som led i et sprøjte- program mod 2 kim- bladet ukrudt.
Express 75 DF + Extravon Tribenuron methyl 75% Du Pont	Vårsæd	10 g/ha + 0,05% Ukrudt 2-4 bl.	Gul okseøj, hvidmelet gåséfod, kamille, hanekro og fuglegræs.
	Vinter- hvede	10 g/ha + 0,05% tidl. forår	Kamille, stedmoder, valmue og fuglegræs.
Focus + Actipron Cycloxydem 200 g/l BASF	Bederoer, vårrops, rødsvingel, ært.	2,5 + 2,0 l/ha Kvik 3-4 bl.	Kvik.
	Vinter- raps.	1,0 + 2,0 l/ha Ukr. 3-4 bl.	Spildkorn og flyvehavre.
Herbalon 630 MCPA 280 g/l Mechlorprop-P 320 g/l Clopyralid 30 g/l Kemisk Værk Køge	* Vintersæd * Vårsæd * Engrap- græs * Engsvingel * Rød svingel * Rajgræs * Hunde- græs	2,5 l/ha Om foråret	Kamille, gåseurt, kløver, valmue og fuglegræs.

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Herbamix Combi MCPA 175 g/l 2,4-D 175 g/l Dichlorprop-P 325 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårsæd	2,0 l/ha	Agersennep, hvidmelet gåsefod, pileurt, korn- blomst, valmue og for- glemmigej.
Herbamix DPD 625 2,4-D 200 g/l Dichlorprop-P 425 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårsæd	2,5 l/ha	Kamille, pileurter, nat limurt og kornvalmue.
Herbamix DPM 650 MCPA 275 g/l Dichlorprop-P 375 g/l Kemisk Værk Køge	* Vintersæd	2,5 l/ha Om foråret.	Agersennep, hvidmelet gåsefod og pileurter.
Herbamix MPD 615 2,4-D 200 g/l Mechlorprop-P 315 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårsæd * Vintersæd	2,0 l/ha 3,0 l/ha Om foråret.	Burresnerre, fuglegræs, ærenpris og korn- valmue.
Herbaprop ES 500 Mechlorprop 500 g/l Kemisk Værk Køge	* Vintersæd	2,5 l/ha efterår, afgrøde 1-2 bl. 3,0 l/ha tidlig forår	Fuglegræs, kamille, agerstedmoder, og burresnerre. Fuglegræs, burresnerre og ærenpris.
Herbaprop ES 667 Mechlorprop-P 667 g/l Kemisk Værk Køge	* Vintersæd	1,0 l/ha efterår, afgrøde 1-2 bl. 1,2 l/ha tidlig forår	Fuglegræs, kamille, agerstedmoder, og burresnerre. Fuglegræs, burresnerre og ærenpris.
Herbatox MP 600 Mechlorprop-P 600 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårsæd * Vintersæd	1,8 l/ha 2,0 l/ha	Fuglegræs, burresnerre og ærenpris.
JBC Phenmedipham Phenmedipham 167 g/l JBC	* Bederoer	4,0 l/ha ukr. i kimbladst. 6,0 l/ha Ukr. 2-4 bliv. bl.	Som led i et sprøjte- program mod 2 kim- bladet ukrudt.

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Kamilon 530 MCPA 360 g/l Dichlorprop-P 132 g/l Clopyralid 18 g/l Dicamba 20 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårbyg	2,5 l/ha	Hanekro, kamille, pile- urt og fuglegræs.
Karmex DF Diuron 80% Du Pont	* Ingen	4,0-8,0 kg/ha Årligt	Al nyfremspiret vege- tation.
Karmex DW Diuron 80% Du Pont	Ingen	4,0-8,0 kg/ha Årligt	Al nyfremspiret vege- tation.
Kemifam I2 Phenmedipham 160 g/l Kemira	* Bederoer	4,0 l/ha Ukr. i kimbladst. 6,0 l/ha Ukr. 2-4 bliv. bl.	Som led i et sprøjte- program mod 2 kim- bladet ukrudt.
Kemifam I2 + Kemiron Phenmedipham 160 g/l Ethofumesat 200 g/l Kemira	* Bederoer	2,0 l/ha + 2,0 l/ha Tidligst når roernes to første løvblade er ærtstore.	Pileurter, hyrdetaske, fuglegræs, tvetand, ager- stedmoder, hvidmelet gåsefod og enårig rapgræs.
Kerb 50 Propyzamid 50% Kemisk Værk Køge	Vinterraps	1,0 kg/ha okt.-dec.	Spildkorn, flyvehavre og fuglegræs.
Kerb 50 F Propyzamid 500 g/l Kemisk Værk Køge	* Vinterraps	1,0 l/ha okt.-dec.	Spildkorn, flyvehavre og fuglegræs.
Logran 20 DF + Graminon Triasulfuron 200 g/kg + Isoproturon 500 g/l Ciba-Geigy	* Vintersæd	20 g/ha + 2,0 l/ha tidlig forår	Kamille, stedmoder, tvætand, hanekro, fugle- græs og enårig rapgræs.

Midler, aktiv stof og firma	Kultur	Dosering	Anerkendt imod
Mylone Power-d d-Mechlorprop 288 g/l Ioxynil 160 g/l R-P Agro Norden	* Vintersæd	1,5 l/ha Om efteråret når ukrudtet har højst 2 løvbl. 1,75 l/ha Senere efterår	Forglemmigej, tvetand, ærenpris og fuglegræs. Ovennævnte arter + agerstedmoder og kamille. Kamille, ærenpris og fuglegræs.
Puma S 75 + Genapol Fenoxaprop-P-ethyl 75 g/l Hoechst	* Vinter- hvede	1,0 l/ha + 0,4 l/ha Tidlig forår.	Agerrævehale og vindaks.
Racer SC Flurochloridone 250 g/l ICI	* Vinter- hvede	1,3 l/ha Senest 3 dage efter såning.	Kamille, ærenpris, hyrdetaske, pileurt og fuglegræs.
Starane Kombi Ioxynil 120 g/ha Fluroxypur 100 g/l Clopyralid 30 g/l Dow Elanco	* Vintersæd * Vårsæd	1,5 l/ha Tidligt forår. 0,75 l/ha Stadie 2-3.	Kamille forglemmigej, burrenerre, pileurt og fuglegræs.
Stomp SC Pendimethalin 400 g/l BASF	* Vintersæd	4,0 l/ha Efter såning	Enkimbladet og tokim- bladet ukrudt.
Swipe 560 SCW Mechlorprop 448 g/l Ioxynil 56 g/l Bromoxynil 56 g/l Ciba-Geigy	* Vintersæd	3,0 l/ha Efterår når afgr. har 1-2 blade. 3,5-4,0 Tidlig forår	Kamille, valmue, æren- pris, tvetand, stedmoder og fuglegræs. Kamille, valmue, æren- pris og fuglegræs.
Triban 624 MCPA 420 g/l Mechlorprop-P 56 g/l Dichlorprop-P 120 g/l Dicamba 28 g/l Kemisk Værk Køge	* Vårbyg	2,5 l/ha	Hanekro.

Figurer 1-57

Ally 20 DF + MCPA 1,0 l (75%) + Extravon 0,05%
Vårsæd st. 13-21

Dosering	6,25 g	12,5 g	25 g
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Gul Okseøj 3			

Figur 1.

Ally 20 DF + MCPA 1,0 l (75%) + Extravon 0,05%
Vårsæd st. 13-21

Dosering	25 g
Art forsøg % effekt	50 100
Gul Okseøj 5	

Figur 2.

Ariane, Vårsæd st. 13-21

Dosering	0,38 l	0,75 l	1,5 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Mark-Ærenpris 1			
Fuglegræs 1			
Hvidm. Gåsefod 2			
Hyrdetaske 2			
Lugtløs Kamille 2			
Snerle-Pileurt 5			
Raps 2			
Ager-Sennep 1			
Ager-Stedmoderbl. 4			
Storkenøb 1			
Liden Tvætand 3			
Nat-limurt 1			

Figur 3.

Ariane, Vårsæd st. 13-21

Dosering	1,5 l
Art forsøg % effekt	50 100
Fuglegræs 5	
Mark-Forglemmigej 1	
Højrenæs 1	
Hanekro 1	
Hyrdetaske 2	
Lugtløs Kamille 1	
Nat-Limurt 3	
Mark-Erenpris 1	
Liden Nælde 2	
Alm. Pengeurt 1	
Snerle-Pileurt 2	
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoderbl. 3	
Storkenæs 1	
Liden Tvetand 4	

Figur 4.

Assert, Vinterhvede st. 25-29

Dosering	0,63 l	1,25 l	2,5 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Flyvehavre 3			

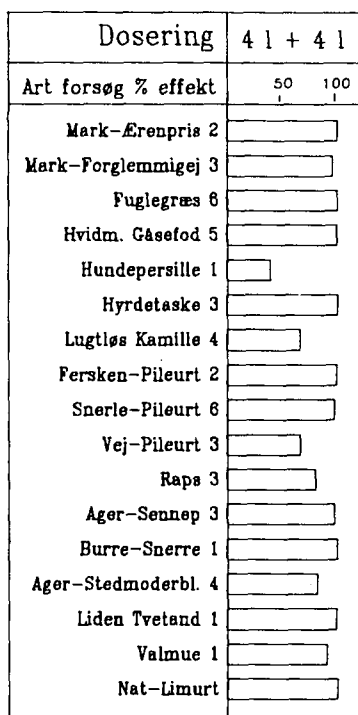
Figur 5.

B 20088, Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	2 l + 2 l		4 l + 4 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100
Mark-Ærenpris 3				
Mark-Forglemmigej 2				
Fuglegræs 3				
Hvidm. Gåsefod 3				
Hundepersille 1				
Hyrdetaske 2				
Lugtløs Kamille 3				
Nat-Limurt 1				
Alm. Pengeurt 1				
Fersken-Pileurt 1				
Snerle-Pileurt 2				
Vej-Pileurt 1				
Raps 1				
Burre-Snerre 1				
Ager-Stedmoderbl. 2				
Liden Tvetand 1				
Rød Tvetand 1				
Valmue 1				

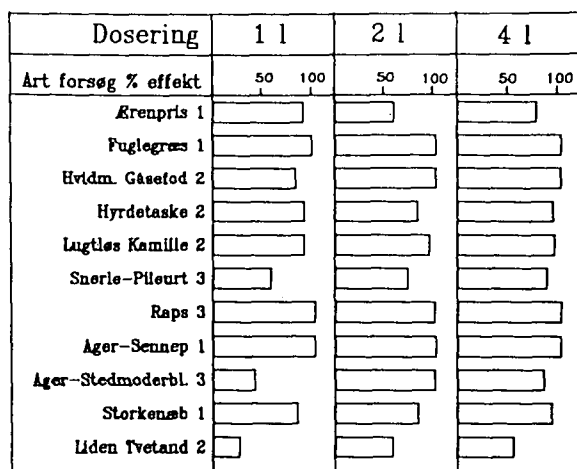
Figur 6.

B 20088, Bederoer st. 21 + st. 22



Figur 7.

Basagran MCPA 75, Vårsæd st. 25-29



Figur 8.

Basagran MCPA 75, Vårsød st. 25-29

Dosering	4 l
Art forsøg % effekt	50 100
Hvidm. Gåsefod 3	
Fuglegræs 6	
Lugtløs Kamille 3	
Hejrenøb 1	
Bleg Pileurt 1	
Hyrdetaske 2	
Fersken-Pileurt 1	
Nat-Limurt 3	
Vej-Pileurt 2	
Liden Nælde 1	
Raps 1	
Alm. Pengeurt 1	
Snerle-Pileurt 5	
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoderbl. 4	
Storkenøb 1	
Liden Tvetand 1	
Mark-Ærenpris 3	

Figur 9.

Basagran MP-P, Vinterhvede st. 11-12

Dosering	0,75 l		1,5 l		3 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Mark Ærenpris 2						
Mark Forglemmigej 1						
Fuglegræs 3						
Hanekro 1						
Hyrdetaske 1						
Lugtløs Kamille 3						
Alm. Pengeurt 1						
Ager-Sennep 1						
Ager-Stedmoderbl. 3						
Liden Tvetand 2						
Rød Tvetand 1						

Figur 10.

Basagran MP-P, Vinterhvede st. 13-21, efterår

Dosering	0,75 l		1,5 l		3 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Mark Ærenpris 2						
Mark Forglemmigej 1						
Fuglegræs 3						
Hanekro 1						
Hyrdetaske 1						
Lugtløs Kamille 3						
Alm. Pengeurt 1						
Ager-Sennep 1						
Ager-Stedmoderbl. 3						
Liden Tvetand 2						
Rød Tvetand 1						

Figur 11.

CR 20804, Vinterraps st. 19–21, efterår

Dosering	0,5 kg	1 kg	2 kg
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Fuglegræs 1			
Hyrdetaske 1			
Liden Tvetand 1			

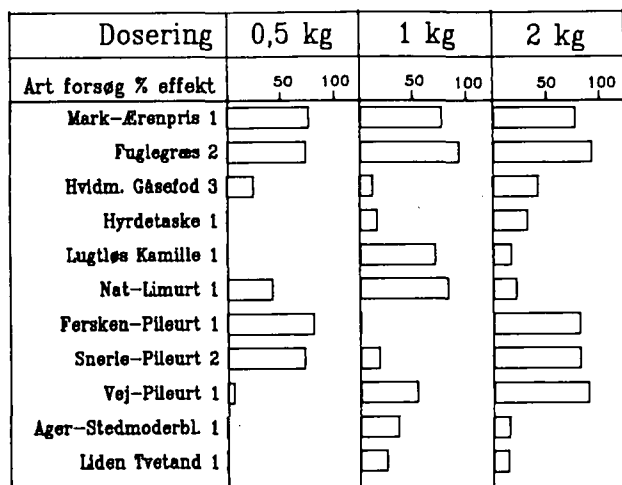
Figur 12.

CR 20804, Vinterraps st 19–21, efterår

Dosering	2 kg
Art forsøg % effekt	50 100
Mark-Erenpris 1	
Fuglegræs 4	
Hyrdetaske 3	
Ager-Stedmoder 4	
Liden Tvetand 3	
Lugtløs Kamille 1	
Amsinchia 2	
Hvidm. Gåsefod 2	
Liden Nælde 1	
Snerle-Pileurt 2	

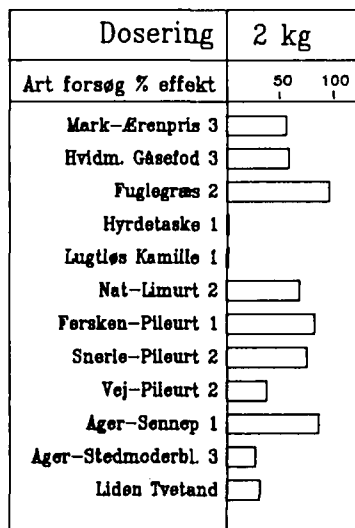
Figur 13.

CR 20804, Vårrops st. 19-21



Figur 14.

CR 20804, Vårrops st. 19-21



Figur 15.

Dimefuron 50 WP, Vinterraps st. 19–22, forår

Dosering	0,5 kg		1 kg		2 kg	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Hyrdetaske 1						
Tvetand liden 1						
Fuglegræs 1						

Figur 16.

Dimefuron 50 WP, Vinterraps st. 19–22, forår

Dosering	2 kg	
Art forsøg % effekt	50	100
Mark-Ærenpris 1		
Fuglegræs 4		
Hyrdetaske 3		
Ager-Stedmoder 2		
Liden Tvetand 3		
Lugtløs Kamille 1		

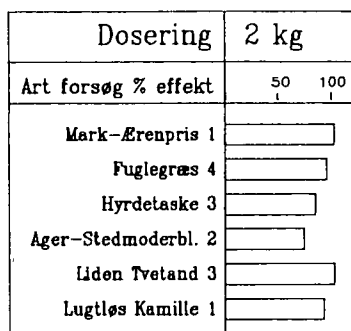
Figur 17.

Dimefuron 50 WP, Vinterraps st. 19–21, efterår

Dosering	0,5 kg		1 kg		2 kg	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Hyrdetaske 1						
Liden Tvetand 1						
Fuglegræs 1						

Figur 18.

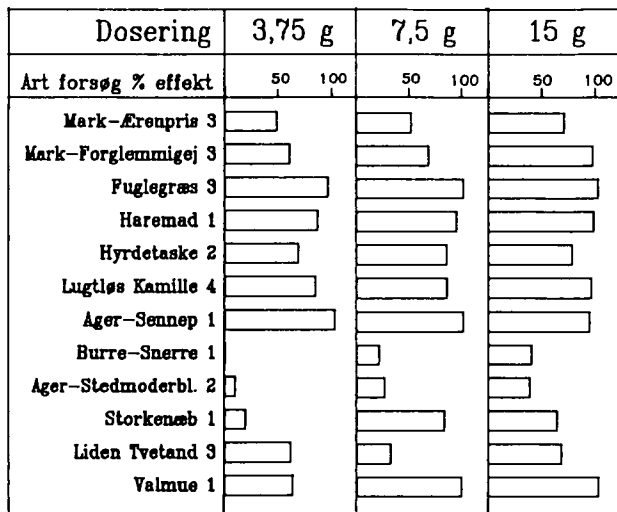
Dimefuron 50 WP, Vinterraps st 19–21, efterår



Figur 19.

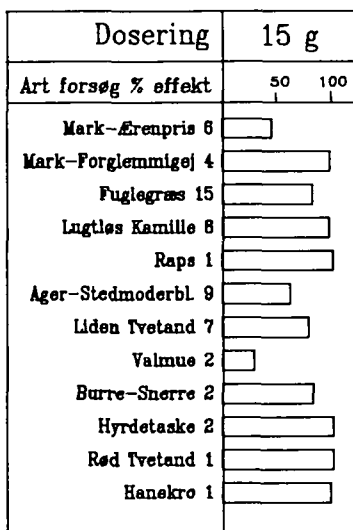
DPX E8698 75 DF + 0,05% Extravon

Vintersæd st. 25, forår



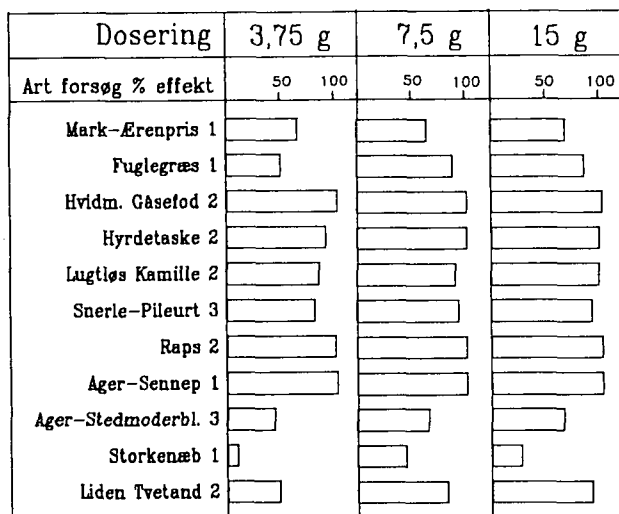
Figur 20.

DPX E8698 75 DF + 0,05% Extravon
Vintersæd st. 25, forår



Figur 21.

DPX E8698 75 DF + Extravon 0,05%,
Vårsæd st 13-21



Figur 22.

DPX E8698 75 DF + 0,05% Extravon
 Vårsæd st. 13-21

Dosering	15 g
Art forsøg % effekt	50 100
Fuglegræs 3	
Hvidm. Gåsefod 1	
Nat-Limurt 1	
Liden Nælde 1	
Snerle-Pileurt 3	
Burre-Snerre 1	
Storkenæb 1	
Liden Tvetand 1	
Lugtløs Kamille 2	
Ager-Stedmoderbl. 2	

Figur 23.

DPX R9674 + 0,05% Extravon,
 Vårsæd st. 13-21

Dosering	3,75 g	7,5 g	15 g
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Mark Ærenpris 2			
Mark Forglemmigej 1			
Fuglegræs 3			
Nat-Limurt 1			
Hvidm. Gåsefod 2			
Hyrdetaske 3			
Lugtløs Kamille 4			
Snerle-Pileurt 5			
Raps 2			
Ager-Sennep 1			
Storkenæb 1			
Liden Tvetand 3			
Ager-Stedmoderbl. 4			

Figur 24.

DPX R9674 + Extravon 0,05%
Vårsæd st. 13-21

Dosering	15 g
Art forsøg % effekt	50 100
Fuglegræs 6	
Ager-Stedmoderbl. 2	
Hvidm. Gæsefod 1	
Nat-Limurt 3	
Liden Nælde 2	
Snerle-Pileurt 3	
Burre-Snerre 1	
Storkenæb 1	
Liden Tvetand 3	
Mark-Forglemmigej 1	
Hanekro 1	
Hyrdetaske 1	
Lugtløs Kamille 1	

Figur 25.

DPX R9674 + Extravon 0,05%,
Vintersæd st. 21-25, forår

Dosering	3,75 g	7,5 g	15 g
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Mark-Erenpris 3			
Mark-Forglemmigej 3			
Fuglegræs 3			
Haremad 1			
Hyrdetaske 2			
Lugtløs Kamille 4			
Ager-Sennep 1			
Burre-Snerre 1			
Ager-Stedmoderbl. 2			
Storkenæb 1			
Liden Tvetand 3			
Valmue 1			

Figur 26.

DPX R9674 + Extravon 0,05%,
Vintersæd st. 21-25, forår

Dosering	15 g
Art forsøg % effekt	50 100
Hyrdetaske 2	
Nat-Limurt 1	
Mark-Ærenpris 7	
Storkenæb 1	
Mark-Forglemmigej 7	
Valmue 1	
Fuglegræs 15	
Haremad 1	
Lugtløs Kamille 8	
Raps 1	
Ager-Stedmoder 11	
Liden Tvetand 9	
Rød Tvetand 1	
Valmue 2	
Burre-Snerre 1	

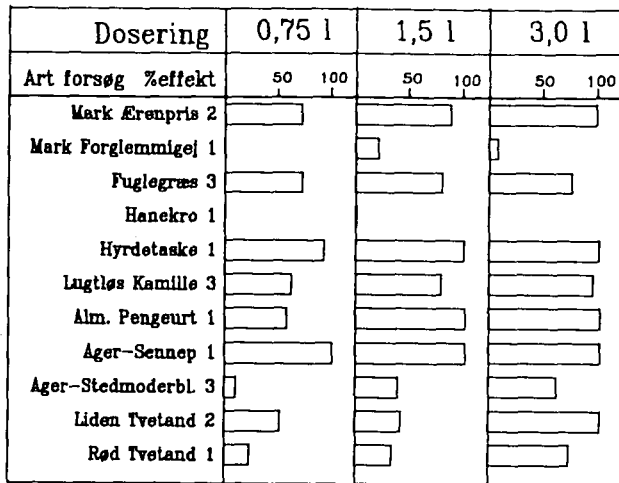
Figur 27.

Duplosan MP, Vinterhvede st. 11-12

Dosering	0,75 l	1,5 l	3,0 l
Art forsøg %effekt	50 100	50 100	50 100
Ærenpris 2			
Mark-Forglemmigej 1			
Fuglegræs 3			
Hanekro 1			
Hyrdetaske 1			
Lugtløs Kamille 3			
Alm. Pengeurt 1			
Ager-Sennep 1			
Ager-Stedmoderbl. 3			
Liden Tvetand 2			
Rød Tvetand 1			

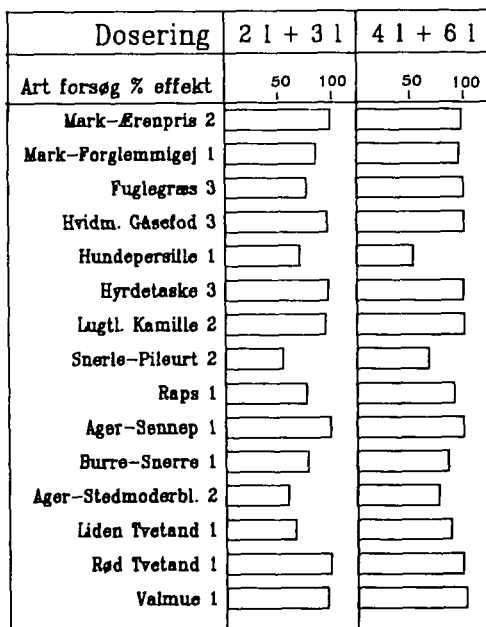
Figur 28.

Duplosan MP, Vinterhvede st. 13-21



Figur 29.

EK 488, Bederoer st. 21 + st. 22



Figur 30.

EK 488, Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	4 l + 6 l
Art forsøg % effekt	50 100
Mark-Ærenpris 3	
Mark-Forglemmigej 1	
Fuglegræs 3	
Hvidm. Gåsefod 2	
Hundepersille 1	
Hyrdetaske 1	
Lugtløs Kamille 3	
Nat-Limurt 1	
Fersken-Pileurt 1	
Snerle-Pileurt 1	
Raps 1	
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoder 2	
Liden Tvetand 2	
Valmue 1	

Figur 31.

EK 888, Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	2 l + 3 l		4 l + 6 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100
Mark-Erenpris 2				
Mark-Forglemmigej 1				
Fuglegræs 3				
Hvidm. Gåsefod 3				
Hundepersille 1				
Hyrdetasse 3				
Lugtløs Kamille 2				
Snerle-Pileurt 2				
Raps 1				
Ager-Sennep 1				
Burre-Snerre 1				
Ager-Stedmoderbl. 2				
Liden Tvetand 1				
Rød Tvetand 1				
Valmue 1				

Figur 32.

EK 888, Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	4 l + 6 l	
Art forsøg % effekt	50	100
Mark-Erenpris 3		
Mark-Forglemmigej 1		
Fuglegræs 3		
Hvidm. Gåsefod 2		
Hundepersille 1		
Hyrdetasse 1		
Lugtløs Kamille 3		
Nat-Limurt 1		
Fersken-Pileurt 1		
Snerle-Pileurt 2		
Raps 1		
Burre-Snerre 1		
Ager-Stedmoderbl. 2		
Liden Tvetand 2		

Figur 33.

Express 75 DF, Vårsæd st. 13-21

Dosering	2,5 g	5 g	10 g
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Gul Okseøjle 5			

Figur 34.

Express 75 DF + Extravon 0,05%
Vårsæd st. 13-21

Dosering	10 g
Art forsøg % effekt	50 100
Gul Okseøjle 5	

Figur 35.

Focus + Actipron 2 l
Bekæmpelse af Kvik (3-4 bl.) i forsk afgrøder

Dosering	1,25 l	2,5 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100
Bederoer 4		
Vårrops 4		
Erter 3		
Rødsvingel 3		

Figur 36.

Focus + Actipron 2 l

Bekæmpelse af Kvik (3-4 bl.) i forsk. afgrøder

Dosering	2,5 l	
Art forsøg % effekt	50	100
Bederøer 3		
Vårraps 3		
Erter 1		
Rødsvingel 2		

Figur 37.

Focus + Actipron 2 l

Vinterraps st. 21-23, forår

Dosering	1 l	
Art forsøg % effekt	50	100
Spildkorn 1		
Flyvehavre 1		

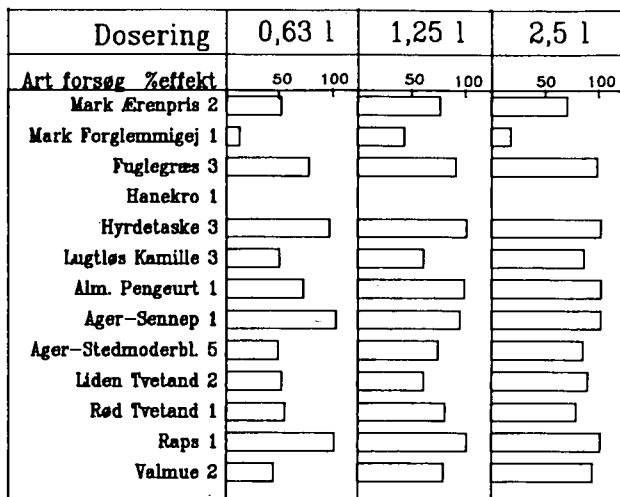
Figur 38.

Herbaprop ES 500, Vinterhvede st. 11-12

Dosering	0,63 l		1,25 l		2,5 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Mark-Krenpris 2						
Mark-Forglemmigej 1						
Fuglegræs 3						
Hanekro 1						
Hyrdetaske 3						
Lugløs Kamille 3						
Alm. Pengeurt 1						
Ager-Sennep 1						
Ager-Stedmoderbl. 5						
Liden Tvetand 2						
Rød Tvetand 1						

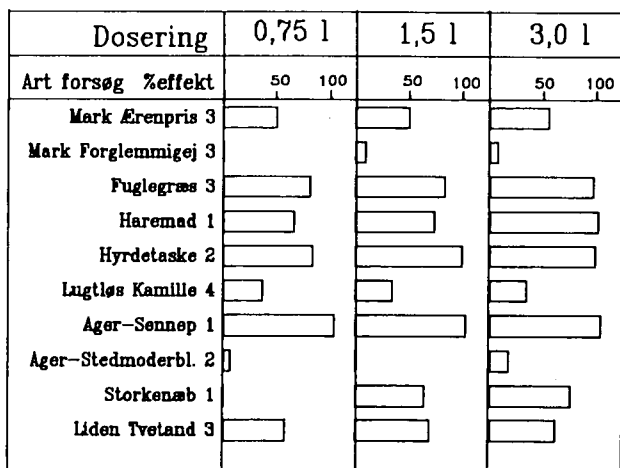
Figur 39.

Herbaprop ES 500, Vinterhvede st. 13-21



Figur 40.

Herbaprop ES 500, Vinterhv. st. 25-31, forår



Figur 41.

JBC Phenmedipham,
Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	2 l + 3 l	4 l + 6 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100
Mark-Erenpris 2		
Mark-Forglemmigej 1		
Fuglegræs 3		
Hvidm. Gasefod 3		
Hundepersille 1		
Hyrdetaske 3		
Lugtløs Kamille 2		
Snerle-Pileurt 2		
Raps 1		
Ager-Sennep 1		
Burre-Snerre 1		
Ager-Stedmoderbl. 2		
Liden Tvetand 1		
Rød Tvetand 1		
Valmue 1		

Figur 42.

JBC Phenmedipham,
Bederøer st. 21 + st. 22

Dosering	4 l + 6 l
Art forsøg % effekt	50 100
Mark-Ærenpris 2	
Mark-Forglemmigej 1	
Fuglegræs 2	
Hvidm. Gåsefod 3	
Hundepersille 1	
Hyrdetaske 2	
Lugtløs Kamille 3	
Fersken-Pileurt 1	
Snerle-Pileurt 3	
Raps 1	
Ager-Sennep 1	
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoder 2	
Liden Tvetand 2	
Valmue 1	

Figur 43.

Kemifam I2, Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	3 l + 3 l		6 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100
Mark-Erenpris 3				
Mark-Forglemmigej 1				
Fuglegræs 3				
Hvidm. Gåsefod 2				
Hundepersille 1				
Hyrdetaske 1				
Lugtløs Kamille 3				
Nat-Limurt 1				
Persken-Pileurt 2				
Snerle-Pileurt 2				
Raps 1				
Burre-Snerre 1				
Ager-Stedmoderbl. 2				
Liden Tvetand 2				
Valmue 1				

Figur 44.

Kemifam + Kemiron,
Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering	2 x 2 1+2 1
Art forsøg % effekt	50 100
Mark-Ærenpris 2	
Mark-Forglemmigej 2	
Fuglegræs 3	
Hvidm. Gåsefod 2	
Hundepersille 1	
Hyrdetaske 1	
Lugtløs Kamille 2	
Fersken-Pileurt 2	
Snerle-Pileurt 3	
Vej-Pileurt 1	
Raps 1	
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoderbl. 2	
Liden Tvetand 1	
Valmue 1	

Figur 45.

Kemifam + Kemiron
Bederoer st. 21 + st. 22

Dosering		2 x 1 l+1 l		2 x 2 l+2 l	
Art forsøg	% effekt	50	100	50	100
Mark-Ærenpris	3				
Mark-Forglemmigej	3				
Fuglegræs	3				
Hvidm. Gåsefod	3				
Hundepersille	1				
Hyrdetaske	2				
Lugtøs Kamille	3				
Nat-Limurt	1				
Alm. Pengeurt	1				
Fersken-Pileurt	1				
Snerle-Pileurt	2				
Vej-Pileurt	1				
Raps	1				
Burre-Snerre	1				
Ager-Stedmoderbl.	2				
Liden Tvetand	1				
Rød Tvetand	1				
Valmue	1				

Figur 46.

Logran 20 DF + Graminon, Vinterhvede st. 25, forår

Dosering		5 g + 0,5 l		10 g + 1 l		20 g + 2 l	
Art forsøg	% effekt	50	100	50	100	50	100
Fuglegræs	6						
Hyrdetaske	2						
Raps	1						
Ager-Stedmoder	6						
Liden Tvetand	4						
Valmue	2						
Lugtøs Kamille	4						
Mark Ærenpris	4						

Figur 47.

Puma + Genapol 0,4 l, Vi. hvede st. 21

Dosering	0,25 l		0,5 l		1,0 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Vindaks 1						
Ager-røvehale 3						

Figur 48.

Puma + Genapol 0,4 l, Vi. hvede st. 21

Dosering	1,0 l	
Art forsøg % effekt	50	100
Vindaks 3		
Ager-røvehale 5		

Figur 49.

Racer 25 SC, Vinterhvede st. 05-07

Dosering	0,33 l		0,65 l		1,3 l	
Art forsøg % effekt	50	100	50	100	50	100
Hyrdetaske 4						
Ager-stedmoder 4						
Liden Tvætand 2						
Valmue 2						
Fuglegræs 4						
Raps 1						
Ærenpris 2						
Lugtløs kamille 1						
Ager-sennep 1						

Figur 50.

Racer 25 SC, Vi. hvede st 05-07

Dosering	1,3 l
Art forsøg % effekt	50 100
Burre-Snerre 1	
Ager-Stedmoder 4	
Liden Tvetand 1	
Markforglømmigej 1	
Fuglegræs 4	
Hyrdetaske 1	
Lugtløs Kamille 3	

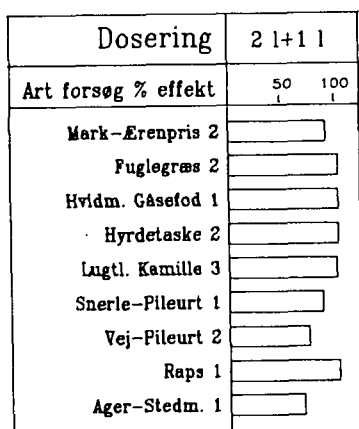
Figur 51.

Stomp + Basagran 480, Ærter st. 2-4

Dosering	0,5 l+0,25 l	1 l+0,5 l	2 l+1 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Mark-Ærenpris 1			
Fuglegræs 3			
Hvidm. Gåsefod 2			
Hyrdetaske 2			
Lugtløs Kamille 3			
Snerle-Pileurt 1			
Vej-Pileurt 2			
Ager-Stedmoderbl. 1			

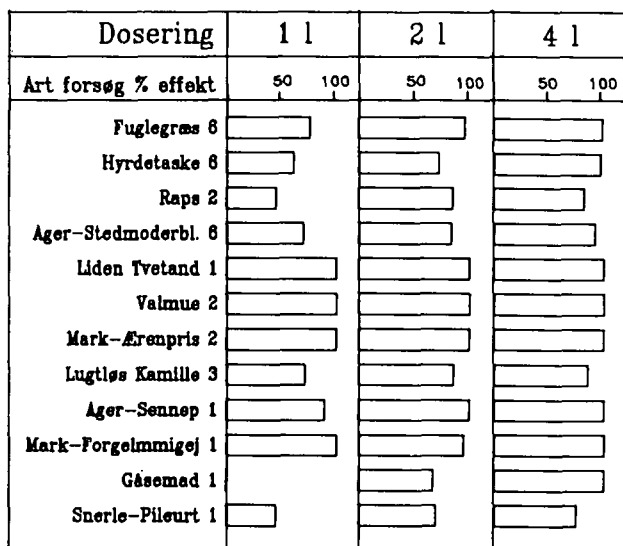
Figur 52.

Stomp + Basagran 480,
Ærter st. 2-4



Figur 53.

Stomp SC, Vintersæd st. 11-13



Figur 54.

Stomp SC, Vintersæd st. 11-13

Dosering	4 l	
Art forsøg % effekt	50	100
Mark-Ærenpris 9		
Fuglegræs 19		
Hyrdetaske 11		
Lugtløs Kamille 17		
Raps 4		
Liden Tvetand 6		
Mark-Forglemmigej 7		
Ager-Sennep 4		
Burre-Snerre 1		
Ager-Stedmoder 19		
Nat-Limurt 1		
Valmue 1		
Haremad 1		
Gåsemad 1		
Snerle-Pileurt 1		

Figur 55.

Stomp SC + Basagran 480, Ærter st. 3-4

Dosering	1,5 l+1,0 l
Art forsøg % effekt	50 100
Ærenpris 3	
Fuglegræs 6	
Hvidm. Gåsefod 4	
Hyrdetaske 3	
Lugtløs Kamille 6	
Snerle-Pileurt 2	
Vej-Pileurt 4	
Raps 3	
Ager-Stedmoderbl. 1	
Ager-Sennep 2	
Liden Tvetand 1	
Nat-Limurt 1	

Figur 56.

Stomp SC + Basagran 480, Ærter st. 2-3

Dosering	0,38 l+0,25 l	0,75 l+0,5 l	1,5 l+1,0 l
Art forsøg % effekt	50 100	50 100	50 100
Mark-Ærenpris 1			
Fuglegræs 3			
Hvidm. Gåsefod 2			
Hyrdetaske 2			
Lugtløs Kamille 3			
Snerle-Pileurt 1			
Vej-Pileurt 2			
Ager-Stedmoderbl. 1			

Figur 57.

Nyanerkendte herbicider til havebrugskulturer *Newly approved herbicides for use in horticultural crops*

Anette Binder og Georg Noyé
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

In the growing season 28 herbicides were applied for testing. The distribution on crops was 1 in onions, 3 in carrots, 7 in green peas, 2 in sweet corn, 5 in cabbage, 6 in strawberries, 3 in black currant and 8 in different nursery crops.

The 12 chemicals listed below obtained approval for use or extended approval for use by the Danish Research Service for Plant and Soil Science.

- 1. Dimefuron WP (dimefuron 500 g/kg) has been given approval for the control of some dicotyledon weeds in white and red cabbage.*
- 2. Dual 720 (metolachlor 720 g/l) has been given approval for the control of some dicotyledon weeds in white and red cabbage and kale.*
- 3. Focus (cycloxydem 200 g/l) has been given approval for the control of couch grass in peas and black currant.*
- 4. Flexidor (isoxaben 500 g/l) has been given approval for the control of some dicotyledon weeds in a few species of nursery crops.*
- 5. Karmex DW (diuron 800 g/kg) has been given approval for the control of various weed in some species of nursery crops, apple orchards and black currant.*
- 6. Karmex DF (diuron 800 g/kg) is a new formulation, watersoluble, minigranulate, which has been given the same approval as Karmex DW.*
- 7. Kerb 50 F (propyzamid 500 g/l) is a new fluent formulation, which has been given the same approval in nursery crops and fruit orchards as Kerb 50.*
- 8. Stomp + Basagran 480 (pendimethalin 330 g/l + bentazon 480 g/l) has been given approval to use in peas.*
- 9. Stomp SC + Basagran 480 (pendimethalin 400 g/l + bentazon 480 g/l) has also been given approval to use in peas. Stomp SC is a new formulation of Stomp, where the amount of the active component is larger.*
- 10. Stomp SC (pendimethalin 400 g/l) has been given approval to use in onions, leek, chives, tulip and some species of nursery crops for the control of some mono- and dicotyledon weeds.*
- 11. Topogard (terbuthylazin 150 g/l + terbutryn 350 g/l) has had its approval extended to include green peas.*
- 12. Treflan Plus (trifluralin 240 g/l + napropamid 190 g/l) has had its approval extended to include cabbage.*

Sammendrag

I vækstperioden 1989 var 28 herbicider under afprøvning i havebrugsafgrøder.

Med hensyn til at et middel kan anvendes i flere afgrøder var fordelingen således: 1 i såløg, 3 i gulerod, 7 i grønne ærter, 2 i suktermajs, 5 i kålafgrøder, 6 i jordbær, 3 i solbær og 8 i planteskolekulturer.

På grundlag af årets forsøg, samt tidligere års forsøg fik 12 herbicider en anerkendelse eller en udvidelse af eksisterende anerkendelse.

De nyanerkendte midler samt midler med udvidet anerkendelse er følgende: Dimefuron WP, Dual 720, Focus, Flexidor, Karmex DW, Karmex DF, Kerb 50 F, Stomp + Basagran 480, Stomp SC + Basagran 480, Stomp SC, Topogard og Treflan Plus.

Deres indhold af virksomt stof og anerkendelsesteksten ses under resultater.

Metode

Alle forsøgsresultater, der ligger til grund for anerkendelsen, er primært udført som markforsøg hos avlere, der har specialiseret sig i dyrkning af pågældende kultur.

Effekten af de enkelte herbicider er beregnet på grundlag af antal og vægt af frøukrudt. Effekten over for rodukrudt er opgjort ved karaktergivning. Resultater fra landbrugsafprøvningen giver ofte støtte til den endelige vurdering af de enkelte herbicider (Elbæk, 1988, 1989).

Kulturtolerancen er løbende registreret ved karaktergivning, oftest med efterfølgende udbyttebestemmelse.

Med hensyn til enkeltresultater henvises til de årlige afprøvningsresultater (Noyé 1986, 1987, 1988 og 1989). Efter anerkendelsesteksterne vises et uddrag af årets forsøgsresultater.

Resultater

Anerkendelser meddelt pr. 1. januar 1990

Anerkendelsesteksten er vist i det omfang, hvori der indgår havebrugskulturer.

Midler mærket med * er endnu ikke godkendt af Miljøstyrelsen til den omtalte anvendelse.

* 1. **Dimefuron WP** (dimefuron 500 g/kg) er et nyanerkendt herbicid til bekæmpelse af to-kimbladet ukrudt i hvid- og rødkål. Anerkendelsesteksten lyder således:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af agerstedmoder, fuglegræs, hyrdetaske, tvetand og ærenpris i vinterraps med 3-4 blade eller tidligt forår med 2,0 kg pr. ha. I hvid- og rødkål anvendes 2,0 kg pr. ha til bekæmpelse af ovenstående ukrudtsarter, når disse har 1-2 blivende blade.

* 2. Dual 720 (metolachlor 720 g/l) er et nyanerkendt herbicid til bekæmpelse af to-kimbladet ukrudt i hvid-, rød- og grønkål, hvor anerkendelsen lyder som følger:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af alm. brandbæger, fuglegræs, hyrdetaske, kamille og tvetand med 4,0 liter pr. ha i hvid-, rød- og grønkålskulturer lige efter såning/plantning.

* 3. Focus (cycloxydem 200 g/l) er et nyanerkendt herbicid til kvikbekæmpelse i ærter og solbær med flg. anerkendelsestekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af kvik i 3-4 bladstadiet med 2,5 liter pr. ha i kulturer af bederoer, løg, vårraps, rødsvingel, ært samt solbær. Til bekæmpelse af spildkorn og flyvehavre med 3-4 blade i vinterraps anvendes 1,0 liter pr. ha. Anerkendelsen forudsætter brug af 2,0 liter Actipron pr. ha i sprøjtevæske.

4. Flexidor (isoxaben 500 g/l) er anerkendt til bekæmpelse af to-kimbladet ukrudt i flere planteskolekulturer med flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af forglemmigej, stedmoder, tvetand, ærenpris, kamille, fuglegræs og korsblomstret ukrudt i vintersæd med 0,25 liter pr. ha udsprøjtet lige efter vintersædens såning.

* Til bekæmpelse af ovenstående arter samt liden nælde anvendes 0,25-0,4 liter pr. ha før ukrudtets fremspiring i kulturer i vintertilstand af bjergfyr, eg, rødgran og spiraea.

5. Karmex DW (800 g/kg diuron) er blevet nyanerkendt til brug i flere planteskolekulturer, æbler og solbær, samt får ændret anerkendelsen på udyrkede arealer - nedsat dosering. Anerkendelsesområderne er opsummeret i flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af al nyfremspiret vegetation med 4,0-8,0 kg pr. ha årligt. Anerkendt til bekæmpelse af canadisk bakkestjerne, kirtlet dueurt, alm. brandbæger og enårig rapgræs med 0,5-1,0 kg pr. ha i priklebede af blågran, enebær, nordmannsgran, roser, rødgran, sitkagran og spiraea i kulturens vintertilstand samt i etablerede plantninger af samme arter med 1,5-2,0 kg pr. ha. I frugtplantninger af æbler og solbær anvendes 1,5-3,0 kg pr. ha.

* 6. Karmex DF (800 g/kg diuron) er en formuleringsændring, hvor DF står for mini-granulat. Har fået samme anerkendelse som Karmex DW.

* 7. Kerb 50 F (propyzamid 500 g/l) er en ny flydende formulering, som er anerkendt til de samme havebrugsafgrøder som flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsforsøg til bekæmpelse af græsukrudt og fuglegræs i november-februar med 1,5 liter pr. ha i priklebede med løv- og nåletræer og med 1,5-3,0 liter pr. ha i udskolede planter og busketter samt med 3,0-4,5 liter pr. ha i bær- og frugtplantager.

8. Stomp + Basagran 480 (pendimethalin 330 g/l + bentazon 480 g/l) har fået en nyanerkendelse til brug i ærter med flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, fersken pileurt, snerlepileurt, raps og ærenpris i ærter med 2,0 kg Stomp + 1,0 liter Basagran 480 pr. ha, når ukrudtet er på 2 bladstadiet.

* 9. Stomp SC + Basagran 480 (pendimethalin 400 g/l + bentazon 480 g/l) er både en formuleringsændring af Stomp med ny mængde aktivt stof og en nyanerkendelse til brug i ærter med flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af alm. brandbæger, hvidmelet gåsefod, fersken pileurt og snerlepileurt i ærter med 1,5 liter Stomp SC + 1,0 liter Basagran 480 pr. ha når ukrudtet er på 2 bladstadiet.

* 10. Stomp SC (pendimethalin 400 g/l) er en ændret formulering i forhold til Stomp. Betegnelsen SC betyder suspensionskoncentrat. Mængden af aktivt stof er ændret, således at doseringen af Stomp SC nedsættes i forhold til Stomp, hvilket også ses af anerkendelsesteksten:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af enkimbladet og tokimbaldet ukrudt herunder stedmoder efter såning af vintersæd med 4,0 liter pr. ha, samt til bekæmpelse af frøukrudt med 5,0 liter pr. ha i såede løg, porrer og purløg samt stikløg og plantede porrer, henholdsvis før fremspiring eller når kulturen er mindst 8 cm høj. Anerkendt til bekæmpelse af frøukrudt i tulipanløg med 5,0 liter pr. ha i perioden mellem lægning og før tulipanterne danner tragt. Anerkendt til bekæmpelse af stedmoder, fuglegræs, liden nælde, ærenpris og korsblomsteret ukrudt før fremspiring med 5,0 liter pr. ha i kulturer af roser, tonålet fyr, rødgran, ædelgran dog undtagen Abies procera når kulturplanterne er i vintertilstand.

* 11. Topogard (terbutylazin 150 g/l + terbutryn 350 g/l) har fået anerkendelsen udvidet til brug i grønne ærter med flg. tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af frøukrudt i ærter, hestebønner og kartofler ved sprøjtning før fremspiring med 2,5,-3,5 liter pr. ha.

12. Treflan Plus (trifluralin 240 g/l + napropamid 190 g/l) har fået anerkendelsen udvidet til at gælde for kål. Anerkendelsesteksten lyder således:

Anerkendt til Statens Planteavlsvforsøg med 2,5 liter pr. ha til bekæmpelse af enårig græsukrudt, hvidmelet gåsefod, pileurt, ærenpris og fuglegræs ved udsprøjtning og nedharvning til 4-6 cm dybde før såning eller plantning af vårraps og kål.

Uddrag af årets forsøgsresultater

Anerkendelse af Stomp + Basagran 480, samt Stomp SC + Basagran 480, til brug i ærter er sket på grundlag af 2 sæsoners forsøg.

I tabel 1 vises resultaterne fra 1989, hvor virkningen i % effekt på antal og vægt af brandbæger, hvidmelet gåsefod, svinemælk og ukrudt ialt er opgjort i forhold til ubehandlet.

Som det fremgår af tabellen er der ingen nævneværdig forskel i virkningen af den anbefalede dosis (led 3 og 4) og dobbelt dosis (led 6).

Virkningen på ukrudt ialt er rimelig høj, hvilket viser, at der er tale om en bredspektret blanding, der er fuld på højde med Bladex 500 SC + Basagran 480.

Med hensyn til kulturtolerance er der ingen skade ved brug af Stomp + Basagran 480 eller Stomp SC + Basagran 480 i de nævnte doseringer.

Tabel 1. Ukrudtsbekæmpelse i grønne ærter, ukrudtsoptælling den 14/6-1989.
Weed control in green peas, counting of weed 14/6-1989.

Forholdstal - antal og vægt/*proportional number and weight*

Herbicide	Dosering	Dato	Brandbæger	Gåsefod hvidmelet	Svinemælk	Ukrudt ialt
			Ant./Vægt <i>Senico vulgaris</i>	Ant./Vægt <i>Chenopo- dium album</i>	Ant./Vægt <i>Sonchus olereceus</i>	Ant./Vægt <i>Total</i>
			Numb./wt.	Numb./wt.	Numb./wt.	Numb/wt.
1. Ubehandlet			0/0	0/0	0/0	0/0
2. Bladex 500 SC + Basagran 480	1,0 1,0	19/5	69/81	84/89	78/89	
3. Stomp + Basagran 480	2,0 1,0	19/5	78/96	92/99	56/83	76/93
4. Stomp SC + Basagran 480	1,5 1,0	19/5	63/88	88/98	89/89	69/91
5. Bas 572 H	3,0	19/5	97/99	92/98	100/100	77/95
6. Stomp SC + Basagran 480	3,0 2,0	19/5	88/98	94/99	100/100	71/95
7. AC 9920 + Tween 20	1,0 0,15	19/5	81/90	52/83	33/50	23/78
8. AC 9920 + Tween 20	2,0 0,15	19/5	81/97	8/78	22/61	23/82
9. AC 9920 + Tween 20	3,0 0,15	19/5	59/94	30/74	0/17	30/77
10. AC 9920 + Tween 20 + Basagran 480	2,0 0,15 1,0	19/5	63/92	96/99	89/94	75/93
Ubeh. antal/vægt pr. 10 m ²			142/524	222/716	40/80	591/1564
LSD ₉₅ inkl. ubehandlet			n.s./42	57/53	n.s./n.s.	53/39

I figur 1 og figur 2 vises et sammendrag af de forsøg, der ligger til grund for anerkendelsen af henholdsvis Flexidor og Dual 720. Da tallene ikke stammer fra de samme forsøg, og antallet af resultater pr. ukrudt er forskellige, må figurerne tages som en vejledning uden den samlede statistisk fastlagte signifikans.

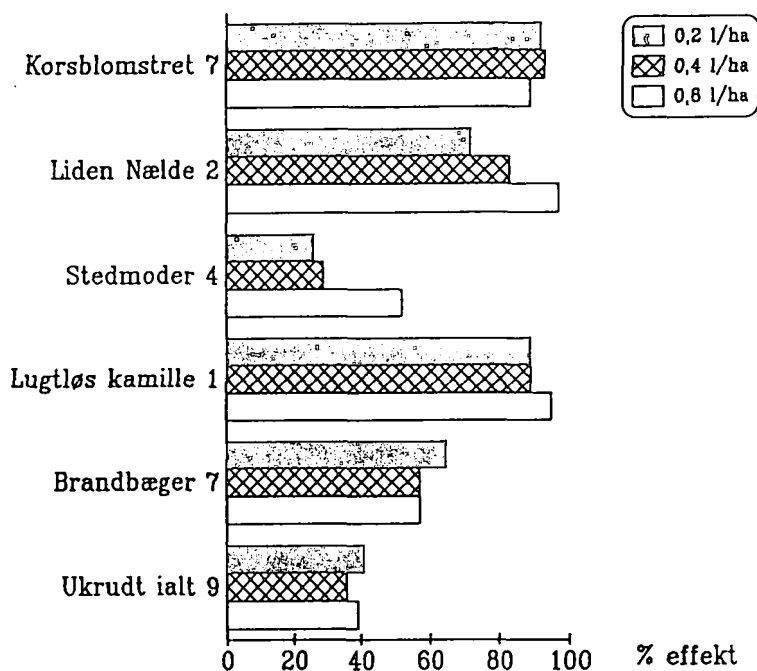
Effekten er udtrykt i % af ubehandlet for vægten af ukrudtsplanterne. Tallene efter ukrudtsarterne refererer til det antal forsøg, der ligger til grund for opgørelsen.

Flexidor har været under afprøvning i 1988 og 1989 i forskellige planteskolekulturer.

Af figur 1 ses at der ikke opnås bedre effekt ved den høje dosering, således at 0,2 l/ha er tilstrækkelig i de fleste tilfælde. Det bør bemærkes at Flexidor også har en rimelig god effekt overfor brandbæger, selvom arten ikke er nævnt i anerkendelsesteksten.

Ukrudt ialt indeholder flere end de nævnte ukrudtsarter og giver således kun et meget groft billede af den samlede ukrudtseffekt. Med hensyn til kulturtolerance har der ikke været nogen nævneværdig skade ved de lave doseringer, mens brug af mere end 0,4 l/ha kan medføre skadesymptomer.

Figur 1. FLEXIDOR – UKRUDTSEFFEKT



Figur 1. Ukrudtseffekt af Flexidor i 3 doseringer. Forsøg i planteskolekulturer 1988 og 1989.

Dual 720 har været under afprøvning i årene 1986-1989 i forskellige kålafgrøder.

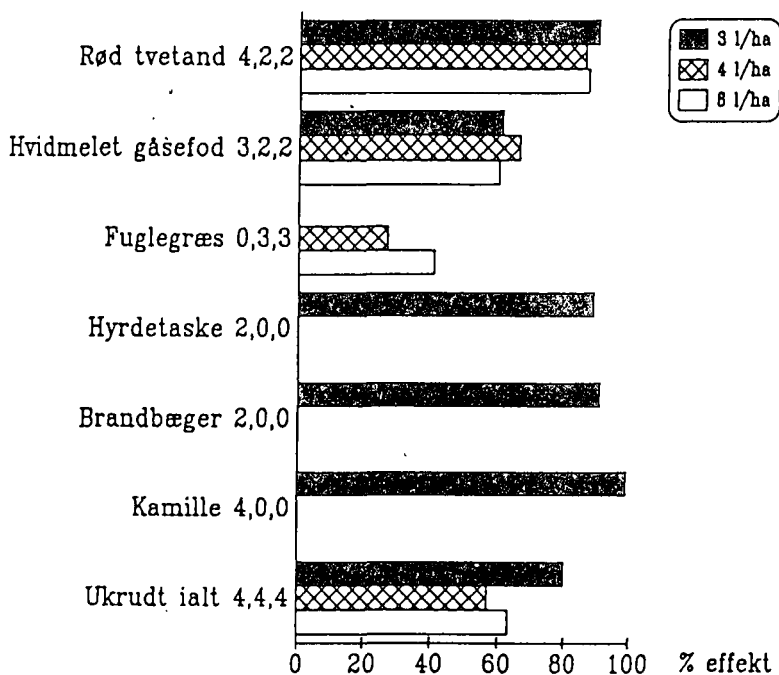
I figur 2 vises et samlet billede af de forsøg, hvori Dual 720 indgår. Tallet umiddelbart efter ukrudtsarten henviser til det antal forsøg, hvor doseringen på 3 l/ha er brugt, det midterste tal henviser til 4 l/ha og det sidste tal henviser til 8 l/ha.

Som det ses af figuren er en dosering på 3-4 l/ha tilstrækkelig, idet der ikke fås en øget effekt af Dual 720 ved en højere dosering. Den svigtende effekt i den høje dosering kan muligvis forklares ved at Dual 720 primært er et jordmiddel med systemisk virkning og er derfor afhængig af jordfugtigheden. Der har netop været relativt tørre forsøgsbetingelser de sidste par år, hvor den høje dosering har været afprøvet.

Dual 720 har også en rimelig god effekt overfor hvidmelet gåsefod, selv om arten ikke er nævnt i anerkendelsesteksten.

Den anerkendte mængde, 4 l/ha, har ikke forvoldt nævneværdig skade på de nyplantede/nysåede kål, mens den høje dosering har forårsaget noget skade.

Figur 2. DUAL 720 – UKRUDTSEFFEKT



Figur 2. Ukrudtseffekt af Dual 720 i 3 doseringer. Forsøg i kålafgrøder 1986 – 1989.

Litteratur

- Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P. (1989): Resultater af afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frø- og foderafgrøder. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg. Bind 1 og 2.
- Noyé, G. (1986 a): Nyanerkendte herbicider til havebrugskulturer. 3. Danske Planteværnskonference. Ukrudt. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg. (7-30).
- Noyé, G. (1986 b): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-204).
- Noyé, G. & Rubow, T. (1987): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-274).
- Noyé, G.; Binder, A. & Rubow, T. (1988): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg, (1-274).
- Noyé, G.; Binder, A.; Rubow, T. & Hansen, O. (1989): Resultater fra afprøvning af herbicider i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg, (1-326).
- Petersen, E. Juhl & Jensen, P. Elbæk (1987): Resultater af afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frøafgrøder og rodfrugter. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg, (1-457).
- Petersen, E. Juhl; Jensen, P. Elbæk & Jørgensen, H. (1988): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frøafgrøder og rodfrugter. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-568).

Splitdosering af herbicider i ærter *Split application of herbicides in peas*

Peter Kryger Jensen
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

The effect of split application of herbicides compared to a single treatment, with the same total dosage, was investigated in field trials. The results from 3 efficiency trials and one tolerance trial with tank mixes in peas are described. The tank mixes consisted of cyanazin mixed with Bentazon, Bentazon + MCPA, MCPB or MCPA. Split application generally enhanced the weed control compared to the effect with a single application at the same total dosage.

The use of split application increased the safety of the weed control, as the weed control remained high if just one of the treatments was carried out on a favourable time for the effect of the tank mixture.

There was a tendency that single applications was more damaging to the crop than split application.

Indledning

Delt behandling med herbicider har været anvendt ved ukrudtsbekæmpelse i bederoer i en årrække. Ukrudtsbekæmpelsen er blevet udført med 2 sprøjtninger med et mellemrum på 7-10 dage mellem de 2 behandlinger. Med samme mængde herbicid er der ved split-behandling, i sammenligning med en enkelt behandling med samme totale mængde herbicid, opnået en bedre ukrudtseffekt på tokimbladet ukrudt (Pallutt & Hofmann, 1980; Norris, 1988 og Defelice et al, 1989). Overfor kvik fandt Trimmer & Linscott (1988) en usikker forskel mellem splitbehandling og enkeltbehandling med en række af de selektive kvikherbicider.

I Norris undersøgelser blev den bedste effekt opnået, når intervallet mellem de 2 sprøjtninger var mellem 1-6 dage, i Defelice et al's undersøgelser blev den bedre effekt med splitbehandling opnået ved et interval på 14 dage, mens Pallutt & Hofmann anfører at muligheden for doseringsreduktion forsvinder hvis intervallet mellem sprøjtningerne overstiger 10 dage. Såvel Defelice et al som Norris anfører at 2*0,25 dosering ved splitbehandling kan give samme effekt som en sprøjtning med normaldosering.

I Norris's forsøg, der blev udført i sukkerroer, blev der opnået en større skånsomhed overfor afgrøden med splitbehandling, når der anvendtes en dosering ved splitningen, der gav samme eller lidt højere ukrudtseffekt end ved enkeltbehandling.

På grund af den ekstra kørsel, der er forbundet med anvendelse af splitbehandling, er metoden især interessant i afgrøder, hvor herbicidomkostningerne er store, eller hvor der er ønskeligt med en større skånsomhed overfor afgrøden.

Metode

I 1988 blev der udført et markforsøg i Bodilærter på et areal, hvor der var foretaget isåning af vårraps som testukrudt. Forsøgsbehandlingen blev udført med en parcelsprøjte med en Hardi 4680-15E dyse, og en væskemængde på 200 l/ha ved 2 bar. Nettoparcelstørrelse 2,5 m². Forsøget blev udført efter følgende plan:

Behandling forsøg 312/88

1. Ubehandlet
2. Spr 4/5 (dos = n + n)
3. Spr 16/5 (dos = n + n)
4. Spr 4/5 (dos = 1/2n + 1/2n) + spr 16/5 (dos = 1/2n + 1/2n)
5. Spr 4/5 (dos = 1/4n + 1/4n) + spr 16/5 (dos = 3/4n + 3/4n)
6. Spr 4/5 (dos = n + 1/2n) + spr 16/5 (dos = 0 + 1/2n)

Der indgik 4 herbicidblandinger i forsøget:

Bladex 500 SC + Basagran 480 (N=1 l/ha + 1 l/ha)
 Bladex 500 SC + Triflex (N=1,5 l/ha + 1,4 l/ha)
 Bladex 500 SC + MCPA(75%) (N=1 l/ha + 0,33 l/ha)
 Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N=1 l/ha + 2 l/ha)

Forsøget blev udført i N, 1/2N og 1/4N for alle 3 middelkombinationer. Der blev foretaget friskvægtsbestemmelse af vårraps på 1*1/4m² pr parcel d 15/6.

I 1989 blev der udført 2 effektforsøg og 1 toleranceforsøg efter følgende plan:

Behandling

	sprøjtetid 1	sprøjtetid 2	sprøjtetid 3
1.	-	-	-
2.	n	-	-
3.	-	n	-
4.	-	-	n
5.	1/2n	1/2n	-
6.	1/2n	-	1/2n
7.	-	1/2n	1/2n

Behandling	sprøjtetider i de 3 forsøg		
	311/89	312/89	313/89
1.	-	-	-
2.	30/4	24/4	30/4
3.	8/5	1/5	8/5
4.	15/5	8/5	16/5
5.	30/4 + 8/5	24/4 + 1/5	30/4 + 8/5
6.	30/4 + 15/5	24/4 + 8/5	30/4 + 16/5
7.	8/5 + 15/5	1/5 + 8/5	8/5 + 16/5

	størrelse af ukrudt og ærter i forsøgene:		
	vårraps	vårraps	ærter
	311/89	312/89	313/89
Tid 1	0-2 løvbl	kimbl	1,5-2 cm
Tid 2	2-4 løvbl	0-2 løvbl	3-5 cm
Tid 3	2-4 løvbl	2-4 løvbl	7-9 cm

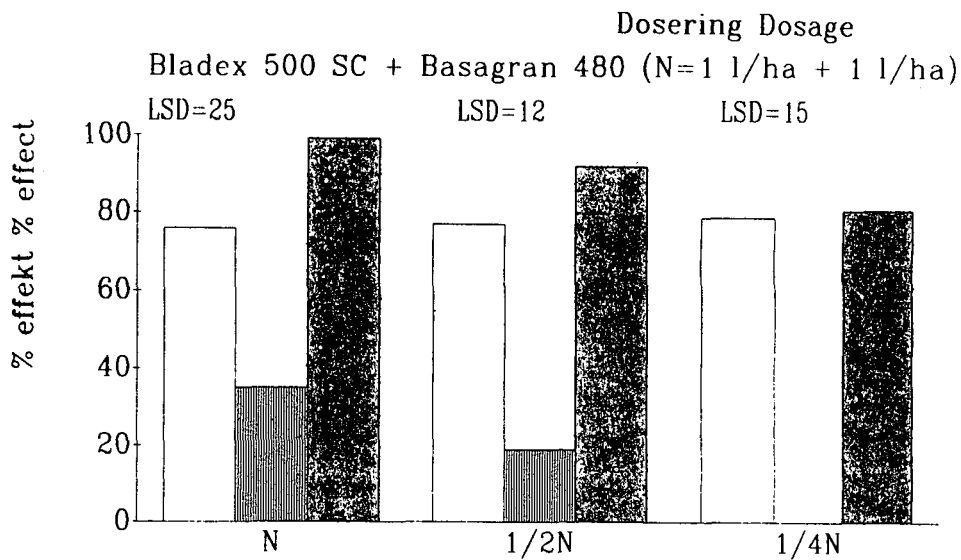
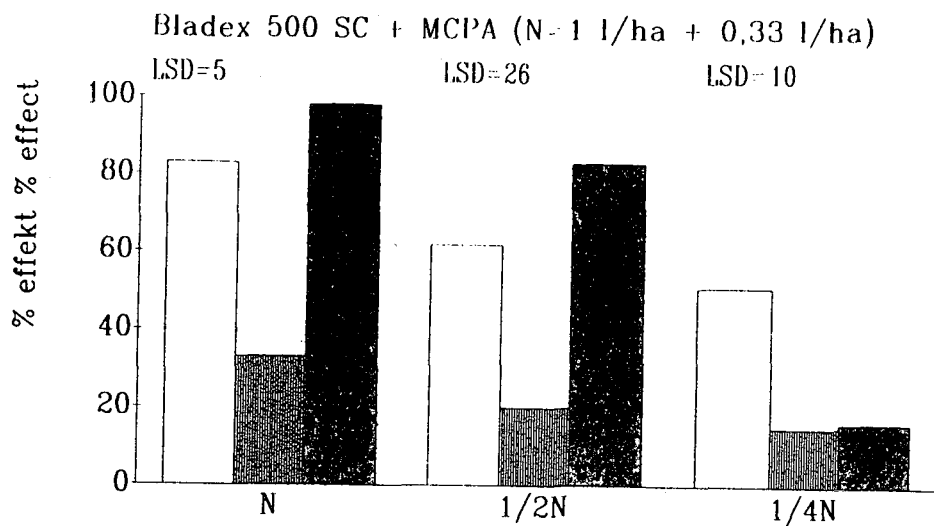
Forsøg 311/89 blev sprøjtet med Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N= 1 l/ha + 1 l/ha). Der blev sprøjtet med doseringerne N, 1/2N, 1/4N og 1/8N. Forsøg 312/89 blev sprøjtet med Bladex 500 SC + Basagran 480 (N= 1 l/ha + 1 l/ha) i doseringerne N, 1/2N og 1/4N. Forsøg 313/89, der er toleranceforsøget, blev behandlet med Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N= 1 l/ha + 1 l/ha) i normal og dobbelt normaldosering. I effektforsøgene, 311/89 og 312/89 var der isæt vårraps som testukrudt og der blev desuden foretaget optælling af fuglegræs. Friskvægtbestemmelse af de 2 arter blev foretaget på 4*0,25 m² pr parcel ca 3 uger efter sidste sprøjtning. I forsøg 313/89 er der foretaget udbyttebestemmelse. Alle forsøgsbehandlinger blev udført med Hardi 4110-14 dyse, med en ydelse på 250 l/ha ved 4 km/t.

Resultater

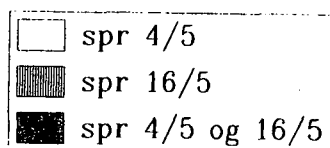
Resultaterne for forsøg 312/88 er vist i figur 1 for de 4 tankblandinger. Der er medtaget 2 forsøgsled, hvor hele den samlede dosering er udsprøjtet af en gang. Det er led 2, der er en tidlig sprøjtning, samt led 3 der er behandlet sent. Hvis der ikke opnås effektforbedring ved at foretage splitbehandling, vil man forvente at effekten af denne behandling vil ligge i nærheden af gennemsnitseffekten for de 2 enkeltbehandlinger. Hvis splitbehandlingen derimod giver en effektforbedring, vil effekten af denne behandling ligge over gennemsnitseffekten af de 2 enkeltbehandlinger, og det var tilfældet i 1988 forsøget ved de fleste kombinationer af tankblanding og dosering som det fremgår af figuren.

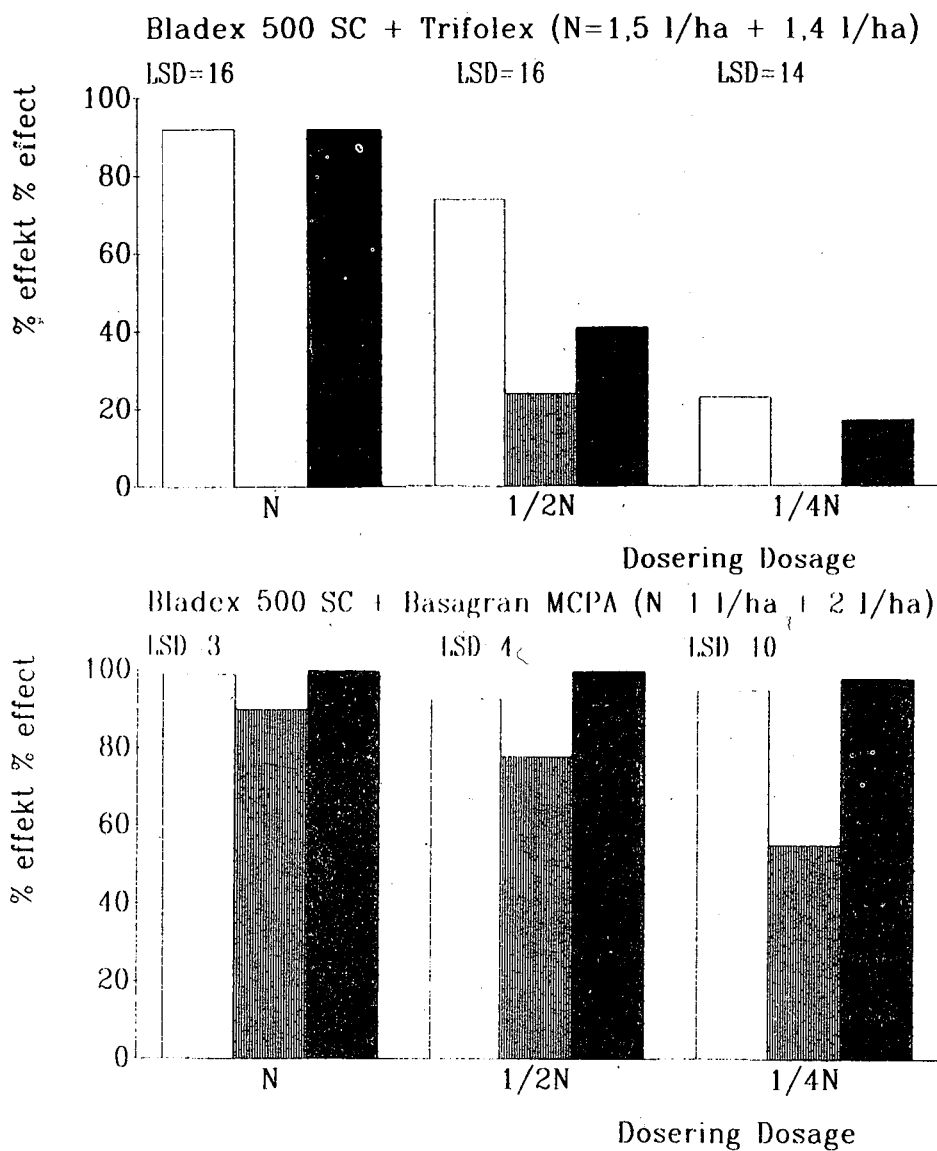
Ved de høje effekt niveauer er effekten af splitbehandlingen i de fleste tilfælde højere end effekten af den bedste af enkeltbehandlinger. Det er på trods af at den ene halvdel af doseringen ved splitbehandlingen er udbragt på det sene tidspunkt d 16/5, hvor effekten af enkeltbehandlingen i de fleste tilfælde er meget dårlig.

I 1988 forsøget indgik der 3 forskellige splitbehandlinger hvoraf kun den ene, led 4, er medtaget i figurerne af pladshensyn. Forskellen på de 3 splitbehandlinger ligger i at i led 4 er den samlede dosering af begge midler der indgår i tankblandingen delt ligeligt på de 2 sprøjtetidspunkter. De 2 andre splitbehandlinger bestod af forsøgsled 5, hvor 1/4 af den totale dosering af begge midler er udsprøjtet ved første sprøjtning, og 3/4 på det sene tidspunkt, samt af forsøgsled 6, hvor hele Bladex doseringen blev udsprøjtet ved første sprøjtning sammen med den halve dosering af det bladmiddel, der indgik i blandingen. Ved 2. sprøjtetid bestod denne behandling alene af den resterende halve dosering bladmiddel.



Dosering Dosage





Figur 1. Effekt på friskvægt af vårraps med enkelt- og split
behandlinger med 4 forskellige tankblandinger. Forsøg 312/88.
*Effect on freshweight of Brassica napus with single- and
tank mixes. Trial 312/88.*

Tabel 1. % effekt på friskvægt af vårraps med Bladex 500 SC + Basagran (N= 1l/ha + 1 l/ha). Gennemsnit for N, 1/2N og 1/4N, forsøg 312/88.
% effect on freshweight of Brassica napus with Bladex 500 SC + Basagran (N= 1l/ha + 1 l/ha). Mean for N, 1/2N and 1/4N, trial 312/88.

Behandling Treatment	
1. Ubehandlet <i>Untreated</i>	0
2. Sprøjtet d. 4/5 <i>Sprayed on 4/5</i>	77
3. Sprøjtet d. 16/5 <i>Sprayed on 16/5</i>	9
4. Sprøjtet d. 4/5 (dos=1/2n+1/2n) og sprøjtet d. 16/5 (dos=1/2n+1/2n) <i>Sprayed on 4/5 (dose=1/2n+1/2n) and sprayed on 16/5 (dose=1/2n+1/2n)</i>	90
5. Sprøjtet d. 4/5 (dos=1/4n+1/4n) og sprøjtet d. 16/5 (dos=3/4n+3/4n) <i>Sprayed on 4/5 (dose=1/4n+1/4n) and sprayed on 16/5 (dose=3/4n+3/4n)</i>	79
6. Sprøjtet d. 4/5 (dos=n+1/2n) og sprøjtet d. 16/5 (dos=0+1/2n) <i>Sprayed on 4/5 (dose=n+1/2n) and sprayed on 16/5 (dose=0+1/2n)</i>	85
LSD ₉₅	15

I tabel 1. er vist hovedvirkning af samtlige behandlinger for den ene af tankblandingerne. Ved denne tankblanding har de 2 andre splitbehandlinger givet en lille effektforbedring i forhold til den bedste enkeltbehandling, men de ligger effektmæssigt dårligere end den splitbehandling hvor splitningen er foretaget med 1/2 af doseringen af begge midler i tankblandingen udspøjtet ved første sprøjtning og anden halvdel på det sene sprøjtetidspunkt.

I forsøgene i 1989 er der kun medtaget den splitbehandling, hvor doseringen af begge midler, der indgår i tankblandingen, er delt med halvdelen af totaldoseringen på hvert sprøjtetidspunkt. Der indgår 3 sprøjtetidspunkter i 89-forsøgene, med cirka 1 uge mellem hver sprøjtetid. Det giver mulighed for at undersøge effekten af 2 forsøgsled med splitbehandlinger, hvor intervallet mellem de 2 sprøjtninger er ca 1 uge, led 5 og led 7 i tabel 2-4. Desuden bliver der en splitbehandling, led 6, hvor intervallet mellem de 2 sprøjtninger er ca 14 dage.

Tabel 2. % effekt på friskvægt af vårraps og fuglegræs med Bladex
500 SC + Basagran MCPA (N= 1l/ha + 1l/ha), forsøg 311/89.
% effect on freshweight of *Brassica napus* and *Stellaria media*
with Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N= 1l/ha + 1l/ha), trial 311/89.

Vårraps
Brassica napus

Behandling <i>Treatment</i>	Dosering <i>Dosage</i>			
	N	1/2N	1/4N	1/8N
1. Ubehandlet <i>Untreated</i>	0	0	0	0
2. Sprøjtet d. 30/4 <i>Sprayed on 30/4</i>	100	100	99	98
3. Sprøjtet d. 8/5 <i>Sprayed on 8/5</i>	100	90	62	23
4. Sprøjtet d. 15/5 <i>Sprayed on 15/5</i>	100	89	55	28
5. Sprøjtet d. 30/4 og 8/5 <i>Sprayed on 30/4 and 8/5</i>	100	100	91	81
6. Sprøjtet d. 30/4 og 15/5 <i>Sprayed on 30/4 and 15/5</i>	100	100	99	76
7. Sprøjtet d 8/5 and 15/5 <i>Sprayed on 8/5 and 15/5</i>	100	90	67	13
LSD ₉₅	0	7	14	28

Fuglegræs
Stellaria media

Behandling <i>Treatment</i>	Dosering <i>Dosage</i>			
	N	1/2N	1/4N	1/8N
1. Ubehandlet <i>Untreated</i>	0	0	0	0
2. Sprøjtet d. 30/4 <i>Sprayed on 30/4</i>	89	83	84	56
3. Sprøjtet d. 8/5 <i>Sprayed on 8/5</i>	98	97	94	91
4. Sprøjtet d. 15/5 <i>Sprayed on 15/5</i>	95	87	85	55
5. Sprøjtet d. 30/4 og 8/5 <i>Sprayed on 30/4 and 8/5</i>	98	98	95	87
6. Sprøjtet d. 30/4 og 15/5 <i>Sprayed on 30/4 and 15/5</i>	100	95	93	55
7. Sprøjtet d 8/5 and 15/5 <i>Sprayed on 8/5 and 15/5</i>	100	97	92	87
LSD ₉₅	2	NS	NS	28

Tabel 3. % effekt på friskvægt af vårraps og fuglegræs med Bladex 500 SC + Basagran (N= 1l/ha + 1l/ha), forsøg 312/89.
 % effect on freshweight of *Brassica napus* and *Stellaria media* with Bladex 500 SC + Basagran (N= 1l/ha + 1l/ha), trial 312/89.

Vårraps
Brassica napus

Behandling Treatment	Dosering Dosage		
	N	1/2N	1/4N
1. Ubehandlet Untreated	0	0	0
2. Sprøjtet d. 24/4 Sprayed on 24/4	94	52	36
3. Sprøjtet d. 1/5 Sprayed on 1/5	99	100	100
4. Sprøjtet d. 8/5 Sprayed on 8/5	99	67	40
5. Sprøjtet d. 24/4 og 1/5 Sprayed on 24/4 and 1/5	100	99	97
6. Sprøjtet d. 24/4 og 8/5 Sprayed on 24/4 and 8/5	99	66	39
7. Sprøjtet d 1/5 and 8/5 Sprayed on 1/5 and 8/5	100	100	100
LSD ₉₅	3	31	42

Fuglegræs
Stellaria media

Behandling Treatment	Dosering Dosage		
	N	1/2N	1/4N
1. Ubehandlet Untreated	0	0	0
2. Sprøjtet d. 24/4 Sprayed on 24/4	92	86	70
3. Sprøjtet d. 1/5 Sprayed on 1/5	96	95	91
4. Sprøjtet d. 8/5 Sprayed on 8/5	99	94	98
5. Sprøjtet d. 24/4 og 1/5 Sprayed on 24/4 and 1/5	98	96	81
6. Sprøjtet d. 24/4 og 8/5 Sprayed on 24/4 and 8/5	100	99	96
7. Sprøjtet d 1/5 and 8/5 Sprayed on 1/5 and 8/5	99	99	98
LSD ₉₅	5	NS	10

D. 24/4, da vårrapsen stod på kimbladsstadiet, blev første sprøjtning udført i forsøg 312/89 (tabel 3), på et tidspunkt hvor temperaturen lå under det normale for årstiden med en gennemsnit for døgnnet på knap 5°C. En så lav temperatur er ugunstig for virkningen af midlerne, og på trods af at ukrudtet lettest bekæmpes på de tidlige udviklingsstadier er virkningen bedre ved sprøjtningen d. 1/5, hvor temperaturen var kommet op på det normale. Overfor fuglegræs er der tendens til at bedst effekt opnås ved den seneste sprøjtning, d. 8/5. I dette forsøg har splitbehandlingen på de 2 sene sprøjtetidspunkter været den bedste behandling, med næsten fuld effekt ved 1/4 normaldosering. Splitbehandling på de 2 tidlige tidspunkter, led 5, samt enkeltbehandlingen d. 1/5 har givet en høj effekt ned til 1/2 normaldosering. De to øvrige enkeltbehandlinger, samt splitbehandlingen på de samme 2 tidspunkter, har kun i normaldosering givet 90% effekt eller derover i normaldoseringen.

I forsøg 311/89 (tabel 2) blev sprøjtningerne først indledt d. 30/4 med meget høj effekt af enkeltbehandlingen helt ned i 1/8 normaldosering overfor vårraps. Derimod er den bedste effekt overfor fuglegræs opnået ved behandlingen d. 8/5 som det også var tilfældet i det foregående forsøg, sandsynligvis som en følge af at fuglegræsset spirer frem over en længere periode, og derfor ikke har været fremme ved de tidligere sprøjtninger. Det betyder, at når der ses på effekten overfor såvel vårraps som fuglegræs, er der opnået den bedste effekt med splitbehandling, hvor doseringen er delt ligeligt på de 2 første sprøjtetidspunkter.

I 1989 er der kun i enkelte tilfælde opnået en direkte effektforbedring ved at foretage splitbehandling, når der sammenlignes med den bedste enkeltbehandling, og særskilt på de 2 ukrudtsarter. Det optimale sprøjtetidspunkt har imidlertid været forskelligt for de 2 ukrudtsarter der blev optalt, hvilket har givet en fordel for splitbehandlingen i forhold til den bedste enkeltbehandling, når der ses på den samlede ukrudtseffekt.

Tabel 4. Udbytte af ærter (hkg/ha) behandlet med Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N= 1 l/ha + 1 l/ha), forsøg 313/89.
Yield of peas (hkg/ha) treated with Bladex 500 SC + Basagran MCPA (N= 1l/ha + 1 l/ha), trial 313/89.

Behandling Treatment	Dosering Dosage	
	N	2N
1. Ubehandlet <i>Untreated</i>	38,6	38,6
2. Sprøjtet d. 30/4 <i>Sprayed on 30/4</i>	38,6	40,6
3. Sprøjtet d. 8/5 <i>Sprayed on 8/5</i>	36,9	36,9
4. Sprøjtet d. 16/5 <i>Sprayed on 16/5</i>	39,6	37,8
5. Sprøjtet d. 30/4 og 8/5 <i>Sprayed on 30/4 and 8/5</i>	39,7	39,1
6. Sprøjtet d. 30/4 og 16/5 <i>Sprayed on 30/4 and 16/5</i>	39,0	38,3
7. Sprøjtet d 8/5 and 16/5 <i>Sprayed on 8/5 and 16/5</i>	40,6	39,8
LSD ₉₅	NS	NS

Tabel 4 viser udbytterne i toleranceforsøget, hvor der er behandlet med normal og dobbelt normaldosering. Der er ingen signifikante forskelle mellem behandlingerne. Dog er der tendens til udbyttedgang efter enkeltbehandlingen d. 8/5.

Diskussion og konklusion

I to års effektundersøgelser har effekten ved splitbehandling ligget på højde med, eller været bedre end den effekt, der opnås ved en enkelt behandling med samme totale dosering. Splitbehandlingen har i forsøgene givet en mere bred og sikker ukrudtseffekt end en enkeltbehandling. Dels giver splitbehandling mulighed for at bekæmpe ukrudtet på det følsomme kimbladsstadium, idet senere fremspirende ukrudt vil blive ramt ved den anden sprøjtning. Herved kan der opnås en bredere ukrudtseffekt end med en enkeltbehandling idet artsforskelle i fremspiringstid ikke påvirker splitbehandling i samme grad. Samtidig viser forsøgene at effekten ved splitbehandling ikke påvirkes nævneværdigt såfremt blot den ene af sprøjtningerne foretages på et virkningsmæssigt gunstigt tidspunkt.

I forsøgene er der ikke fundet resultater, der kan underbygge de udenlandske erfaringer omkring hvilken betydning intervallet mellem sprøjtningerne har for effekten. I 1988 forsøgene blev der opnået effektforbedring ved splitbehandling selvom intervallet mellem sprøjtningerne var på 12 dage, og i 1989 forsøgene var der kun tendens til at et interval på 7-9 dage gav bedre effekt i forhold til et interval på 15-16 dage. Sammenholdt med de udenlandske erfaringer, samt de erfaringer, der ligger fra ukrudtsbekæmpelsen i roer, bør det anbefales at intervallet mellem sprøjtningerne holdes på 7-10 dage, med første sprøjtning når ukrudtet står på kimbladsstadiet.

Toleranceforsøget var påvirket af at ærterne var forholdsvis tolerante i 1989, med mindre afgrødeskader end normalt, og forsøgene fortsættes. Der var en tendens til at splitbehandling er en mere skånsom behandlingsform end enkeltbehandling. Samme tendens er fundet i Landsforsøgene (Kristensen & Pedersen, 1988), ligesom det er fundet i flere udenlandske undersøgelser.

Ulempen ved splitbehandling er den ekstra udgift der er forbundet med at skulle over arealet 2 gange. Resultaterne viser at en del af denne merudgift kan hentes ind ved at reducere på doseringen, uden at det går ud over effekten. Men også den mere skånsomme behandlingsform kan være med til at betale for den ekstra sprøjtning i form af højere udbytte.

Sammendrag

Effekten af splitbehandling med herbicider i ærter blev undersøgt i markforsøg. Der blev udført 3 effektundersøgelser og et toleranceforsøg, med forskellige tankblandinger. De anvendte tankblandinger var Bladex 500 SC i kombination med MCPA, Triflex, Basagran 480 eller Basagran MCPA. Anvendelse af splitbehandling gjorde ukrudtsbekæmpelsen mere sikker idet effekten ved splitbehandling blev sikret, blot en af sprøjtningerne blev udført på et virkningsmæssigt gunstigt tidspunkt. Ved splitbehandling blev der opnået en ukrudtseffekt, der generelt var højere end hvad der blev opnået med en enkelt behandling med samme totale dosering. Der var en tendens til at splitbehandling var mere skånsomt overfor afgrøden

Litteratur

- Defelice, M. S., Brown, W. B. Aldrich, R. J. Sims, B. D., Judy, D. T., Guethle, D. R. (1989): Weed control in soybeans (*Glycine max*) with reduced rates of postemergence herbicides. *Weed Science*, **37**, 365-374.
- Kristensen, H & Pedersen, H. E. (1988): Plantebeskyttelse. I 'Oversigt over Landsforsøgene 1988', ed (Skriver, K.), s. 186-187.
- Norris, R. F. (1988): Increased weed control and decreased sugarbeet injury with split applications of phenmedipham plus desmedipham. *Proceedings of the Western Society of Weed Science*, **41**, s. 150.
- Pallutt, P & Hofmann, B. (1980): Untersuchungen zum Einfluss ökologischer Bedingungen auf die Wirkung von Herbiziden in Zuckerrüben und Optimierung des Einsatzes von Phenmedipham. Tag. -Ber., Akad. Landwirtschaftl. Wiss. DDR, Berlin, **182**, 113-122.
- Trimmer, M. C. & Linscott, D. L. (1988): Water relations in quackgrass (*Agropyron repens*) following postemergence herbicides. *Weed Science*, **36**, 273-278.

Forekomst af ukrudtsfrø i korn og frøprøver undersøgt i perioden 1969-1989

Occurrence of weed seeds in samples of cereals and other field crops examined during the period 1969-1989

Hans Arne Jensen
Plantedirektoratet
Skovbrynet 20
2800 Lyngby

Summary

The paper summarizes surveys on the occurrence of weed seeds in seed samples analysed at the Plant Directorate (former: The Danish State Seed Testing Station).

*Uncleaned samples of rape seed contained in 1976 on average 0.99% oil-containing impurities (*Sinapis arvensis*, *S. alba*, *Brassica campestris*, *B. nigra*). The content of these were reduced to about 0.2% during the following years. *Sinapis arvensis* was by far the most common impurity.*

*Average figures of purity and weed seed content, published annually by the institute, illustrate some general changes in the quality of different species. For instance the content of weeds in seed samples of *Poa trivialis* and *Poa pratensis* has been reduced significantly since 1969.*

*Surveys of weed content in 45,796 cereal samples used for planting, examined during the period 1969-77 supplemented with figures from 1988/89 showed that *Elytrigia repens*, *Polygonum convolvulus*, *Chenopodium album*, *Polygonum* spp., and *Galium aparine* were the most commonly occurring species. For 1969-77 on average 7.26 seeds of *Elytrigia repens* were found per 100 kg of barley.*

*Surveys on the occurrence of *Avena fatua* during 1978-89 showed that this species occurred rarely in the seed samples tested. The content of *Elytrigia repens*, *Rumex* spp., and *Poa annua* in samples of grass and clover is discussed.*

Indledning

Indholdet af forskellige ukrudtsarter i de korn- og frøprøver, der analyseres i Plantedirektoratet (tidligere Statsfrøkontrollen) afspejler væsentlige sider af landbrugets ukrudtsproblemer.

Institutionen har tidligere for perioderne 1927-28, 1939, 1955-57 og 1966-69 publiceret oversigter over forekomster af ukrudtsfrø i prøver af græsser og græsmarksbælgplanter (Olesen & Jensen 1969).

I denne artikel belyses, hvilke opgørelser over forekomster af ukrudt der er foretaget siden 1969.

Råvareanalyser af raps til industriformål

Indholdet af ukrudtsfrø i råvareprøver af raps giver delvis et billede af den ukrudtsflora, der har været i de pågældende marker. Prøverne indeholder naturligvis ikke frø af arter, der modnes og spredes før høst, og ej heller de, der efterlades på marken, fordi de enten renses fra ved mejetærskningen eller er så lave, at de ikke høstes sammen med rapsafgrøden.

I en karakteristik af råvareanalyse af rapsfrø til industriformål viste Madsen (1981), at det gennemsnitlige indhold af olieholdige urenheder (sort sennep, agersennep, agerkål, gul sennep) i perioden 1976-80 blev reduceret fra 0.99% i 1976 til 0.14% i 1980. En tilsvarende opgørelse for perioden 1982-87 (Ellegaard & Madsen 1989) viste, at det gennemsnitlige indhold af olieholdige urenheder varierede mellem 0.60% i 1983 til 0.09% i 1985. I de resterende år lå indholdet mellem 0.21% og 0.24%.

Der er således generelt sket en reduktion i indholdet af olieholdige urenheder i råvareprøver af raps siden 1976.

Den artsmæssige sammensætning af de olieholdige urenheder er belyst i tabel 1. Af tabellen ses, at der især er sket en meget betydelig reduktion i prøver med indhold af agersennep. Partier, hvori der ikke blev fundet olieholdige urenheder, er steget fra 17.7% i 1973 til 69.3% i 1989.

Tabel 1. Procent prøver med indhold af olieholdige urenheder i råvareprøver af raps analyseret i 1973, 1974, 1975, 1989.

Per cent samples with the occurrence of oil-containing impurities in uncleaned rape samples analysed during 1973, 1974, 1975, 1989.

Arter	År			
	1973 %	1974 %	1975 %	1989 %
Agersennep (<i>Sinapis arvensis</i>)	46.8	39.2	39.3	23.2
Agerkål (<i>Brassica campestris</i>)	2.7	5.0	6.3	3.1
Sort sennep (<i>Brassica nigra</i>)	3.9	2.5	1.4	0.5
Gul sennep (<i>Sinapis alba</i>)	1.8	2.0	1.1	0
Sort sennep, agersennep	8.9	5.4	3.2	0.7
Agersennep, agerkål	6.0	6.3	8.3	3.1
Agersennep, gul sennep	6.8	3.7	2.9	0
Andre olieholdige urenheder	5.4	3.5	2.5	0.1
Pct. prøver uden olieholdige urenheder	17.7	32.3	35.0	69.3
Antal prøver	9 617	10 785	10 000	1 338

Kilder: Langkilde & Madsen 1974, Madsen & Langkilde 1975, Madsen & Langkilde 1976.

Analyser af renvarer

Indholdet af ukrudtsfrø i færdigrensede partier af korn og frø har en væsentlig indflydelse på den pris, der kan opnås for den pågældende vare. Desuden er ukrudtsindholdet i udsæd en af kilderne til forøgelse af frøbanken i agerjord (Jensen 1969).

Et udtryk for frøpartiernes gennemsnitlige kvalitet kan findes i "Statsfrøkontrollens gennemsnitstal", der for visse arter har været udarbejdet siden 1871. I en lang årrække har der desuden været publiceret gennemsnitstal for tiårs-perioder.

I tabel 2 er gengivet gennemsnitstallene for perioderne 1969-1979 og for 1979-1989. Af tabellen ses, at der især er sket væsentlige kvalitetsforbedringer for alm. rapgræs og engrapgræs. Ukrudtsindholdet er reduceret betydeligt, men den største kvalitetsforbedring skyldes, at prøverne indeholder mindre affald end tidligere. For de øvrige arter er der sket en mindre reduktion i ukrudtsindholdet.

Tabel 2. Gennemsnitligt indhold af rent frø og af ukrudt i prøver analyseret i perioderne 1969-79 og 1979-89.

Average content of pure seeds and of weed seeds in samples examined in the periods 1969-79 and 1979-89.

Arter	Rent frø pct. <i>Pure seeds</i>		Ukrudt pct. <i>Weed seeds</i>	
	1969-79	1979-89	1969-79	1979-89
Rødkløver (<i>Trifolium pratense</i>)	99.2	99.3	0.27	0.15
Hvidkløver (<i>Trifolium repens</i>)	98.8	99.1	0.45	0.27
Alm. rajgræs (<i>Lolium perenne</i>)	98.3	98.5	0.12	0.09
Rød svingel (<i>Festuca rubra</i>)	94.4	95.3	0.26	0.08
Alm. rapgræs (<i>Poa trivialis</i>)	89.7	95.4	1.11	0.34
Engrapgræs (<i>Poa pratensis</i>)	91.1	93.9	0.58	0.06

Kilder: Statsfrøkontrollens beretninger for det 108. arbejdsår (1979) og det 118. arbejdsår (1989).

Indhold af ukrudtsfrø i sædekorn

En opgørelse over indholdet af ukrudtsfrø i sædekorn i perioden 1969-77 viste, at ud af i alt 45 796 prøver forekom alm. kvik (*Elytrigia repens*) i 5.75% af prøverne, snerle-pileurt (*Polygonum convolvulus*) i 3.44%, hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) i 1.60%, pileurt (*Polygonum* spp.) i 1.28%, burre-snerre i 1.16% og kål (*Brassica* spp.) i 1.03% af prøverne (Jensen 1981).

Endvidere blev det for byg beregnet, at der i gennemsnit blev tilført 7.26 kvikfrø pr. 100 kg udsæd (maksimum var 1 500 frø/100 kg). For snerle-pileurt og lugtløs kamille var de tilsvarende tal henholdsvis 6.22 (4 800) og 4.35 (17 100) frø pr. 100 kg. Via sædekornet skete der således en vis tilførsel af ukrudtsfrø til markerne, men sammenlignet med det antal ukrudtsfrø, der almindeligvis produceres i markerne eller findes i pløjelaget, er dette antal meget lille.

Sædekornets kvalitet følges løbende som et led i certificeringen af sædekorn. I henhold til Landbrugsministeriets bekendtgørelse om sædekorn (danske kvalitetsnormer) skal alle arter og kategorier overholde følgende kvalitetskrav: "0 flyvehavre i 1 kg, 0 giftig rajgræs i 1 kg og højst 6 andre frø i alt pr. kg, heraf højst 2 frø af kiddike og/eller klinte". Resultatet af denne kontrol offentliggøres i Statsfrøkontrollens beretninger. I 1988-89 blev der således analyseret prøver fra 10 985 partier. Af disse overholdt 40 partier ikke ovennævnte krav (Kjeldsen 1989).

Ved en opstilling af analyseresultaterne fra de pågældende 40 partier efter hyppighed kunne det konstateres, at: 17 partier indeholdt kvik, 14 partier indeholdt snerle-pileurt, 11 partier indeholdt gåsefod, 10 partier indeholdt pileurt, 10 partier indeholdt burre-snerre, 8 partier indeholdt fuglegræs, 6 partier indeholdt rajgræs og 6 partier indeholdt *Brassica*.

Rækkefølgen for de hyppigst forekommende arter er således den samme som i opgørelsen for 1969-77, hvilket tyder på, at der ikke er sket markante forskydninger i indholdet af andre arter i sædekorn.

Det skal dog bemærkes, at spildfrø fra rajgræs udgør et stigende problem, idet frø af denne art forekom i 6 af de erstatningspligtige partier.

Flyvehavre

Siden 1978-79 har indholdet af flyvehavre i henholdsvis dansk certificeret sædekorn, andre kornprøver og frøprøver været publiceret i Statsfrøkontrollens årsberetninger. Det procentvise indhold af flyvehavre i sædekorn udviser i de senere år en faldende tendens (tabel 3). Analyse af andre kornprøver omfatter bl.a. importeret korn, hvilket bl.a. er årsag til, at antallet af partier med flyvehavre varierer en del mellem årene.

Tabel 3. Oversigt over fund af flyvehavre i korn- og frøprøver i perioden 1/7 1978 - 30/6 1989.

Survey of finds of Avena fatua in: Cereal samples from certified lots (A), other cereal samples (B), and seed samples of other species (C), examined for Avena fatua in the period 1/7 1978 - 30/6 1989.

	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
A. Antal prøver af dansk certificeret sædekorn undersøgt for flyvehavre	16 369	16 064	16 438	16 323	15 673	14 291	15 604	15 312	14 373	11 654	11 944
Pct. prøver med indhold af flyvehavre	0.07	0.11	0.15	0.18	0.09	0.09	0.12	0.05	0.06	0.03	0.05
B. Antal af andre kornprøver undersøgt for flyvehavre	1 098	989	941	1 204	1 189	917	1 268	903	1 098	879	1 373
Pct. prøver med indhold af flyvehavre	0.18	1.11	3.61	1.91	0.59	1.64	0.47	2.44	0.64	1.82	1.02
C. Antal frøprøver undersøgt for flyvehavre	9 331	9 624	7 374	9 112	9 334	9 858	10 188	8 625	9 316	8 759	9 021
Pct. prøver med indhold af flyvehavre	0.15	0.05	0.30	0.02	0.07	0.11	0.09	0.14	0.39	0	0.06

Kilder: Jensen 1982, 1984, 1989.

I frøprøverne indgår ligeledes importerede frøvarer (f.eks. fuglefrø og hør), hvilket er medvirkende til de betydelige variationer i indholdet af flyvehavre.

Forekomst af kvik i græsfrøprøver

Kvik er et væsentligt problem i græsfrøavl. I certificeret frø af græsser må der højst forekomme 0.3 vægtprocent af kvik i prøver af hvene, hundegræs og rapgræs og højst 0.5% kvik i prøver af svingel og rajgræs.

Ved eksport til England må der i en vægtmængde svarende til 25 000 frø højst forekomme 10 frø af kvik. For rajgræs svarer det til 10 frø i 60 g rajgræs.

I USA stilles der væsentligt strengere krav. Partier, der er fri for kvik, kan derfor afsættes til en højere pris.

En foreløbig opgørelse over forekomst af kvik i græsser, analyseret på Statsfrøkontrollen i 1986-88, tyder på, at det højeste indhold af kvik forekommer i prøver af alm. rajgræs, italiensk rajgræs og hybridrajgræs. Kvik kan også udgøre et problem i andre storfrøede græsser, f.eks. i hundegræs og i arter af svingel.

Skræppe og syre

I EF-certificeret frø må der højst forekomme 10 frø af syre + skræppe (eksklusive strandskræppe) i henholdsvis 20 g hvidkløver, 50 g rødkløver og 50 g humlesneglebælg.

På grund af disse krav er det af interesse at undersøge, hvorledes danskavlet frø opfylder disse bestemmelser. Opgørelser over indholdet af syre + skræppe i prøver analyseret i 1980-82 (Jensen 1983) og i 1984-86

(Jensen 1986) viste samstemmende, at disse slægter forekommer hyppigere i rødkløver end i hvidkløver. For ingen af de to kløverarter er der vanskeligheder med at overholde de gældende EF-normer.

For perioden 1984-86 blev endvidere indholdet af skræppe + syre i prøver af græsser, ært, raps og gul sennep opgjort (Jensen 1986). Hovedparten af prøverne var helt fri for denne art, og der var ingen partier, som ikke kunne holde den gældende EF-norm.

Enårig rapgræs

Enårig rapgræs er en ukrudtsart, som på grund af dens evne til at vokse og producere frø næsten hele året, er vanskelig at bekæmpe. På grund af frøenes størrelse og form er den et væsentligt problem ved frøavl af alm. rapgræs og engrapgræs.

Det procentvise indhold af enårig rapgræs i certificerede partier af alm. rapgræs undersøgt i perioderne 1980-83 og 1986-89 er vist i tabel 4. Tabellen viser, at fordelingen efter indhold af enårig rapgræs i de undersøgte partier var ret ensartet for hver af de to perioder. Endvidere ses det, at der er en tendens til, at prøverne fra det sidste treår indeholder lidt færre enårig rapgræs end i den første treårige periode.

En opgørelse over indhold af enårig rapgræs i engrapgræs viste en næsten tilsvarende fordeling som den, der er gengivet i tabel 4 (Jensen 1989).

Tabel 4. Indhold af enårig rapgræs i prøver af certificerede partier af alm. rapgræs.
Content of Poa annua in samples from certified Poa trivialis seed lots.

År Year	Antal prøver Number of samples	Fordeling af prøverne efter procentisk indhold af enårig rapgræs <i>Distribution of the samples according to per cent Poa annua</i>							
		0	spor	0.1	0.2	0.3–0.6	0.7–1.0	1.1–1.8	>1.8
1980/81	59	19	15	39	7	15	3	2	0
1981/82	63	14	8	19	10	19	17	13	0
1982/83	31	23	3	10	19	29	13	3	0
1986/87	66	32	12	24	9	17	5	1	0
1987/88	98	24	13	31	13	12	2	5	0
1988/89	117	31	11	20	6	16	6	8	2

Kilde: Jensen 1989.

Sammendrag

I oversigten er der fremdraget en række opgørelser over indhold af ukrudtsfrø i frøprøver foretaget i Plantedirektoratet (Statsfrøkontrollen) siden 1969.

Opgørelser over indholdet af olieholdige urenheder i råvareprøver af raps viste, at der skete en væsentlig reduktion i slutningen af 70'erne, og at denne har holdt sig i 80'erne.

Ved studie af gennemsnitstal af analyseresultater publiceret gennem en lang årrække i Statsfrøkontrollens beretninger, kan der fås et udtryk for generelle ændringer i frøkvaliteten. Siden 1969 er der sket en væsentlig reduktion i ukrudtsindholdet i prøver af rapgræs.

Opgørelse over indholdet af ukrudtsfrø i sædekorn i perioden 1969-77 suppleret med en opgørelse over erstatningspligtigt indhold af andre arter ud over korn viste, at kvik, snerlepileurt, hvidmelet gåsefod, pileurt og burre-snerre er de hyppigst forekommende ukrudtsarter i sædekorn. For perioden 1969-77 blev der i gennemsnit tilført markerne 7.26 kvikfrø pr. 100 kg sædekorn af byg.

Opgørelsen over forekomst af flyvehavre i perioden 1978-89 viste, at flyvehavre kun findes i en meget lille andel af de analyserede frø- og kornprøver.

Forekomsten af kvik, syre og skræppe samt enårig rapgræs er belyst ved periodevise opgørelser.

Litteratur

- Ellegaard, H.C. & E. Madsen (1989): Kvaliteten af rapsfrø til industriformål i årene 1982 til 1987. Dansk Frøavl: 242-243.
- Jensen, H.A. (1969): Frøbalancen i agerjord. Ugeskr. f. Agronomer 114:668-678.
- Jensen, H.A. (1981): Forekomst af ukrudtsfrø i prøver af sædekorn i perioden 1969-1977. Statsfrøkontrollens beretning 110:119-144.
- Jensen, H.A. (1982): Meddelelser fra renhedsafdelingen. Statsfrøkontrollens beretning 111:55-60.
- Jensen, H.A. (1983): Meddelelser fra renhedsafdelingen. Statsfrøkontrollens beretning 112:50-52.
- Jensen, H.A. (1984): Meddelelser fra renhedsafdelingen. Statsfrøkontrollens beretning 113:43-46.
- Jensen, H.A. (1986): Meddelelser fra renhedsafdelingen. Statsfrøkontrollens beretning 115:51-55.
- Jensen, H.A. (1989): Meddelelser fra renhedsafdelingen. Statsfrøkontrollens beretning 118:73-78.
- Kjeldsen, A. (1989): Meddelelser fra afdelingen for certificering af sædekorn. Statsfrøkontrollens beretning 118:103-119.
- Langkilde, N.E. & E. Madsen (1974): Indhold af andre olieholdige frøarter i prøver af raps af høst 1973. Dansk Frøavl:171-173.
- Madsen, E. (1981): Karakteristik af rapsfrøavl 1976-80. Dansk Frøavl:198-199.
- Madsen, E. & N.E. Langkilde (1975): Indhold af andre olieholdige frøarter i prøver af raps af høst 1974. Dansk Frøavl (10):168-170.
- Madsen, E. & N.E. Langkilde (1976): Indhold af andre olieholdige frøarter i prøver af raps af høst 1975. Dansk frøavl (9):160-162.
- Olesen, M. & H.A. Jensen (1969): Forekomst af ukrudtsfrø i frøprøver af græsser og græsmarksbælplanter. Statsfrøkontrollens beretning 98:91-112.

Herbiciders indflydelse på ukrudtets frøproduktion

The influence of herbicides on weed seed proudction

Jens Ole Pedersen
Institut J5 - Plantekultur
Den Kgl. Vet.- og Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40
1871 Frederiksberg C

Ilse A. Rasmussen
Planteværnscentret
Afdeling for Ukrudts-
bekæmpelse.
Flakkebjerg, 4200 Slagelse

Summary

The weed seed production can be prolific and part of these seeds contribute to the soil seed bank. This may be of some magnitude, and the seeds of many weed species can retain their vitality in the soil for several years. This soil seed bank is the reason that the weed flora does not change rapidly with different weed control regimes, although a total absence of weed seed input gives a fast reduction in the soil seed bank. The emerging weeds are determined by the size and species composition of the soil seed bank, but are also influenced by other factors. Still others affect the establishment of the emerged seedlings, and the final weed flora may not seem directly related to the soil seed bank.

Herbicide treatment can reduce seed production in sensitive weed species because the plants are fewer and/or smaller. Indirectly the seed production may be increased in tolerant species.

Large weed plants produce more seed than small, and several authors have found a linear correlation between seed production and dry matter.

*An experiment in spring barley with different doses of MCPA and Chlorsulfuron showed that the seed production of *Chenopodium album* was significantly influenced by the herbicide dosage, but not by the choice of herbicide. The reduction of seed production was greater than the reduction in number of plants and dry weight yield. At 1/4 normal dosage the seed production was insignificant.*

*The experiment shows a constant relationship between seed production and dry weight for *Chenopodium album* in untreated plots ($r^2 = 0,99$). This relationship did not hold true for herbicide treated plots.*

The herbicide treatment reduced the number of plants, the dry weight of the surviving plants and the relative seed production per gram dry weight.

Indledning

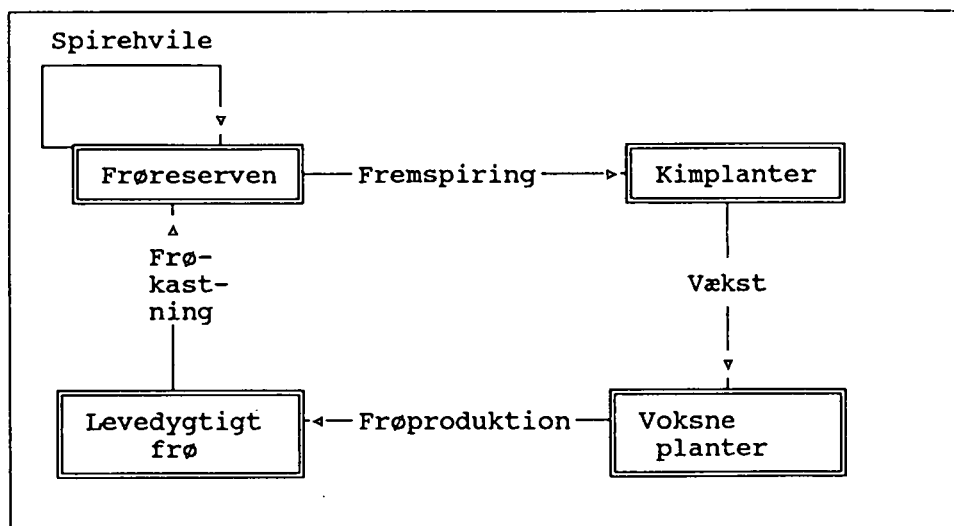
Som følge af krav om nedsættelse af pesticidforbruget, må også forbruget af herbicider nedsættes. Dette kan i mange tilfælde lade sig gøre uden udbyttetab, men spørgsmålet er, om man så risikerer en opformering af ukrudtet. Det vil i høj grad afhænge af, hvor mange

ukrudtsfrø, der produceres. Det er vanskeligt og tidskrævende at bestemme den nøjagtige frøproduktion, så hvis der er en simpel sammenhæng mellem ukrudtets tørstof- og frøproduktion, er der muligheder for at bedømme ukrudtets frøproduktion blot ved at veje det. Men er der en sådan sammenhæng, og har herbicidvalget indflydelse på den? Dette er undersøgt hos Hvidmelet Gåsefod (*Chenopodium album* L. ssp. *album*) ved forsøg med forskellige doseringer af MCPA og Chlorsulfuron i forbindelse med udarbejdelsen af en hovedopgave i faget Ukrudt og Ukrudtsbekæmpelse, KVL (Pedersen, 1990).

Baggrund

Betydningen af ukrudtets frøproduktion

Når vi interesserer os for ukrudtets frøproduktion, er det fordi den danner grundlag for de senere års ukrudtsbestand (figur 1). Frøproduktionen er afgørende for tilførsel af frø til frøreserven i jorden, selvom mængden bliver reduceret, fordi en del frø går tabt. Frøreservens størrelse og artsfordeling er en væsentlig faktor for den fremspirende ukrudtsbestand.



Figur 1. Sammenhængen mellem jordens frøreserve, den fremspirede og etablerede ukrudtsbestand og den nye frøproduktion.

Figure 1. Relations between the soil seed bank, the emerged and established weeds and the new weed seed production.

Både Hurle et al. (1988) og Thorup (1989) mener, at en stor frøreserve vil medføre en stor ukrudtsbestand og en lille reserve sandsynligvis giver en mindre bestand. Debæke (1988a) har for en del arter fundet en korrelation mellem fremspiringen og antal frø i jorden. Fremspiringen afhænger dog også af jordbehandling, afgrøde, så- og fremspiringstidspunkt m.m. Derudover er den etablerede ukrudtsbestand forskellig fra den fremspirede, fordi faktorer som klima, konkurrence og herbicider påvirker udviklingen. Jensen (1969a) fandt kun for få arter en positiv korrelation mellem etableret plantebestand og jordens indhold af levende frø. Ball & Miller (1989) påpeger, at der efter ukrudtsbekæmpelse er en lav korrelation mellem enkelte arters frø i jorden og deres andel i ukrudtsbestanden.

Frøsætningen hos de voksne planter er afhængig af art, konkurrence- og øvrige vækstforhold m.m. Nogle arter har en stor frøproduktion f.eks. Hvidmelet Gåsefod (*C. album*), der under gunstige forhold kan producere 40.000 - 70.000 frø pr. plante, men den vil også under kraftig konkurrence producere frø, omend meget færre (Stevens 1932, Williams 1964, Erviö 1971). Andre arter producerer selv under gunstige forhold færre frø, f.eks. producerer Burre-Snerre (*Galium aparine* L.) højst omkring 100 -800 frø pr. plante (Stevens 1957, Jensen 1969b, Korsmo et al. 1981).

Jensen (1969a) har anslået frøreserven i danske dyrkede jorder til ca. 36.000 spiredygtige frø/m². Frø af forskellige ukrudtsarter kan overleve i mange år og opretholde spireevnen (Jensen 1969b, Roberts 1986). Frøreserven er årsagen til, at ukrudtsbestanden ikke nødvendigvis ændres brat ved forskellige bekæmpelsesstrategier (Hagemeister & Heitefuss 1986). Frøreserven ændres kun langsomt, selvom der et år uden ukrudtsbekæmpelse tilføres meget frø (Kees 1986). Ukrudtsbekæmpelsens intensitet viser sig dog tydeligt i frøreserven, den kan mindskes betydeligt i løbet af nogle år, hvis frøsætning hindres helt (Roberts & Feast 1973). Er frøreserven og dermed ukrudtsbestanden imidlertid øget, tager det lang tid at mindske den til det oprindelige niveau igen, da det sjældent er praktisk muligt helt at forhindre frøsætning (Zwerger & Hurle 1988).

Herbiciders indflydelse på ukrudtets frøproduktion

Det er vigtigt at vide noget om, hvordan herbiciderne påvirker ukrudtets frøproduktion, især ved nedsat herbicidanvendelse. Denne skal jo nødvendig medføre en stor frøproduktion, der senere giver problemer med en større ukrudtsfremspiring. Herbicidbehandlingen kan nedsætte frøproduktionen hos følsomme arter, fordi der er færre og/eller mindre planter (Hume 1987, Wilson et.al. 1974, Müllverstedt 1966). Derimod vides det ikke, om frøproduktionen hos planter af samme størrelse er forskellig hos herbicidbehandlede og ubehandlede individer, men Fawcett & Slifes (1978) undersøgelser kunne tyde på at frøproduktionen kan påvirkes.

På den anden side kan herbicidbehandling have en indirekte virkning på tolerante arter, idet disse kan udvikle sig stærkere, fordi konkurrencen fra følsomme arter er nedsat. Den øgede vækst kan give anledning til øget frøproduktion (Müllverstedt 1966, Fawcett & Slife 1978, Hume 1987). Fortsat anvendelse af ét herbicid kan derfor ændre frøreservens sammensætning, så tolerante arters frø er hyppigere end følsomme arters (Hurle 1974, Pulcher & Hurle 1984).

Muligheder for at undersøge ukrudtets frøproduktion.

For at vide noget om herbicidernes indflydelse på ukrudtets frøproduktion, er det nødvendigt at vide noget om denne i det hele taget. Er der muligheder for at undersøge frøproduktionen uden direkte at tælle frøene? Store ukrudtsplanter af en art producerer flere frø end mindre planter af samme art. Wilson et al. (1988) har undersøgt frøproduktionen hos 3 ukrudtsarter ved forskelligt konkurrencetryk og fundet en god korrelation mellem tørvægt pr. plante og frøproduktion pr. plante. Debaeke (1988b) har fundet en lignende sammenhæng for 7 arter og udstrækker denne til også at gælde tørvægt og frøproduktion pr. m^2 , idet der er en lineær sammenhæng i det undersøgte område. Fredshavn (1987) har fundet at frøproduktionen pr. g biomasse er konstant hos Storkronet Ærenpris (*Veronica persica* Poiret), trods store forskelle i gennemsnitlig plantestørrelse.

Hvis denne sammenhæng holder, er der mulighed for at estimere ukrudtets frøproduktion ud fra dets tørvægtproduktion. Men gælder disse forhold også, når der er tale om herbicid-behandlede planter? Nedsættes frøproduktionen kun i takt med, at planterne producerer mindre tørstof, eller medfører herbicidbehandlingen, at forholdet mellem frøproduktion og tørvægtproduktion ændres?

Metode

For at undersøge Hvidmelet Gåsefods (*C. album*) frøproduktion ved behandling med herbicider blev et markforsøg udført i vårbyg (*Hordeum vulgare* cv. Grit) på Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse i 1989. Der blev valgt to herbicider med forskellig virkemåde: Chlorsulfuron og MCPA. Doseringerne var 1/16, 1/8, 1/4, og 1/2 af normaldosering, hvor normaldosering er: MCPA = 1 kg v.s./ha, Chlorsulfuron = 5 g v.s./ha, samt ubehandlet. På arealet var der tidligere på året udspremt ukrudtsfrø for at sikre en vis fremspiring og ukrudtsbestand.

Forsøget blev anlagt som et randomiseret to-faktorielt blokforsøg med 4 gentagelser. Parcellerne var ca. $10 m^2$. Arealet blev tilsået med 166 kg byg/ha 3/4, og herbicidbehandlet 24/5. Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) havde på dette tidspunkt 4-6 blade. Antal tokimbladede planter blev optalt 20/6.

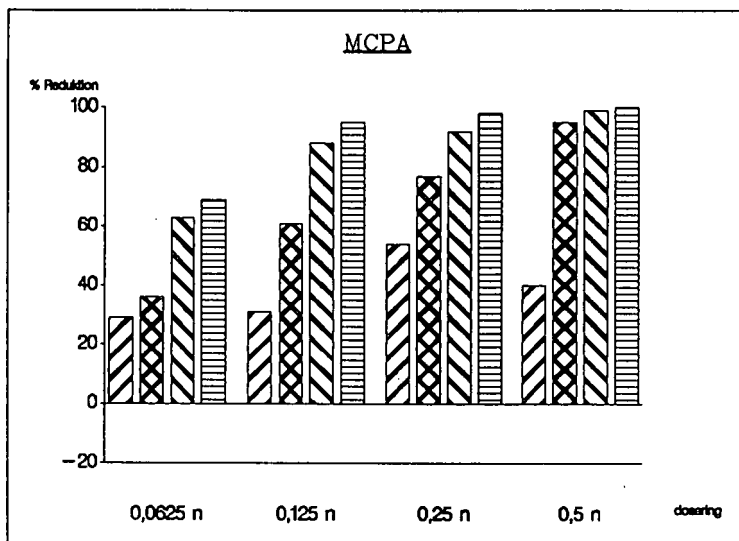
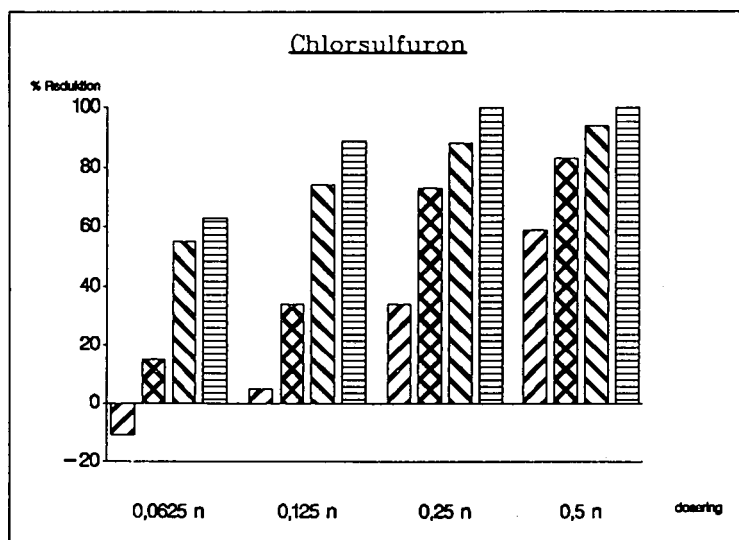
Ukrudtet i forsøget blev høstet den 25-28/7 i byggens udviklingstrin 11.2-11.3 Feekes skala, idet der på dette tidspunkt skønsmæssigt var mulighed for at høste mest frø på Hvidmelet Gåsefod (*C. album*). Der blev høstet i alt $1 m^2$ pr. parcel. Prøverne blev opdelt i Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) og andet tokimbladet ukrudt. Tørvægten blev bestemt og antallet af frø fra Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) blev optalt.

Resultaterne blev analyseret v.h.j.a. SAS som generelle lineære modeller. Hvor signifikans forekommer er den angivet ved 5%-niveau = *, 1%-niveau = **, 0,1%-niveau = ***.

Forsøgsresultaterne er ikke korigeret for frøspild. Det antages, at frøspildet er jævnt fordelt på forsøgsarealet, og at det ikke ændres ved behandling med herbicid og doseringer af disse.

Resultater og diskussion

Hvordan påvirkede herbicidbehandlingen Hvidmelet Gåsefod (*C. album*)? I figur 2 er for hver dosering og herbicid vist reduktion i forhold til ubehandlet. Stigende dosering gav stigende reduktion af antal planter(*) d.20/6, antal planter(***) og tørvægt(***) ved høst,



Figur 2. Reduktion i forhold til ubehandlet ved behandling med Chlorsulfuron og MCPA for Hvidmelet Gåsefod (*C. album*).

Figure 2. Reduction compared to untreated after treatment with Chlorsulfuron and MCPA for *Chenopodium album*.

▨ planter 20/6
plants June 20th

▩ tørvægt ved høst
dry weight at harvest

▤ planter ved høst
plants at harvest

▧ frøproduktion
seed production

samt frøproduktionen(***). Der kunne ikke påvises forskel på herbiciderne. Figur 2 viser, at ved 1/4 normaldosering er der næsten ingen frøproduktion.

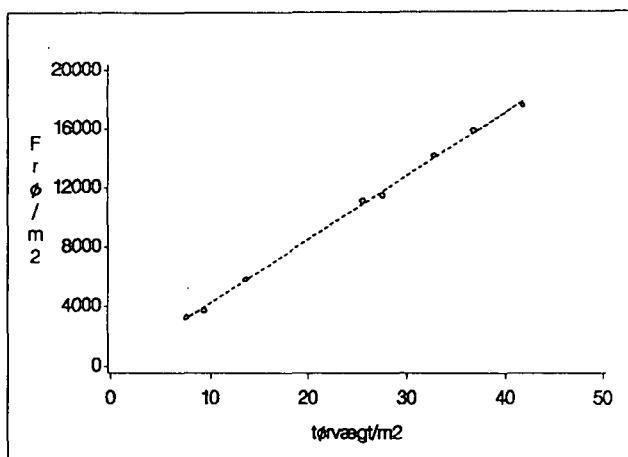
Hvordan påvirkes frøproduktionen af herbicidbehandlingen? Der var ikke påviselig forskel på Hvidmelet Gåsefods (*C. album*) frøproduktion ved behandling med MCPA og Chlorsulfuron. Stigende dosering af herbiciderne gav faldende frøproduktion både pr. m² (***) og pr. plante(***), som det ses i tabel 1. Det er ikke herbicidvalget, men dosering af herbicidet, der har betydning for frøproduktionen.

Tabel 1. Hvidmelet Gåsefods (*C. album*) frøproduktion og tørvægt ved behandling med Chlorsulfuron og MCPA. N er normaldosering i byg: Chlorsulfuron 5 g/ha, MCPA 1 kg/ha.

Table 1. The seed production and dry weight of *Chenopodium album* when treated with Chlorsulfuron and MCPA. N is normal dosage in spring barley: Chlorsulfuron 5 g/ha, MCPA 1 kg/ha.

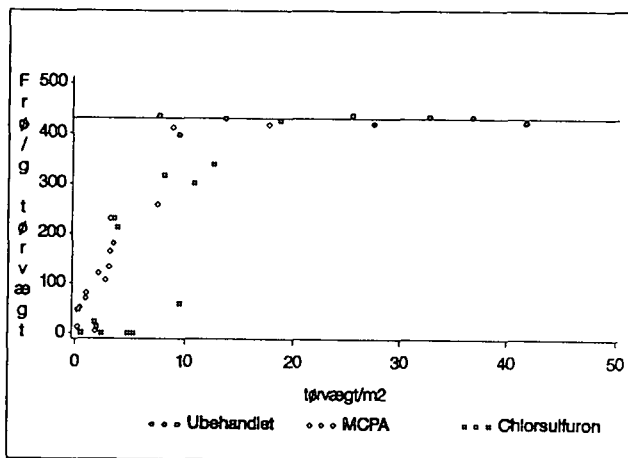
Herbicid Dosering <i>Herbicide</i>	pr. areal (m ²) tørvægt <i>dry weight</i>		pr. plante tørvægt <i>dry weight</i>		antal frø/ g tørvægt <i>no. seeds per g dry weight</i>
		frø <i>seeds no.</i>		frø <i>seeds no.</i>	
<u>Ubehandlet</u> <i>Untreated</i>	24,40	10431	0,24	101	428
% reduktion i forhold til ubehandlede parceller <i>% reduction compared with untreated plots</i>					
<u>Chlorsulfuron</u>					
1/16 n	55	36	47	56	18
1/8 n	74	89	61	83	55
1/4 n	88	100	57	100	100
1/2 n	94	100	63	99	97
<u>MCPA</u>					
1/16 n	63	69	42	51	15
1/8 n	88	95	68	87	60
1/4 n	92	98	64	90	72
1/2 n	99	100	80	98	91

Er der en sammenhæng mellem Hvidmelet Gåsefods (*C. album*) frøproduktion og artens tørvægt? I figur 3 er antal frø/m² vist som funktion af tørvægt/m². Figuren viser, at der var en god korrelation ($r^2=0,99$) mellem frøproduktion og tørvægt for Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) i de ubehandlede parceller. Liniens ligning er $\text{frøproduktion/m}^2 = 430 \times \text{tørvægt/m}^2 - 62$.



Figur 3. Relation mellem frøproduktion og tørvægt for Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) i ubehandlede parceller.

Figure 3. Relation between seed production and dry weight for *Chenopodium album* in untreated plots.



Figur 4. Frøproduktion pr. gram tørstof i forhold til tørstof/ m^2 af Hvidmelet Gåsefod (*C. album*) i vårbyg. Linien svarer til hældningen på linien i figur 3.

Figure 4. Seed production per gram dry weight (frø/g tørvægt) plotted against dry weight/ m^2 (tørvægt/ m^2) of *Chenopodium album* in spring barley (ubehandlet = untreated). The line corresponds to the slope of the line in fig. 3.

Påvirkes forholdet mellem frøproduktionen og tørvægten af herbicidbehandlingen? Herbicidvalget havde ikke indvirkning på forholdet mellem antal frø og tørvægt, derimod var der en effekt af doseringerne(*). Dette ses i tabel 1, hvor en højere dosering af herbiciderne giver en større reduktion i frøproduktion pr. gram tørvægt.

I figur 4 er frø pr. gram tørvægt vist som funktion af tørvægt pr. m² for Hvidmelet Gåsefod (C. album). Linien i figuren svarer til det konstante forhold, som er påvist i ubehandlede parceller mellem frøproduktion og tørvægt. Figur 4 viser, at frøproduktionen pr. gram tørvægt påvirkes af herbicidbehandlingen. Det konstante forhold mellem frøproduktion og tørvægt gælder ikke for herbicidbehandlede planter.

Frøspildet er ikke opgjort, men høsten blev foretaget da blomstringen var ved at ophøre. Det så ikke ud til at frøkastningen var særlig stor på høsttidspunktet. Aamissepp et. al. (1967) fandt tilsvarende at op til 80% af frøet var tilbage på Hvidmelet Gåsefod (C. album), når byggen var mejetærskermoden.

Der er tidligere påvist en sammenhæng mellem tørvægt og frøproduktion for en del ukrudtsarter (Fredshavn 1987, Debaeke 1988b, Wilson et al. 1988). Dette underbygger, at der i forsøget var en konstant sammenhæng mellem frøproduktion og tørvægt hos Hvidmelet Gåsefod (C. album) i ubehandlede parceller. Det er sandsynligt, at denne sammenhæng ikke gælder altid, idet forsøget viste, at Hvidmelet Gåsefods (C. album) frøproduktion blev påvirket af herbicidbehandlingen. Erviö (1971) fandt desuden en årsvariation i frøproduktionen hos Hvidmelet Gåsefod (C. album) i renbestand.

Konklusion og sammendrag

Ukrudtets frøproduktion kan være betydelig, og en del frø indgår i jordens frøreserve. Denne er stor, og mange ukrudtsarters frø kan overleve længe i jorden. Reserven medfører, at ukrudtsbestanden ikke ændres brat ved forskellige bekæmpelsesstrategier - men en hindring af frøsætning giver dog en hurtig reduktion af frøreserven. Det ukrudt, der spirer frem, er bestemt af frøreservens størrelse og artsfordeling, men også af andre faktorer. Flere faktorer påvirker også etableringen af ukrudtsplanterne således, at den etablerede ukrudtsbestand ikke nødvendigvis kan ses at hænge sammen med frøreserven.

Herbicidbehandling kan nedsætte frøproduktionen hos følsomme ukrudtsarter fordi der bliver færre og/eller mindre planter. Indirekte kan frøproduktionen øges hos svært bekæmpelige arter.

Store ukrudtsplanter producerer flere frø end små, og flere forfattere har påvist en lineær sammenhæng mellem frøproduktion og tørvægt.

Et forsøg i byg med forskellige doseringer af Chlorsulfuron og MCPA med opgørelse af Hvidmelet Gåsefods (C. album) frøproduktion belyser herbiciders indflydelse på ukrudtets frøproduktion.

Hvidmelet Gåsefods (C. album) frøproduktion var påvirket af dosering af herbiciderne, men ikke af herbicidvalget. Reduktionen i frøproduktionen var større end reduktionen i antal planter og tørvægt. Ved brug af 1/4 af normaldosering var frøproduktionen ubetydelig.

Herbicidbehandlingen begrænsede antallet af planter og vægten af de overlevende planter og derudover nedsatte herbicidbehandlingen den relative frøproduktion pr. gram tørvægt.

Forsøget viser, at det konstante forhold mellem frøproduktion og tørvægt, som er fundet hos andre arter og hos ubehandlet Hvidmelet Gåsefod (*C. album*), ikke gælder når parcellerne er herbicidbehandlede.

Litteratur

- Aamissepp, A., Vilmos, S. & Åberg, E. (1967): Ogräsfröspridning vid binderskörd och skördetröskning. Lantbrukshögskolans Meddelanden, Serie A, nr. 81: 1-31. Uppsala.
- Ball, D.H. & Miller, S.D. (1989): A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. *Weed Research* 29, 365-373.
- Debaeke, P. (1988a): Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. I. Relation flore levée - stock semencier. *Weed Research* 28, 251-263.
- Debaeke, P. (1988b): Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. II. Survie, floraison et fructification. *Weed Research* 28, 265-279.
- Erviö, L.-R. (1971): The effect of intra-specific competition on the development of *Chenopodium album* L. *Weed research* 11, 124-134.
- Fawcett, R.S. & Slife, F.W. (1978): Effects of 2,4-D and dalapon on weed seed production and dormancy. *Weed Science* 26, 543-547.
- Fredshavn, J.R. (1987): Populationsundersøgelser af enårige ukrudtsarter med særligt henblik på reproduktionsbiologien hos Storkronet Ærenpris (*Veronica persica*). Licentiaafhandling, Botanisk Institut, KVL, København, 86 pp.
- Hagemeister, H. & R. Heitefuss (1986): Einfluss einer unterschiedlich intensiven Unkrautbekämpfung in Getreide auf den Samenvorrat im Boden und die Verunkrautung in Folgekulturen. *Proc. EWRS Symposium 1986, Economic Weed Control*, 393-398.
- Hume, L. (1987): Long-term effects of 2,4-D application on plants. I. Effects on the weed community in a wheat crop. *Canadian Journal of Botany* 65, 2530-2536.
- Hurle, K. (1974): Effect of long-term weed control measures on viable weed seeds in the soil. *Proceedings 12th British Weed Control Conference*, 1145-1152.
- Hurle, K., Maier, J., Amann, A., Weishaar, T., Mozer, B. & Pulcher-Häussling, M. (1988): Auswirkungen unterlassener Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen auf die Unkrautflora - Erste Ergebnisse aus einem mehrjährigen Versuchsprogramm. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XI*, 175-187.
- Jensen, H.A. (1969a): Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. *Dansk Botanisk Arkiv* 27 (2), 56 pp.

- Jensen, H.A. (1969b): Frøbalancen i agerjord. Ugeskrift for Agronomer 114, 668-678.
- Kees, H. (1986): Einfluss Zehnjähriger Unkrautbekämpfung mit 4 unterschiedlichen Intensitätsstufen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Schadensschwelle auf Unkrautflora und Unkrautsamenvorrat im Boden. Proc. EWRS Symposium, Economic Weed Control, 399-406.
- Korsmo, E., Vidme, T. & Fykse, H. (1981): Korsmos Ugras Plansjer. Norsk Landbruk/Landbruksforlaget Oslo. 295 pp.
- Müllverstedt, R. (1966): Vergleich der Auswirkung mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung auf Massenwachstum und Samenproduktion der verbliebenen Unkräuter. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 73: 598-603.
- Pedersen, J.O. (1990): Ukrudtsplanters frøproduktion ved kemisk ukrudtsbekæmpelse (arbejdstitel på hovedopgave, under uarbejdelse på Institut J5 - Plantekultur, KVL).
- Pulcher, M. & Hurle, K. (1984): Unkrautflora und Unkrautsamenvorrat in Weizenmonokultur bei unterschiedlicher Pflanzenschutzintensität. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft X, 51-61.
- Roberts, H.A. (1986): Seed persistence in soil and seasonal emergence in plant species from different habitats. J. Appl. Ecol. 23, 639-656.
- Roberts, H.A. & Feast, P.M. (1973): Changes in the number of viable weed seeds in soil under different regimes. Weed Research 13, 298-303.
- Stevens, O.A. (1932): The number and weight of seeds produced by weeds. Amer. J. of Botany 19, 784-794.
- Stevens, O.A. (1957): Weights of seeds and numbers per plant. Weeds 5, 46-55.
- Thorup, S. (1989): Ukrudt og ukrudtsfrø - i pløjede og ikke-pløjede marker. Ugeskrift for Jordbrug 134, 656-658.
- Williams, J.T. (1964): A study of the competitive ability of *Chenopodium album* L. I. Interference between kale and *C. album* grown in pure stands and in mixtures. Weed Research 4, 283-295.
- Wilson, B.J., Cussans, G.W. & Ayres, P. (1974): The effects of tri-allate and barban on the control of *Avena fatua* in spring barley on the yield of barley and the presence of *A. fatua* seeds in the harvested grain. Proceedings 12th British Weed Control Conference, 25-32.
- Wilson, B.J., Peters, N.C.B., Wright, K.J. & Atkins, H.A. (1988): The influence of crop competition on the seed production of *Lamium purpureum*, *Viola arvensis* and *Papaver rhoas* in winter wheat. Aspects of Applied Biology 18, Weed control in cereals and the impact of legislation on pesticide application, 71-80.

Zwenger, P. & Hurle, K. (1988): Simulationsstudien zum Einfluss von Fruchtfolge und Bekämpfungsmaßnahmen auf die Verunkrautung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XI, 71-82.

STARANE Mixer, selektiv ukrudtsbekæmpelse i korn *STARANE Mixer, selective weed control in cereals*

Kjeld Hansen
DowElanco Danmark A/S
Toldbodgade 33
1253 København K

Summary

STARANE Mixer is a newly registered herbicide for use in cereals, which will be introduced into the Danish market by DowElanco Danmark A/S. The active ingredient in STARANE Mixer is fluroxypyr formulated as 1-methyl-heptyl ester.*

STARANE Mixer controls a number of weeds of economical importance, weeds like Galium aparine, Stellaria media, Myosotis arvensis, Galeopsis tetrahit and Polygonum convolvulus effectively and gives a considerable control of several other weeds. G. aparine and M. arvensis are controlled irrespective of size.

STARANE Mixer is selective from the 2-leaf stage of the crop until flagleaf is visible. STARANE Mixer can be applied to winter cereals in the spring when temperatures at time of application is 7-8°C.

STARANE Mixer can be tankmixed with generally used herbicides, insecticides, fungicides and with most micro nutrients. STARANE Mixer has a favorable toxicological profile with regard to humans, animals, bees, earthworms and microorganisms but has to be considered moderate toxic to fish. STARANE Mixer compose no hazard to the environment when used according to recommendations.

Indledning

STARANE Mixer er et nyt selektivt ukrudtsmiddel godkendt af Miljøstyrelsen i 1990. STARANE Mixer anvendes til bekæmpelse af en række tokimbladede ukrudtsarter i vinter- og vårsæd.

STARANE Mixer indeholder 250 g/l Fluroxypyr formuleret som 1-methylheptyl ester.

* Varemærke - DowElanco

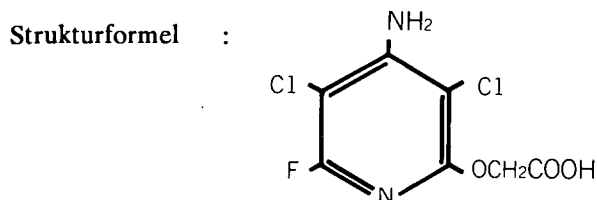
Fluroxypyr har været under udvikling i Danmark siden 1982 og produktet STARANE Mixer vil være det første på markedet med det nye aktivstof. Fluroxypyr er i dag registreret i de fleste vesteuropæiske lande og bliver solgt i et antal forskellige formuleringer. Første registrering og salg af STARANE 2 fandt sted i England i 1984.

Beskrivelse af aktivstoffet

Fysisk/kemiske egenskaber:

ISO navn : Fluroxypyr

Kemisk navn : 4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridyloxy-acetic acid (UIPAC)



Molekyle formel : $C_7H_5Cl_2FNO_3$

Smeltepunkt : 232-233°C (fluroxypyr)
55°C (fluroxypyr 1-MHE)

Molekyle vægt : 255.0 (fluroxypyr)
367.3 (fluroxypyr 1-MHE)

Damptryk : 9.5×10^{-11} mm Hg v 25°C (fluroxypyr)
 3.5×10^{-8} mm Hg v 25°C (fluroxypyr 1-MHE)

Vandopløselighed : 7.95 g/l ved 25°C (fluroxypyr)
(pH 7.0-7.2) 0.1 mg/l ved 25°C (fluroxypyr 1-MHE)

N-octanol/vand : 1.77 (fluroxypyr)
4.73 (Fluroxypyr 1-MHE)

Fluroxypyr 1-MHE vil efter udbringningen på marken hurtigt hydrolyseres til fluroxypyr ved hjælp af mikroorganismer.

Toksikologi:

Fluroxypyr udviser en lav akut, subkronisk og kronisk giftighed overfor mennesker og dyr.

Akut oral	: LD ₅₀	> 2405 mg/kg (fluroxypyr)
(Rotte)		> 5000 mg/kg (fluroxypyr 1-MHE)
Akut dermal	: LD ₅₀	> 2000 mg/kg (fluroxypyr)
(rotte)		> 2000 mg/kg (fluroxypyr 1-MHE)

Akut inhalering	: LC ₅₀	> 0.3 mg/l (fluroxypyr)
(rotte)		3.5 mg/l (fluroxypyr 1-MHE)

Subkronisk : NOEL 150 mg/kg/dag (hund)

Kronisk : NOEL 80 mg/kg/dag (rotte)

Der er i undersøgelser med fluroxypyr ingen tegn fundet på cancerogene, genmuterende eller teratogene egenskaber ligesom afkom i 2 generations dyrestudier ingen tegn viser på skader på afkommet.

Økotoksikologi

Fluroxypyr udviser en meget lav giftighed overfor fugle, bier, regnorme, mikroorganismer, fisk, dafnier og alger. Formuleringen STARANE Mixer må dog regnes som moderat giftig over for fisk og dafnier.

Miljøforhold

Der er gennem årene foretaget omfattende studier med fluroxypyr såvel i laboratorier som i marken for at vurdere risici for nedvaskning til dræn- og grundvand i forbindelse med anvendelse af fluroxypyr i.

Forsøg er bl.a. blevet udført ved Sveriges Lantbruksuniversitet i 1988 på sand og lerjord i henholdsvis lysimeter og dræned markparceller, se tabel 1 for detaljer. Forsøgene blev behandlet ca 1. juni i en vårbyg afgrøde. I lysimetrene blev halvdelen af forsøgsledene vandet.

Kun i et enkelt tilfælde, den 20 juli 1988, blev der fundet lave koncentrationer af fluroxypyr i dræningsvand. Restkoncentrationerne blev ikke fundet i lysimetrene på sandjorden, men derimod på lerjorden i Lanna. Ifølge Bergström (1990) skyldes disse restkoncentrationer en vandbevægelse i makroporer i den udtørrede jord og ikke en reel nedvaskning gennem jorden - en form for mark transport, som bestemmes mere af jorbundsfysiske faktorer end af aktivstoffets fysisk-kemiske egenskaber.

I samme studie blev der foretaget løbende analyser af indholdet af fluroxypyr i jordprofilen ned til 1 m dybde. Disse analyser viste, at fluroxypyr hovedsaglig forbliver i de øverste jordlag og at nedbrydningstiden under de givne forsøgsforhold var 3-4 måneder (Bergstrøm, 1989).

Andre forsøg udført ved Sveriges Lantbruksuniversitet 1986 og 1987 (Nilsson og Arvidsson, 1989) bekræfter ovennævnte forsøg. Prøver blev, efter behandling af marken med normal og dobbel dosering STARANE Mixer, udtaget løbende på 5 lokaliteter over en periode på 10-11 måneder og siden undersøgt for restkoncentrationer ved hjælp af bioassay metoden. Prøvedyrkningen i væksthuse viste, at fluroxypyr forblev i 0-5 cm jordlaget, dvs at der ingen nedvaskning blev konstateret til dybere liggende lag, ligesom nedbrydningstiden blev bestemt til maksimalt 3-4 måneder (se tabel 2).

Forsøgene har samlet vist, at der ikke er grund til at forvente en nedvaskning, der indebærer risici for at forurene grundvand, søer og vandløb når STARANE Mixer anvendes som anbefalet.

Formuleringen STARANE Mixer

Virkemåde

STARANE Mixer er et systemisk virkende ukrudtsmiddel, som primært optages gennem bladene. Aktivstoffet transporteres let i planten ud til rod- og skudspidser med en vækststandsning til følge. På følsomme ukrudtsarter vil man normalt kunne se en virkning 1-2 dage efter behandlingen. Ukrudtet vil visne bort i løbet af 3-4 uger.

Ukrudtseffekter

STARANE Mixer er specielt velegnet til bekæmpelse af følgende ukrudtsarter, hvor den anvendte doseringen afgør indtil hvilken størrelse de enkelte arter kan bekæmpes:

Ukrudt		0.6 l/ha	0.8 l/ha
Burre-snerre	op til:	15 cm	voksne planter
Mark-forglemmigøj	op til:	10 cm	voksne planter
Fuglegræs	op til:	6 blade	8 blade
Alm. hankro	op til:	2-4 blade	4-6 blade
Snerle-pileurt	op til:	4 blade	6 blade

Desuden opnår man en god bekæmpelse af ager-snerle, haremad, læge-jordrøg, nælde, pengeurt, skræppe, tvetand og vej-pileurt når ukrudtet har 2-4 blade.

Behandlingstidspunkt

STARANE Mixer er meget skånsom overfor afgrøden og kan anvendes fra kornets 2. blad stadium (feekes stadium 1/zadoks stadium 12) til flagblad er synligt (feekes stadium 9/zadoks stadium 39). Undersøgelser udført i Tyskland og Frankrig i vintersæd (Snel et al, 1990) viser, at behandling af afgrøden indtil den tidlige strækningsfase (feekes stadium 5-6/zadoks stadium 30) generelt resulterer i de højeste merudbytter og den mest optimale bekæmpelse af burre-snerre (>98% effekt). Behandling efter dette tidspunkt kan udføres med en tilfredsstillende bekæmpelse af burre-snerre som resultat (>90% effekt), men bør kun anvendes undtagelsesvis. Tabellerne 3 og 4 viser henholdsvis bekæmpelse af burre-snerre og udbytter fra forsøg udført i Tyskland 1984 og 1985.

Rester af fluroxypyr i afgrøde og strå

Efter behandling af afgrøden med 1.0 l STARANE Mixer pr ha er der ikke fundet påvisbare rester af fluroxypyr i kernerne. Den anvendte analysemetode kan påvise rester ned til 0.025 ppm.

I strå analyseret fra samme afgrøde er der fundet rester af fluroxypyr på maksimalt 0.2 ppm. I begge tilfælde er prøverne udtaget 71 dage efter at behandlingen har fundet sted.

Burre-snerre som ukrudt

Burre-snerre bliver som bekendt regnet for en af de mest konkurrencedygtige ukrudtsarter, der optræder i forbindelse med dyrkning af kornafgrøder. Dette kan skyldes flere forhold:

- konkurrerer kraftigt med afgrøden om næringsstoffer og lys.
- kan henimod høst overvokse afgrøden og trække den ned.
- stor grønmasse ved høst besværliggør mejetærskning og betyder højere tørre- og renseomkostninger.
- stor evne til at opformere frø.
- besværlig bekæmpelse i andre afgrøder.

Ifølge Kryger Jensen (1989) er skadetærsklen for burre-snerre i vårbyg på under 1 plante pr m^2 . I vintersæd, hvor burre-snerre normalt optræder i større omfang, findes der endnu ingen officielle danske skadetærskler. I Tyskland, hvor burre-snerre har udviklet sig til et stort ukrudtsproblem, er bekæmpelse ifølge Heitefuss et al (1987) ønskelig ved forekomst af en burre-snerre plante pr $10 m^2$, dvs at man behøver op imod 100% bekæmpelse af burre-snerre.

I Danmark er burre-snerre et voksende problem, hvor især det øgede vintersæd areal gennem 80'erne har haft en stor betydning. Ligeledes har bekæmpelse af burre-snerre ikke været uden problemer med de få midler, som har været tilgængelig på markedet til bekæmpelse af dette ukrudt.

Specielt i forbindelse med sukeroedyrkningen kan burre-snerre være generende og et besværligt ukrudt at bekæmpe. I følge Petersen (1988) fandtes der burre-snerre i 50% af de sukeroer-marker, som blev undersøgt i 1987 i forbindelse med Landbohøjskolens projekt "Ukrudtsarternes forekomst på danske sædskiftemarken". I sædskifter, hvor sukeroer indgår, bør man derfor være ekstra omhyggelig med at bekæmpe burre-snerre i forfrugten.

STARANE Mixer og burre-snerre bekæmpelse i vintersæd

STARANE Mixer kan bekæmpe burre-snerre i alle dens stadier, bare ukrudtet er fremspiret på behandlingstidspunktet. Burre-snerre spirer frem både om efteråret og om foråret. Det korrekte tidspunkt at lægge sin burre-snerre bekæmpelse vil, hvis man ønsker en optimal bekæmpelse, være om foråret.

Ukrudtseffekterne opnået i et stort antal forsøg udført i vintersæd i Tyskland er gengivet i tabel 6. Forsøgene er udført med formuleringen STARANE 180 indeholdende 180 g/l fluroxypyr 1-MHE.

STARANE Mixer kan anvendes, når temperaturer på behandlingstidspunktet ligger på 7-8°C og ukrudtet er i aktiv vækst. Behandling med STARANE Mixer bør undlades i perioder, hvor afgrøden er under stress p.g.a. vandlidende jord, tørke og ekstremt høje temperaturer samt frost omkring behandlingstidspunktet.

STARANE Mixer er regnfast efter 1 time, dvs at nedbør 1 time efter behandling ikke nedsætter effekten på ukrudtet.

STARANE Mixer anvendt i vårsæd

I vårsæd anvendes STARANE Mixer fra afgrødens 2-blad stadie. STARANE Mixer kan anvendes i afgrøder med udlæg af græs. Den bedste ukrudtseffekt opnås på småt ukrudt i aktiv vækst.

Danske forsøg med STARANE Mixer

Danske forsøg med STARANE Mixer behandlet på afgrødens stadie 3 og stadie 7-8 bekræfter ovenfor nævnte tyske erfaringer (se tabel 5). Både ved det tidlige og det sene behandlingstidspunkt er der opnået fuldt tilfredsstillende effekt på burre-snerre og fuglegræs ved en anvendt dosering på 0.6 l/ha. Der er ikke registreret nogen skade på afgrøden.

Udvidet ukrudtsspektrum gennem tankblanding

STARANE Mixer er en meget fleksibel tankblandingspartner og kan blandes med de mest almindeligt anvendte ukrudts-, svampe- og insektmidler samt med de fleste mikronæringsstoffer. Ved blanding med andre ukrudtsmidler kan man udvide det spektrum af ukrudtsarter, som STARANE Mixer kan bekæmpe.

Efterfølgende afgrøde

Specielt arter fra bælglantefamilien (ærter, hestebønne, lupin, kløver) og fra natskyggefamilien (kartoffel, tomat) samt roer har vist sig at være følsom overfor fluroxypyr. Følsomheden overfor fluroxypyr for plantearter i nævnte familier ligger i intervallet 1-10 ppb i forsøg udført i væksthus.

Ved behandling af kornafgrøder med STARANE Mixer skal man være opmærksom for risiko for vinddrift ved sprøjtning nær følsomme afgrøder, ligesom sprøjteudstyret skal rengøres grundigt før man kører ud og sprøjter i en følsom afgrøde.

Kommende anvendelsesområder

STARANE Mixer er for nærværende ved at blive udviklet til bekæmpelse af bredbladet ukrudt i kulturer af frøgræsser, afgræsningsmarker samt i kulturer af gran og ædelgran.

På afgræsningsarealer giver STARANE Mixer en meget god bekæmpelse af problem ukrudtsarterne skræppe, nælde og mælkebøtte. I kulturer af gran og ædelgran bekæmpes de fleste buske og løvtræer med godt resultat.

Litteratur

Bergström, Lars (1989). Dissipation of Fluroxypyr-1-methyl-heptyl ester in Swedish soils. Manuskript.

Bergström, Lars (1990). Hur rör sig bekämpningsmedel i marken? Resultat från lysimeterförsök. 31:e svenska växtskyddskonferensen.

Heitefuss et al (1987). Development and implementation of weed economic thresholds in the F.R. Germany. Proceedings British Crop Protection Conference - weeds - 1987, bd 3, sd 1025-1034.

Kryger Jensen, Peter (1989). Strategi over for ukrudt med mere vintersæd og flere grønne marker. Agrologisk Tidsskrift bd 1/89, sd 20-22.

Nilsson, Hjalmar & Arvidsson, Tommy (1989). Herbiciders persistens och rörlighet i åkerjord. Undersökningar 1986-1987. 30:e svenska växtskyddskonferensen, bd 1, sd 308-315.

Petersen, Lars (1988). Burre-snerre - på vej til at blive et problem? Agrologisk Tidsskrift bd 4/88, sd 38-39. Snel et al (1988). STARANE 180 für Winter- und Sommergetreide. Gesunde Pflanzen, 40. Jahrg. Heft 3, 1988.

Snel et al (1990). Correlation between time of application of Fluroxypyr or tank mixes based on Fluroxypyr, degree of control of Galium aparine and crop yield. Proc. EWRS symposium 1990. Integrated weed management in cereals. In press.

Tabel 1. Fluroxypyr koncentrationer (mg pr l) i drænvand.
Table 1. Fluroxypyr concentrations (mg pr l) in lechates.

Tabel efter Bergstrøm (1990).

Dato / vanding	Kettslinge				Lanna	
	N dosis		D dosis		N dosis	D dosis
	-	+	-	+		
6. juni 88	-	-	-	-	ep	ep
4. juli	5	ep	-	-	-	-
20. juli	-	-	-	-	-	2
8. aug.	-	-	ep	ep	-	-
5. sep.	-	ep	-	ep	ep	ep
26. sep.	-	ep	-	ep	-	-
10. okt.	-	ep	-	ep	-	-
24. okt.	-	ep	-	ep	-	-
30. okt.	-	ep	-	ep	-	-
1. nov.	-	-	-	-	ep	ep
7. nov.	-	ep	-	ep	-	-
23. nov.	-	ep	-	ep	-	-
9. dec.	-	ep	-	ep	-	-
13. mar. 89	ep	ep	ep	ep	-	-
31. mar.	ep	ep	ep	ep	-	-
24. apr.	ep	ep	ep	ep	-	-
30. apr	ep	ep	ep	ep	-	-

N dosis = normal dosering, 0.75 l STARANE Mixer pr ha.

normal doserate, 0.75 l STARANE Mixer pr ha.

D dosis = dobbel dosering, 1.50 l STARANE Mixer pr ha.

double doserate, 1.50 l STARANE Mixer pr ha.

ep = ej påvist, dvs der har ikke været restkoncentrationer.
no residues detected.

- = ingen drænvand tilstede.
no lechates found

Halvdelen af lysimetrene i Kettslinge blev vandet.

Half of the lysimeters at Kettslinge was irrigated

Forsøgslokalitet Kettslinge er placeret i det nordlige Uppland nær Uppsala. Forsøgene er udført i 1.18 meter dybe lysimetre med en diameter på 29,5 cm. Jordtypen i pløjelaget består af sandblandet ler, det underliggende jordlag af fint sand.

Forsøgslokalitet Lanna ligger i Västergötland. Forsøgene er udført på drænede parceller og drænvand opsamlet i ca 1 meters dybde. jordtypen er udpræget lerjord, som på behandlingstidspunktet havde store sprækker p.g.a tørke.

Tabel 2. Fluroxypyr persistens og bevægelse i marken
Table 2. Fluroxypyr persistence and mobility in the field

Tabel efter Nilsson og Arvidsson (1989).

Lokalitet		0 - 5 cm		5 - 15 cm		15 - 25 cm	
		ND	DD	ND	DD	ND	DD
Ugerup	1986	-	-				
	1987	1-2m	2-3m				
Lanna	1986	3-4m	3-4m	ej påvist i nogen prøve		ej påvist i nogen prøve	
	1987	< 1u	< 1m				
Ultuna	1986	1-2m	1-2m				
	1987	< 1u	< 1u				
Röbäcks- dalen	1986	< 1u	< 1m	no residues detected		no residues detected	
	1987	< 1m	< 1m				
Vojak- kala	1986	< 1u	< 1m				
	1987	< 1m	< 1m				

ND = normal dosering, 0.6 l STARANE Mixer pr ha

DD = dobbel dosering, 1.2 l STARANE Mixer pr ha

u = uge/week

m = måned/month

Tabel 3. Virkningen af tidspunktet for behandling af burresnerre i vintersæd
(Tyskland 1984 og 1985).

Table 3. Effect of time of application on control of Galium aparine in winter cereals (Germany 1984 and 1985).

Behandling Treatment	kg a.s. pr. ha kg a.i. per ha	GS	n	Forsøg med samme niveau af burresnerre bekæmpelse (%) Trials with similar range of control of Galium aparine (%)						Gennemsnit % Average %
				<80	80-84	85-89	90-94	95-99	100	
Fluroxypyr	0.18	29	15	-	-	-	6.7	20	73.3	98.9
Mecoprop	2.24	29	10	30	10	-	10	20	30	86.4
loxytil + mecoprop	0.36+ 1.08	29	5	-	-	40	20	20	20	91.5
Fluroxypyr	0.18	31	15	-	-	-	6.7	26.7	66.7	98.9
Mecoprop	2.24	31	10	20	-	10	30	20	20	89.7
loxytil + mecoprop	0.36+ 1.08	31	5	20	-	40	20	-	20	87.4
Fluroxypyr	0.18	39	15	-	6.7	33.3	6.7	26.7	26.7	92.5
loxytil + mecoprop	0.36+ 1.08	39	5	20	20	-	60	-	-	85.6

GS = Vækststadiet / Growth stage (Zadoks)

n = Antal forsøg / Number of trials

Tabel 4. Virkningen af behandlingstidspunktet af forskellige ukrudtsmidler på udbytte af vintersæd i Tyskland (1985).

Table 4. Effect of application time of different herbicides on yield in winter cereals in Germany (1985).

Behandling Treatment	kg a.s. pr ha kg a.i. per ha	GS	Relativt udbytte (%) / Relative yield (%)		
			Vinterhvede Winter wheat n-3	Vinterbyg Winter barley n-4	Vinterrug Winter Rye n-4
Fluroxypyr	0.18 kg a.i. / ha	29	115.7	125.3	105.0
		31	119.7	120.8	106.0
		39	114.0	113.8	101.5
Fluroxypyr	0.36 kg a.i. / ha	29	-	-	-
		31	116.0	120.3	106.3
		39	114.0	116.8	103.8
Mecoprop	2.24 kg a.i. / ha	29	114.3	119.3	98.8
Mecoprop	2.24 kg a.i. / ha	31	117.3	116.3	103.0
Bentazone	1.92 kg a.i. / ha	39	104.3	110.3	101.2
Ubehandlet / Untreated MT/ha			100.0 7.43	100.0 6.77	100.0 4.12

GS = Vækststadiet / Growth stage (Zadoks)

n = Antal forsøg / Number of trials

Tabel 5. Bekæmpelse af ukrudt i vintersæd (DowElanco 1988)

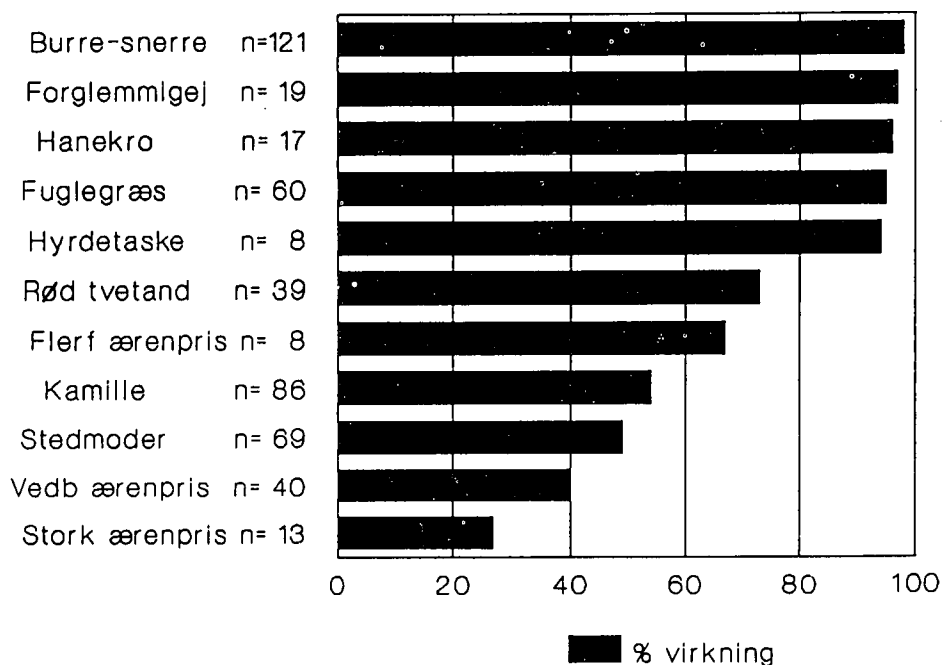
Gennemsnit af 2 forsøg, % bekæmpelse baseret på vægt af ukrudt
Table 5. Treatment of weeds in winter cereals (DowElanco 1988).
Average of 2 trials, % effect based on weight of weed

Produkt product	l/ha	vækststadiet 3 growth stage 3		vækststadiet 7-8 growth stage 7-8	
		burre-snerre G.aparine	fuglegræs S.media	burre-snerre G.aparine	fuglegræs S.media
STARANE Mixer	0.3	96	67	94	37
STARANE Mixer	0.4	98	90	99	45
STARANE Mixer	0.6	100	99	100	98
Mechlorprop	5.0	-	-	85	97
Gr ukrudt/m ² Gr weed/m ²	-	273	397	650	120

Tabel 6. Ukrudtsvirkningen af fluroxypyr (180 g aktivstof pr ha) i vintersæd. Forsøg fra Tyskland 1983-1987).

Table 6. Herbicide effect from fluroxypyr (180 g active ingredient pr ha) in winter cereals. Trials from Germany 1983-1987.

Efter Snel et al (1988)



n = Antal forsøg / Number of trials

Folar 460 SC - et nyt produkt med såvel kontakt som jordeffekt, til bekæmpelse af en- og tokimbladet ukrudt i læhegn, frugtplantager og skovkulturer

Folar 360 SC, a new product with foliar as well as root uptake, for control of monocot as well as dicot weeds in windbreaks, fruit plantations and in forestry

Kim Madsen
CIBA-GEIGY A/S
Lyngbyvej 172
2100 København Ø

Summary

For solving the weed problems in forestry and in fruitplantations different triazines have been used during the last decade.

The strategy has been to make an application with dose rates of 4-8 kg of the active ingredient in order to solve the weed problems during the whole growing season.

By using Folar 460 SC, a new product containing terbuthylazine (340 g/l) and glyphosate (120 g/l) the strategy will be updated.

This is mainly due to the interaction of the two active ingredients. Glyphosate acts fast but only on weeds that have already emerged, whereas terbuthylazine acts slow - but has a long lasting effect.

But because of the "knock-down" effect of glyphosate the amount of terbuthylazine can be reduced when comparing to a straight triazine application. This has been confirmed by several trials carried out in the Nordic countries within the last three years.

Folar can be used from March/April untill October/November but during the growing season, which means after the buds have bursted and untill the buds are lignified, it is necessary to make a covering of the culturel plants when spraying is made.

When applications are carried out as mentioned above, coniferous as well as deciduous trees are tolerant for Folar 460 SC in the recommended dose range which is from 3,0 l/ha to 8,0 l/ha.

Indledning

Ciba-Geigy har igennem adskillige år markedsført de tre chlortriaziner, atrazin, simazin og terbuthylazin til bekæmpelse af en- og tokimbladet ukrudt indenfor en lang række områder, såsom skovbrug, frugt-, bær- og prydbuske.

De anvendelsesmetoder og strategier, der har været anvendt, har taget sigte på, at man igennem én applikation har sikret at holde kulturarealet ukrudtsfri i mindst én vækstsæson ad gangen.

Det har betydet, at høje doseringer af de relative persistente chlortriaziner har været anvendt, og derved er en mulighed for at en unødigt stor mængde aktivstof har været tilstede rent fysisk på de behandlede områder.

Hvordan kan man så opnå en ligeså god effekt ved anvendelse af en mindre mængde jordmiddel ?

Et af svarene lyder på, at man skal kombinere triazindelen med et bladmiddel - således at doseringen af triazin er netop tilstrækkelig til, at holde det ukrudt, der ikke er fremspiret, nede.

Samtidig opnås, ved en kombination med et bladmiddel en væsentlig hurtigere effekt.

Med dette udgangspunkt har Ciba-Geigy udviklet det nye produkt Folar 460 SC, der består af terbuthylazin (340 g/l) og glyphosat (120 g/l).

Valget af netop disse aktivstoffer har været naturligt, idet glyphosat er et ikke selektivt aktivstof med hurtigt effekt, en kort nedbrydningstid, og hvis toksikologi og økotoksikologi iøvrigt er særdeles godt kendt.

Ligeledes er terbuthylazin den bedst mulige triazinkandidat med hensyn til biologisk spektrum samt i forbindelse med midlets fysiske og kemiske forhold i jord.

Kemiske og fysiske egenskaber

Folar indeholder de to aktivstoffer Terbuthylazin og Glyphosat i mængderne 340 g/l resp. 120 g/l. Da disse aktivstoffer er kendte og allerede markedsførte, skal her kun beskrives de toksikologiske og fysisk/kemiske egenskaber, der er knyttet til produktet.

Kemiske/fysiske egenskaber

Formulering:	460 SC = Flydende vandsuspension
Udseende:	Hvid til lys grå flydende pasta
Densitet:	1,11 - 1,14 g/cm (20 C)
Flammepunkt:	> 100 C

Toksikologi

Folar 460 SC

Rotte, akut oral	> 5000 ppm
Rotte, akut dermal	> 4000 ppm

Irritation

Kanin (øje)	Ingen irritation
Kanin (hud)	Ingen irritation

Akut Toksicitet

Fisk	Ingen til ringe akut toksicitet
Fugle	Ingen til ringe akut toksicitet

Almene egenskaber

Folar 460 SC tænkes anvendt i skovkulturer, frugtplantager samt i prydbuske og læhegn.

Da Folar 460 SC har en kraftig bladeffekt bør behandling ske før kulturplanternes knopbrydning - men så tæt på denne som mulig. Dette vil i praksis sige i april/maj måned - afhængig af kultur og klimaforhold.

Siden 1986 er en lang række toleranceforsøg blevet udført her i Norden og tabel 1 giver et udpluk af disse forsøg. Der har ikke været tegn på skade af kulturplanterne, der alle har været behandlet ved bredsprøjtning.

Kultur	Dosering af Folar	Bemærkninger
Abies Nordmanniana (nordmandsgran) 2. år på voksestedet	2.0, 3.0, 5.0, 7.5 og 10.0	Behandling om efteråret efter for- vedning.
Abies nordmanniana 4. år på voksestedet	5.0 og 7.5	
Abies nordmanniana 7. år på voksestedet	5.0 og 7.5	
Picea abies (rødgran) 4. år på voksestedet	2.5, 5.0 og 7.5	
Fagus sylvatica (bøg) 1-2 år gamle	2.0, 3.0 og 5.0	Delvis selv- foryngelse
Fagus sylvatica 2-3 år gamle	3.0, 5.0, og 8.0	Delvis selv- foryngelse
Fagus sylvatica 4. år voksestedet	3.0, 5.0 og 8.0	
Quercus spp (eg) 4. år på voksestedet	2.5, 5.0 og 7.5	
Fraxinus exelsior (ask) 2-3 år på voksestedet	3.0, 5.0 og 8.0	
Rosa carolina 2 år på voksestedet	3.0, 4.5 og 6.0	
Malus domestica (Æble)	12.0	Gammel be- plantning. Beh. med ryg- sprøjte om- kring træerne.
Ribes nigrum (Solbær)	11.0	Gammel be- plantning. Beh. med ryg- sprøjte mellem buskene.

I læhegn har Folar 460 SC ligeledes været afprøvet dels om efteråret dels om foråret i doseringer fra 2.0 til 7.5 l. I læhegnene indgik arter som Hvid El (*Alnus incana*), Almindelig Eg (*Quercus robur*), Grøn El (*Alnus viridis*), Hvidtjørn (*Crataegus* spp), Ask (*Fraxinus excelsior*), Almindelig Røn (*Sorbus aucuparia*) og Syringa vulgaris. Der har været tale om 2. års læhegn samt 5. års læhegn.

I 2. års læhegn fandtes enkelte ubetydelige skader hos Syringa vulgaris ved dosering over 5 l medens der i 5. års læhegn fandtes "meget få og ubetydelige skader forårsaget af glyphosatdelen i Folar fortrinsvis på Tjørnearter (*Crataegus* spp) der var sprunget ud på sprøjtetidspunktet".

Med hensyn til den biologiske effekt af Folar 460 SC har forsøgene vist en meget fin effekt mod en lang række af de almindeligst forekommende ukrudtsarter i skov- og havebruget.

Af halvgræsser og græsarter kan bl. a. nævnes:

Star (*Carex* spp)
Lysesiv (*Juncus effusus*)
Mosebunke (*Deschampsia caespitosa*)
Bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*)
Enårig rapgræs (*Poa annua*)
Hundegræs (*Dactylis glomerata*)
Kvik (*Agropyron repens*)
Eng rottehale (*Pleum pratense*)
Almindelig rajgræs (*Lolium perenne*)
Vellugtende galaks (*Anthoxanthum odoratum*)
Fløjlsgræs (*Holcus lanatus*)
Rød svingel (*Festuca rubra*)

Af tokimbladede ukrudtsarter kan nævnes:

Liden nælde (*Urtica urens*)
Almindelig mjøddurt (*Filipendula ulmaria*)
Muse-vikke (*Vicia cracca*)
Storkenæb (*Geranium* spp)
Ærenpris (*Veronica* spp)
Ful fladbælg (*Lathyrus pratensis*)
Syre (*Rumex* spp).
samt generelt forekommende frøukrudt.

Arterne Brændenælde (*Urtica dioica*) og Skvalderkål (*Aegopodium podagraria*) kræver flere gentagne behandlinger for at kunne bekæmpes effektivt.

Folar 460 SC er af Statens Planteavlsforsøg blevet anerkendt til bekæmpelse af etableret græsukrudt starker og lysesiv i skovkulturer af rødgran, sitkagran, normannsgran, eg og bøg, herunder selvforyngelser af bøg med 4,0-5,0 l/ha ved sprøjtning i april før træernes udspring.

Behandlingstidspunkter

Folar 460 SC kan i praksis anvendes fra marts/april frem til oktober/november afhængig af de klimatiske forhold.

Da Folar 460 SC består af dels et jordmiddel dels af ikke selektivt kontaktmiddel, er det nødvendigt at Folar 460 SC anvendes i en periode, hvor hverken kulturplanternes blade eller knopper optager glyphosat.

Samtidig bør ukrudtet af hensyn til opnåelse af den fulde effekt af glyphosat, være fremspiret og i god vækst.

Disse betingelser gør, at Folar 460 SC kan anvendes lige før knopbrydning eller efter at kulturplanternes knopper er forveddede, med mindre behandlingen udføres som afskærmet behandling. Den afskærmede behandling kan udføres igennem hele vækstsæsonen.

Skovkulturer

De erfaringer, der er samlet her i Norden (eksempler på disse kan ses i figur nr. 1, 2 og 3), har givet anledning til følgende generelle rekommendationer i skovbruget.

- På agermark efteråret før plantning anvendes en dosering på 3 l Folar 460 SC + Roundup i en dosering, der er afpasset efter ukrudtsfloraen.
- På arealer, hvor efterårsbehandling med Folar 460 SC er foretaget, og hvor beplantning er udført om foråret, udføres behandlingen med en dosering på 4-8 l/ha. Kulturplanterne skal være godt rodfæstede.
- På arealer, hvor der findes etablerede skovbeplantninger, behandles ligeledes med 5-8 l Folar 460 SC pr. ha. Kulturplanterne beskyttes afhængigt af behandlingstidspunktet.

Frugtplantager

Følgende tabel kan tages som udgangspunkt.

Kultur	Dosering af Folar 460 SC i l/ha eller ml/10m ²		
	Antal år efter plantning		
	Ældre end 2 år	1 år	Nyplantet men rodfæstet
Æble Pære Blomme	8.0	5.0	3.0
Sød- kirsebær Sur- kirsebær	4.0	2.0	-

Iøvrigt afpasses doseringen efter floraens sammensætning, men bør maksimalt anvendes med 8.0 l/ha.

Konklusion

Udfra den hidtidige erfaring igennem de seneste 4-5 vækstsæsoner, vil en behandling med Folar 460 SC med en dosering på 4-8 l/ha give en tilfredsstillende bekæmpelse på de ukrudtsarter, der forekommer på skov- og frugtræsarealer. En lang række forsøg har påvist at Folar 460 SC, er tolerant overfor de almindeligst forekommende kulturarter. Således er der i Finland udført behandlinger med op til 36 l Folar i Gran (*Picea* spp) og i Fyr (*Pinus* spp) uden at visuel skade fra terbuthylazin er iagttaget.

Samme forsøg har vist, at skader ved en dosering på over 6,0 l/ha forekommer, såfremt behandling uden beskyttelse af kulturplanterne er foretaget under vækstsæsonen.

Ligeledes har forsøgene vist, at man ved at danne en kombination af disse to aktivstoffer har opnået at få et produkt der:

- a) Er ligeså effektivt som de rene triazinprodukter plus at ukrudtsspektret samtidigt er blevet udvidet.
- b) Giver en ligeså effektiv virkning ved en mindre dosering af jordmiddel.

FIGUR 1
**EFFEKT AF FOLAR 460 SC I 2ÅR GAMMEL KULTUR
 PICEA ABIES OG PICEA SITCHENSIS, 1 FORSØG 1989**

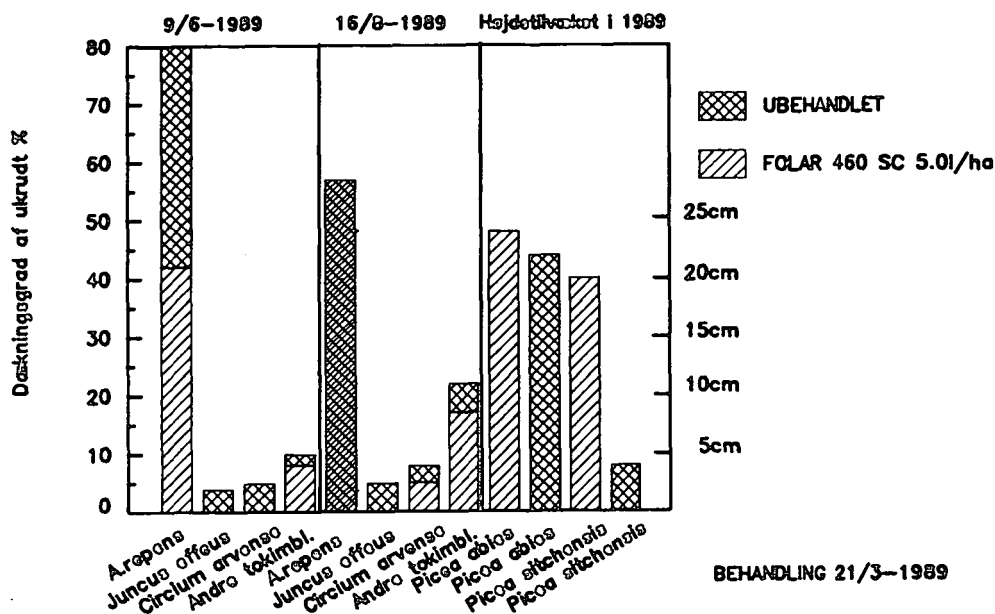


Fig. 1.

Søjlerne afgiver dækningsgrad, dvs. 80% dækningsgrad af *A. repens* i ubehandlet (d. 9/6-1989) mod 42%, hvor behandling er foretaget.

Den ringe effekt af Folar 460 SC mod *A. repens* d. 16/8-1989 viser, at 5 l. Folar, 1.6 l. Roundup + 3.4 l. Gardoprim er for lidt ved en så kraftig bestand af *A. repens*.

The columns shows the degree of coverage of *A. repens* in untreated (June 9th, 1989) against 42% where treatment has taken place.

The poor effect against *A. repens* shows that the dose rate of 5.0 l/ha, 1.6 l of Roundup + 3.4 l of Gardoprim, is too small a dose rate when *A. repens* is a dominating weed problem.

FIGUR 2

EFFEKT AF FOLAR 460 SC I 5ÅR GAMMELT LØVTRÆSHEGN **1 FORSØG 1988**

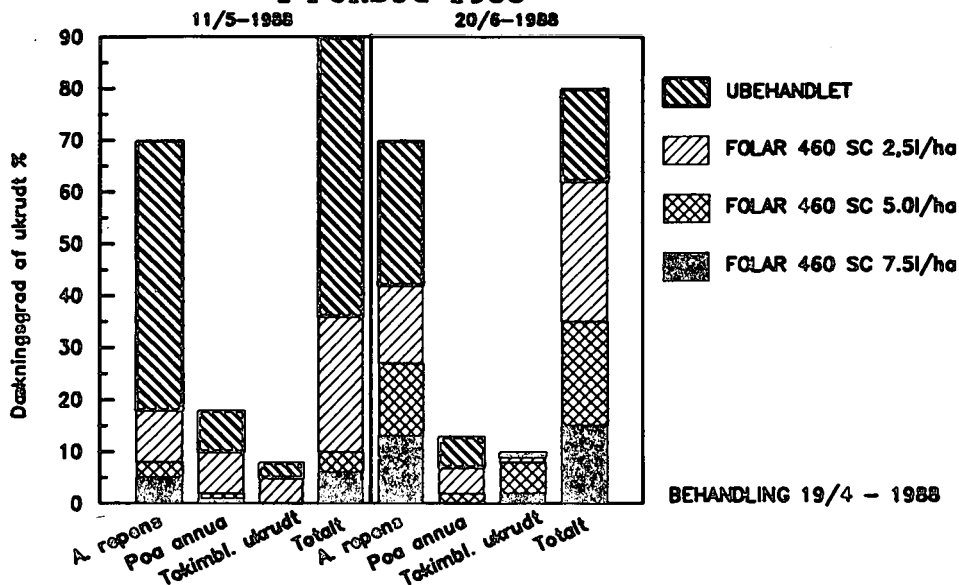


Fig. 2.

Søjlerne angiver dækningsgrad, f.eks. d. 11/5-1988 dækker *A. repens* 70% af arealet i ubehandlet, medens *A. repens* dækker 5, 8, og 18% i de respektive doseringer.

The columns shows the degree of coverage, for instance on May 11th, 1988 *A. repens* covers 70% of the untreated area while *A. repens* covers 5, 8 and 18% of the respective dosages.

FIGUR 3

EFFEKT AF FOLAR 460 SC I KULTUR AF BØG 2 FORSØG 1989

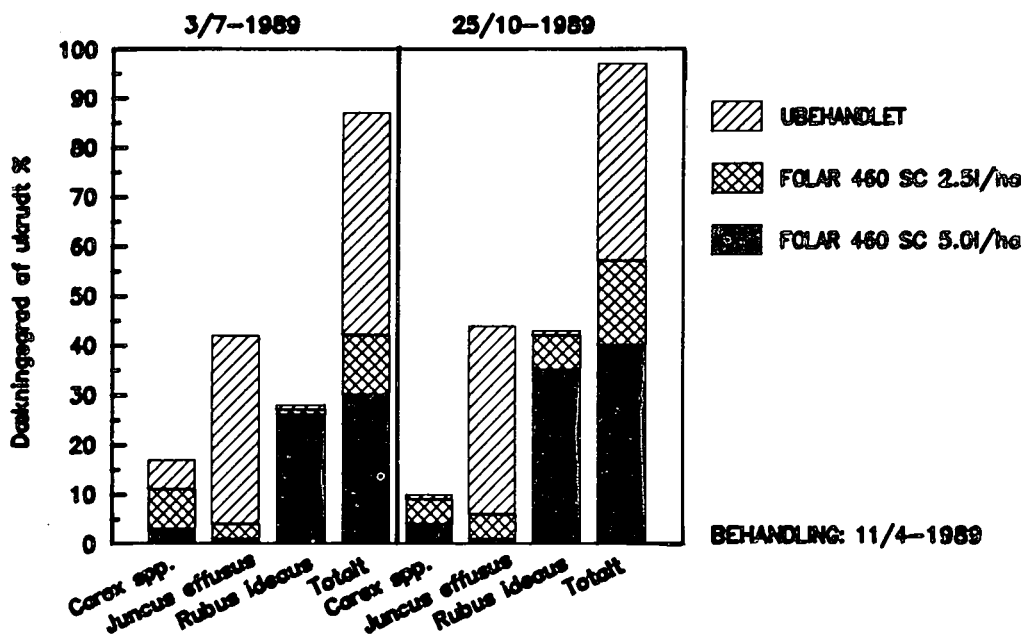


Fig. 3.

Ved optælling fandtes også *Deschambria caespitosa*. Disse er medtaget under *Carex* spp, da opdeling af disse arter er svære at skelne fra hinanden ved bedømmelse af dækningsgrad.

When rating was made, *Deschambria caespitosa* was also found. These are included in *Carex* spp, as separation of these species are hard to distinguish from one another when judging degree of coverage.

Resistens mod ALS-hæmmende herbicider *Resistance to ALS-inhibiting herbicides*

Erling Falch Petersen
Du Pont de Neumours (Agro) A/S
Park All 292
2605 Brøndby.

Summary

Resistance to pests is not new, as resistance to insecticides was observed more than 75 years, and to plant pathogens more than 50 years ago. Resistance to herbicides is more recent with the first discoveries in the 1950's. Resistance to an ALS-inhibiting herbicide was first confirmed in 1987, when Lattuca serriola was found resistant to chlorsulfuron (Glean) in a few locations in USA, later resistant Kochia scoparia and Salsola kali have been found in USA and resistant Stellaria media in Canada. In all cases resistance has developed in areas, where the sulfonylurea herbicide(s) have been used alone with high rates (total 50 - 200 g ai/ha) over 3-5 years, in order to have residual effect on weeds in the fallow, or for long lasting weed control on noncrop areas.*

The weeds, that are resistant to chlorsulfuron have crossresistance to other sulfonylureas and other herbicides in the ALS inhibitor group like the imidazolinone herbicides. Resistance is not due to increased metabolism in the resistant weeds, because uptake, metabolism and translocation was found equal to the susceptible, but due to a change in the ALS process. ALS (acetolactat synthase) is the site of action of ALS inhibiting herbicides.

The development of resistance in the field starts from a very few resistant biotypes (ratio 1/1000000). When the herbicide kills all the susceptible, the resistant can develop, so in about 5 years they will dominate, if no other types of herbicides have been used.

The strategies for avoiding or delaying developing resistance are: use of tankmixes with herbicides with different mode of actions, no use of residual rates/herbicides, mechanical weeding after harvest, good crop rotation.

Under Danish condition it is not expected, that resistance will develop as fast as in USA, if it at all will come, due to: good crop rotation with broadleaved crops, no use of long residual rates, mechanically weeding or use of total herbicide after harvest, so no weeds will survive to next crop.

* Registreret varemærke Du Pont de Nemours USA.

Indledning

At skadevoldere udvikler resistens mod pesticider er ikke nyt. Insekticid resistens blev fundet for mere end 75 år siden (Georghiou, 1986) og resistens mod plante patogener for ca 50 år siden (Farkas og Amem, 1940). Resistens mod herbicider omtales i dette indlæg, først kort generelt, hvorefter det mest vil være om ALS - hæmmende herbicider, med beskrivelse af udbredelse, teori om opståelse, hvordan resistens bekræftes, krydsresistens og strategi for, hvordan resistens kan forhindres eller forsinkes, det sidste også for danske forhold.

Udvikling af herbicidresistens.

Generelt

Herbicidresistens blev først fundet i 1950'erne. Hvor der blev fundet 2,4 D resistente Ranunkel arter (*Ranunculus* spp.) og Mælkebøtte (*Taraxacum* spp.) i Belgien (Anon. 1989).

I 1989 er det opgjort at over 100 biotyper af ukrudtsarter har udviklet resistens mod et herbicid (LeBaron 1989). Det er især mod triazinerne mange ukrudtsarter har udviklet resistens, men der er indtil nu fundet resistens mod 14 forskellige herbicider herunder ALS-hæmmende herbicider. Triazin resistente ukrudtsarter er fundet i 31 stater i USA, 4 provinser i Canada, 15 europæiske lande og 4 lande i resten af verden. Resistens mod andre herbicider er fundet i 14 stater i USA, 3 provinser i Canada, 7 lande i Europa, samt 7 lande i resten af verden (LeBaron, 1989). Udfra dette fremgår det tydeligt, at herbicidresistens er et stort og stigende problem over hele verden.

ALS-hæmmende herbicider

Sulfonylurea herbicider, som tilhører ALS-hæmmeren, blev med chlorsulfuron (Glean 75/20 DF) først markedsført i 1982 til ukrudtsbekæmpelse i korn, Danmark 1984. Senere er der kommet sulfonylurea herbicider til ukrudtsbekæmpelse i soyabønner, ris, majs samt total ukrudtsbekæmpelse (Bayer et al., 1988). I Danmark er metsulfuron methyl (Ally* 20 DF) og DPX L5300 (Express* 75 DF) blevet godkendt til ukrudtsbekæmpelse i korn i henholdsvis 1988 og 1989.

ALS-hæmmende herbicider virker ved at hæmme dannelsen af enzymet acetolactat synthase (ALS), som er nødvendigt for at planterne kan danne Isoleucin og Valin, processen kaldes også acetohydroxy synthase (AHAS). For uden sulfonylureaerne (Ray, 1984), hører bl.a. imidazolinerne til denne gruppe (Shaner et al., 1984).

Da ALS hæmmerne kun påvirker ét sted i planternes opbygning af aminosyrer, opstår der lettere resistens mod disse midler end mod herbicider, der har flere steder de påvirker planternes vækst f.eks. phenoxy-syrerne.

* Varemærke registreret af Du Pont de Nemours USA.

Fund af resistens mod ALS-hæmmere

I 1987 blev de første chloresulfuron resistente ukrudtsplanter fundet i USA. Først Tornet salat (*Lactuca serriola*), en ukrudtsart der ellers er meget følsom overfor chloresulfuron, senere er der fundet andre arter: Tangurt (*Kocia scopari*) i USA og Kanada, Sodaurt (*Salsola kali*) i USA, Fuglegræs (*Stellaria media*) i Kanada, Agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*) i England samt Alm. rajgræs (*Lolium perenne*) i Australien. Tabel 1 (Schumacher 1989) viser, resistente arter og hvor de er fundet op til august 1989. Af interesse er det også, at der i 1989 ikke er fundet og bekræftet nye resistente arter, og kun få nye steder med arter allerede kendt for at have udviklet resistens overfor ALS-hæmmende herbicider (Thill et al., 1989).

Tabel 1. Fordeling af ukrudtsarter med resistens mod sulfonylurea herbicider op til august 1989.
Table 1. Distribution of weeds resistant to sulfonylurea herbicides as of August 1989.

Ukrudtsart (<i>weed species</i>)	Location
Alm. rajgræs (<i>Lolium perenne</i>)	Australia #
Agerrævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i>)	England #
Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	Alberta, Canada (2) *
Tangurt (<i>Kocia scoparia</i>)	Colorado, USA (5) Kansas, USA (1,1) Montana, USA (19) New Mexio, USA (0,2) North Dakota, USA (9) Texas, USA (9,2) Washington, USA (0,4) Saskatchewan, Canada (5) Idaho, USA (1)
Tornet salat (<i>Lactuca serriola</i>)	
Sodaurt (<i>Salsola kali</i>)	Kansas, USA (1) Montana, USA (1) North Dakota, USA (1) Washington, USA (5)

#: Ukrudtsarter der først har udviklet resistens til andre grupper af herbicider, og som tillige er resistente mod sulfonylurea herbicider.

* Antal steder pr område. Hvis to tal gælder det første for fund på dyrket og det andet udyrket areal. Hvis kun eet er der fra dyrket areal (Thill et al., 1989).

Mistanke om resistens i marken er bekræftet ved, at dyrke frø fra de planter, der er mistænkt for at være resistente, og behandle de nye planter med høje doseringer af forskellige ALS-hæmmende herbicider. Tabel 3 (Reed et al., 1989) viser, at for at få 90 % bekæmpelse af resistente tangurt, skal der anvendes >15 gange højere dosering chlorsulfuron end for at få samme effekt på følsomme tangurt, for metsulfuron methyl og de andre sulfonylureaer er forholdet nogenlunde det samme, mens det for imazapyr er > 6 gange.

Tabel 2. Doseringer sprøjtet efter fremspiring (g ai/ha) for at få 90 % bekæmpelse af følsomme og resistente tangurt (K. Scoparia).

Table 2. Postemergent rates (g ai/ha) required for 90 % control of susceptible and resistant Kochia.

Produkt	tangurt biotype	
	resistent	følsom
chlorsulfuron	> 62	4
sulfometuron-methyl	> 62	2
metsulfuron-methyl	46	2
triasulfuron	23	2
Imazapur	> 250	39

Resistens mekanisme.

For at undersøge hvordan resistens mod ALS-hæmmere påvirker planterne, blev optagelse, metabolisme og translokation i resistente biotyper af tangurt sammenlignet med følsomme, samt hvede (Thill et al., 1989). Forsøgene viste at, tabel 3, i hvede var der kun 1 % chlorsulfuron tilbage efter 21 timer, mens der var mere end 90 % tilbage i både de resistente og følsomme tangurt. Tabel 4 viser, at der ikke er forskel i optagelse og translokation mellem følsomme og resistente tangurt biotyper (Thill et al., 1989).

Tabel 3. Metabolisme i C-14 chlorsulfuron i følsomme og resistente tangurt.

Table 3. Metabolism of C-14 chlorsulfuron in susceptible and resistant Kochia.

Tid i timer	rester af chlorsulfuron, %.		
	hvede	følsomme tangurt	resistente tangurt
0	65	98	99
4	19	97	96
21	1	99	94

Tabel 4. Optagelse og translokation af C-14 chlorsulfuron i følsomme og resistente tangurt.
Table 4. Uptake and translocation of C-14 chlorsulfuron by susceptible and resistant Kochia.

tid (timer)	optagelse (%)		translokation (%)	
	følsom	resistent	følsom	resistent
1	30	36	3	2
3	43	30	7	8
6	40	34	15	11
24	46	70	40	32
48	65	71	29	43

Ud fra disse forsøg konkluderes det, at det ikke er nedsat optagelse/translokation eller øget metabolisme, der er årsag til resistens i nogle biotyper af tangurt (Thill et al., 1989), men det må skyldes, at ALS processen i de resistente biotyper er mindre følsomme over for ALS-hæmmere. Denne konklusion understøttes af (Thill et al., 1989), hvor forsøg med ALS processen fra resistente og følsomme tangurt planter viser, at der for chlorsulfuron skulle 18 gange højere dosering til, for at få 50% hæmning i de resistente sammenlignet med de følsomme. For de andre sulfonyleureaer er forholdet fra 1:5 til 1:28, mens det for imidazolinet, Imazapur er 1:6.

Hvordan er resistens opstået.

Indtil nu, er sulfonyleurea resistente ukrudtsplanter kun fundet, hvor chlorsulfuron eller chlorsulfuron + mesulfuron methyl i blanding er anvendt med ialt 50 - 200 g ai/ha 4 over de foregående 3-5 år, samtidig er der næsten ikke anvendt andre herbicider eller mekanisk ukrudtsbekæmpelse (Thill et al., 1989 og Reed et al., 1989).

De resistente biotyper af ukrudtsplanter kan komme via to måder : 1) Mutation eller 2) De forekommer i en meget lille frekvens i naturen, som får bedre betingelser for at opformeres, når de følsomme biotyper bekæmpes. Ud fra den måde og tid der er gået fra anvendelsen af sulfonyleurea herbiciderne begyndte og til resistent opstod, antages det, at resistensen opstår fra biotyper med nedsat følsomhed over for sulfonyleurea/ALS-hæmmere. Et forsøg med ALS/AHAS processen fra forskellige resistente biotyper af tangurt (Reed et al., 1989), bekræfter denne antagelse. Idet der er stor forskel i de 4 undersøgte biotypers relative følsomhed over for de forskellige ALS-hæmmende herbicider. For chlorsulfuron er variationen fra 1:118 til 1: 21 (følsomme : resistente), for metsulfuron methyl og triasulfuron er variationen lidt mindre.

Når udviklingen af resistens kommer fra naturlig udvælgelse, men tilsyneladende alligevel opstår, fra det ene år til det andet. Skyldes det, at hvis der oprindeligt er 1/1000000 resistente planter, vil der efter 4 års sprøjtning med det samme middel være 4.2 % resistente planter (tabel 5),

hvilket stadig kan betegnes som tilfredsstillende bekæmpelse, men det 5. år vil der være 60,5 % resistente, hvilket vil give utilfredsstillende bekæmpelse (Anon.,1989).

Tabel 5. Udvikling af resistente ukrudtsarter behandlet årligt med chlorsulfuron eller chlorsulfuron + metsulfuron methyl.

Table 5. Progression of resistant weeds exposed to annual application of chlorsulfuron or chlorsulfuron + metsulfuron methyl.

behandling år	% af population der er resistente biotyper
0	0,0001 % (1/1000000)
1. beh.	0,001 %
2. beh.	0,02 %
3. beh.	0,3 %
4. beh.	4,2 %
5. beh.	60,5 % (resistens synlig)

De ukrudtsarter, der har størst chance for at udvikle herbicidresistens, har bl.a. følgende egenskaber (Hill 1982): Urteagtige annuelle, helt eller delvis selvbestøvende, veltilpasset på dyrket areal, stor reproduktions evne, polymorfologisk phenotype, perioder med stor bortfald af enkelt planter samt hurtig udvikling fra fremspiring til modenhed. De her nævnte egenskaber passer alle på de bredbladede ukrudtsarter, hvor iblandt der er fundet resistente biotyper, nemlig: Sodaurt, tangurt, tornet salat og fugegræs.

Samtidig resistens mod andre herbicidgrupper.

Forsøg med forskellige biotyper af tangurt, både resistente, ikke resistente, samt typer resistente til triaziner, viste at der skulle ca 2,5 gange normal dosering af atrazin til at bekæmpe de ALS-hæmmere resistente biotyper, samt at biotyper af tangurt kunne være resistente over for enten ALS-hæmmere eller triaziner eller begge typer af herbicider (Pirmiani et al.,1989).

Strategi for at forhindre/forhale udvikling af resistens.

Der findes flere strategier, der kan anvendes alene eller i kombination, for at forhindre eller forhale udvikling af resistens (Gressel 1987):

* Een af de vigtigste er, at anvende tankblandinger eller delt sprøjtning med herbicider med forskellig virkemekanisme. Betingelsen for at dette virker, er at de begge har god effekt på den/de pågældende ukrudtsarter. Så tankblandinger, der giver komplimenterende effekt, er altså ikke så effektive, når det gælder om at forhindre eller forhale resistens udvikling.

* Anvendelse af midler med kun bladeffekt eller kun kortvarig jord effekt, så der ikke er et langvarigt selektions tryk.

* Mekanisk jordbehandling så der ikke er ukrudtsplanter, der overlever til næste sæson.

* Sædskifte med korn og bredbladet afgrøder, da der ofte anvendes forskellige typer af herbicider i de forskellige afgrøder.

Danske forhold - resistens til ALS/AHAS hæmmere.

Tidlige er det nævnt at sulfonylurea herbicider har været godkendt og anvendt til ukrudtsbekæmpelse i korn siden 1984. Indtil nu er der ikke observeret svigtende effekt i marken, som kunne lede til mistanke om resistens.

Det forventes heller ikke, at der kan opstå resistens så hurtigt under danske forhold, som især i USA, på grund af følgende forhold:

* Doseringen af chlorsulfuron eller metsulfuron methyl meget lavere (4-6 gai/ha istedet for 15-30 gai/ha), og ikke samme langvarig selektions effekt efter høst.

* I de fleste tilfælde godt sædskifte med forskellige afgrøder, modsat vedvarende hvededyrkning i USA.

* Ofte mekanisk eller kemisk ukrudtsbekæmpelse med glyfosat (Round Up *) efter høst, så der ikke er ukrudt der overlever til næste sæson.

* For de fleste ukrudtsarter er der kun én generation pr sæson, så selekteringen er derved ikke så hurtig, som hvis der er 2 eller flere generationer.

Konklusion.

Især i USA og Kanada har nogle bredblade ukrudtsarter, tangurt, tornet salat, sodaurt og fuglegræs, udviklet resistens mod chlorsulfuron alene eller i blanding med metsulfuron methyl, anvendt over 3-5 år i høje doseringer, som giver lang virketid, for også at bekæmpe ukrudt efter høst eller på udyrkede arealer.

* Varemærke registreret af Monsanto Chemical Company

De resistente biotyper af ellers meget følsomme ukrudtsplanter, menes ikke at komme ved mutationer, men de findes i naturen. Når alle de følsomme bekæmpes, bliver der plads til at de resistente kan udvikle sig, og kaste så mange frø at de bliver dominerende. Beregninger har vist at hvis der ved begyndelsen er 1/1000000 biotyper der er resistente, så vil de efter 5 år være ca. 60 % af populationen, hvis der kun anvendes det samme herbicid, og ingen anden form for ukrudtsbekæmpelse.

For at forhindre udbredelsen af sulfonylurea resistente biotyper af ellers følsomme ukrudtsarter kan følgende strategi anvendes:

- * Ingen anvendelse af produkter/doseringer der giver langvarig effekt.
- * Da de resistente biotyper ifølge de refererede undersøgelser kan findes i naturen, er det vigtigt, at intet ukrudt overlever til næste afgrøde, men ved hjælp af mekanisk behandling eller sprøjtning med et total ukrudtsmiddel bekæmpes helt.
- * Sædskifte, hvor der ikke anvendes ALS-hæmmende herbicider til ukrudtsbekæmpelsen.
- * Hvis der er mistanke om resistens af et ukrudt anvendes ALS-hæmmende herbicide ikke, eller kun i tankblanding med et middel der har god effekt på pågældende ukrudt.

Sammendrag

Resistent mod pesticider er ikke nyt, idet det er ca 75 år insekticidresistens og ca 50 år siden fungicidresistens blev opdaget. Resistens mod herbicider blev først fundet i 1950'erne. Resistens mod ALS hæmmende herbicider, hvor bl.a. sulfonylurea og imidazoliner hører til, blev først set i 1987 i USA. Den første art er tornet salat, senere er der også fundet resistente tangurt, sodaurt og fuglegræs i USA og Kanada, fuglegræs kun i Kanada. Forsøg har vist at der er krydsresistens mellem de forskellige ALS hæmmende herbicider.

De sulfonylurea resistente biotyper af ellers følsomme arter er fundet på arealer hvor der er anvendt høje doseringer af chlorsulfuron, ialt 50 til 200 gai/ha over 3-5 år, for at få lang jordeffekt. Udviklingen af resistens menes, at komme fra naturlig udvælgelse.

Strategi for at undgå udvikling af resistens omfatter bl.a.:

- * Ingen brug af produkter eller doseringer der giver lang virkningstid.
- * Godt sædskifte, hvor der anvendes herbicider med anden virkemåde.
- * Hvis der er mistanke om resistens tankblandes med et herbicid der har effektiv virkning på det mistænkte ukrudt.
- * Fuldbekæmpelse af ukrudt efter høst, enten mekanisk eller kemisk.

Litteraturliste

- Anon (1989). Herbicide Resistance and Questions and Answers. Wilmington: Du Pont 8 pp and 21 pp.
- Farkas, A. and Amem, J. (1940). The action of diphenyl on *Penicillium* and *Diplodia* moulds. *Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series* 2, 38-45.
- Georghio, G.P. (1986). Introduction: The magnitude of the resistance problem. *Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management*, pp 14 - 43. National Academy Press, Washington, D.C..
- Gressel, J. (1987). Appearance of single and multi-group herbicide resistance and strategies for their prevention. *British Crop Protection Conference - Weeds 1987*, pp 479 - 488.
- Hill, R.J. (1982). Taxonomy and biological considerations of herbicide-resistant and herbicide-tolerant biotypes. *Herbicide Resistance in Plants* (H.M LeBaron and J. Gressel eds.), pp 81 -98. John Wiley & Sons, New York.
- LeBaron, H.M. (1989). Management of herbicides to avoid, delay and control resistant weeds: A concept whose time has come. *Proceedings Western Society of Weed Science* 42, pp 6-16.
- Primiani, M.M., Cotterman, J.C. and Saari, L.L. (1989). Resistance to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. *Weed Technology* 3.
- Ray, T.B. (1984). Site of action of chlorsulfuron. *Plant Physiology* 75, pp 827-831.
- Reed, W.T., Saladini, J.L., Cotterman, J.C., Primiani, M.M. and Saari, L.L. (1989). Resistance in weeds to sulfonylurea herbicides, *British Crop Protection Conference - Weeds*, pp 295 - 300.
- Shaner, D.L., Anderson, P.C. and Stidham, M.A. (1984). Imidazolinones. Potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. *Plant Physiology* 76, pp 545 - 546.
- Thill, D.C., Mallory-Smith, C.A., Saari, L.L., Cotterman, J.C., Primiani, M.M. and Saladini, J.L. (1989). Agricultural University of Idaho, Article Number 89733.

Herbicidresistens i ukrudt og afgrøder.

HERBICIDE RESISTANCE IN WEEDS AND CROPS.

MARIA OLOFSDOTTER & HEINRICH HAAS
Institut J5/ Landbrugets Plantekultur, KVL.
Thorvaldsensvej 40
1871 Frederiksberg C

SUMMARY

Since the mid 60's 94 herbicide-resistant biotypes of previously susceptible weed species have been reported from literature, and this number is still increasing. One of the classical prerequisites for the development of resistant biotypes is a strong selection pressure due to the continuous use of persistent soil herbicides with only one site of action. Other factors which influence the development of herbicide resistance are the longevity of seeds in soil, the fitness of resistant plants compared with susceptible plants, the number of years with continuous use of the same herbicide and the initial number of resistant plants. The development of herbicide-resistant biotypes will decrease if the selection pressure falls, and relatively small changes in agricultural practices will probably delay the development of herbicide resistant weed species. However, examples given in this review also show, that factors, which are still unknown for the development of resistant biotypes, may give unexpected surprises in the future.

The progress in biotechnology has provided an opportunity for developing herbicide-resistant crops. Advantages, such as possibilities for the use of the environmentally most safe herbicides and a more flexible use, are mentioned. However, disadvantages such as possibilities for an increased selection pressure and resistant weed populations, volunteers as a weed problem, and risks for genflow are also discussed as well as the consequences for agriculture and the advisory service.

Indledning

De første advarsler om opståen af herbicidresistente ukrudtspopulationer blev fremsat allerede midt i 50'erne (McCall 1954, Harper 1956, Hilton 1957). I Danmark har herbiciderne i perioden 1960-89 tegnet sig for 60-80% af det samlede forbrug af kemiske plantebeskyttelsesmidler, når forbruget måles i vægtenhed virksomt stof. Målt i sprøjteintensiteten har herbiciderne indenfor de sidste 10 år ligeledes domineret pesticid-anvendelsen (Haas 1989). På trods af dette har resistensproblematikken indenfor herbiciderne indtil for nylig kun haft ringe opmærksomhed i jordbrugsforskningen. Rapporter om flere og flere herbicidresistente ukrudtspopulationer og nye landvindinger indenfor bioteknologiske metoder, der gør det mulig at fremme udviklingen af herbicidresistente afgrøder, har dog øget interessen for herbicidresistens i de senere år.

Herbicidresistente ukrudtspopulationer, problemets omfang.

Ved de i indledningen nævnte rapporter fra midt i 50'erne, drejede det sig om ukrudtsarten Commelina diffusa i Sukkerrør på Hawaii. Som vist i en review af LeBaron (1982), krævede visse biotyper af denne art pludselig 5 kg v.st./ha 2,4-D, medens følsomme populationer kunne bekæmpes med 1 kg/ha af dette herbicid. Siden midt i 60-erne er der rapporteret 94 forskellige ukrudtsarter, der har udviklet resistens overfor et eller flere herbicider (Putwain og Mortimer, 1989). I tabel 1 er gengivet nogle af de senere rapporter om resistensudvikling. De fleste eksempler er fra Europa, for sulfonylureaherbicider medtager tabellen dog også lande udenfor Europa.

Tabel 1. Eksempler på herbicidresistente ukrudtsarter fra sidst 1980'erne.

Tabel 1. Examples of herbicide-resistant weed species from the late 1980'es.

Herbicid	Planteart	afgrøde	sted	kilde
Triaziner	Hvidmelet Gåsefod (Chenopodium album)	majs og frugtpl.	Belgien Spanien Frankrig Jugoslav.	Bulke & van Himme 1988 Prado et al. 1988 Gasque 1989 Arsenovic 1989
	Sort Natskygge (Solanum nigrum)	majs og frugtpl.	Belgien Spanien	Bulke & van Himme 1988 Prado et al. 1988
	Alm. Brandbager (Senecio vulgaris)	udyrket og majs frugtpl. prydpl.	Belgien Danmark England Irland	Bulke & van Himme 1988 Larsen 1986 Clay 1988 Ri 1988
	Enår. Rapsgræs (Poa annua)	frugtpl. prydpl.	Belgien England	Bulke & van Himme 1988 Clay 1988
	Bleg Pileurt (Polyg. lapathifolium)		Holland	Oorschot 1988
	Snerle-Pileurt (Polyg. convulvulus)		Holland	Oorschot 1988
	Kortstråle (Galinsoga spp.)		Holland	Oorschot 1988
	Opret Amaranth (Amaranthus retroflexus)	udyrket	Jugoslav.	Arsenovic et al. 1989
	Kanadisk Bakkestjerne (Erigeron canadensis)	udyrket frugtpl. prydpl.	Jugoslav. England	Arsenovic et al. 1989 Clay 1988
	Skive-Kamille (Matric. matricar)	prydpl. frugtpl.	England	Clay 1988
	Burre-Snerre (Galium aparine)	frugtpl.	Irland	Ri 1988

tabel 1 fortsætter

tabel 1 forts.

Herbicide	Plantear	afgrø	sted	kilde
Triaziner forts.	Blåstjerne (<i>Sharardia arvensis</i>)	frugtpl.	Irland	Ri 1988
	Ager-Stedmoderblomst (<i>Viola arvensis</i>)	frugtpl.	Irland	Ri 1988
	Alm. Dværgløvefod (<i>Aphanes arvensis</i>)	frugtpl.	Irland	Ri 1988
Chlortoluron	Ager-Rævehale (<i>Alopecurus myos.</i>)		England	Moss & Kemp 1988
Propanil	Hanespore (<i>Echinocloa crus-galli</i>)	ris	Grækenland	Glannopolits & Vassilou 1988
Paraquat	Enårig Rapsgræs (<i>Poa annua</i>)	frugtpl.	England	Clay 1988, Moss & Kemp 1988
	Almindelig Rapsgræs (<i>Lolium perenne</i>)		N.Irland	Dodge 1989
	Kirtlet Dueurt (<i>Ephibolium ciliatum</i>)		England	Dodge 1989
Mechlorprop	Alm. Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)		England	Lutman & Love- grove 1985
Sulfonylurea	Ternet Salat (<i>Lactuca serriola</i>)		USA	Thill et al. 1989
	Alm. Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)		Canada	Thill et al. 1989
	(<i>Kochia scoparia</i>)		USA	Thill et al. 1989
	(<i>Lolium rigidum</i>)		Austr.	Burnet et al. 1989

Herbicide resistente ukrudtspopulationer fra 60'erne og 70'erne mod til dels andre herbicide end de i tabel 1 nævnte, er diskuteret i arbejder fra Bandeen et al. (1982), Gressel et al. (1982) og Haas & Streibig (1988). Blandt disse skal som eksempler nævnes Fersken-Pileurt (*Polygonum persicaria*) og Ager-Kål (*Brassica campestris*), resistente mod chlortriaziner; Hvidmelet Gåsefod (*Chenopodium album*), Ager-Snerle (*Convolvulus arvensis*) og Ager-Svinemælk (*Sonchus arvensis*) som 2,4-D-resistent; Agertidsel (*Cirsium arvense*) som MCPA-resistent; Bleg-Pileurt (*Polygonum lapathifolium*) som dichlorprop-resistent og Alm. Kvik (*Elytrigia repens*) resistent mod dalapon. Stabile glyphosatresistente biotyper af Ager-Snerle (*Convolvulus arvensis*) er påvist af DeGennard & Weller (1984) og Duncan & Weller (1987).

Definitioner på herbicidresistens/tolerance.

I litteraturen bruges begreberne resistens og tolerance ofte i flæng. Der tegner sig dog et billede af to definitioner, henholdsvis en såkaldt "stringent" (nedenstående definition 1) og en "dosisrelateret" (nedenstående definition 2).

Definition 1.

Resistens: Planten påvirkes ikke af herbicidet selv om stoffet når frem til virkningsstedet i planten.

Tolerance: Planten forhindrer herbicidet i at nå frem til virkningsstedet ved:

- ikke at optage det,
- ikke at transportere det,
- at nedbryde forbindelsen, inden den når frem til virkningsstedet.

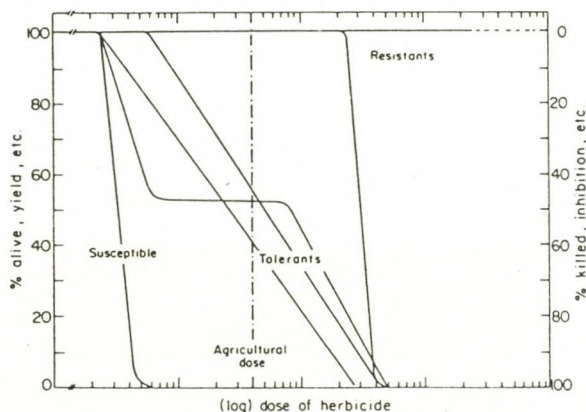
(Johansen 1986)

Definition 2.

Resistens: En resistent plante er i stand til at overleve og vokse normalt ved en dosering der er mange gange større end den landbrugsmæssigt anbefalede.

Tolerance: Ethvert fald i modtagelighed overfor et herbicid ved sammenligning med vildtypen.

(LeBaron og Gressel 1982, Gressel 1985)



Figur 1. Skematisk fremstilling af den dosisrelaterede definition (fra Gressel 1985).

Figure 1. Definition based on the tolerance to doses (from Gressel 1985).

Figur 1 viser definition 2 visuelt. Det bemærkes, at følsomme planter altid vil have en distinkt grænse for hvor meget herbicid de kan tåle. Tolerante planter kan derimod have forskellige toleranceniveauer afhængigt af hvilke faktorer der er af betydning for tolerancen.

Baseret på disse to definitioner, kan der identificeres fem mekanismer, som planten kan benytte sig af for at undgå herbicidets fytotoksiske effekt:

1. Ændringer i herbicidets absorptions- og translokationsmønster i planten.
2. Metabolisk ændring af herbicidet til ikke-toksiske produkter i planten.
3. Øget syntese af forbindelser, der kan opveje herbicidets effekt på virkningsstedet i planten.
4. Overproduktion af enzym(er), der bliver inhiberet af herbicidet.
5. Molekylære ændringer på herbicidets virkningssted, således at herbicidet ikke bliver bundet.

(Haas og Streibig 1988)

I henhold til definition 1 er punkterne 1 og 2 knyttet til tolerancebegrebet, punkt 5 derimod til resistens. Definition 2 inkluderer derimod alle fem mekanismer, og er derfor i praksis måske den mest anvendelige.

Et tredje begreb der skal defineres er kryds-resistens.

krydsresistens: en plante, der i kraft af resistens mod et herbicid også har resistens overfor andre herbicider.

Dette fænomen er almindeligt kendt indenfor gruppen af triaziner. I den senere tid har man dog fundet ukrudtsplanter der er krydsresistente indenfor andre grupper af herbicider, f.eks har man i Australien fundet krydsresistens i diclofop-methyl-resistente populationer af Lolium rigidum, og som medførte at en lang række herbicider ikke kan bruges i bekæmpelsen mod denne art. Blandt disse kan nævnes fluazifop-butyl, alloxymid, chlorsulfuron, triasulfuron, trifluralin, metribuzin, isoproturon og propyzamid, hvilke også repræsenterer forskellige virkningsmekanismer. Krydsresistensen er fremkommet på trods af at disse herbicider aldrig har været brugt på disse arealer (Heap 1989). I England har man fundet chlortoluronresistente populationer af Ager-Råvehale (Alopecurus myosuroides) som næsten alle er krydsresistente overfor andre herbicider såsom isoproturon, pendimethalin og diclofop-methyl (Moss og Cussans, 1989).

Der findes også eksempler på det modsatte, hvilket kaldes for negativ krydsresistens.

negativ krydsresistens: en resistent ukrudtsart udvikler forøget følsomhed overfor et eller flere andre herbicider ved sammenligning med vildtypen.

Som eksempel kan nævnes at der kræves 5-20 gange lavere koncentration phenoxy-syre, 5 gange lavere koncentration pyridat og kun halvt så meget ioxynil for at inhibere thyllakoid PS II-reaktioner i visse atrazin-resistente biotyper, sammenlignet med atrazinfølsomme biotyper af samme ukrudtsart (Gressel 1989).

Eksempler på kendte resistensmekanismer

Triazinresistens.

Triazinere virker på elektrontransporten fra fotosystem II til fotosystem I (Arntzen et al. 1982). Ved at bindes til Q_A -proteinet blokeres elektrontransporten med kulhydratudsultning af planten som resultat. Ved triazinresistens er Q_A -proteinet ændret ved en enkelt aminosyresubstitution, således at triazin ikke kan bindes til proteinet. Denne aminosyresubstitution resulterer dog i en langsommere elektrontransport end i de følsomme planter. Dette er formentlig grunden til dårligere overlevelsessevne af de resistente planter i sammenligning med de følsomme i situationer uden selektionstryk (Radosevich og Holt 1982).

Sulfonylurea.

Det menes, at sulfonylurea inhiberer acetohydroxysyre-syntase AHAS, synonymt med acetolactat-syntase ALS, der indgår som første trin i de enzymatiske processer der fører til dannelsen af valin, isoleucin og leucin (Ray 1985). Inhiberingen er ikke reversibel og af "slow-binding-karakter", den øges således med tiden. Imidazolinoner har det samme virkningssted, hvorfor kryds-resistens overfor denne gruppe herbicider må forventes at forekomme. Dette er også tilfældet for de sulfonylresistente arter (tabel 1), man indtil nu har fundet (Reed et al. 1989).

I resistente planter er AHAS ændret, således at sulfonylurea ikke kan bindes. Denne ændring er endnu ikke specificeret i litteraturen. Substitutionen i AHAS har kun lille indflydelse på effektiviteten af de enzymatiske processer. De resistente planter er derfor godt tilpasset og der er næsten ingen forskel i fitness mellem resistente og følsomme biotyper af den samme art i situationer uden selektionstryk (Reed et al. 1989). En resistent ukrudtspopulation vil således infestere en mark hurtigere.

Glyphosat.

Glyphosat inhiberer 5-enolpyruvylshikimat-3phosphat-syntase, EPSPS, der indgår i shikimatstofskiftet, og som fører til dannelsen af de aromatiske aminosyrer phenylalanin, tyrosin og tryptophan (Rubin et al. 1984). EPSPS katalyserer kondensationen af phosphoenolpyruvat (PEP) og shikimat-3-phosphat. Hos resistente planter hindrer en enkelt aminosyresubstitution i EPSPS glyphosat i at bindes i planten (Padgett et al. 1989).

Det fremgår ikke af litteraturen hvordan denne substitution i øvrigt påvirker effektiviteten af shikimatstofskiftet og derved plantens fitness.

Hvordan og hvor hurtigt opstår resistens ?

Resistens findes naturligt i mange ukrudtspopulationer. Hvis resistensgener derimod ikke eksisterer i en population i forvejen, vil resistensen aldrig komme til udtryk medmindre den introduceres ved genmanipulation (Gressel 1986).

Størrelsen af den initiale population af resistente planter har stor betydning for hvor hurtig resistens kan ses i marken. En af grundene til at sulfonylurearesistens optræder allerede efter 3-5 års brug af herbicidet menes at være en relativt hyppig forekomst af resistente planter fra starten, svarende til en frekvens 10^{-6} (DuPont 1988). For triazinresistente planter regner man med en startfrekvens på 10^{-10} , der kan resultere i synlig resistens efter 10-15 års brug af herbicidet.

Et af nøglebegreberne omkring herbicidresistens er selektionstrykket. Denne er bl.a. afhængig af den såkaldte effektive bekæmpelse ("effektive kill", Gressel & Segel 1978) defineret som $1,00 - y/z$, hvor y er antallet af overlevende frø eller reproducerbare plantedele ved sæsonens slut og z er populationen ved sæsonens start. Effektiv bekæmpelse skal ikke forveksles med tilfredsstillende bekæmpelse efter en herbicidbehandling. En tilfredsstillende bekæmpelse slår ukrudtet tilbage til et niveau hvor det ikke påvirker udbyttet af afgrøden (Gressel 1986).

Foruden graden af den effektive bekæmpelse er selektionstrykket endvidere en funktion af andre faktorer såsom:

- sprøjtehyppighed af herbicider med samme virkningsmekanisme,
- herbicidets persistens,
- herbicidets virkemåde,
- dosering.

Ved stor sprøjtehyppighed gives kun de resistente planter mulighed til at spire, vokse og formere sig. På den måde fremmes udbredelsen af den resistente biotype af en ukrudtsart. En lav sprøjtehyppighed vil fremme andelen af følsomme planter i populationen, da resistente planter under sådanne forhold ofte klarer sig dårligere i konkurrencen end de følsomme (Radosevish og Holt 1982).

Herbicider med lang persistens virker på samme måde som hyppige sprøjtninger. Chlorsulfuron f.eks., med en persistens på over 1 år i visse semiaride områder, vil derfor udøve et selektionstryk der fremmer de resistente.

Doseringen er ofte afpasset til at slå ukrudtspopulationen tilbage til et niveau hvor den ikke udgør et konkurrenceproblem for kulturplanten. Dette gør, at både resistente og følsomme planter vil kunne overleve. Hvis man vælger en dosis der slår planterne ihjel, selekterer man derimod stærkt for den resistente biotype.

Det har vist sig, at andelen af resistente planter skal udgøre mindst 30% af populationen før den bliver et problem i praksis. Det er derfor vigtigt at man mindsker selektionstrykket ved:

- at undgå gentagen anvendelse af samme herbicid på samme areal,
- anvendelse af herbicider med forskellige eller med flere primære virkningsmekanismer i planten,
- anvendelse af herbicidblandninger,
- dosering, tilpasset "tilfredsstillende bekæmpelse",
- afgrøderotation.

Som nævnt spiller selektionstrykket en afgørende rolle for resistensens udbredelse. En anden faktor af betydning er frøreservens størrelse og frøenes levedygtighed i jorden. Frøreserven i jorden fungerer således som en buffer mod resistensens udbredelse.

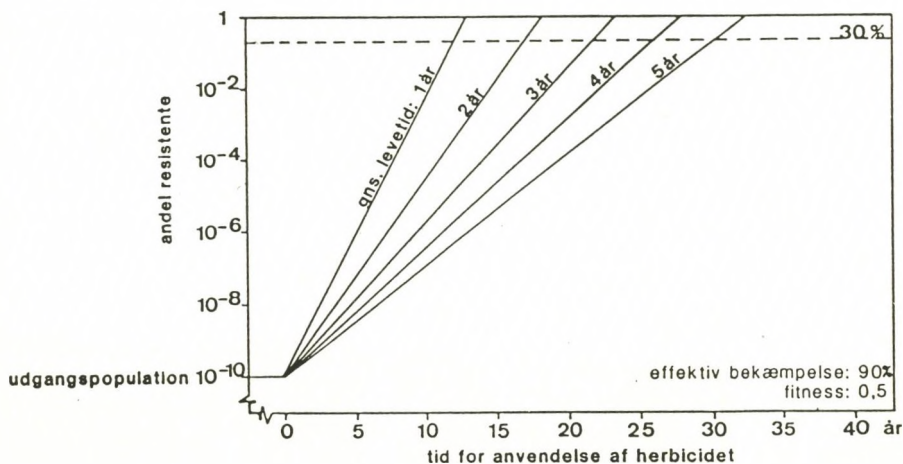
Hvis man opstiller en matematisk model for resistensens udbredelse (Gressel & Segel 1978, 1982, Gressel 1986), kan man forudsige hvor lang tid det tager før en resistent population bliver et synligt problem:

$$N_n = N_0 (1 + fs/r)^n$$

hvor N_n er andelen af resistente planter efter n år med kontinuerligt tilbagevendende herbicidbehandling. N_0 er andelen af herbicidresistente planter før herbicidbehandlingens start. f står for "fitness", hvilket i denne sammenhæng betyder de resistente planters konkurrenceevne i forhold til de følsomme.

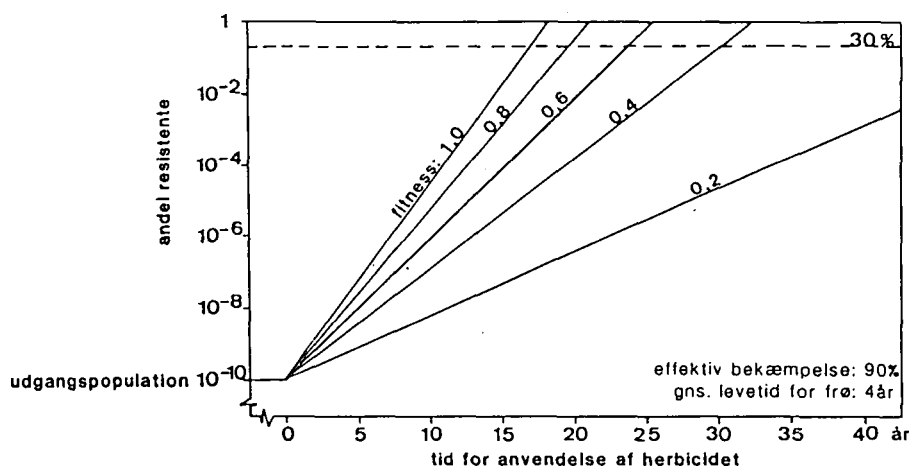
Selektionstrykket s måles i andelen af resistente reproducerbare frø eller plantedele divideret med andelen af følsomme ved sæsonens slut. r er halveringstiden for frøreserven for den pågældende art og n er antallet af år med tilbagevendende herbicidbehandling. I figurerne 2, 3, og 4 vises betydningen af variationer i henholdsvis frøreservens levetid, fitness og selektionstryk for opformeringshastigheden af resistente ukrudtsarter.

Ud fra figurerne 2, 3 og 4 kan ses, at selektionstrykket er den faktor, der har størst betydning for hastigheden hvormed en resistent ukrudtspopulation infesterer marken. Ved ændringer i udgangspopulationens størrelse vil kurverne parallellforskydes mod venstre med en hurtigere infestering som resultat.



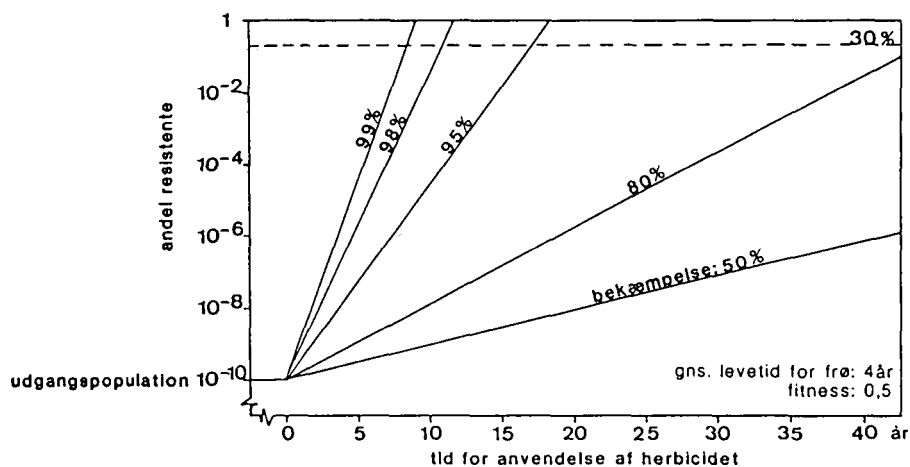
Figur 2. Betydning af frøreservens halveringstid for forøgelsen af de resistente planters andel af populationen ved vedvarende brug af samme herbicid (forenklet efter Gressel og Segel 1978).

Figure 2. Importance of half-life of seeds in soil on the increasing resistant proportion of the population with continued use of the same herbicide (simplified after Gressel and Segel 1978).



Figur 3. Betydning af de resistente planters konkurrenceevne for forøgelsen af de resistente planters andel af populationen ved vedvarende brug af samme herbicid (forenklet efter Gressel og Segel 1978).

Figure 3. Importance of fitness of the resistant plants on the increasing resistant proportion of the population with continued use of the same herbicide (simplified after Gressel and Segel 1978).



Figur 4. Betydning af selektionstrykket for forøgelsen af de resistente planters andel af populationen ved vedvarende brug af samme herbicid (forenklet efter Gressel og Segel 1978).

Figure 4. Importance of selection pressure on the increasing resistant proportion of the population with continued use of the same herbicide (simplified after Gressel and Segel 1978).

Herbicidresistente afgrøder.

I de senere år har interessen for at fremstille herbicidresistente afgrøder været stærkt stigende. Forskningen er idag koncentreret omkring de herbicider, der er hurtigt nedbrydelige, har lav giftighed, lille mobilitet i jorden samt et bredt spektrum af følsomme planter. Det vil sige at der indtil nu hovedsageligt er tale om at udvikle herbicidresistente afgrøder indenfor den "nye generation" af herbicider.

Herbicidresistens kan principielt inbygges dels ved overførsel af gener, der koder for nedbrydning af herbicidet, og dels ved modificering af herbicidets virkningssted (Botterman 1989).

Overførsel af gener der koder for nedbrydning af herbicidet.

Indenfor de plantearter, der er tolerante overfor et herbicid, findes der ofte en nedbrydningsvej for det pågældende herbicid. Det er denne naturligt forekommende nedbrydningsmetabolisme, der er interessant ved udvikling af herbicidresistente planter. F.eks kan nævnes at hvede er istand til at metabolisere chlorsulfuron til ikke toksiske produkter (Sweetzer et al. 1982). På samme måde er der identificeret gener i flere mikroorganismer både i og udenfor jordens mikroflora, der kan nedbryde herbicider. Disse udgør en potentiel kilde af genmateriale, der kan overføres til planter. Der kendes tre eksempler på at bakterielt DNA, der koder for nedbrydning, er blevet inkorporeret i planter med succes. Disse er tomat, resistent overfor bromoxynil (Stalker et al 1988), tobak, tomat, kartoffel, raps og sukkerroe mod glufosinat og bialaphos (De Block et al 1987, og De Greef et al 1989) samt tobak, resistent overfor 2,4-D (Streber og Willmitzer 1989).

Ændringer i herbicidets virkningssted.

Flere af den nye generation herbicider har vist sig at have virkningsstedet i syntesen af aminosyrer. Gener, der koder for proteiner med en enkelt eller nogle få aminosyresubstitutioner, resulterende i herbicidresistens, er blevet isoleret fra både mikroorganismer og planter. Disse gener er blevet overført til planter med resistens som følge. Af afgrøder man arbejder med kan for glyphosats vedkommende nævnes sukkerroe, bomuld, soyabønne og raps (Clausen 1989, og Padgett et al 1989) og for sulfonylureas vedkommende tobak, tomat og raps (Mazur et al 1989).

Fremtidige udviklingstendenser og konklusion.

Siden midt i 60'erne er der fundet 94 herbicidresistente biotyper af ellers følsomme ukrudtsarter, og antallet af resistente biotyper stiger stadig. En herbicidanvendelse, der tilsigter en høj bekæmpelsesgrad ("effektive kill"), gentagen anvendelse af herbicider med kun en primær virkningsmekanisme i planten og med en vis persistens i jorden, vil øge selektionstrykket. Andelen af resistente planter i en population vil derved stige. Omvendt vil alle foranstaltninger, der mindsker selektionstrykket, forsinke udviklingen af herbicidresistens. I figur 4 vil en effektiv bekæmpelse på 95% svare til et selektionstryk på 20. Dette betyder, at overlevelsesmulighederne af resistente individer efter herbicidbehandling er 20 gange større end for de følsomes vedkommende. Ved en udgangspopulation på kun 1 resistent individ pr. 10 milliarder følsomme, vil det under de givne forudsætninger tage 15 år, førend 1% af ukrudtspopulationen er blevet resistent. Derefter vil det kun tage

yderligere 2 år før 30% af hele populationen er resistent og dermed udgør et reelt problem. Det forhold, at også herbicider, der ikke er persistent i jorden, som f.eks. glyphosat, og herbicider, der har flere virkningsmekanismer i planten, som f.eks. MCPA, 2,4-D og mechlorprop, har kunnet udvikle herbicidresistens, tyder på, at ikke alle resistensfaktorer er kendte på nuværende tidspunkt. Af disse grunde kan uventede overraskelser med hensyn til herbicidresistente ukrudtspopulationer fremover ikke udelukkes.

Landvindinger indenfor bioteknologiske metoder har fremmet udviklingen af herbicidresistente afgrøder, og indenfor en overskuelig fremtid kan vi forvente sådanne markedsført som en slags "pakkeløsning" af frø og herbicid, der "passer" sammen som nøglen i en lås. Stigende krav til nye herbicider i toksikologisk og økotoxikologisk henseende vil muligvis fremme omkostningsudviklingen til fordel for indførelse af herbicidresistens og til ugunst for udvikling af nye herbicider. Efter vores opfattelse indebærer denne udvikling såvel fordele som ulemper.

Blandt fordelene kan nævnes:

- Mulighed for anvendelse af mere "miljøvenlige" herbicider.
- Sprøjtetidspunktet kan vælges mere uafhængigt af afgrødens udviklingstrin.
- Eliminering af ellers nødvendige forædlingsprogrammer.
- Abning af nye markeder for eksisterende herbicider.

Blandt ulemperne kan påpeges:

- Mulighed for anvendelse af højere doser uden risiko for afgrøden.
- Øget brug af relativt få forbindelser.
- Forøgelse af selektionstrykket, og dermed udvikling af herbicidresistente ukrudtspopulationer.
- Individer fra den herbicidresistente afgrøde kan udvikle sig til et alvorligt ukrudtsproblem (spildplanter) i den (de) efterfølgende afgrøde(r) i sædskiftet.
- Mulighed for uønsket spredning af resistensgener fra afgrøden til beslægtede ukrudtsarter.
- "Ukrudtsbekæmpelsespakker" (såsæd af herbicidresistente afgrøder plus pågældende herbicid) kan bringe landbruget i et afhængighedsforhold til få, men store "herbicid/såsædsproducenter".
- I sin yderste konsekvens kan dette føre til en monopolisering af herbicid/såsædmarkedet med ensidige afgrøderotationer og uheldige ændringer i ukrudtsfloraens diversitet som følge.

Som vist, synes problematikken omkring herbicidresistens at være meget kompleks og vil stille store krav til landmændene og til vejledning og rådgivning fremover. Udviklingen bør efter vores overbevisning ikke kun være bestemt af de tekniske muligheder, men bør også præges af en politisk stillingtagen, baseret på den eksisterende viden på området.

litteraturliste

- Arntzen C.J., K. Pfister, K.E. Steinback, 1982. The mechanism of chloroplast triazine resistance: Alterations in site of herbicide action. In Herbicide Resistance in Plants. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds.) Wiley, New York. pp 185-214.
- Arsenovic M., Z. Ostojic, Z. Klokocar Smit 1989. Herbicide resistant weeds and alternative control measures in Yugoslavia. Herbicide resistance in weeds and crops. Postersession. 11th Long Ashton International Symposium, 11.14 sept 1989. pp 42-43.

- Bandeem J.D., G.R. Stephenson, E.R. Cowett 1982. Discovery and distribution of herbicide-resistant weeds in North America. In *Herbicide Resistance in Plants*. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds.) Wiley, New York. pp 9-30.
- Botterman J. 1989. Advances in engineering herbicide resistance in plants. Brighton Crop Protection Conf. Weeds 1989. Volume 3. pp 979-985.
- Bulke R., M van Himme 1988. Resistance to herbicides in weeds in Belgium. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Burnet M.W.H., O.B. Hildebrand, J.A.M. Holtum, S.B. Powles 1989. Triazole, triazine, triazinone, and phenylurea resistance in Annual Ryegrass (*Lolium rigidum*). Herbicide resistance in weeds and crops. Postersession. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. pp 50-51.
- Clausen I.B. 1989. Breeding for herbicide resistance - seed company considerations. Brighton Crop Protection Conf. - Weeds 1989. Volume 1. pp. 279-284.
- Clay D.V. 1988. Identification of simazine and paraquat resistant weed biotypes and their response to other herbicides. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- DeBlock M., J. Botterman, M. Vandewiele, J. Dockx, C. Thoen, V. Gossele, N.R. Movva, C. Thompson, M. Van Montagen, J. Leemans 1987. Engineering herbicide resistance in plants by expression of a detoxifying enzyme. The *EMBO Journal* 1987:6:2513-2518.
- DeGennard, F.C., S.C. Weller 1984. Differential susceptibility of field bindweed (*Conoculus arvensis*) biotypes to glyphosate. *Weed Science* 1984:32:472-476.
- DeGreef W., R. Delon, M. De Block, J. Leemans, J. Botterman 1989. Evaluation of herbicide resistance in transgenic crops under field conditions. *Bio/Technology* 1989:7:61-64.
- Dodge A.D. 1989. The physiology and biochemistry of paraquat resistance. Herbicide resistance in weeds and crops. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 18.
- Duncan C.N., S.C. Weller 1987. Heratibility of glyphosate susceptibility among biotypes of field bindweed. *J. Hered.* 1987:78:257-260.
- DuPont 1988. Herbicide resistance - What it means to you - How it happens and why - How you can manage it. Du Pont Inc. 1988. 8pp.
- Gasques J. 1989. Mutation for triazine resistance within susceptible populations of *Chenopodium album* L. Herbicide resistance in weeds and crops. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 12.
- Glannopolits C.N., G Vassilou 1988. Variations in tolerance of *Echinochloa crus-galli* to propanil. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Gressel J. 1985. Herbicide tolerance and resistance: alteration of site of activity. In: *Weed physiology*. S.O. Duke (ed) Boca Raton: CRC Press, Volume 2. pp 159-189.
- Gressel J. 1986. Mode and genetics of herbicide resistance in plants. In: *Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management*. Washington National Academy Press. pp 54-73.
- Gressel J. 1989. Why get resistance? It can be prevented or delayed. Herbicide resistance in weeds and crops. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 1.
- Gressel J., H.U. Ammon, H. Fogelfors, J. Gasques, Q.O.N. Kay, H. Kees, 1982. Discovery and distribution of herbicide-resistance weeds outside North America. In *Herbicide Resistance in Plants*. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds) Wiley, New York. pp 32-56.

- Gressel J., L.A. Segel 1978. The paucity of plants evolving genetic resistens to herbicides: possible reasons and implications. *J. Theor. Biol.* 1978:75:349-371.
- Gressel J., L.A. Segel 1982. Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance. The outlook for the feature. In: *Herbicide Resistance in Plants*. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds) Wiley, New York. pp 325-348.
- Haas H. 1989. Danish experience in initiating and implementing a policy to reduce herbicide use. *Plant Protection Quarterly* 1989:4 (1):38-44.
- Haas H., J.C. Streibig 1988. Herbicide resistance - threat or challenge? *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Harper J.L. 1956. The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. *Proc. 3rd Brit. Weed Control Conf.* 1956:3:179-186.
- Heap I.M. 1989. Resistance to herbicide in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Herbicide resistance in weeds and crops*. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 7.
- Hilton H.W. 1957. Herbicide tolerant strains of weeds. -Hawaiian Sugar Planters Association Annual Report, 1957:69.
- Johansen E. 1986. *Herbicidresistens*. Ugeskrift for Jordbrug 1986:10:299-303.
- Larsen J. Kreim, 1986. Atrazinresistens hos Alm. Brandbæger (*Senecio vulgaris* L.). 3. Danske Planteværnskonf. pp.343-348.
- LeBaron H.M. 1982. Introduction. In: *Herbicide Resistance in Plants*. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds) Wiley, New York. pp 1-8.
- LeBaron H.M., J. Gressel 1982. *Herbicide Resistance in Plants*. Wiley, New York.
- Lutman P.J.W., A.W. Lovegrove 1985. *Proceeding of British Crop Protection Conference - Weeds*. pp 411-418.
- Mazur B.J., Chok-Fun Chui, M.E. Hartnett, S.J. Keeler, s. Knowlton, C.J. Mauvais, R.E. McDevitt, J.K. Smith, S.C. Falco 1989. Molecular analysis of sulfonylurea-herbicide resistant ALS-gene. *Herbicide resistance in weeds and crops*. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 32.
- McCall B. 1954. Are our weeds becoming resistant to herbicides? *Hawaiian Sugar Technology Report*. 1954:146.
- Moss S.R., G.W. Cussans 1989. The development of herbicideresistant populations of *Alopecurus Myosuroides* (Black-Grass) in England. *Herbicide resistance in weeds and crops*. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 6.
- Moss S.R., M.S. Kemp 1988. The occurrence of herbicide resistant weeds in the United Kingdom, with particular reference to *Alopecurus myosuroides*. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Oorschot J.L.P. 1988. Chloroplastic resistance of weeds to triazines in the Netherlands up to 1988. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Padgett S.R., D. Re Biest, C.S. Gasser, H. Klee, M. Hayford, S. Metz, R. Deaton, K. Delannay, G.M. Kishore 1989. Engineering Roundup tolerance in crops. *Herbicide resistance in weeds and crops*. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 33.
- Prado R. de, C. Dominique, M. Tena 1988. Photosynthetic herbicide resistant and tolerant weeds found in Spain. *Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods*. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Putwain P.D., A.M. Mortimer 1989. The resistance of weeds to herbicides: rational approaches for containment of a growing problem. *Brighton Crop Protection Conf. - Weeds 1989*. Volume 1. pp 285-294.

- Radosevich S.R., J.S. Holt 1982. Physiological responses and fitness of susceptible and resistant weed biotypes to triazine herbicides. In: Herbicide Resistance in Plants. H.M. LeBaron, J. Gressel (Eds) Wiley, New York. pp 163-184.
- Ray T.B. 1985. The site of action of the sulfonylurea herbicides. British Crop Protection Conf. 1985. Volume 1. pp 131-138.
- Reed W.T., J.L. Saladini, J.C. Cotterman, M.M. Primiani, L.L. Saari 1989. Resistance in weeds to sulfonylurea herbicides. Brighton Crop Protection Conf. - Weeds 1989. Volume 1. pp 295-300.
- Ri P. Mac Giolla 1988. Herbicide programmes in soft fruit crops aimed at minimising the development of resistant weed population. Herbicide - Weeds and Alternative Control Methods. -CEC-Experts Group Meeting, Nov. 1988 Tølløse, Denmark.
- Rubin J.L., C.G. Gaines, R.A. Jensen 1984. Glyphosate inhibition of 5-enolpuruvyl-shikimate 3-phosphate synthase from suspension-cultured cells of *Nicotina glauca*. Plant Physiology 1984:75:839-845.
- Stalker D., K. McBride, L. Malyj 1988. Herbicide resistance in transgenic plants expressing a bacterial detoxification gene. Science 1988:233:419-423.
- Streber W., L. Willmitzer 1989. Transgenic tobacco plants expressing a bacterial detoxifying enzyme are resistant to 2,4-D. Bio/Technology 1989:7:811-816.
- Sweetser P.B., G.S. Schow, J.M. Hutchison 1982. Metabolism of chlorsulfuron by plants: Biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. Pesticide Biochemistry and Physiology 1982:17: 18-23.
- Thill D.C., C.A. Mallory-Smith, L.L. Saari, J.C. Cotterman, M.M. Primiani 1989. Herbicide resistance in weeds and crops. Abstracts. 11th Long Ashton International Symposium, 11-14 sept 1989. p 13.

Jordfugtighedens indflydelse på virkningen af bladherbicider. *The influence of soil moisture on the effect of different foliar applied herbicides.*

Jens Lindegaard Kristensen, Hanne Juul Pedersen og Per Kudsk
Institut for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg, 4200 Slagelse.

Summary

The influence of water stress on the effect of different herbicides was examined in three pot trials in controlled environment cabinets.

In two experiments it was shown that the efficacy of bentazon and phenmedipham was reduced when the test plants were subjected to water stress with a water potential of less than -8 bar.

In another experiment the influence of moderat water stress on the efficacy of bentazon, phenmedipham, ioxynil + bromoxynil, chlorsulfuron, glyphosate and dichlorprop + MCPA was examined.

The results shows that the efficacy of bentazon and phenmedipham were considerable reduced by water stress. The efficacy of ioxynil + bromoxynil, chlorsulfuron and glyphosate was also reduced when the test plants were water stressed, but to a less degree than with bentazon and phenmedipham. Finally it was shown that the effect of dichlorprop + MCPA was slightly improved when the herbicide was applied to water stressed plants.

Indledning

Tørkestress kan have en betydelig indflydelse på bladherbiciders ukrudtseffekt. I foråret 1988 og til dels i 1989 var effekten af mange ukrudtssprøjtninger for dårlig. En medvirkende årsag til det kan være, at ukrudtet var tørkestresset i sprøjtesæsonen (Landsforsøgene 1988).

Flere undersøgelser har vist, at tørkestress har indflydelse på ukrudtsmidlers effekt. Wilcox et al.(1987) fandt, at midlerne diclofop metyl, difenzoquat (Avenge), flamprop methyl (et middel i familie med Barnon / Lancer Plus), sethoxydim og fluazifop-p butyl (oprenset Fusilade) alle fik en reduceret virkning på flyvehavre, når planterne var tørkestressede. Der var dog en betydelig forskel på tørkestressets indflydelse på de forskellige midlers effekt. Coupland (1985) har ligeledes vist, at effekten af fluazifop-butyl (Fusilade) på kvik blev reduceret, når testplanterne var udsat for tørkestress. Ligeledes har Merritt (1984) fundet en reduceret effekt af ioxynil, når det blev anvendt på tørkestresset fuglegræs.

I 1989 er der gennemført en række forsøg, for at belyse tørkes indflydelse på forskellige bladherbiciders virkning. I det følgende vil resultaterne fra tre af disse forsøg blive præsentere-

ret.

I de to første forsøg blev planter, dyrket under forskellige grader af tørkestress, behandlet med bentazon (Basagran 480) (forsøg 1) og bentazon og phenmedipham (Betanal) (forsøg 2).

I det tredje forsøg blev testplanter, som var henholdsvis moderat tørkestressede og optimalt vandede, behandlet med et af følgende midler: bentazon, phenmedipham, ioxynil + bromoxynil (Oxitril), chlorsulfuron (Glean), glyphosat (Roundup) og dichlorprop + MCPA (DP/M).

Metode

Dyrkning: Forsøgene blev udført i 1 liter potter med Gul Sennep (*Sinapis alba*) som testplante. Planterne blev enten dyrket i ren markjord (jb. nr.6) (forsøg 2) eller i en blanding af lerjord og sphagnum (volumenforhold 3:7) (forsøg 1 og 3). Efter såning eller fremspiring blev potterne overført til klimakamre, hvor de blev til forsøgets slutning (forsøg 2), eller til en uge efter sprøjtning, hvorefter de blev flyttet udendørs (forsøg 1 og 3). I klimakamrene blev temperatur og luftfugtighed styret efter en sinuskurve, mellem henholdsvis 9 og 17 °C og 50% og 96% relativ luftfugtighed. Daglængden var 18 timer og maksimal indstråling var $500 \mu\text{E} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.

Tørkestress: De forskellige grader af tørkestress blev frembragt dels ved at opvande potterne til forskellige vandindhold, og dels ved at lade dem udtørre et antal dage før sprøjtningen. Planternes vandindhold blev dagligt bestemt ved vejning. I tabel 1 kan vandindholdet ved sprøjtetidspunktet aflæses. I alle forsøg blev potterne opvandet til optimalt vandindhold fire dage efter sprøjtningen.

Planternes tørkestress blev desuden bestemt på sprøjtedagen ved at måle vandpotentialet på hele planter v.h.a. trykkammermetoden (Turner 1988, Jensen 1989). Ved hver måling blev vandpotentialet bestemt på seks planter, udtaget fra hver sin potte. For at undgå for stor indflydelse af døgnvariationer i vandpotentialet blev målingerne foretaget midt i dagperioden.

Sprøjtning: Sprøjtningerne blev udført med en pottesprøjte (Kristensen 1989) (nærmere detaljer fremgår af forsøgsoversigten).

Høst: Ca. 14 dage efter sprøjtningen blev planterne høstet, og deres frisk- og tørvægt bestemt.

Tabel 1: Forsøgsoversigt.
Experimental design.

	Forsøg 1	Forsøg 2	Forsøg 3
Anvendte herbicider og doseringer (Herbicides and doses)	Basagran 480: 0.01 0.02 0.04 0.08 0.16 0.32 0.64 1.28 2.56 l/ha)	Basagran 480: 0.01 0.02 0.04 0.08 0.16 0.32 l/ha Betanal: 0.2 0.4 0.8 1.6 3.2 6.4 l/ha	Basagran: 0.01 0.02 0.04 0.08 0.16 l/ha Oxitril: 0.006 0.012 0.024 0.048 0.096 l/ha DP-M: 0.05 0.15 0.045 0.135 0.405 l/ha Glean: 0.01 0.02 0.04 0.08 0.16 g/ha Betanal: 0.375 0.75 1.5 3.0 6.0 l/ha Roundup: 0.04 0.08 0.16 0.32 0.64 l/ha
Sprøjteteknik (Application technique) Væskemængde (volume rate) Dyse (nozzle) Tryk (pressure) Hastighed (speed)	173 l/ha Hardi 4110-14 2.3 bar 5.4 km/h	190 l/ha Hardi 4110-14 2.5 bar 5.5 km/h	150 l/ha Hardi 4110-14 2.0 bar 5.5 km/h
Jordtype (Soil type)	Sphagnum + ler Peat + clay	Markjord (jb. nr. 6) Field soil	Sphagnum + markjord Peat + clay
Vandindhold (water content) vandniveau (waterlevel)	*) **) 1 50.0 -7.5 2 24.2 -8.1 3 13.0 -8.6 4 10.5 -12.7 5 7.4 -13.0 6 5.5 -16.0	*) **) 1 2.4 -6.3 2 14.7 -6.4 3 10.4 -7.8 4 5.4 -12.3 5 3.6 -21.3	*) **) 1 40 -6.1 2 12.0 -9.8

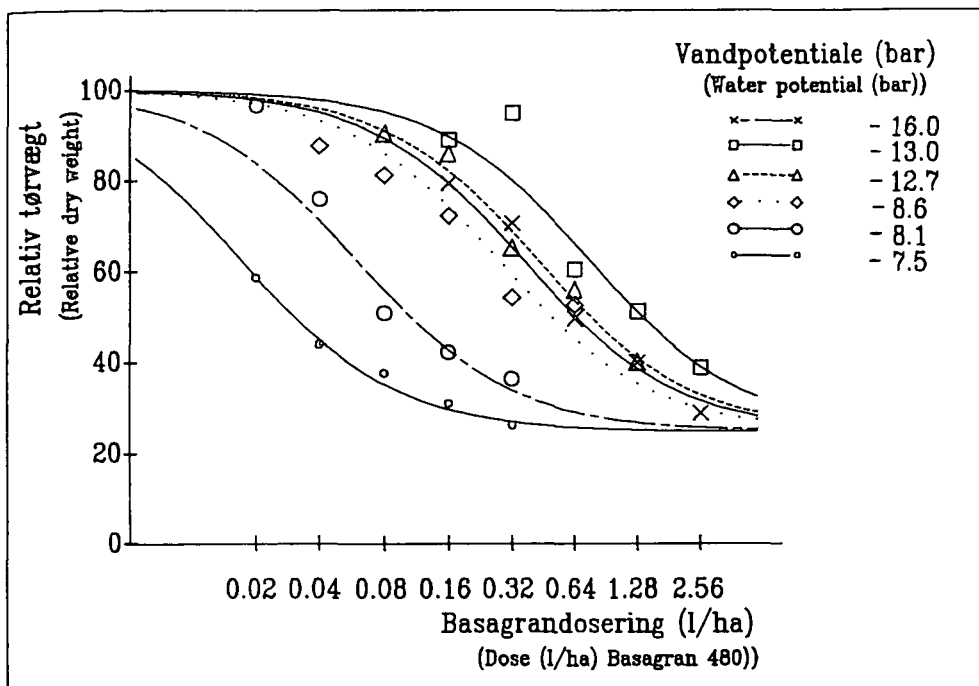
*) % vand i jord (beregnet af tørvægt)
(% water in soil (calculated from dry weight))

**) Vandpotentiale (bar)
(Water potential (bar))

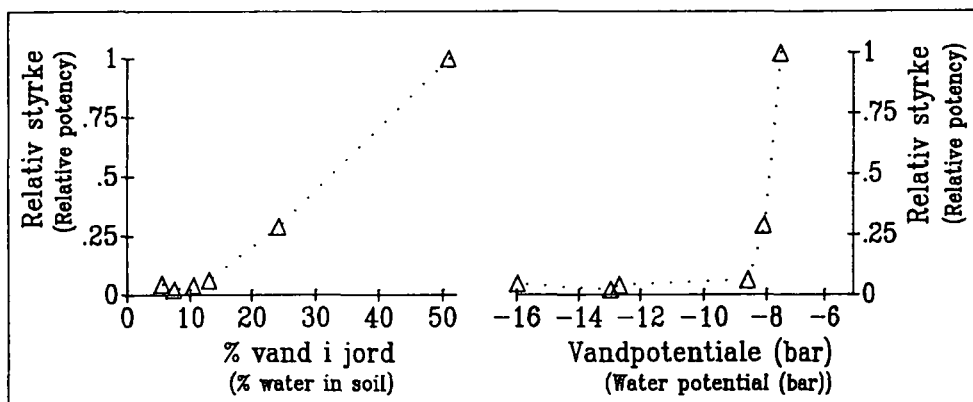
Resultater og diskussion

I figur 1 er de relative tørvægte fra forsøg 1 angivet. Forsøget er opgjort efter en ikke-lineær regressionsmodel (Kudsk 1988), og de beregnede doseringskurver er indtegnet i figuren. Tabel 2 viser de beregnede relative styrker^{*)}, og i figur 2 er de relative styrker afsat mod henholdsvis planternes vandpotentiale, og jordens relative vandindhold.

*) Den relative styrke er et udtryk for den vandrette forskydning af doseringskurverne i figur 1. Den relative styrke er sat i forhold til en tilfældigt udvalgt "målekurve", i dette tilfælde doseringskurven for de optimalt vandede planter.



Figur 1: Relative tørvægte samt beregnede doseringskurver efter sprøjtning med bentazon ved forskellige tørkestress (forsøg 1).
Relative dry weight and estimated dose response curves for bentazone used at various water stresses (experiment 1).



Figur 2: Sammenhæng mellem relativ styrke og henholdsvis vandindholdet i jorden og vandpotentiale (forsøg 1).
Correlation between water content in soil and relative potency and water potential and relative potency in experiment 1.

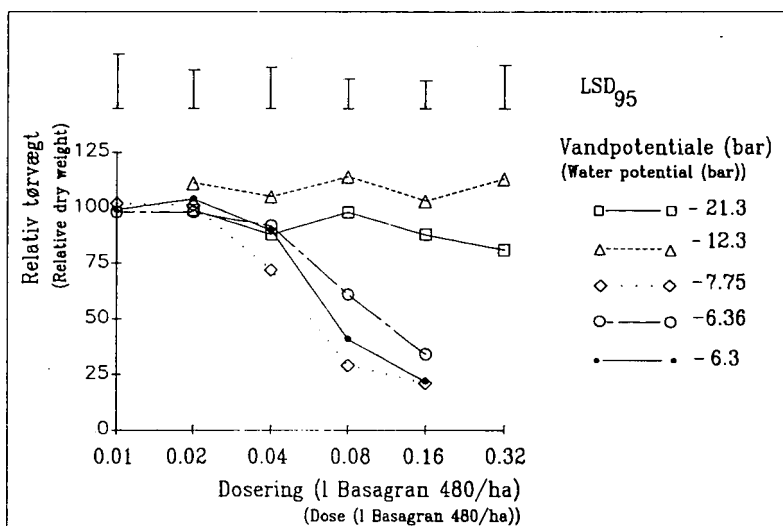
Af resultaterne fremgår det, at bentazons virkning forringes betydeligt, når testplanterne lider af tørkestress. Den relative styrke for de mest tørkestressede planter er 15-20 gange mindre end for de opvandede planter. Det betyder, at der i forsøget skulle bruges 15-20 gange så høje doseringer for at få samme effekt på tørkestressede planter, som på optimalt vandede.

Tabel 2: Relative styrker af bentazon ved forskellige tørkestress (forsøg 1).
Relative potencies of bentazone at various water levels (experiment 1).

Vandpotentiale <i>Water potential</i>	Relativ styrke <i>Relative potency</i>	95% konfidensinterval <i>95% confidens interval</i>
-7.5	1	-
-8.1	0.288	0.193 - 0.383
-8.6	0.062	0.039 - 0.084
-12.7	0.040	0.026 - 0.054
-13.0	0.023	0.015 - 0.031
-16.0	0.047	0.032 - 0.063

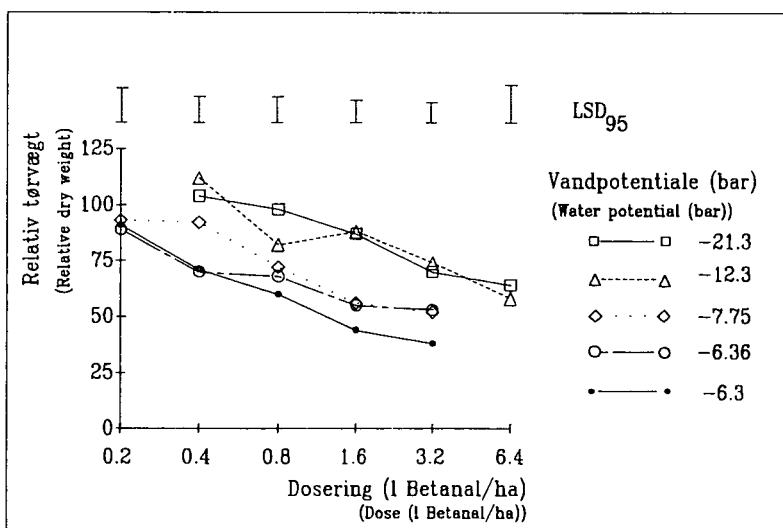
Af figur 2 fremgår det, at effekten af bentazon falder markant, når planternes vandpotentiale bliver mindre end -8 bar. Tilsvarende sker der et jævnt fald af herbicideffekten, når jordens relative vandindhold mindskes. I forsøget blev planterne dyrket i en jord med højt indhold af sphagnum, og resultaterne kan derfor ikke umiddelbart overføres til forhold, hvor planterne er dyrket i en almindelig markjord.

I figur 3 og 4 er de relative tørvægte for forsøg 2 indtegnet. Da herbiciddoseringerne i forsøget var for lave til at opnå fuld effekt i alle behandlinger, har det ikke været muligt at opføre forsøgene med den ikke lineære regressionsmodel. Det ses dog klart af figurerne, at der sker en betydelig forringelse af bentazons og phenmediphams effekt, når vandpotentialet for de behandlede planter er mindre end ca -8 bar. Uanset om planterne er dyrket i sphagnumjord (forsøg 1) eller markjord (forsøg 2), ser det ud til, at herbicideffekten forringes, når planternes vandpotentiale bliver mindre end -8 bar.



Figur 3: Relativ tørvægt af gul sennep efter sprøjtning med bentazon, ved forskellige tørkestress (forsøg 2).

Relative dry weight of sinapis alba treated with bentazon at various water stresses (experiment 2).

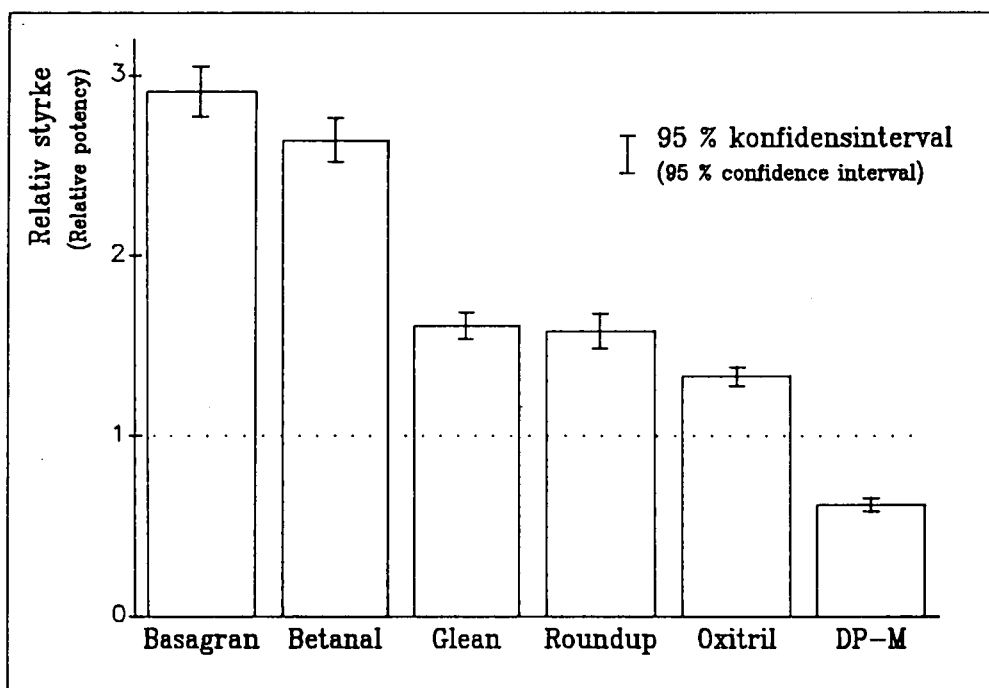


Figur 4: Relative tørvægte af gul sennep efter sprøjtning med phenmedipham, ved forskellige tørkestress (forsøg 2).

Relative dry weight of sinapis alba treated with phenmedipham at various water stresses (experiment 2).

Der er ingen entydig forklaring på den reducerede herbicideffekt på tørkestressede planter. Det er dog klart, at en lang række morfologiske og fysiologiske forhold i planter ændres radikalt, når de udsættes for tørke.

Tørke reducerer ofte bladarealet betydeligt. I forsøg 3, var bladarealet ca. 40% mindre på tørkestressede end ikke-tørkestressede planter (data ikke vist). Samtidig var bladstillingen mere opret og bladenes vokslag var tydeligt kraftigere og af en anden struktur end på vandede planter. Alle tre faktorer medfører en reduceret retention af sprøjtevæsken, og muligvis en mindre optagelse gennem bladenes voks og cutikula. På tørkestressede planter vil stomata været lukket i en længere periode af døgnet (Turner & Begg 1981), hvilket muligvis også vil reducere optagelsen af herbicidet. Tørkestress har endvidere en betydelig indflydelse på fotosyntesen (Turner & Begg 1981), hvilket kan påvirke de primære biokemiske processer, som herbicidet udøver på virkestedet i planten.



Figur 5: Relativ styrke af forskellige herbicider på tørkestressede planter. (relativ styrke for opvandede planter = 1).

Relative potencies of different herbicides, used on water stressed plants (relative potency for non stressed plants = 1).

Forsøg 3 blev opgjort med en ikke-lineær regressionsmodel for hver af de seks herbicider. I figur 5 er de relative styrker for de seks tørkestressede forsøgsled afbildet. Den relative styrke for optimalt vandede planter er for alle midler sat til 1. Vandpotentialeforskellen mellem tørkestressede og opvandede planter er forholdsvis lille i forsøget, henholdsvis -9.8 bar og -6.1 bar. Det ses dog, at der er en betydelig indflydelse af tørkestress på effekten af bentazon og phenmedipham, mens effekten af chlorsulfuron, glyphosat og ioxynil + bromoxynil påvirkes mindre af tørkestresset. DP/M blandingens effekt forbedres tilsyneladende en smule, når de behandlede planter er tørkestressede.

Som det ses, er der stor forskel på den måde tørke påvirker effekten af forskellige herbicider. Specielt kan det bemærkes, at kontaktmidlet bentazon påvirkes langt kraftigere af tørke, end det systemiske hormonmiddel DP/M, som kræver at plantens phloem transport fungerer, for at blive bragt ud til virkestedet. Der er imidlertid tegn på, at phloem transportsystemet forbliver upåvirket, selv ved kraftig tørkestress (Wardlaw, (1967, 1969)) hvilket kan forklare den manglende sammenhæng mellem herbicidets behov for translokation i planten, og dets følsomhed over for tørkestress.

Sammendrag

I tre forsøg er indflydelsen af vandstress på forskellige herbiciders virkning undersøgt. Forsøgene blev udført som pottforsøg i klimasimulatorer, med gul sennep som testplante.

I to forsøg undersøgtes effekten af bentazon og phenmedipham, på planter som var dyrket ved forskellige grader af tørkestress. Begge midlers effekt blev forringet betydeligt, når testplanternes vandpotentiale var mindre end -8 bar.

I et tredje forsøg undersøgtes effekten af bentazon, phenmedipham, ioxynil + bromoxynil, chlorsulfuron, glyphosat og dichlorprop + MCPA på planter som henholdsvis var moderat tørkestressede og optimalt vandede. Bentazons og phenmediphams effekt blev forringet betydeligt når de blev anvendt på tørkestressede planter. Ioxynil + bromoxynil, chlorsulfuron og glyphosats effekt blev ligeledes forringet; mens dichlorprop + MCPA blandingens effekt blev øget lidt, når det blev anvendt på tørkestressede planter.

Litteraturliste

1. Coupland, D. (1986): The effects of environmental factors on the performance of fluazifop-butyl against *Elymus repens*. Ann. appl. Biol., 108, 253-356.
2. Jensen, C.R. (1989): Plant Water Relations Approaches and Measurements. Department of Soil and Water and Plant Nutrition, The Royal Veterinary and Agriculture University, Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg C, Denmark.
3. Kristensen, J. (1988): Pottesprøjte til brug ved pesticidundersøgelser i kar- og pottforsøg. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse.

4. Kudsk, P (1988): The influence of volume rates on the activity of Glyphosate and Difenzoquat assessed by a parallel-line assay technique. *Pestic. Sci.*, 24,2129.
5. Merritt, C.M. (1984): Influence of environmental factors on the activity of ioxynil salt and ester applied to *Stellaria media*. *Weed Res.*, 24, 173-182.
6. Turner, N.C. (1988): Measurement of Plant Water Status by the Pressure Chamber Technique. *Irrig. Sci.*, 9, 289-308.
7. Turner, N.C., Begg, J.E. (1981): Plant-Water Relations and Adaption to Stress. *Plant and Soil*, 58, 97-131.
8. Wardlaw, I. F. (1967): The effect of Water Stress on Translocation in Relation to Photosynthesis and Growth. *Aust. J. Biol. Sci.*, 1967, 20, 25-39.
9. Wardlaw, I. F. (1969): The Effect of Water Stress on Translocation in Relation to Photosynthesis and Growth. *Aust. J. Biol. Sci.*, 1969, 22, 1-16.
10. Wilcox, D.H; Morrison, I.N.; Marshall, G. (1987): Effect of soil moisture on the efficacy of foliar-applied wild oat herbicides. *Can. J. Plant Sci.*; 67; 4; 1117-1120.

Effekt af herbicider udsprøjtet i blanding *Effect of herbicides applied in mixtures*

P. Kudsk & S. Kopp Mathiasen
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

The use of herbicides containing more than one active ingredient and application of herbicides in tank mixture with other pesticides is a common practice. In most cases two or more active ingredients applied at the same time act independently, i.e., the combined effect of the two active ingredients is additive. However, there are many examples of changes in the efficacy of a herbicide brought about by other pesticides, additives or fertilizers applied simultaneously. If the net result is an increased effect of the herbicide the interaction is said to be synergistic, whereas an interaction resulting in a decrease in effect is said to be antagonistic and examples of both synergistic and antagonistic interactions are given.

*In pot experiments the joint action of phenmedipham and desmedipham was studied on three plant species. The effect of mixtures of the two herbicides was found to be additive, i.e., the two herbicides did not interact. However, an antagonistic effect on the activity of imazamethabenz-methyl on wild oat (*Avena fatua*) and sulfonylhurea herbicides on *Stellaria media* and *Lamium purpureum* was found when applied in mixture with the dimethylamine salt of MCPA. The antagonism between imazamethabenz-methyl and MCPA on wild oat and chlorsulfuron and MCPA on *Lamium purpureum* was overcome by using a butoxyethylester of MCPA, however, on *Stellaria media* the antagonism between chlorsulfuron and MCPA was not eliminated by substituting the salt formulation of MCPA with an ester formulation.*

Indledning

En lang række af de markedsførte herbicider i Danmark indeholder mere end et aktivstof. Især inden for kornherbiciderne findes mange herbicider, der består af flere aktivstoffer tilhørende forskellige herbicidgrupper. Årsagen til, at disse blandingsprodukter bliver mere og mere almindelige, er blandt andet, at producenterne ønsker at kunne tilbyde bredspektrede herbicider, der kan klare alle de mest almindelige forekommende ukrudtsarter i en afgrøde uden at skulle suppleres med andre herbicider. Hidtil har blandingerne primært bestået af aktivstoffer, der er virksomme over for tokimbladet ukrudt, men med den stigende vintersædsdyrkning, vil vi i fremtiden sandsynligvis se flere blandinger, der er aktive over for både en- og tokimbladet ukrudt.

Herbicer bestående af flere aktivstoffer findes først og fremmest blandt kornherbicerne, hvorimod tendensen i en række af de øvrige afgrøder såsom roer, ærter og raps mere er gået imod at afprøve og markedsføre tankblandinger af forskellige herbicer, men også her vil vi sandsynligvis i de kommende år se at flere af de tankblandinger, der anvendes idag, vil blive erstattet af produkter, der indeholder alle aktivstofferne.

Sideløbende med denne udvikling er det også blevet mere almindeligt at udsprøjte herbicer i tankblanding med fungicer, insekticer og vækstreguleringsmidler for blandt andet at reducere antallet af kørsler i marken. Foruden tankblandinger mellem 2 eller flere pesticider tilsættes der også ofte additiver til sprøjtevæsken, ligesom udsprøjtning i blanding med mikronæringsstoffer og i de senere år også flydende gødninger er blevet almindeligt.

På denne baggrund er det derfor relevant at undersøge, om effekten af de enkelte herbicidaktivstoffer er den samme, hvad enten de udsprøjtes alene eller i blanding med andre pesticider, additiver eller næringsstoffer. Formålet med denne artikel er for det første at redegøre for, hvad der kan ske, når et herbicid udsprøjtes i blanding, og illustrere dette med nogle eksempler fra litteraturen, og for det andet at fremlægge resultater, fra nogle af de undersøgelser vi selv har gennemført i de seneste år.

Definitioner

I de fleste tilfælde virker de forskellige aktivstoffer i en blanding uafhængigt af hinanden, hvilket vil sige, at effekten af blandingerne kan forudsiges ud fra et kendskab til effekten af de enkelte komponenter udsprøjtet alene. I sådanne tilfælde siger man, at effekten af de 2 aktivstoffer er *additiv*. Hvis effekten af de 2 aktivstoffer ikke er additiv, er der tale om en *vekselvirkning* mellem aktivstofferne, og effekten af blandingen er derfor ikke forudsigelig ud fra et kendskab til effekten af de 2 aktivstoffer udsprøjtet alene. Hvis man opnår en større effekt end forventet, taler man om *synergisme*, hvorimod der er tale om *antagonisme*, hvis effekten er mindre end forventet.

I blanding med fungicer, insekticer, vækstreguleringsmidler, additiver og næringsstoffer er det forholdsvis let at påvise, om effekten af et herbicid påvirkes, da disse midler udbragt alene som oftest ingen nævneværdig effekt har på ukrudtet. Det er som regel noget vanskeligere at afgøre, om der er synergisme eller antagonisme mellem 2 herbicer, da begge midler ofte har effekt på ukrudtet. I de tilfælde hvor det drejer sig om blanding af herbicer, der kun er effektive over for henholdsvis en- og tokimbladet ukrudt, er det ofte lige så let at afgøre, om der er vekselvirkning, som hvis det drejer sig om blanding af herbicer og andre pesticider.

For at kunne afgøre om der er tale om synergisme eller antagonisme, er det nødvendigt at fastlægge, hvad man forstår ved additivitet, dvs. at have en referencemodel, som man kan sammenligne de observerede resultater med. Den konklusion, man når frem til, er meget afhængig af, hvilken referencemodel man har valgt. Specielt hvis man ønsker at undersøge vekselvirkninger mellem herbicer med forskellige virkemåder i planten, er det største problem ofte at fastlægge, hvilken effekt man forventer, hvis der ikke er nogen vekselvirkning mellem de undersøgte herbicer.

Årsager til synergisme

Ifølge Hatzios & Penner (1985) kan de fleste tilfælde af synergisme tilskrives enten en forøget optagelse og/eller en større transport af herbicidet eller en reduceret inaktivering i planten.

Forøget optagelse og/eller transport

Den forøgede effekt, man opnår af en række herbicider ved tilsætning af et additiv skyldes i de fleste tilfælde en forøget optagelse af herbicidet. En forøget optagelse skyldes som oftest en forøget transport gennem voks, kutikula og cellemembran, men kan i visse tilfælde også blot være et indirekte resultat af, at afsætningen på planten øges, fordi sprøjtevæskens overfladespænding reduceres, og at en større del af det udsprøjtede herbicid derfor er tilgængelig for planten.

Da de fleste formuleringer indeholder stoffer, der ligner de overfladeaktive stoffer (spredemidler), der sælges under handelsnavnene Lissapol, Citowett m.fl., er det ikke overraskende, at man ved blanding af pesticider i visse tilfælde opnår en effektførøgelse af herbicidet, der svarer til at tilsætte et additiv. En forøget afsætning/optagelse kan sandsynligvis forklare den forøgede effekt af vækstreguleringsmidlerne ethephon og ethephon+mepiquat, når de blev udsprøjtet i blanding med en række fungicider og insekticider (Thonke & Kudsk, 1984). Denne konklusion blev underbygget af, at hvis vækstreguleringsmidlerne blev udsprøjtet i blanding med et insekticid, hvor formuleringen kun indeholdt en lille mængde overfladeaktive stoffer, blev der ikke observeret nogen effektførøgelse.

Anvendelse af f.eks. ethofumesat og TCA som jordmidler før såning kan øge effekten af en efterfølgende bladspøjtning, fordi disse herbicider reducerer planternes vokslag, hvilket resulterer i en forøget optagelse af herbicid ved den efterfølgende sprøjtning. Eshel *et al.* (1976) fandt ligeledes, at effekten af desmedipham, der er kemisk beslægtet med phenmedipham, blev forøget ved udsprøjtning i tankblanding med ethofumesat. Den forøgede effekt skyldtes en forøget optagelse af desmedipham og kunne tilskrives ethofumesatformuleringen og ikke selve aktivstoffet.

Reduceret inaktivering

En række insekticider reducerer metaboliseringen og dermed inaktiveringen af metribuzin i tomater og soyabønner, og udsprøjtning af metribuzin i tankblanding med disse midler forårsager derfor store skader på afgrøden (Stephenson *et al.*, 1980). Tilsvarende observationer med met amitron, der tilhører herbicidgruppen triazinonerne ligesom metribuzin, er årsagen til, at det generelt anbefales ikke at tankblande met amitron med insekticider. Man ved ikke, hvorfor disse insekticider reducerer metaboliseringen, men årsagen kan være, at det er de samme enzymsystemer, der metaboliserer både herbicidet og insekticidet, og at insekticidet simpelthen blokerer for nedbrydningen af herbicidet (Hatzios & Penner, 1982).

At visse ukrudtsarter er mere tolerante end andre over for et herbicid skyldes som oftest, at disse arter er i stand til at inaktivere herbicidet ligesom afgrøden. Der gennemføres i disse år en del arbejde med at finde såkaldte synergister, der på samme måde som i det ovenfor nævnte tilfælde med metribuzin, blokerer for inaktiveringen hos tolerante ukrudtsarter, og dermed øger disse arters følsomhed over for herbicidet (Gressel, 1990). I England har man

på enkelte lokaliteter problemer med en biotype af ager-rævehale, der ikke længere er følsom over for en række af de herbicider, der anvendes til bekæmpelse af græsukrudt (Moss, 1987). Tolerancen skyldes netop, at denne biotype ligesom vintersæden, er i stand til inaktivere disse herbicider. Forsøg har vist, at udsprøjtes herbiciderne i tankblanding med en række af de fungicider, der virker ved at blokere for ergosterolsyntesen, er det muligt at øge effekten over for den tolerante ager-rævehale (Kemp *et al.*, 1988). Det skyldes, at disse fungicider blokerer for dannelse af de enzymer, der er ansvarlige for nedbrydningen af de pågældende herbicider. Et af de problemer, der herefter udestår, er at finde et fungicid, der kun blokerer for nedbrydningen i den tolerante ukrudsart og ikke i afgrøden.

Udviklingen af synergister er en af de måder, hvorved man kan gøre "ældre" herbicider mere bredspektret og dermed øge deres potentiale som herbicider i fremtiden.

Årsager til antagonisme

En antagonistisk effekt på et herbicids virkning kan som regel enten klassificeres som en biokemisk, kompetitiv, fysiologisk eller kemisk antagonisme (Hatzios & Penner, 1985).

Biokemisk antagonisme

Biokemisk antagonisme er det modsatte af synergisme, idet der herved forstås en antagonisme, der skyldes, at en mindre del af herbicidet når frem til det sted i planten, hvor det virker. Det kan enten skyldes en reduceret optagelse, en mindre transport eller en forøget metabolisme.

Et eksempel på en biokemisk antagonisme, er den reducerede effekt af glyphosat over for byg, hvis glyphosat udsprøjtes i blanding med hormonmidler eller bromoxynil (O'Donovan & O'Sullivan, 1982). Denne antagonisme skyldes en reduceret optagelse af glyphosat.

Kompetitiv antagonisme

En reduceret effekt af et herbicid udsprøjtet i blanding med et andet pesticid kan skyldes, at dette pesticid binder sig til det samme sted i planten, som herbicidet skal binde sig til for at være virksomt.

Generelt er der med alle de nyere selektive græsherbicider, f.eks. fluazifop-butyl, fundet, at udsprøjtes disse midler i tankblanding med hormonmidler, reduceres effekten over for græsukrudtet. Cobb & Barnwell (1989) har foreslået, at denne antagonisme skyldes, at de 2 herbicider ikke blot binder sig til det samme sted i planten, men også har modsat virkemåde, således at hormonmidlet ophæver virkningen af f.eks. fluazifop-butyl.

Fysiologisk antagonisme

Hvis f.eks. 2 herbicider, der virker hvert sit sted i planten, ophæver hinandens virkning, fordi de har modsat effekt på den samme fysiologiske proces, er der tale om fysiologisk antagonisme.

Et eksempel på denne form for antagonisme er den reducerede effekt over for flyvehavre, hvis flamprop-M-isopropyl udsprøjtes i blanding med hormonmidler (O'Sullivan & Vanden Born, 1980). Denne antagonisme er årsagen til, at flamprop-M-isopropyl ikke må udsprøjtes i blanding med hormonmidler, ligesom der også bør være et passende tidsinterval mellem sprøjtninger med de 2 herbicider.

Kemisk antagonisme

Herved forstås, at der sker en kemisk reaktion i sprøjteopløsningen, som reducerer effekten af herbicidet.

Der findes ikke mange eksempler på kemisk antagonisme ved blanding af 2 pesticider, men O'Donovan *et al.* (1983) har foreslået, at den reducerede effekt af paraquat over for byg, som de fandt ved udsprøjtning af paraquat i blanding med et dimethylaminsalt af MCPA, skyldtes en kemisk reaktion mellem de to aktivstoffer.

Et andet eksempel på kemisk antagonisme, er den reducerede effekt af glyphosat ved udsprøjtning i vand indeholdende f.eks. calcium- eller jernioner. Den reducerede effekt skyldes, at der dannes en række glyphosat-metal komplekser, hvorved herbicidet inaktiveres (Duke, 1988).

Egne undersøgelser

Generelt

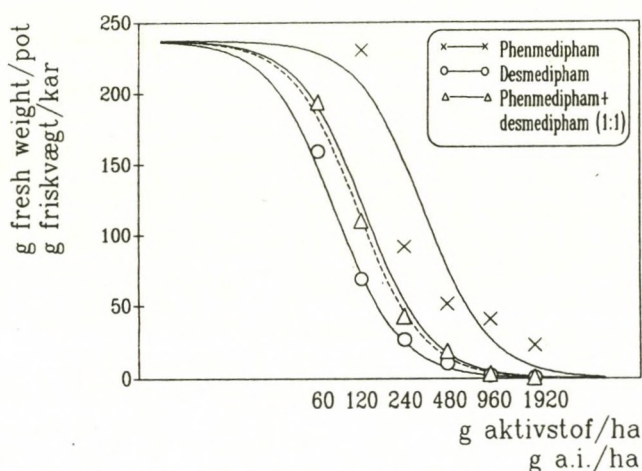
Forsøgene blev udført som karforsøg i 2 eller 8 liter pletter, der enten var placeret udendørs eller i væksthus. Planterne blev dyrket i en sphagnum-markjord blanding (30:70 vægt %) tilsat alle nødvendige makro- og mikronæringsstoffer. Pletterne blev vandet automatisk i underskål mindst en gang om dagen. Sprøjtningerne blev udført i en sprøjtekabine, og der er i alle forsøgene anvendt Hardi 4110-14 fladsprededyser. Forsøgene blev høstet ca. 3 uger efter sprøjtningen, undtagen i nogle af de forsøg hvor flyve-havre blev anvendt som testplante. I disse forsøg blev planterne høstet efter gennemskridning, hvilket som oftest var ca. 5 til 6 uger efter sprøjtningen.

Blandinger af phenmedipham og desmedipham

I en del af de phenmediphamprodukter, der sælges i udlandet, og som er under afprøvning i Danmark, indgår foruden phenmedipham også små mængder af desmedipham, der som tidligere nævnt er kemisk beslægtet med phenmedipham. Med det formål at undersøge, om der var nogen vekselvirkning mellem de 2 produkter, blev de 2 herbicider udsprøjtet alene og i forskellige blandingsforhold på henholdsvis gul sennep (*Sinapis alba*), hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) og raps (*Brassica napus*).

Da phenmedipham og desmedipham begge virker ved at blokere for fotosyntesen, kan det forventes, at doseringskurverne for de 2 herbicider og blandingerne vil være parallelle, hvilket betyder, at forsøget kan opgøres v.h.a. en "parallel-line assay" teknik (Kudsk, 1988). På grundlag af de relative styrker for de 2 herbicider udsprøjtet alene, er det muligt at beregne de forventede relative styrke af blandingerne, hvis der ikke er nogen vekselvirkning mellem de 2 herbicider. Ved at sammenligne de forventede relative styrker med de faktisk beregnede relative styrker, er det muligt at afgøre, om der er nogen vekselvirkning mellem de 2 herbicider.

Forsøgene viste, at over for gul sennep og hvidmelet gåsefod blev der generelt opnået samme effekt med de 2 herbicider, og der blev ikke fundet nogen vekselvirkning, dvs. effekten af blandingerne var ikke signifikante forskellige fra de forventede effekter. Over for raps var desmedipham betydelig mere effektiv end phenmedipham, men effekten af blandingerne var ligeledes ikke signifikant forskellig fra den forventede effekt, som det kan ses for 1:1 blandingen i figur 1, og de øvrige blandinger i tabel 1.



Figur 1. Effekten af phenmedipham, desmedipham og en blanding af phenmedipham og desmedipham i forholdet 1:1 over for raps. Markørerne angiver de målte friskvægte, mens de fuldt optrukne linier viser de beregnede doseringsskurver. Den stiplede doseringskurve viser den forventede effekt af blandingen under forudsætning af, at de 2 herbicider virker additivt. *Effect of phenmedipham, desmedipham and a mixture of phenmedipham and desmedipham in the ratio 1:1 on oil seed rape (*Brassica napus*). The markers show the observed responses and the solid curves show the calculated dose-response curves. The dotted curve is the expected dose-response curve of the mixture assuming an additive effect of the two herbicides.*

Tabel 1. Beregnede og forventede relative styrker af phenmedipham, desmedipham og forskellige blandinger af de 2 herbicider over for raps *Calculated and expected relative potencies of phenmedipham, desmedipham and mixtures of the 2 herbicides on oil seed rape (*Brassica napus*).*

Herbicide	Beregnet rel. styrke Calcul. rel. potency	Forventet rel. styrke Expected rel. potency
Phenmedipham	1.00	
Desmedipham	4.19 (3.13-5.26) ¹	
Phenmedipham + desmedipham (4:1)	2.29 (1.62-2.96)	1.64
Phenmedipham + desmedipham (1:1)	2.88 (2.12-3.63)	2.60
Phenmedipham + desmedipham (1:4)	3.57 (2.83-4.31)	3.55

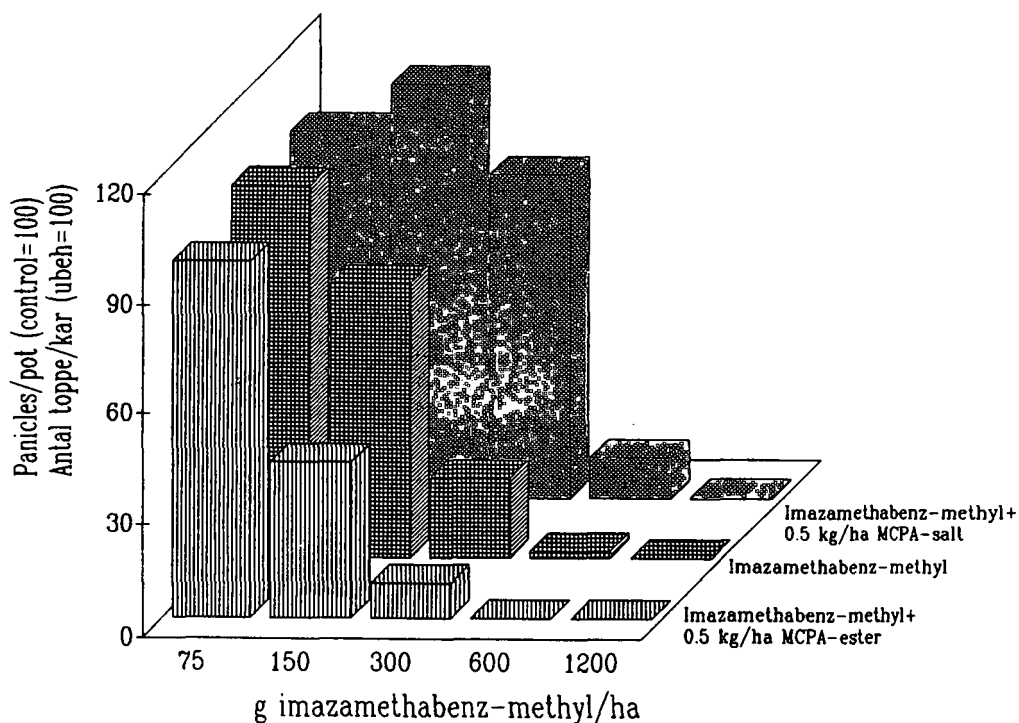
¹ 95% konfidensintervaller
95% confidence intervals

At der er tale om en additiv effekt af blandinger af disse 2 herbicider er ikke overraskende i betragtning af, at næsten alle de i litteraturen beskrevne eksempler på antagonisme og synergisme er mellem herbicider med forskellige virkemåder (Hatzios & Penner, 1985).

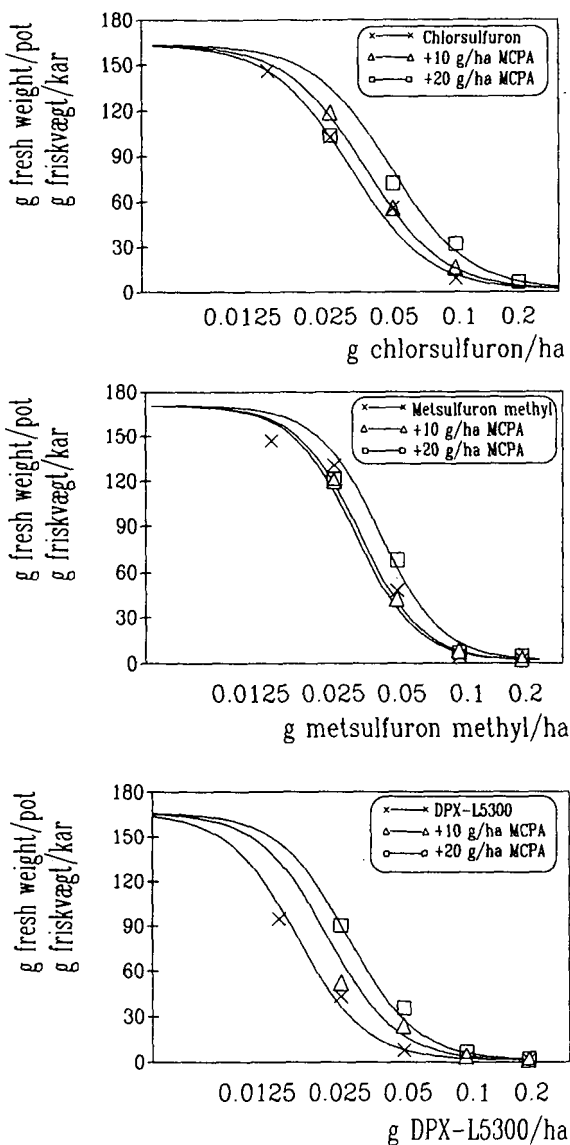
Imazamethabenz-methyl og hormonmidler

Imazamethabenz-methyl er et nyt herbicid, der har været under afprøvning i Danmark i en række år. Herbicidet kan anvendes i korn og er bl.a aktiv over for flyve-havre. Da imazamethabenz-methyl anbefales anvendt noget tidligere end difenzoquat og flamprop-M-isopropyl, vil det ofte være aktuelt at kunne blande med herbicider mod tokimbladet ukrudt.

I en række forsøg har vi undersøgt, om de mest almindeligt anvendte herbicider mod tokimbladet ukrudt, har nogen indflydelse på effekten af imazamethabenz-methyl over for flyve-havre. Chlorsulfuron (4 g/ha) havde ingen indflydelse, og ioxynil+ bromoxynil (200 + 200 g/ha) havde kun lille indflydelse på effekten af imazamethabenz-methyl, hvorimod saltformuleringer af hormonmidlerne generelt reducerede effekten signifikant. Men som det kan ses i figur 2, kunne denne antagonisme undgås ved at anvende en esterformulering af MCPA i stedet, og tilsvarende resultater blev fundet med henholdsvis en salt- og esterformulering af mechlorprop.



Figur 2. Effekt over for flyve-havre af imazamethabenz-methyl udsprøjtet alene og i blanding med 0.5 kg/ha MCPA formuleret henholdsvis som et salt og en ester. *Effect on wild oat (Avena fatua) of imazamethabenz-methyl applied alone and in mixture with 0.5 kg/ha MCPA formulated as a dimethylamine salt and a butoxyethyl ester, respectively.*



Figur 3. Effekt over for fuglegræs af chlorsulfuron, metsulfuron methyl og DPX-L5300 udsprøjtet alene og i blanding med henholdsvis 10 og 20 g/ha af et MCPA-salt. Markørerne angiver de målte friskvægte, mens kurverne viser de beregnede doseringskurver.

Effect on *Stellaria media* of chlorsulfuron, metsulfuron methyl and DPX-L5300 applied alone and in mixture with 10 or 20 g/ha of a dimethylamine salt of MCPA. Markers show observed responses and the curves show the calculated dose-response curves.

Årsagen til, at der kun er observeret antagonisme mellem imazamethabenz-methyl og saltformuleringen af MCPA, kan være, at der er tale om en kemisk antagonisme, som kun optræder, når hormonmidlet er formuleret som et salt. En sådan kemisk antagonisme ville kunne medføre en reduceret optagelse. O'Sullivan *et al.* (1977) fandt en tilsvarende forskel med diclofop-methyl, idet en saltformulering af MCPA reducerede effekten af diclofop-methyl over for flyve-havre betydeligt mere end en esterformulering. Qureshi & Vanden Born (1979) fandt, at den observerede antagonisme mellem diclofop-methyl og et MCPA-salt delvis kunne tilskrives en reduceret optagelse af diclofop-methyl i blanding med MCPA. Imidlertid fandt de også, at omdannelsen til diclofop, der er den aktive substans, som transporteres til vækstpunkterne, forgik langsommere, når diclofop-methyl blev udsprøjtet i blanding med et MCPA-salt

Imazamethabenz-methyl skal for at være aktiv omdannes til imazamethabenz (Brown *et al.*, 1987). Denne omdannelse foregår i flyve-havre men ikke i korn, hvilket er årsagen til dette herbicids selektivitet. Den antagonistiske effekt af hormonmidlerne kan måske delvis tilskrives en lignende effekt på omdannelsen af imazamethabenz-methyl i flyve-havre, som fundet med diclofop-methyl. Hvis den observerede antagonisme skyldes en reduceret omdannelse til imazamethabenz, er det imidlertid usandsynligt, at formuleringen skulle have nogen indflydelse, da både MCPA-esteren og MCPA-saltet omdannes til MCPA umiddelbart efter optagelsen. Selv om imazamethabenz-methyl både er et blad- og jordherbicid, vil der med den anvendte jordblanding og vandingsteknik i vores forsøg primært være tale om en bladoptagelse. En anden forklaring på forskellen mellem de 2 MCPA formuleringer kunne derfor også være, at formuleringsstofferne i esterformuleringen øger bladoptagelsen og dermed effekten af imazamethabenz-methyl så meget, at den antagonistiske vekselvirkning maskeres. At denne mulighed foreligger understreges af, at der i samme forsøg blev fundet en signifikant effektforbedring af imazamethabenz-methyl ved tilsætning af både 0.1% Lissapol og 1% Actipron.

Sulfonylurea herbicider og hormonmidler

Sulfonylurea herbicider og imazamethabenz-methyl er ikke kemisk beslægtet med hinanden, men virker begge ved at blokere for enzymet acetolactatsyntase og dermed for dannelsen af aminosyrene valin, leucin og isoleucin (Ray, 1984; Shaner *et al.*, 1984). På baggrund af den fundne vekselvirkning mellem imazamethabenz-methyl og hormonmidler, er det i en række forsøg blevet undersøgt, om en tilsvarende vekselvirkning kan påvises mellem sulfonylurea herbicider og hormonmidler.

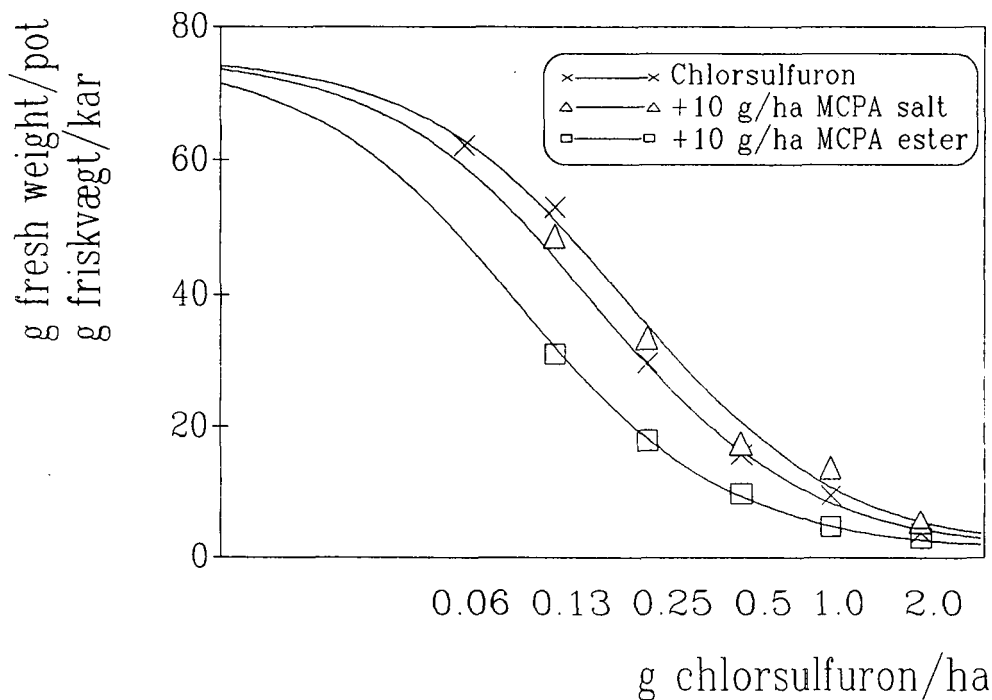
De fleste forsøg er udført med fuglegræs (*Stellaria media*) som testplante, men i enkelte forsøg er også andre testplanter anvendt. I forsøgene er en doseringsrække af et sulfonylurea herbicid udsprøjtet i blanding med fra 10 til 40 g MCPA eller mechlorprop pr. ha. Ideen bag forsøgene er, at disse små doseringer af hormonmidler ingen effekt i sig selv har på væksten af testplanterne. Derfor kan doseringskurverne med og uden hormonmiddel antages at være parallelle, og forsøgene kan derfor opgøres vha. en "parallel-line assay" teknik, som i phenmedipham/desmedipham forsøget.

Tabel 2. Relative styrker af chlorsulfuron, metsulfuron methyl og DPX-L5300 over for fuglegræs ved udsprøjtning alene og i blanding med 10 og 20 g/ha af en saltformulering af MCPA.
Relative potencies of chlorsulfuron, metsulfuron methyl and DPX-L5300 on Stellaria media when applied alone and in mixture with 10 and 20 g/ha of a dimethylamine salt of MCPA.

	Chlorsulfuron	Metsulfuron methyl	DPX-L5300
Alene <i>Applied alone</i>	1.00	1.00	1.00
+ 10 g/ha MCPA + 10 g/ha MCPA	0.85(0.73-0.96) ¹	0.95(0.82-1.09)	0.71(0.58-0.84)
+ 20 g/ha MCPA + 20 g/ha MCPA	0.64(0.55-0.73)	0.76(0.63-0.88)	0.57(0.46-0.67)

¹ 95% konfidensintervaller
95% confidence intervals

Generelt blev der i forsøgene fundet en reduceret effekt af sulfonylurea herbiciderne over for de anvendte testplanter i tankblanding med hormonmidler. Der var dog forskel fra forsøg til forsøg på, hvor stor denne reduktion var. Endvidere blev opgørelsen af enkelte forsøg besværliggjort af, at de meget lave hormondoseringer ikke altid var uden effekt på testplanternes vækst, f.eks. forårsagede 20 g MCPA/ha i nogle forsøg en signifikant reduktion i frisk- og tørvægten af fuglegræs og rød tvetand (*Lamium purpureum*) der under markforhold ikke er særlig følsomme over for betydelig større doseringer af MCPA.



Figur 4. Effekt over for rød tveand af chlorsulfuron udsprøjtet alene og i blanding med henholdsvis 10 g/ha MCPA-salt og 10 g/ha MCPA-ester. Markørerne viser de målte friskvægte, mens kurverne viser de beregnede doseringskurver.
*Effect on **Lamium purpureum** of chlorsulfuron applied alone and in mixture with 10 g/ha MCPA formulated as a dimethylamine salt and a butoxyethyl ester, respectively. The markers show the observed responses and the curves show the calculated dose-response curves.*

I figur 3 er vist effekten af chlorsulfuron, metsulfuron methyl og DPX-L5300 (foreslået navn: tribenuron methyl) alene og i blanding med 10 og 20 g/ha af en saltformulering af MCPA over for fuglegræs. Som det kan ses i tabel 2, har 20 g/ha MCPA reduceret effekten af alle 3 sulfonyleurea herbicider signifikant, mens 10 g/ha MCPA kun har reduceret effekten af chlorsulfuron og DPX-L5300.

Tabel 3. Relative styrker af chlorsulfuron over for rød tvetand ved udsprøjtning alene og i blanding med 10 g/ha af henholdsvis en salt- og esterformulering af MCPA
Relative potencies of chlorsulfuron on Lamium purpureum when applied alone and in mixture with 10 g/ha of a dimethylamine salt and butoxyethyl ester of MCPA, respectively.

Udsprøjtet alene <i>Applied alone</i>	1.00
+10 g/ha MCPA som salt <i>+10 g/ha MCPA as salt</i>	0.85 (0.71-0.99) ¹
+10 g/ha MCPA som ester <i>+10 g/ha MCPA as ester</i>	1.79 (1.49-2.08)
¹ 95% konfidensintervaller <i>95% confidence intervals</i>	

I figur 4 er resultaterne fra et tilsvarende forsøg på rød tvetand vist. Som det kan ses i tabel 3, er der i blanding med 10 g/ha MCPA-salt fundet en signifikant reduktion i effekten af chlorsulfuron, hvorimod 10 g/ha MCPA-ester har øget effekten af chlorsulfuron signifikant. Den forøgede effekt i blanding med esterformuleringen kan måske, som foreslået i imazamethabenz-methyl forsøget, tilskrives at formuleringen virker som et additiv. På fuglegræs blev der dog ikke fundet en tilsvarende forskel mellem de 2 MCPA formuleringer.

Mens den observerede antagonisme mellem imazamethabenz-methyl og hormonmidlerne er uønsket, og tankblandingen derfor bør undgås, fordi effekten over for flyve-havre reduceres, er det betydeligt sværere, set ud fra et praktisk synspunkt, at tage stilling til den observerede antagonisme mellem sulfonyleurea herbiciderne og hormonmidlerne. For selv om effekten af sulfonyleurea herbiciderne reduceres, vil hormonmidlerne også have en effekt over for de fleste tokimbladede ukrudsarter, og effekten af tankblandingen behøver derfor ikke nødvendigvis at være dårligere end effekten af sulfonyleurea herbicidet alene. At man ikke opnår den mereffekt, man skulle forvente at få, når man tankblander 2 herbicider, der udbragt alene begge har effekt over for de pågældende ukrudsarter, kan betragtes som den pris, man må betale for i en sprøjtning at kunne bekæmpe flere ukrudsarter, end man ville kunne med et af herbiciderne alene.

Over for de ukrudsarter, hvor kun sulfonyleurea herbicidet er aktivt, kan man dog risikere en for dårlig bekæmpelse ved sprøjtning i tankblanding med et hormonmiddel. F.eks kan man ved bekæmpelse af ager-stedmoder (*Viola arvensis*) i vintersæd om foråret, risikere, at effekten af en tankblanding mellem metsulfuron methyl og mechlorprop vil kunne resultere i en dårligere bekæmpelse end ved sprøjtning med metsulfuron methyl alene, da mechlorprop anvendt på dette tidspunkt, kun har meget lille effekt på ager-stedmoder. Da ager-stedmoder er en meget vanskelig ukrudsart at arbejde med i karforsøg, har det ikke

været muligt at eftervise en sådan antagonisme.

Endvidere må man forvente, at risikoen for en for dårlig effekt i marken vil være større, hvis man anvender meget lave doseringer af sulfonylurea herbicidet i blanding med normaldoseringen af hormonmidlet, da antagonismen er afhængig af forholdet mellem de 2 herbicider, som det fremgår af figur 3.

I både dette og det foregående forsøg gælder, at med den anvendte forsøgsteknik, er der primært tale om en bladeffekt af imazamethabenz-methyl og sulfonylurea herbiciderne. Hvis der under markforhold sker en stor rodoptagelse, er det ikke sikkert, at der vil være tale om nogen antagonisme. Hvis antagonismen f.eks. skyldes en reduceret bladoptagelse af sulfonylurea herbicidet i blanding med hormonmidlerne, må man formode, at der er betydelig mindre antagonisme, under forhold hvor rodoptagelsen er den vigtigste.

Konklusion

Anvendelse af herbicider, der indeholder flere aktivstoffer, samt udsprøjtning af flere herbicider i tankblanding er i de fleste tilfælde nødvendigt for at opnå en sikker bekæmpelse af alle de dominerende ukrudstarter. Udsprøjtning af herbicider i tankblanding med f.eks fungicider og insekticider medfører nogle praktiske fordele i form af færre kørsler i marken. Som det fremgår af det ovenstående, kan disse blandinger af flere aktivstoffer dog medføre, at effekten af det enkelte aktivstof enten forøges eller reduceres i forhold til, hvis det udsprøjtes alene.

En forøget effekt af et herbicid over for ukrudtet er som regel ønskværdig og bør resultere i, at man reducerer doseringen af det pågældende herbicid. Hvis effekten imidlertid også forøges over for afgrøden, som i det omtalte eksempel med metribuzin, bør disse tankblandinger naturligvis frarådes. At det er vigtigt, at man har kendskab til, hvorvidt der fås en forøget effekt ved udsprøjtning i tankblanding, kan illustreres v.h.a. eksemplet med vækstreguleringsmidlerne ethephon og ethephon + mepiquat. En for kraftig vækstregulering medfører ofte en udbyttenedgang, og er man ikke klar over, at der opnås en forbedret effekt i tankblanding med en række fungicider og insekticider, snyder man altså ikke bare sig selv for de penge, man kunne have sparet ved at nedsætte doseringen, men risikerer også at blive påført yderligere et tab i form af et reduceret udbytte.

I tilfælde af antagonisme bør fordelene opvejes mod ulemperne, som i tilfældet med tankblandinger af sulfonylurea herbicider og hormonmidler. Hvis der er tale om blandinger af herbicider, der begge kun er aktive over for enten en- eller tokimbladet ukrudt, vil fordelene nok ofte opveje ulemperne. Hvis der derimod er tale om blandinger af herbicider, der er aktive over for henholdsvis en- og tokimbladet ukrudt, vil situationen som oftest være den omvendte. Det skyldes, at der i disse tilfælde som regel er tale om en reduceret effekt over for græsukrudtet, hvorimod effekten af det herbicid, der er virksomt over for det tokimbladet ukrudt, som regel ikke påvirkes af græsherbicidet. Den eneste måde, man kan overkomme denne antagonismen på, er ved at øge doseringen af det herbicid, der bekæmper græsukrudtet, og da disse herbicider alle er dyre, vil det som regel være billigere at sprøjte å 2 gange.

Sammendrag

Anvendelse af herbicider, der indeholder mere end et aktivstof, samt udsprøjtning af herbicider i tankblanding med andre pesticider, additiver eller næringsstoffer er almindeligt i praksis. I de fleste tilfælde virker de forskellige aktivstoffer uafhængigt af hinanden, d.v.s. der er tale om en additiv effekt, men der er tilfælde, hvor effekten af et herbicid påvirkes af de øvrige komponenter i blandingen. Hvis resultatet er en forøget effekt af herbicidet, er der tale om en synergistisk vekselvirkning, hvorimod der er tale om en antagonistisk vekselvirkning, hvis effekten af herbicidet reduceres, og eksempler på begge typer af vekselvirkning er givet i artiklen. I egne undersøgelser blev der i karforsøg fundet en additiv effekt mellem phenmedipham og desmedipham over for 3 plantearter. Derimod blev der fundet en antagonistisk effekt af saltformuleringer af MCPA på virkningen af både imazamethabenz-methyl og sulfonylurea herbiciderne. Med en esterformulering af MCPA blev der ikke fundet nogen antagonistiske effekt overfor imazamethabenz-methyl, mens esterformuleringen eliminerede den antagonistiske effekt på chlorsulfuron over for rød tvetand men ikke over for fuglegræs.

Litteratur

- Brown M.A., Chiu T.Y. & Miller P. (1987): Hydrolytic activation versus oxidative degradation of Assert herbicide, an imidazolinone aryl-carboxylate, in susceptible wild oat versus tolerant corn and wheat. Pestic. Biochem. Physiol., **27**, 24-29.
- Cobb A.H. & Barnwell P. (1989): Anti-auxin activity of graminicides. Brighthorn Crop Prot. Conf.-Weeds, 183-190.
- Duke S.O. (1988): Glyphosate. I: Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action, vol 3, ed: P.C. Kearney & D.D. Kaufman, pp 1-70.
- Eshel Y., Zimdahl R.L. & Schweizer E.F. (1976): Basis for interaction of ethofumesat and desmedipham on sugarbeets and weeds. Weed Sci., **24**, 619-626.
- Gressel J. (1990): Synergizing herbicides. Reviews of Weed Science (under trykning).
- Hatzios K.K. & Penner D. (1982): Metabolism of Herbicides in Higher Plants. Burgess Publishing Company, 142 pp.
- Hatzios K.K. & Penner D. (1985): Interaction of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Reviews of Weed Science, **1**, 1-63.
- Kemp M.S., Newton L.V. & Caseley J.C. (1988): Synergistic effect of some P-450 oxidase inhibitors on the phytotoxicity of chlorotoluron in a resistant population of black-grass (*Alopecurus myosuroides*). Proc. EWRS Symp. Factors affecting Herbicidal Activity and Selectivity, 121-126.
- Kudsk P. (1988): The influence of volume rates on the activity of glyphosate and difenzoquat assessed by a parallel-line assay technique. Pestic. Sci., **24**, 21-29.
- Moss S.R. (1987): Herbicide resistance in black-grass (*Alopecurus myosuroides*). Brit. Crop Prot. Conf.-Weeds, 879-886.
- O'Donovan J.T. & O'Sullivan P.A. (1982): The antagonistic action of 2,4-D and bromoxynil on glyphosate phytotoxicity to barley (*Hordeum vulgare*). Weed Sci., **30**, 30-34.

- O'Donovan J.T., O'Sullivan P.A. & Caldwell D.C. (1983): Basis for antagonism of paraquat phytotoxicity to barley by MCPA dimethylamine. Weed Res., **23**, 165-172.
- O'Sullivan P.A., Friesen H.A. & Vanden Born W.H. (1977): Influence of herbicides for broadleaved weeds and adjuvants with diclofop methyl on wild oat control. Can. J. Plant Sci., **57**, 117-125.
- O'Sullivan P.A. & Vanden Born W.H. (1980): Interactions between benzoxyprop ethyl, flumprop methyl or flumprop isopropyl and herbicides used for broadleaved weed control. Weed Res., **20**, 53-57.
- Qureshi F.A. & Vanden Born W.H. (1979): Interaction of diclofop-methyl and MCPA on wild oats (*Avena fatua*). Weed Sci., **27**, 202-205.
- Ray T.B. (1984): Site of action of chlorsulfuron. Inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiology, **75**, 827-831.
- Shaner D.L., Anderson P.C. & Stidham M.A. (1984): Imidazolinones. Potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. Plant Physiology, **76**, 545-546.
- Stephenson G.R., Phatak S.C., Makowski R.I. & Bouw W.J. (1980): Phytotoxic interactions involving metribuzin and other pesticides in tomatoes. Can. J. Plant Sci., **60**, 167-175.
- Thonke K.E. & Kudsk P. (1984): Vækstregulering i vårbyg-blanding med andre pesticider. 1. Danske Planteværnskonf./Ukrudt, 119-137.

Sammenhængen mellem kvikbestandens størrelse og udbyttet i
korn, ærter og raps
*Yield losses in cereals, peas and rape due to competition from couch
(Elymus repens)*

Bo Melander
Planteværnscentret
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

A non-linear model relating crop yield to the density of couch (Elymus repens) registered in spring was fitted to 5 crops to evaluate the amount of grain yield losses. The crops were: Spring barley, winter wheat, winter rye, oilseed rape and peas. Data were obtained from field trials carried out on a sandy loam in 1989.

Yield losses were high in peas and rape with 15 % and 8 % respectively at a density of 10 shoots/m² in spring. The losses were less in the cereals with 2,4 %, 2,5 % and 1 % for barley, rye and wheat respectively.

There was no sign of a non-linear relation between crop yield and couch density registered at harvest for any of the crops. Instead linear regression were used giving the following grain yield losses per shoot: Barley 0,1 %, wheat 0,05 %, rye 0,1 %, peas 0,3 % and rape 0,2 %.

Thresholds for the use of the herbicide fluazifob-butyl in peas and rape were estimated to 7 shoots/m² and 15 shoots/m² respectively.

Indledning

Herbicider til bekæmpelse af Alm. Kvik (Elymus repens) udgør en væsentlig del af herbicidforbruget i dansk landbrug. Den mekaniske bekæmpelse af kvik har været meget

nedprioriteret siden udbredelsen af glyphosat (Roundup). En nedprioritering som erfaringsmæssigt øger behovet for antallet af kviksprøjtninger i sædskiftet. Spørgsmålet er om 'behovet for bekæmpelse' er særlig klart defineret med hensyn til nettogevinsten ved bekæmpelse i de enkelte afgrøder. Fra forsøgene i de Landøkonomiske Foreninger er det almindeligt kendt, at bekæmpelse af store kvikbestande giver store merudbytter i de fleste afgrøder. Derimod er det svært ud fra det nuværende materiale at få mere præcise oplysninger om: 1. Hvor meget påvirkes udbyttet ved relativ små (og store) kvikbestande. 2. Hvilke skadetærskler vil gælde for de enkelte afgrøder ved anvendelse af kvikbekæmpende herbicider. De nævnte spørgsmål samt en række populationsdynamiske forhold søges belyst gennem en flerårig forsøgsserie, der er startet i 1988 ved Planteværnscentret i Flakkebjerg. I denne publikation præsenteres resultater fra vækstsæsonen 1989.

Metode

For at klarlægge hvorledes 5 forskellige afgrøder reagerer på forskellige kviktætheder, blev der i foråret 1988 udsået kvikfrø (17 kg/ha) i renbestand på forsøgsarealet (JB 6). Kvikken udviklede sig uhindret indtil aug. 1988. Herefter blev der foretaget en række sprøjtninger, som havde til formål at skabe variation i bestandstætheden. For hver afgrøde blev det tilstræbt at skabe 20 forskellige kviktætheder, jvf. tabel 1. Forsøget var uden gentagelser og parcelstørrelsen var 2,5 x 5 m.

De 5 afgrøder som indgik i forsøget er følgende: 1.vårbyg (Grit), 2.ærter (Solara), 3.vårraps (Topas), 4.vinterhvede (Sleipner) og 5.vinterrug (PetkusII). Etablering af afgrøderne m.h.t. jordbehandling, udsædsmængde og gødskning fulgte almindelig dyrkningspraksis.

I de enkelte afgrøder blev der sprøjtet mod sygdomme og skadedyr. Ligeledes blev kornafgrøderne vækstreguleret. Det tokimbladede ukrudt blev bekæmpet med herbicider som anvist i tabel 2. Overlevende planter samt andet græsukrudt end kvik blev fjernet ved håndlugning.

Tabel 1. Skema over udførte parcellsprøjtninger. (De anførte tidspunkter gælder kun for den del af forsøget, hvor der senere blev etableret vintersæd - sprøjtetidspunkterne på vårsædsarealet lå ca. 14 dage senere).
An outline of the treatments in the parcels.

PARCEL NR.	MIDLER	DOSERINGER	TIDSPUNKT
1-6	ubehandlet		2. august
	glyphosat	1,0-0,36- 0,18 kg/ha	-
	paraquat	1,0-0,5 kg/ha	-
7-11	-----	-----	22. august
12-16	-----	-----	7. sept.
17-20	paraquat	1,0 kg/ha	2. august+ 22. august
	-----	-----	2. august+ 7. sept.
	-----	-----	2. august+ 22. august+ 7. sept.
	-----	0,5 kg/ha	-

Tabel 2. Bekæmpelse af tokimbladet ukrudt.
Control of broad-leaved weeds.

AFGRØDE	HERBICID	DOSERING	TIDSPUNKT
Byg	bromophenoxim	1,5 kg/ha	10/5
Ærter	2 x bentazon	1,2 l/ha	28/4 og 10/5
Raps	benazolin + clopyralid	448 g/ha + 80 g/ha	15/5
Hvede	bromophenoxim + terbuthylazin	840 g/ha + 160 g/ha	28/3
Rug	bromophenoxim	2 kg/ha	28/3

Udbyttet af afgrøderne og registreringerne af kvikbestanden er i hver parcel foretaget i 2 delparceller hver på 0,5 m².

Høst af afgrøde og kvik er foretaget ved afgrødens modenhed.

Kvikbestanden blev i vintersæd registreret efterår, forår og ved høst. I vårafgrøderne er registreringerne foretaget forår og ved høst. I resultatafsnittet er kviktætheden udtrykt som kvikskud pr. m². Eet kvikskud skal opfattes som hovedskud med sideskud.

Anvendt statestik

Sammenhængen mellem kærne/frø-udbyttet (y) og kvikbestanden om foråret (x) (se fig.1-5) er beskrevet ved en rektangulær hyperbel efter modellen (Cousens, 1985):

$$y = Ywf[1 - ix/(100(1 + ix/a))] \quad (1)$$

hvor Ywf er udbyttet ved kvikfri forhold, i er det procentvise udbyttetab, når kviktætheden nærmer sig 0, og a er det maksimale procentvise udbyttetab, når kviktætheden går mod uendelig. Størrelsen på i-værdien udtrykker kvikkens aggressivitet overfor afgrøden ved små kviktætheder. Forholdet i/a er intensiteten af den intraspecifikke konkurrence; hvilket er hastigheden, hvormed det maksimale udbyttetab nås (Cousens, 1985).

Modellen (1) kan også udtrykkes som procent udbyttetab (Y) ved modellen (Cousens, 1985):

$$Y = ix/(1 + ix/a) \quad (2)$$

Model (2) er vist i fig.6.

Cousens (1985) fremhæver, at estimatet af a er meget usikkert ved få eller manglende data for store ukrudtsmængder. Alle estimater af a oversteg 100% i dette forsøgsmateriale. Derfor er a sat til 100%, hvilket naturligvis påvirker estimaterne af de øvrige parametre, men

kun i ringe grad. Lignende restriktioner er foretaget af Streibig et al. (1989). Sammenhængen mellem kærne/frø-udbyttet (y) og kviktætheden ved høst (x) viste i ingen af afgrøderne tegn på en krum sammenhæng. Derfor er data i dette tilfælde beskrevet ved en ret linie:

$$y = b - tx \quad (3)$$

hvor b er udbyttet under kvikfri forhold, og t er udbyttetabet pr. kvikskud. Modellen (3) kan også udtrykkes som procent udbyttetab (Y) ved:

$$Y = 100(tx/b) \quad (4)$$

Udtrykket (4) er vist i fig.7.

Resultater

Sammenhængen mellem kærne/frø-udbyttet og tætheden af kvik om foråret i de 5 afgrøder er vist i fig. 1-6. Parameterestimaterne for modellen (1) er angivet i tabel 3 for hver af afgrøderne.

Regressionen mellem kærneudbyttet i vintersæd og tætheden af kvik om efteråret var meget dårlig, hvorfor den ikke er medtaget her.

I tabel 4 er estimaterne for modellen (3) angivet og fig.7 viser sammenhængen mellem %-udbyttetab og kviktætheden ved høst for hver af afgrøderne. En sammenligning af afgrødernes reaktion på konkurrence fra kvik på basis af høstoptalte kvikskud er meget usikker, da produktionen af sekundærskud er meget forskellig i de enkelte afgrøder, se f. eks. t -værdierne i tabel 4 sammenlignet med i -værdierne i tabel 3. Kvikkens produktion af sekundærskud er vist i fig.8.

Derfor vil en rangering af afgrødernes reaktion på konkurrence fra kvik på basis af forårsoptalte kvikskud give det bedste sammenligningsgrundlag. Fra værdierne for i og i/a i tabel 3 opnås følgende rækkefølge for kvikkens betydning for udbyttet i de 5 afgrøder:

Ærter > raps >> rug, byg og hvede.

Kornarterne betragtes under ét, da usikkerheden i parameterestimaterne for specielt hvede var meget stor. Denne usikkerhed for hvede skyldes sandsynligvis en vis udbyttevariation på forsøgsarealet, og/eller at hveden kun har reageret svagt på konkurrencen fra kvik.

Parameterestimaterne i tabel 3 gør det muligt at foretage skadetærskelberegninger for anvendelsen af kvikbekæmpende herbicider. Beregningerne foretages efter følgende formel (Cousens, 1987):

$$1 + x \cdot i/a[2 - e - Ywf \cdot p \cdot a \cdot e/(Ku + K\emptyset u)] + (x \cdot i/a)^2 \cdot (1 - e) = 0 \quad (5)$$

hvor i , a og Ywf er givet fra (1), og e er det anvendte herbicids bekæmpelseseffekt, p er prisen på afgrøden, Ku er kemikalieudgiften, og $K\emptyset u$ er udbringningsudgiften.

I tabel 5 er beregnede skadetærskelværdier for anvendelsen af fluzifob-butyl (Fusilade) i ærter og raps angivet.

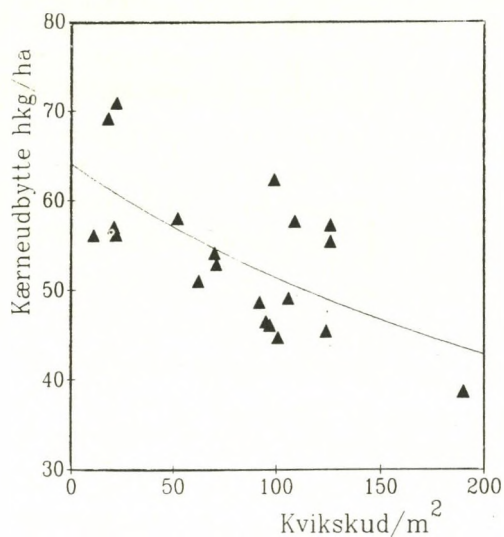


Fig.1. Sammenhængen mellem kærneudbyttet i byg og antal kvikskud optalt d. 2/5-89 på bygens stadium 13 efter decimalskalaen.
The relation between grain yield of barley and density of couch registrated in may.

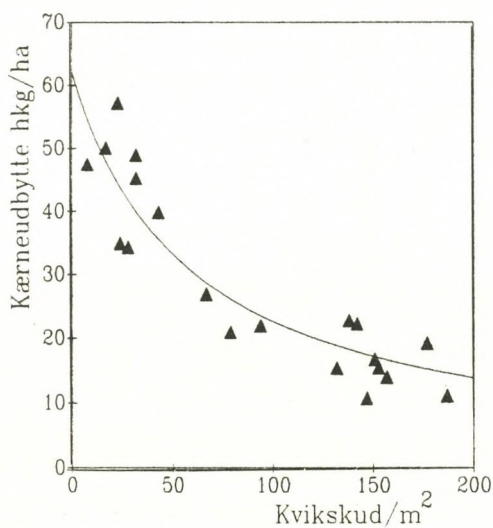


Fig.2. Sammenhængen mellem kærneudbyttet i ærter og antal kvikskud optalt d. 1/5-89 på ærternes stadium 3-4 efter Landskontorets skala.
The relation between grain yield of peas and density of couch registrated in may.

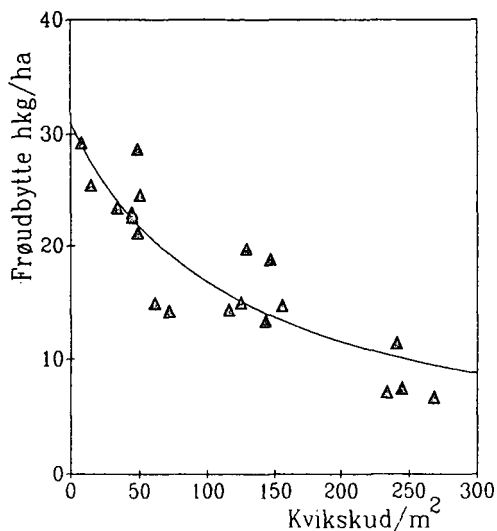


Fig.3. Sammenhængen mellem frøudbyttet i raps og antal kvikskud optalt d. 2/5-89 på rapsens stadium 2,1 efter FAO's skala.
The relation between grain yield of rape and density of couch registrated in may.

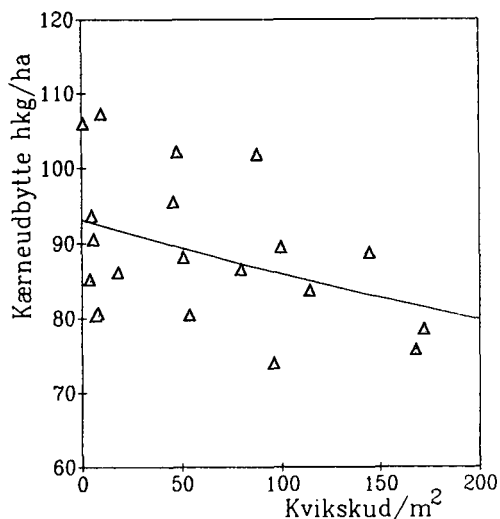


Fig.4. Sammenhængen mellem kærneudbyttet i hvede og antal kvikskud optalt d. 13/4-89 på hvedens stadium 26 efter decimalskalaen.
The relation between grain yield of wheat and density of couch registrated in april.

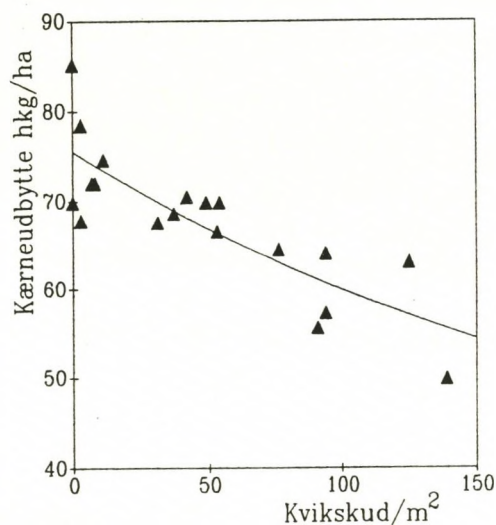


Fig.5. Sammenhængen mellem kærneudbyttet i rug og antal kvikskud optalt d. 12/4-89 på rugens stadium 29 efter decimalskalaen. Een observation er udeladt p.g.a. forsøgsfejl.
The relation between grain yield of rye and density of couch registrated in april.

Tabel 3. Parameterestimer for Ywf, i, a og i/a.
Regression estimates for Ywf, i, a and i/a.

	Byg	Ærter	Raps	Hvede	Rug
Ywf (hkg/ha)	64,0467 3,440*	62,1374 5,912*	30,9928 2,526*	93,1775 3,168*	75,5423 1,717*
i (% m ² /skud)	0,2477 0,081*	1,7439 0,404*	0,8477 0,195*	0,0837 0,048*	0,2606 0,050*
a (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
i/a (m ² /skud)	2,5 · 10 ⁻³	17,4 · 10 ⁻³	8,5 · 10 ⁻³	0,8 · 10 ⁻³	2,6 · 10 ⁻³

* S.E.

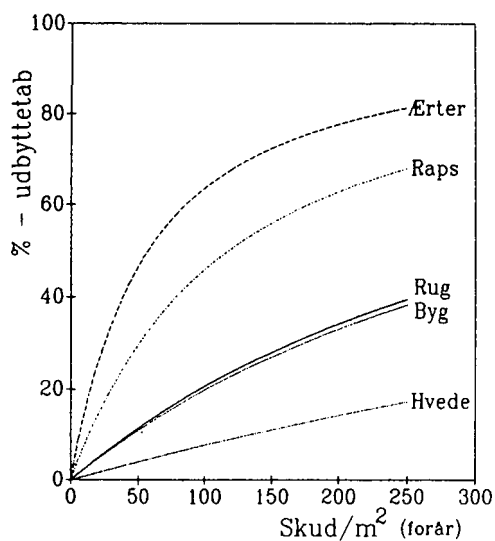


Fig. 6. Grafisk afbildning af det procentvise udbyttetab i de 5 afgrøder.
Percent yield loss in the 5 crops in relation to couch density registered in spring.

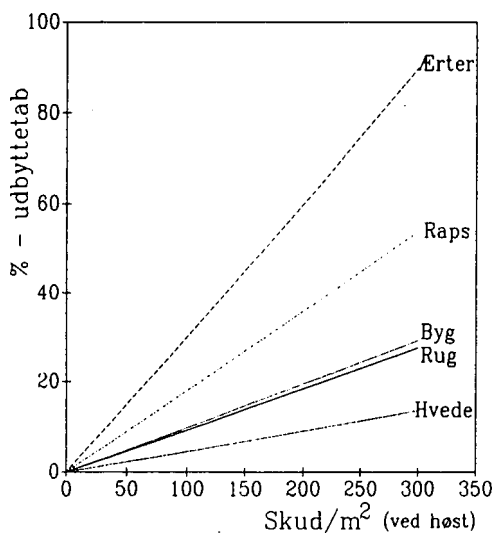


Fig. 7. Sammenhængen mellem %-udbyttetab (kærne/frø) og antallet af kvikskud optalt ved høst.
The relation of percent yield loss in the 5 crops and density of couch registered at harvest.

Tabel 4. Parameterestimer for b og t samt R^2 for den lineære regression mellem kærne/frø-udbyttet og antal kvikskud ved høst.
Regression estimates of b and t . The R -squares for the regressions are also shown.

	Byg	Ærter	Raps	Hvede	Rug
b (hkg/ha)	65,650 2,72*	57,015 2,46*	29,554 1,27*	93,467 3,29*	75,971 1,57*
t (hkg m^2 / sk ha)	0,064 0,013*	0,171 0,013*	0,053 0,005*	0,042 0,023*	0,070 0,010*
R^2	0,57	0,90	0,86	0,15	0,73

* S.E.

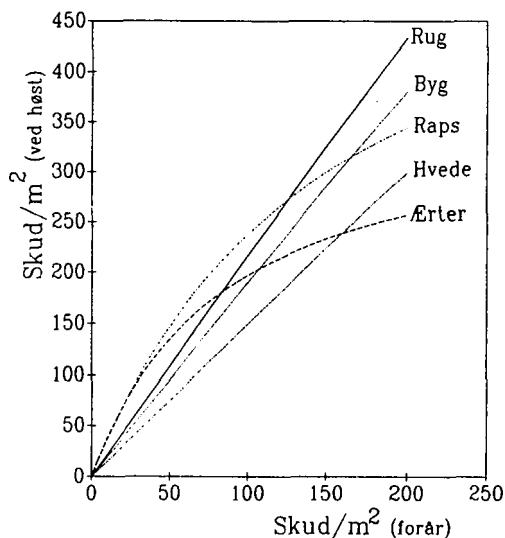


Fig.8. Produktionen af sekundære kvikskud i de 5 afgrøder. Høstdatoerne for afgrøderne var: 1. byg - 14/8, 2. ærter - 25/7, 3. raps - 9/8, 4. hvede - 1/8 og 5. rug - 7/8.
The production of secondary couch shoots in the 5 crops. Time of harvest was: 1. barley - 14/8, 2. peas - 25/7, 3. rape - 9/8, 4. wheat - 1/8 and 5. rye - 7/8.

Tabel 5. Beregnede skadetærskelværdier for anvendelsen af fluazifob-butyl (Fusilade) i ærter og raps.
Thresholds for the use of fluazifob-butyl in peas and rape.

	Ærter	Raps
Dosering (l/ha)	2 x 1,5	3
i	$1,7439 \cdot 10^{-2}$	$0,8477 \cdot 10^{-2}$
a	1	1
Ywf (hkg/ha)	62,1374	30,9928
e	0,95	0,90
p * (kr/hkg)	207	362
Ku * (kr/ha)	999	999
KØu * (kr/ha)	240	120
Skadetærskel (skud/m ²)	7	15

* Afgrødepriser fra sept. 1989. Fusilade-pris fra maj 1989. Udbringningspris fra 1989.

Diskussion

Som det fremgår af tabel 6, har vækstsæsonen 1989 været relativ tør for lokaliteten. Det tørre vejr, spec. i maj, har sandsynligvis bidraget væsentligt til de store udbyttenedgange i raps og ærter. Konkurrencen om vand har været stor i forsommerperioden. Ligeledes har kvik en evne til hurtigt at overvokse ærterne og rapsen i de tidlige faser af vækstperioden, hvilket naturligvis yderligere forringer afgrødernes konkurrenceevne.

Kornarterne har klaret sig betydeligt bedre i konkurrencen med kvik. Hvilken indflydelse det tørre vejr har haft for konkurrenceforholdet er mere uklart.

Da forsøgene skal foregå over flere år, vil der blive mulighed for at få et bedre indtryk af klimaets indflydelse.

Derimod kan forsøgsresultaterne ikke umiddelbart overføres til andre jordtyper, da jordens udbyttepotentiale, vandholdningsevne, næringsstofindhold m.m. har en væsentlig indflydelse på konkurrenceforløbet.

Fra udlandet foreligger der meget få forsøgsresultater, som beskriver afgrødernes udbytteforløb under indflydelse af konkurrence fra forskellige kviktætheder.

Tabel 6. Normal nedbør og nedbør 1989 for Sydvestsjælland i månederne maj, juni og juli. I juli faldt der 35,2 mm på dagene 30/7 og 31/7.
Normal precipitation and precipitation 1989 for may, june and july. Locality Southwest-Zealand. In july 35,2 mm of the precipitation for the month felt on the days 30/7 and 31/7.

	maj	juni	juli	Ialt
Normal nedbør (mm)	39	41	66	146
Nedbør 1989 (mm)	7,6	48,4	49,4	105,4

Tabel 7. Udbyttenedgange i vårbyg efter konkurrence fra kvik, undersøgt for årene 1974 - 78. Kvikskuddene er talt op ved byggens skridning. (Efter Rioux 1982 & 1984).
Yield reductions of spring barley due to competition from couch investigated in the years 1974 - 78. (After Rioux 1982 & 1984).

År	% - udbyttetab pr. kvikskud	Kviktæthedssområde (sk./m ²)	Udbytteteniveau (hkg/ha)
1974	0,15	0 - 400	31,1
1975	0,20	-	36,8
1976	0,16	-	37,0
1977	0,13	-	40,4
1978	0,12	-	40,4

Lineær regression af data fra Proctor (1972) viser, at i et enkelt år var nedgangen i kærneudbyttet hos ærter 0,081% pr. kvikskud for området 0 - 420 sk/m² optalt i maj. Udbytteteniveauet i forsøget var 43,4 hkg/ha.

Lineær regression af data fra Cussans (1970) viser, at kærneudbyttet hos en vårbygssort i et

enkelt år blev reduceret med 0,10% pr. primære kvikskud for området 0 - 151 sk/m². Udbytteneiveauet var på 44,0 hkg/ha. I en anden vårbygssort med et udbytteneiveau på 47,8 hkg/ha var nedgangen 0,12% pr. primære skud for samme kviktæthedsområde.

Rioux (1982 & 1984) undersøgte udbytteforholdene hos vårbyg under konkurrence fra kvik gennem en 5 årig periode på samme lokalitet. Lineære regressioner af data førte til relativt ensartede nedgange i kærneudbyttet fra år til år som angivet i tabel 7.

En direkte sammenligning af de udenlandske resultater med resultaterne i tabel 3 er ikke rimelig, da en række forhold som f. eks. udbytteneiveau, klima, dyrkningspraksis, sorter osv. er meget forskellige mellem undersøgelserne. Alligevel er det bemærkelsesværdigt, at udbyttenedgangene i vårbyg er relativt ensartede mellem resultaterne fra litteraturen og resultatet fra denne undersøgelse (se i - værdien i tabel 3).

I de udenlandske undersøgelser er udbyttenedgangene relateret til det primære antal kvikskud, hvilket ca. svarer til kvikbestanden ved byggens skridningstidspunkt, dvs. ca. midt i juni. I denne undersøgelse blev kvikken registreret i begyndelsen af maj. Cussans (1968 & 1970) fandt, at antallet af kvikskud i korn kun ændrer sig ganske lidt fra midten af maj til midten af juni. Derfor ville i - værdien i tabel 3 næppe ændres væsentligt, hvis udbyttet blev relateret til kvikbestanden i midten af juni.

Kvikbekæmpelse efter skadetærskler i de enkelte afgrøder har ingen særlig mening med mindre populationsdynamiske forhold tages med i overvejelserne. En vurdering af behovet for bekæmpelse i en given afgrøde bør altid tage hensyn til størrelsen af kvikkens opformering ved udeladelse af bekæmpelse.

Derfor vil forskningen på kvikområdet i de kommende år blive baseret på udviklingen af modeller, som kan beskrive kvikkens populationsdynamik under forskellige sædskifteforhold.

Sammendrag

Sammenhængen mellem kvikbestandens størrelse og kærne/frø - udbyttet i vårbyg, vårraps, ærter, vinterrug og vinterhvede er undersøgt i markforsøg i vækstsæsonen 1989.

Relationen mellem udbytte og kvikbestand registreret om foråret er beskrevet ved en rektangulær hyperbel. Regressionerne viste, at udbyttedepressionerne var meget store i ærter og raps med f. eks. henholdsvis 15% og 8% - udbyttetab ved 10 kvikskud/m² i foråret. Udbyttetabene var langt mindre i byg, rug og hvede med tab på henholdsvis 2,4%, 2,5% og 1% ved 10 kvikskud/m² i foråret.

Udbyttetabene er også relateret til kvikbestanden ved høst af afgrøderne. Sammenhængen er i dette tilfælde beskrevet ved lineær regression. Tabene for ærter, raps, byg, rug og hvede er her bestemt til henholdsvis 0,3%, 0,2%, 0,1%, 0,1% og 0,05% pr. kvikskud/m².

På basis af forårsoptalte kvikskud er skadetærsklen for anvendelse af fluazifob-butyl (Fusilade) i ærter bestemt til 7 skud/m². I raps blev skadetærsklen for anvendelse af fluazifob-butyl bestemt til 15 skud/m².

Litteratur

- Cousens R. (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107, p.239-252.
- Cousens R. (1987). Theory and reality of weed control thresholds. *Plant Protection Quarterly* vol.2 nr.1, p.13-20.
- Cussans G. W. (1968). The growth and development of *Agropyron repens* (L.) Beauv. in competition with cereals, field beans and oilseed rape. *Proc. 9th. Br. Weed Control Conf.*, p.131-136.
- Cussans G. W. (1970). A study of the competition between *Agropyron repens* (L.) Beauv. and spring sown barley, wheat and field beans. *Proc. 10th. Br. Weed Control Conf.*, p. 337-343
- Proctor D. E. (1972). Intercompetition between *Agropyron repens* and Peas. *Weed Research* vol.12, p.107-111.
- Rioux R. (1982). La mesure de l'interférence du chiendent dans l'orge. *Canadian Journal of Plant Science* vol.62, p.183-188.
- Rioux R. (1984). Influence de la fumure azotée sur la compétition entre le chiendent et l'orge. *Phytoprotection* vol. 65, p.61-64.
- Streibig J. C., Combellack J. H., Pritchard G. H., Richardson R. G. (1989). Estimation of thresholds for weed control in Australian cereals. *Weed Research* vol. 29, p.117-126.

Modell for simulering av vekst og bekjempelse av kveke (*E. repens*)

*A model for simulation of growth and control of couch grass (*E. repens*)*

Sverre A. Høstmark
Monsanto Norge AS
P.O. Box 172
N-1322 Høvik
Norway

SUMMARY

A IBM PC (EGA/Hercules) compatible model for simulation/ optimization of the economy in long term control of common couch in cereals has been developed. The model is independant of various ways of measuring yield, couch grass cover etc. The model is completely "open", i.e. the user has full control of all parametres. It has been translated from norwegian to danish, swedish, finnish, english, german so far. The model is not a "forecasting" model, as it only computes on average empirical data for a given area.

The most striking results based on data in several countries is that (given todays effects against couch, the actual regrowth and yield-depressing values of couch and yield values, Roundup price) a couch treatment threshold of just 15-20 shoots/m² compared to e.g. 50 shoots/m² does not mean increased use of herbicide. It is possible to compute optimum dosage in a long term strategy, compare various methods etc. and study the effect of each individual parameter on the economy.

SAMMENDRAG

Modellsimulering kan øke kunnskapen om kveke og kvekebekjempelse og samtidig avdekke behov for ny forskning på området. Den fremlagte modell er et redskap beregnet på forskere og veiledere. I en situasjon der det rettes et kritisk lys på bruk av ugrasmidler i planteproduksjonen, er det en stor fordel for premisslevere- randører å kunne simulere virkningen av ulike strategier med hensyn på balansen mellom produksjon og valg og bruk av planteverntiltak.

Det mest overraskende resultat ved simuleringen i denne modellen er antakelig de lave tiltaksgrenser mot kveke, uten nevneverdig økning i bruk av plantevernmidler. Modellen er ikke bregnet for "prognosering" og gjelder så langt bare ensidig korndyrking. Modellen kan gi svar på en lang rekke spørsmål, f.eks:

Antall ganger spart bekjempelse over 10 år, dersom effekten øker fra x til y prosent.

Hvilken dose som holder kveka under en gitt tiltaksgrense med lavest forbruk av ugrasmidler.

Modellen er "åpen", det vil si at brukeren har full kontroll med de data som skal brukes. Den kan oversettes til ethvert språk og er uavhengig av valg av måleenheter, så sant disse er konsistente. En viktig forutsetning for å få riktige resultater påligger derfor brukeren, som må påse at det finnes nødvendige data for det området som simuleringen skal gjelde.

INNLEDNING:

Det er gjort en god del arbeide med sikte på å klarlegge hvilket avlingsutslag ulike kvekedekning har gitt i kornåkre - bl.a. i regi av Statens Plantevern i Norge. Et omfattende sammenstilling av data er foretatt av Ekeberg et al (1985). Lignende sammenstillinger basert på Landforsøkene er gjort i Danmark. Det er på det rene at tapene er betydelige og med store oppsving enkelte år. 1988 var et slik år - der det ble anslått at ca. 1/3 av norske kornarealer burde vært behandlet mot kveke. Lignende forhold skal ha rådet i de øvrige nordiske land.

Et problem til nå har vært å bedømme når det er økonomisk å sette inn kvekebekjempelse. Man har plassert mye kvekebekjempelse i det år kvekedekningen nådde et uakseptabelt nivå - ofte når beregnet avlingstap langt overskrider bekjempningskostnadene det angjeldende år. En slik praksis fører til et kvekenivå som er uøkonomisk sett over flere år. Det har vært antatt at en

slik praksis har begrenset bruken av plantevernmidler. Det har derfor vært forbeholden interesse for å senke grensen for inngripen.

Store årsvariasjoner, forskjeller i pris og virkningsgrad mellom preparater, mellom dosering av preparater pr. arealenhet og mellom arealpriser på kjemiske og mekaniske mottiltak har også ført til at det har vært vanskelig å finne den årlige "Vedlikeholdskostnad" i kvekekampen for ulike metoder. Det har vært antatt at stubbharving har vært billigst.

Pløying og rutinemessig harving mot kveke har i mange land vært sett som miljømessig gunstigere enn bruk av ethvert kjemisk plantevernmiddel. I lys av den forskning som er utført ved Norges Landbrukshøgskole og i regi av Norsk institutt for GEoressurs og FOrurensningsforskning (GEFO) med økt oppmerksomhet omkring problemer knyttet til erosjon og tap av næringsstoff ønsker mange å redusere jordarbeidingen betydelig. Lignende interesser synes å spores i flere europeiske land, både av miljø- og økonomiske hensyn.

For over 50 år siden fremholdt Keen & Russel (1937) at jordarbeiding på mange jordarter ikke hadde noen positiv funksjon for kulturplantene utover å gi dem et såbed, - uten ugras kunne derfor jordarbeidingen minimeres. Idag er situasjonen at man kan begrense mange ugrasproblemer med plantevernmidler. Det er nå en tendens til å se endel bruk av plantevernmidler som et miljømessig positivt alternativ til mekanisk ugrasbekjempelse. Det må da klarlegges hvilke følger dette får for bekjempningshyppighet, økonomi osv.

I årene 1986 til 1988 er det utviklet en PC-basert regnemodel, med sikte på å skaffe større innsikt i hvordan kvekas formeringshastighet, virkningsgraden av bekjempningsmetoder, årsvariasjon, avlingsnivåer og priser samvirker. Målet er å kunne finne den mest økonomiske strategi i kvekebekjempelsen (metodevalg, bekjempningsterskel m.v), og samtidig se på sammenheng mellom preparatforbruk, tidsforbruk og bekjempningsterskler.

FORUTSETNINGER og BEGRENSNINGER:

Modellen er utviklet for å gi svar på spørsmål om bekjempningsterskler i området ca 10-300 kvekeskudd/m², (eller 1-35% kvekedekning). Det finnes alt for lite materiale om kveke utenom disse grenser, og det skulle heller ikke være særlig behov for dette i praktisk veiledning - Ved 300 skudd/m² kveke gjør man det som trengs- uansett.

Modellen bygger i alt vesentlig på at tre forhold er klarlagt:

- Kvekas midlere årlige formeringshastighet beskrevet som funksjon av mengde kveke i åkeren. (Mer data ønskelig)
- Det midlere avlingsutslag(%) som funksjon av mengde kveke.
- Den midlere virkningsgrad av et mottiltak (dose-avhengig) (Fra middelprøving m.v.)

Avlingsnivå, avlingspriser, priser på bekjempningsmidler og endel andre forhold må dessuten oppgis.

Mengde kveke kan oppgis som dekningsprosent, antall skudd pr. kvadratmeter eller antall aks pr kvadratmeter, alt etter den målemetode som brukes i forsøk i de enkelte land. Likeledes kan en velge enhet for vekt og areal og tilhørende sekundære verdier.

Det viktigste nøkkeltallet i modellen er den mengde kveke en oppgir som bekjempningsterskel. Modellen vil deretter simulere en årrekke og sette inn en bekjempning de årene kvekemengden overskrider oppgitt intervensjonsgrense, her kalt terskelverdi. Ved å simulere flere årrekker med ulike terskler vil en finne hvilken terskel som gir best økonomi, lavest forbruk av plantevernmidler m.v.

Modellen er satt opp med endel standardverdier for formering, årsvariasjon, virkningsgrader og avlingsutslag. Disse settes opp i samråd med forskere og veiledere i det enkelte land, og reflekterer dessuten mye av den viten om kveke

Monsanto har samlet i hele Norden. Det er fullt mulig å gå inn å endre disse standardverdier, dersom brukeren av programmet mener lokale erfaringer og lokale forhold tilsier andre verdier - Modellen er derfor fleksibel.

Det har vært viktig å lage en modell som arbeider med diagram og som gir bra oversikt ved å ha få menyoppslag.

Programmet som inneholder modellen er tiltenkt flere funksjoner:

Dels gir programmet muligheter for å variere verdien på de ulike faktorer som påvirker kvekas vekst og undergang - dels skal programmet gi tall til brukerne som illustrerer når kvekebekjempelse bør settes inn på de enkelte skifter.

MODELLER VS. VIRKELIGHET:

Ved konstruksjon, bruk og vurdering av simuleringsmodeller er det viktig å være klar over hva en simuleringsmodell er og hva den ikke er.

En modell gir et forenklet bilde av virkeligheten. I en modell prøver man å beskrive sammenhengen mellom de mest betydningsfulle enkeltfaktorene. Under forutsetning av at beskrivelsen er tilstrekkelig god, vil resultater fra modellen i hovedtrekkene samsvare med hva en ville se i virkeligheten.

En modell som etter testing gir rimelig samsvar med praktiske erfaringer - kan i ettetid gi store tids- og kostnads-besparelser. Man kan legge ut mange "forsøk" i modell, finne fram til de mest interessante problemstillinger og legge færre, men mere målrettede forsøk ut i felt. Resultatene fra felt brukes deretter til å korrigere modellens ulike parametre.

Den framlagte modell gjør ikke krav på å være en 100% korrekt beskrivelse av hvorledes kveke, avling og kostnader vil variere som resultat av ulik kvekefor-meringsevne og ulik bekjempningsvirkningsgrad, avlings- og produktpriser m.v..

Men modellen er et skritt på vegen til å anskueliggjøre hvordan de ulike faktorene kan samvirke og avdekker endel problemstillinger som kanskje har blitt liggende til nå. Når det gjelder å gi en økonomisk riktig veiledning i

kvekebekjempelse tror vi at denne modellen er et bedre fundament enn tilrådning basert på enkeltstående observasjoner og simplifiserte kalkulasjoner. Modellen er ikke tiltenkt noen prognose-funksjon, den varsler altså ikke om hvor stort kvekeproblemet vil bli de påfølgende år. Den foretar en simulering av hva som vil skje i gjennomsnitt over en årrekke.

EKSEMPLER PÅ FORELØPIGE RESULTATER FRA MODELLEN, ANVENDT PÅ DANMARK:

Når dette skrives foreligger modellen på dansk, finsk, norsk, engelsk og flere versjoner er underveis, bl. a. svensk. Det er brukt mest tid til å finne de mest sannsynlig korrekte verdier til bruk i modellen i Norge. Når det oppgis eksempler på resultater for Danmark, må dette derfor tas mer som eksempler på hva modellen kan gi av resultater, enn som endegyldige resultater. Etter grundig gjennomgang av input-data i begynnelsen av 1990, vil man stå på sikrere grunn. Etter å ha sjekket modellen i fire ulike land, føler vi likevel at modellens formelapparat passer godt i en lang rekke forskjellige situasjoner.

1. Bekjempningsterkel er den enkeltfaktor som har størst betydning for økonomien i kvekebekjempelsen. De samlede avlingstap i korn, forårsaket av kveke, vil kunne reduseres til under en halvpart ved å senke den praktiske bekjempningsterkel fra 40-60 til under 20 kvekeskudd per m²
2. Under forutsetning av at det er rom for å senke den gjennomsnittlige terskelen med 35 lysskudd, kan dette på dansk basis gi økte nettoinntekter i kornproduksjonen i størrelsesorden flere 100 MDkr. Pr. hektar blir den årlige preparatkostnad ca. 220 Dkr og bekjempningsintervallet ca. hvert 2.5 år ved stubbsprøyting. (Forutsetning her: ca. 150% midlere årlig kvekeformeringsgrad, 90% virkning mot kveke, en avling x pris på 6500 Dkr/Ha og 4 liter Roundup pr. Hektar, til en literpris på 140 Dkr). Ved sprøyting før høst blir den årlige preparatkostnad 150 Dkr og intervallet hvert 3.3 år (95% effekt, 3 liter/ha).

3. En senkning av bekjempningsterskelen betyr ikke et nevneverdig økt behov for bruk av plantevernmidler. Dermed oppnås denne gevinsten uten økte kostnader. Gevinsten ligger i økte avlinger pr enhet innsatsfaktor, altså en riktigere bruk.
4. En øking av virkningsgraden mot kveke fra 85 til 95% (f.eks ved korrekt tidspunkt og sprøyteteknikk) kan bety reduksjon i bruken av plantevernmidler på omkring 36% og en reduksjon i avlingstap på omkring 29%. Bekjempningshyppigheten synker fra 2.1 til 3.2 år.
5. Ved en bekjempningsterskel på ca 50 kvekeskudd/m² og ca 2.5 xx formering pr. år ,standard-doser og virkningsgrader, vil resultatene fra de ulike metoder for kvekebekjempelse i korn bli omtrent slik i sum for 10 år ved ensidig korndyrking:

Metoder	Effekt (1 åeb)	Dose l/ha	Bek.kost Dkr/Ha	Avl.tap Dkr/Ha	SUM Dkr/Ha	Roundup lit/Ha	Behandl. varighet
Stubbsprøyting:	90	4	2180	3820	6000	15.6	2.6 år
Pre-Harvest a) 95	3	3	1440	3040	4480	9.0	3.3 "
Stubbharving 4x 65	-	-	4980	5540	10520	0.0	1.2 "

Ved en bekjempningsterskel på ca 15 kvekeskudd/m² og ellers samme betingelser som over blir resultatet:

Metoder	Effekt (1 åeb)	Dose l/ha	Bek.kost Dkr/Ha	Avl.tap Dkr/Ha	SUM Dkr/Ha	Roundup lit/Ha	Behandl. varighet
Stubbsprøyting:	90	4	2240	1310	3550	16.0	2.5 år
Pre-Harvest a) 95	3	3	1500	1070	2570	9.3	3.2 "
Stubbharving 4x 65	-	-	5160	2080	7240	0.0	1.2 "

a) 1% tap på grunn av nedkjøring er tatt med i kostnadene til bekjempning, ingen høstetekniske fordeler er innkalkulert.

Ved bekjempningsterskel på ca. 15 kvekeskudd/m² og ellers like vilkår som ved 50 kvekeskudd/m² vil følgelig avlingstapene synke til ca. 1/3 mens bekjempningskostnadene stort sett forblir som før.

6. Resultater fra modellen tyder på at en optimal bruk av ROUNDUP (de beste metoder, riktig grense for inngripen og planmessig bekjempelse av kveke forut for et vekstskifte) kan redusere de årlige danske avlingstap og utgiftene til å holde kveke nede med fra omkring 200 og 400 Mill Dkr hvert år, eller mellom 110 og 240 Dkr/Ha.
7. Økende årsvariasjoner, (umulig kvekebekjempelse enkelte høster), gjør at den økonomisk optimale bekjempnings-terskelen synker.

SLUTTBEMERKNINGER

En må anta at nye forskningsresultater vil medføre at modellen må revideres. Resultatene fra modellen bør løpende vurderes opp mot praktiske resultater. En kan likevel merke seg at modellen i sin nåværende form foreslår bekjempelsesterskler som, dersom de hadde vært praktisert i Norge høsten 1987, hadde redusert skadene som følge av kveke betydelig, tross gode formerings-forhold i 1988. Hadde 1988 gitt mer moderate formeringsgrader for kveke, ville innsatsen i 1987 ikke vært bortkastet men den ville istedet ha gitt uttelling i flere år.

I andre kulturer er dagens avlingstap og mulige gevinster mindre kjent, i hvertfall under norske forhold. Beløpenes størrelse kan på lignende måte beregnes når en kjenner kvekeformeringsgrad (I Danmark er fortjenstfullt arbeide omkring dette utført av O.Permin) og avlingstap pr. prosent kvekedekning i de enkelte kulturer. Det bør være et forskningsmål å klarlegge slike faktorer i store kulturer som kultur-eng, potet, rot- og oljevekster. Undertegnede arbeider for å utvikle lignende modeller i flere kulturer.

LITTERATUR:

Ekeberg,E.,H.Riley & A.Njøs 1985: Plogfri jordarbeiding til vårkorn I. Avling og kveke (Forsk.Fors.Landbr.36:45-51)

Keen,B.A. & Russel, E.W.,1937 (J.Royal Agric.Soc. England 98:53)

Permin,O. 1982: Produktion af underjordiske udløbere hos alm. kvik ved vækst i konkurrence med byg og andre landbrugsafgrøder. (Tidskrift for Planteavl 86:65-77)

TREATMENT THRESHOLD DENMARK 2.5xx/Yr

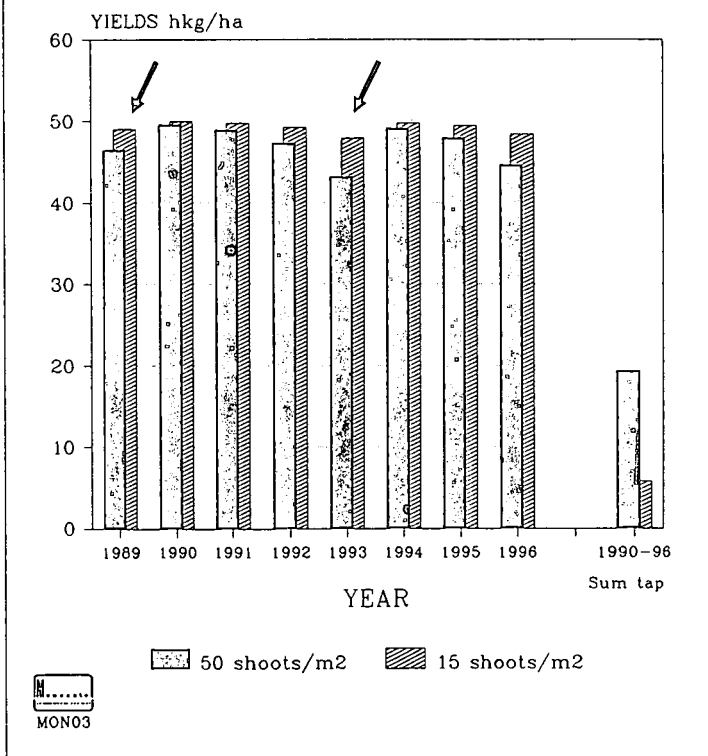
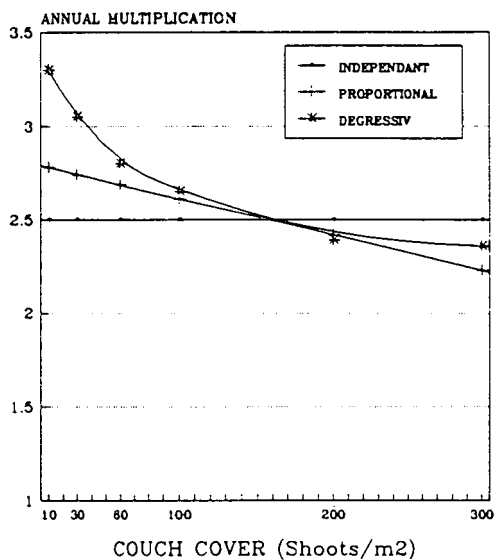


Fig. 1.:

Teoretisk avlingsforløp over en årrekke. Virkningsgrad satt til 95% (pre-harvest), Midlere årlig formeringsgrad for kveke til 2.5xx/år (ved 10 skudd/m² kvekedekning, lineært synkende til 1.95xx/år ved 400 kvekeskudd/m²) og potensielt avlingsnivå 50 hkg/ha. En senkning av bekjempnings-terskelen fra 50 til 15 skudd/m² ikke medfører økt bruk av plantevernmidler, men reduserer avlingstapet med ca 70%.

Theoretical annual yield development. Settings: Herbicidal effect 95% (pre-harvest), average annual couch multiplication 2.5xx/year (at a couch cover of 10 shoots/m², proportionally sinking to 1.95xx/year at 400 shoots/m²), potential yield 50 hkg/ha. A lowering of the treatment threshold from 50 to 15 shoots/m² does not imply increased need for herbicide, but the yield loss is reduced by approx. 70%.

COUCH MULTIPLICATION THREE TEORETIC PATTERNS



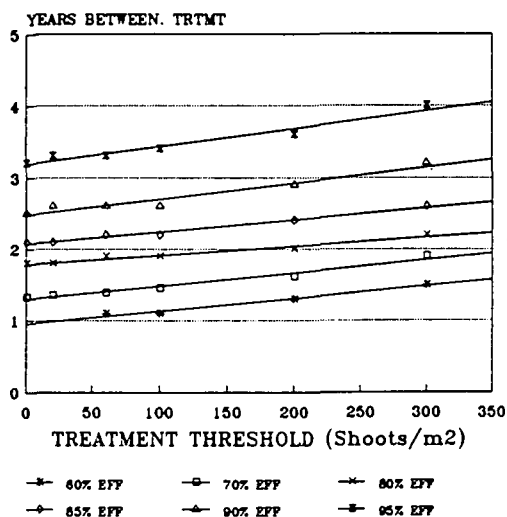
MON01

Fig. 2.:

Figuren illustrerer noen av de teoretiske sammenhenger mellom kvekedeckningsgrad og midlere årlig formeringsgrad man kan operere med i modellen. Slike sammenhenger er det ønskelig å få bedre klarlagt i flerårige feltforsøk.

The figure illustrates some theoretic relations between couch cover and mean annual couch multiplication-factor. In order to improve modelling, it is desirable to elucidate such relations in long-term fix-plot trials.

TREATMENT FREQUENCY 2.5 x multiplication/Yr



MGN02

Fig. 3.: Behandlingshyppigheten som funksjon av reduserte terskler stiger lite i området 0-100 kvekeskudd/m2. 10% økning i virkning mot kveke betyr et ekstra år ved høy virkningsgrad, men knapt et halvt år lave virkningsgrader.

In the area between 0 and 100 shoots/m2 the treatment frequency is hardly increased due to reduced thresholds. 10% effect increase means one extra year on a high effect-level, hardly a half year on low effect-levels.

Strategi for kvikbekæmpelse

Strategy against couch grass (Elymus (Agropyron) repens)

Hans Kristensen
Landbrugets Rådgivningscenter
Udkærsvvej 15, Skejby
8200 Århus N

Summary

Couch grass (Elymus (Agropyron) repens) has been more common on many farm areas for the last few years.

There is a need for a couch strategy, so that farmers can get a more efficient control in the long as well as in the short terms.

Indledning

Alm. kvik har de senere år bredt sig på mange arealer og forekommer ofte i en mængde, som betyder, at udbyttet generes. Denne uønskede udvikling er sket på trods af, at såvel mekaniske som effektive kemiske løsninger har været til rådighed. Det tyder på, at der er et behov for at anlægge en strategi for den fremtidige bekæmpelse af dette grådige græsukrudt.

Vejr- og vækstmæssige forhold

Siden midten af 80'erne har nogle vejmæssige forhold været betydningsfulde for den større udbredelse af kvik.

3 strenge vintre (84/85 - 86/87) medførte, at vintersæd og vinterraps generelt blev stærkt udtyndet. I disse "tynde marker" fik kvikplanterne forbedrede udviklingsmuligheder, og desværre blev bekæmpelse ikke iværksat i tide.

Et køligt og i sensommeren meget nedbørsrigt 1987 medførte en stærkt forsinket høst af de fleste afgrøder, specielt i Jylland. Den forlængede vækstsæson kom kvikplanterne til gode, idet denne plante ikke "går af grøde", som det sker med afgrøden.

Behovet for at intensivere bekæmpelsen af kvik blev derfor øget generelt - og forbruget af kemiske kvikmidler steg stærkt i 1988 - statistikken taler sit tydelige sprog !

Afgrødernes konkurrenceevne

Kvikplantens vækst påvirkes af konkurrence fra afgrøden. Der er meget stor forskel på den opformering, som kvik kan præstere i tætte og åben afgrøder (se tabel 1).

Afgrøde	Faktor for tilvækst (såning-høst)	Minimums- bekæmpelse for at undgå opformering
Rug	2	56%
Vinterhvede	3	67%
Vårbyg/vårhvede	5	80%
Vårraps	8	87%
Ærter	10	90%
Roer	25	96%
Majs	55	98%

Tabel 1 viser faktorer for tilvækst i antal kvikskud fra afgrødens såning til høst i forskellige afgrøder.

Samtidig er vist den bekæmpelses-effekt, som er nødvendig for at undgå en opformering af kvikmængden, når opformeringsmulighed foreligger.

Vinterbyg, vinterraps, og kraftige frøgræsser må antages at ligne rug (engrapgræs/rødsvingel ligner mere vårbyg).

Faktorerne dækker over betydelig variation afhængig af vækstforholdene for afgrøden. Dertil kommer, at kvikplanten fra august til november kan vokse voldsomt til - måske 3-doble udløbermassen - såfremt den lades urørt i stub efter høst. Det samme gør sig gældende, hvor efterafgrøder eller udlæg af frøafgrøder hindrer en bekæmpelse på denne årstid.

65 pct. grønne marker

Det politiske krav (vandmiljøplanen) om 65 pct. grønne marker betyder, at mange sædskifter ændres. Mere vintersæd og vinterraps bliver resultatet. Det giver kvikplanterne mere spillerum, fordi såning af vintersæd ofte vil hindre såvel en kemisk som en mekanisk

bekæmpelse i stubben.

Efterafgrøder - f.eks. rajgræs i vårbyg - vil give kvikken en længere vækstperiode og betyde større opformering, før bekæmpelse kan iværksættes midt i oktober.

Økonomisk skadetærskel

En egentlig økonomisk skadetærskel for kvik i forskellige afgrøder er ikke fastlagt. Det relativt store antal markforsøg i korn, som gennem årene er udført over hele landet, har i gennemsnit vist, at det ikke har været rentabelt at bekæmpe en kvikbestand, hvis mængden har været mindre end 20 kvikskud pr. m² ved høst. Det betyder - når opformeringsmuligheden for kvik tages i betragtning - at et "kviktryk" på 5-8 planter pr. m² i foråret i korn bør påkalde sig opmærksomheden - og medføre en bekæmpelse forud for eller i næste afgrøde.

I afgrøder, som yder en ringere konkurrence end korn (f. eks. ærter) og samtidigt har en længere vækstsæson (f. eks. bederoer), kan det være aktuelt at iværksætte en bekæmpelse ved et lavere "kviktryk" i foråret, f. eks. 2-3 planter pr. m².

Strategi og kvikbekæmpelse

Ukrudtsbekæmpelse bør generelt tilrettelægges efter en passende strategi. Mod kvik er det hensigtsmæssigt at opstille en strategi specielt med henblik på at styre dette problem.

Opgaven kan deles, så der på den ene side fastlægges en strategi for kvikbekæmpelsen på lang sigt, og der på den anden side fastlægges en kortsigtet strategi, gældende for bekæmpelsen i den enkelte mark og i den aktuelle afgrøde.

Den langsigtede strategi skal resultere i renere marker med en ringe - eller slet ingen kvikbestand. Det opnås ved en tilpasset indsats, som hindrer ukrudtet - her kvik - i at kaste frø eller at danne udløbere.

Den kemiske indsats skal tilpasses (f. eks. dosismæssigt) og "harmoniseres" med den mekaniske indsats, som gennemføres i forbindelse med afgrødernes etablering og i eventuelle muligheder for at gennemføre en mekanisk behandling i stubben.

De aktuelle muligheder skal fastlægges i en "handlingsplan", som har relation til det valgte sædskifte. Ændring i sædskiftet kan derfor betyde ændringer i kvikstrategien.

Den kortsigtede strategi skal medføre en effektiv og økonomisk bekæmpelse af kvik på det enkelte areal. Kvikbestanden må ikke medføre afgrødetab eller volde gener ved høst eller optagning. I visse situationer (f. eks. i visse frøafgrøder) kan det være afgørende for kvaliteten, at der er gennemført en effektiv kvikbekæmpelse. Forskellige kemiske muligheder kan være aktuelle i afgrødernes vækstsæson.

Den kortsigtede strategi skal også tage højde for behovet for bekæmpelse i den efterfølgende afgrøde. D.v.s. at evt. manglende muligheder for bekæmpelse heri kan betyde, at en "ekstra indsats" skal udføres (f. eks. før høst-behandling).

Sammendrag

Alm. kvik (*Elymus (Agropyron) repens*) har de senere år bredt sig, så stadig flere arealer er forurenet i en grad, som har udbyttebegrænsende betydning.

Der er behov for at støtte bekæmpelsen med en strategi, som skal tilgodese såvel et langsigtet mål (renere arealer generelt på ejendommen) som et kortsigtet mål (bekæmpelse af kvik her og nu i en given afgrøde).

Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde

Hoeing in cereals - row distances and seed rates

Jesper Rasmussen & Birgitte Tønnes Pedersen
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

If mechanical weed control is carried out by hoeing, a minimum row distance of 16-20 cm is demanded. If weeds are controlled well, it has been shown, that an increasement of the row distance from 12 to 20 cm generally decreases the yield of cereals from 0 to 5%. To achieve a heigh weed control by hoeing, the row distance is of great importance. Increasing it decreases the competetive ability of the crop, and makes it difficult to control weeds rooted in the rows. To control these weeds, it is important not to reduce the seed rate. The results indicate, that an increasement of the seed rate combined with a row distance near the practical lower limit for hoeing, could help achieving a better weed control.

Indledning

På Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse arbejdes der med to forskellige principper til mekanisk bekæmpelse af frøukrudt i korn, nemlig flade- og rækkebehandling. Den almindelige ukrudtsharvning repræsenterer alene fladebehandlingsprincippet, hvorimod der arbejdes med flere forskellige former for rækkebehandling (Rasmussen, 1989ab). Radrensning er den bedst kendte af disse metoder, og er samtidig den, der hidtil har været satset mest på i forsøgsarbejdet.

I forsøg har det med specialudstyr været muligt at radrense i afgrøder sået på normal rækkeafstand, men i praksis anses dette for urealistisk p.g.a. styringsproblemer. Radrensning med manuel styring forudsætter derfor en forøgelse af rækkeafstanden.

Ved påbegyndelse af radrensningsforsøgene rejste der sig derfor en række spørgsmål i tilknytning til rækkeafstand og udsædsmængde. F.eks. hvorledes den øgede rækkeafstand påvirker udbyttepotentialet, afgrødequaliteten og afgrødens konkurrenceevne overfor ukrudtet.

Materialer og metoder.

I 1987 og 1988 blev der på Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse gennemført tre forsøgsserier til belysning af rækkeafstandens og udsædsmængdens betydning for udbyttet og afgrødens konkurrenceevne overfor ukrudtet.

I forsøgsserie 1 blev der i 1987 afprøvet tre rækkeafstande i vinterhvede og vårbyg, uden at der blev ændret på plantetætheden i rækkerne. Udsædsmængden pr. ha blev således

reduceret proportionalt med den øgede rækkeafstand. På 12 cm rækkeafstand var udsædsmængden 220 kg/ha i vinterhveden og 180 kg/ha i vårbyggen. I vinterhveden blev der gennemført to identiske forsøg i sorterne Kraka og Kosack.

For hver rækkeafstand var der 3 behandlinger: ubehandlet, radrenset og herbicidbehandlet. Alle radrensninger blev foretaget om foråret (april til juni). På 12 cm rækkeafstand blev der kun foretaget en enkelt radrensning, på 24 cm 2 og på 48 cm 3 radrensninger. På 12 cm rækkeafstand var det ikke teknisk muligt at gennemføre mere end den ene radrensning. Den kemiske ukrudtsbekæmpelse blev foretaget om foråret i vinterhveden med Herbalon 620 (Chlopyralid 75 g.vs./ha + MCPA 700 g.vs./ha + mechlorprop 1400 g.vs./ha) og i vårbyg med Herbamix-DPM 667 (Dichlorprop 1600 g.vs./ha + MCPA 400 g.vs./ha).

I forsøgsserie 2, der ligeledes blev gennemført i 1987, blev 4 udsædsmængder (45, 90, 135 og 180 kg/ha) afprøvet på 12, 24 og 48 cm rækkeafstand. Formålet var at undersøge, om den optimale udsædsmængde var afhængig af rækkeafstanden. Forsøgene blev foretaget i vinterhvede (Kraka) og vårbyg (Jenny) og herbicidbehandlet som i forsøgsserie 1.

I begge forsøgsserier i 1987 var der udvintringsskader i vinterhveden. Kraka overvintrede dårligere ned Kosack ($p < 0.01$).

Forsøgsserie 3 blev gennemført i 1988. Formålet var at undersøge, i hvor høj grad rækkeafstand og udsædsmængde var afhængig af dyrkningsbetingelserne. Der blev udført to forsøg, et i vinterhvede og et i vårbyg. Rækkeafstandene var 12, 20 og 30 cm. Udsædsmængderne i vinterhveden var 140, 210 og 280 kg/ha ved 12 cm rækkeafstand og 70, 140 og 210 kg/ha ved 20 og 30 cm. I vårbyggen var udsædsmængderne 120, 180 og 240 kg/ha ved 12 cm rækkeafstand og 30, 120 og 180 kg/ha ved 20 cm og 30 cm rækkeafstand. Sorterne var henholdsvis Kraka og Jenny med 1000-kornsvægte på 43 og 46 og en markspiring på ca. 90% og 65%.

De to dyrkningssystemer adskilte sig fra hinanden med hensyn til ukrudtsbekæmpelsesmetode og gødskning. I system 1 blev der gødet moderat og radrenset, og i system 2 blev der gødet normalt og foretaget kemisk ukrudtsbekæmpelse. Radrensningerne i system 1 blev kun gennemført på 20 og 30 cm rækkeafstand med 2 behandlinger i vinterhveden og 1 behandling i vårbyggen. På 12 cm rækkeafstand blev der ikke foretaget ukrudtsbekæmpelse. Der blev gødet med henholdsvis 80 kg N/ha i vinterhveden og 70 kg N/ha i vårbyggen med en 21-4-10 blandingsgødning. I system 2 blev der foretaget kemisk ukrudtsbekæmpelse på alle rækkeafstande med samme herbicider og doseringer som i 1987 og gødet med henholdsvis 160 kg N/ha i vinterhveden og 120 kg N/ha i vårbyggen. I begge systemer blev der bekæmpet svampesygdomme og skadedyr efter behov.

I såvel forsøgsserie 1 som 2 var de dominerende ukrudtsarter i vinterhveden Alm. Fuglegræs (*Stellaria media*), Fersken-Pileurt (*Polygonum persicaria*), Snerle-Pileurt (*P. convolvulus*) og Enårig Rapgræs (*Poa annua*). I vårbyggen dominerede Alm. Fuglegræs (*S. media*) og Snerle-Pileurt (*P. convolvulus*). Der var ca. 150 ukrudtsplanter pr m^2 ved sprøjtetidspunktet i vinterhveden og ca. 120 ukrudtsplanter pr. m^2 i vårbyggen. I forsøgsserie 3 var de dominerende arter i vinterhveden Storkronet Ærenpris (*Veronica persica*), Snerle-pileurt (*P. convolvulus*), Alm. Fuglegræs (*S. media*) og spildraps. I vårbyggen var Alm. Fuglegræs (*S. media*) dominerende. I begge forsøg var der ca. 50 ukrudtsplanter pr. m^2 på sprøjtetidspunktet.

Alle forsøg blev opgjort i juli m.h.t. ukrudtseffekt, hvor ukrudtet blev høstet, tørret og vejjet.

Resultater

Forsøgsserie 1

I forsøgsserie 1, hvor almindelig såning på 12 cm rækkeafstand blev sammenlignet med såning, hvor henholdsvis hver 2. og hver 3. såtragt var lukket, blev der i alle 3 forsøg fundet faldende udbytte ved et stigende antal lukkede såtrakte (figur 1).

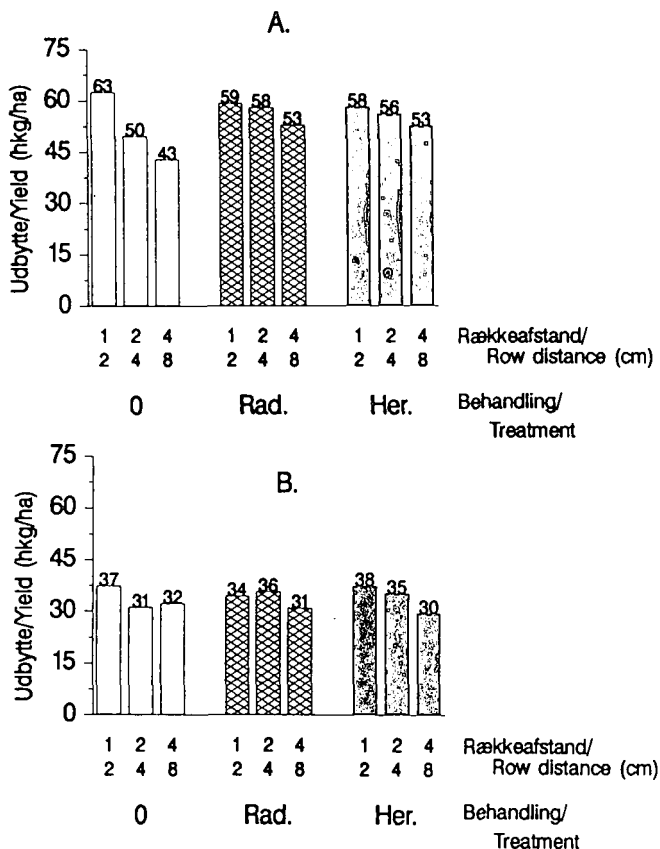


Fig. 1. Udbytte ved stigende rækkeafstand i vinterhvede (sortsgennemsnit) (A) og vårbyg (B) med konstant plantetæthed i rækkerne (Forsøgsserie 1). O: Ingen ukrudtsbekæmpelse. Rad.: Radrensning, og Her.: Herbicidbehandling. Response of increasing row distance on yields in winter wheat (A) (means of 2 trial) (A) and spring barley (B) with a constant number of plants in the rows (Series 1). O: No weed control. Rad.: Hoeing. Her: Herbicide.

Selvom vinterhvedesorten Kosack gav et stort merudbytte på 9.1 hkg/ha i forhold til Kraka ($p < 0.0001$), var udbyttereduktionen ved stigende rækkeafstand den samme i de to sorter. Udbyttereduktionen var især stor, hvor der ikke var blevet foretaget ukrudtsbekæmpelse (figur 1 og tabel 1).

I bygforsøget var udbyttet ikke så klart påvirket af rækkeafstanden som i vinterhveden, men en regressionsanalyse viste, at udbyttereduktionen var statistisk sikker ($p < 0.05$) og uafhængig af bekæmpelsesformen. Den udbyttestigning der blev målt ved at øge rækkeafstanden til 24 cm ved radrensning var således ikke statistisk sikker (figur 1).

I alle forsøg steg ukrudtsmængden med stigende rækkeafstand i det herbicidbehandlede og ubehandlede forsøgsled, hvorimod den ved radrensning blev reduceret ved en rækkeafstandsforøgelse til 24 cm (figur 2). Radrensningens større effektivitet på 24 cm har altså mere end opvejet reduktionen i afgrødens naturlige konkurrenceevne.

Den meget nedbørsrige vækstsæson 1987 gav en utilfredsstillende kemisk bekæmpelse af Enårig Rapgræs (*Poa annua*) og Alm. Fuglegræs (*Stellaria media*) i henholdsvis vinterhveden og vårbyggen.

Forsøgsserie 2

I forsøgsserie 2 blev udsædsmængderne 45, 90, 135 og 180 kg/ha afprøvet på rækkeafstandene 12, 24 og 48 cm i vinterhvede og vårbyg.

De alvorlige udvintringsskader i vinterhveden var uafhængige af rækkeafstand og udsædsmængde, og der var ingen sammenhæng imellem udvintringsskader og høstudbytte, selvom op til 50% af planterne i enkelte parceller var udvintret. Forsøget var derfor præget af stor forsøgsusikkerhed, og kun rækkeafstanden havde sikker effekt på udbyttet ($p < 0.05$) (tabel 1). I vårbygforsøget havde både rækkeafstand og udsædsmængde effekt på udbyttet, men der var ingen vekselvirkning imellem de to faktorer. Den optimale udsædsmængde var således uafhængig af rækkeafstanden. Følgende sammenhænge imellem udbytte, rækkeafstand og udsædsmængde kan opskrives:

(1) Vinterhvede:	$y = 45.2 - 0.19x$	$R^2 = 0.31 *$
(2) Vårbyg:	$y = 33.6 - 0.22x + 0.043z$	$R^2 = 0.63 ***$

hvor y er høstudbyttet i hkg/ha, x er rækkeafstanden i cm og z er udsædsmængden i kg/ha. Af ligning 2 fremgår det, at udbyttet steg med 4.3 kg pr. kg udsæd i hele udsædsintervallet i vårbyggen. Den økonomisk optimale udsædsmængde lå således over 180 kg/ha uanset rækkeafstand.

Rækkeafstanden havde ikke nogen sikker effekt på buskningen, hvorimod antallet af grønskud i byggen ved høst steg med stigende rækkeafstand ($p < 0.05$). Der var en del lejesæd i bygforsøget, men der kunne ikke påvises nogen systematisk sammenhæng imellem rækkeafstand og lejesæd.

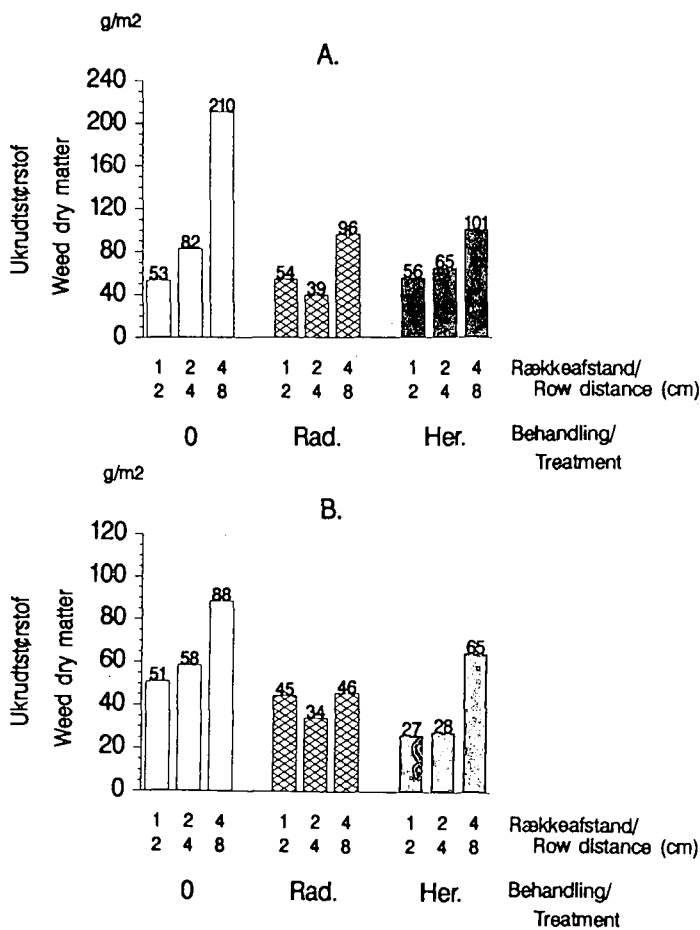


Fig. 2.

Ukrudtstørstof ved stigende rækkeafstand i vinterhvede (A) (sortsgennemsnit) og vårbyg (B) med konstant plantetæthed i rækkerne (Forsøgsserie 1). O: Ingen ukrudtsbekæmpelse. Rad.: Radrensning, og Her.: Herbicidbehandling. Response of increasing row distance on weed dry matter in winter wheat (A) (means of 2 trials) and spring barley (B) with a constant number of plants in the rows (Series 1). O: No weed control. Rad.: Hoeing. Her: Herbicide.

Forsøgsserie 3

I forsøgsserie 3 blev det undersøgt om ændringer i rækkeafstand og udsædsmængde havde forskellig betydning i de forskellige dyrkningssystemer.

I vinterhveden var afgrødens reaktion på en forøgelse af rækkeafstanden afhængig af dyrkningssystemet, hvorimod udsædsmængden havde samme betydning i begge systemer. Følgende sammenhænge kan opskrives:

$$\begin{aligned} (3) \text{ System 1: } & y = 72.9 - 0.252x + 0.0155z \\ (4) \text{ System 2: } & y = 99.9 - 0.507x + 0.0155z \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} (3) \text{ System 1: } \\ (4) \text{ System 2: } \end{aligned}} \right\} R^2 = 0.89 \quad ***$$

hvor y er høstudbytte i hkg/ha, x er rækkeafstand i cm og z er udsædsmængde i kg/ha.

Ifølge ligning 3 og 4 har en forøgelse af udsædsmængden med 1 kg givet 1.55 kg i merudbytte i begge dyrkningssystemer, hvorimod en forøgelse af rækkeafstanden havde ca. dobbelt så stor effekt i system 2. Estimerede udbytteværdier er afbildet i figur 3.

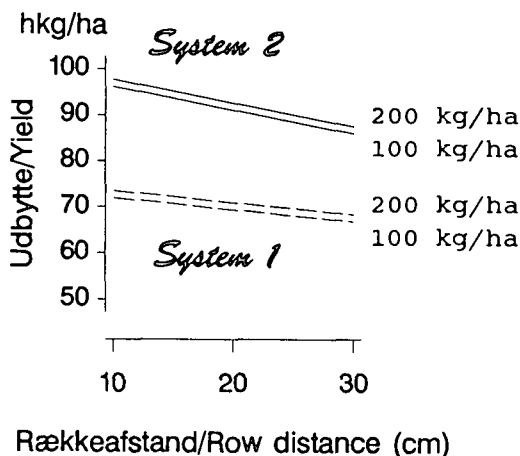


Fig. 3. Estimeret udbytte ved forskellige rækkeafstande og udsædsmængder i dyrkningssystem 1 og 2 (Forsøgsserie 3).
Yield estimates at different row distances and seed rates in two growing systems (Series 3).

I vårbyggen var sammenhængen imellem udbytte, rækkeafstand, udsædsmængde og dyrkningssystem ikke så simpel som i vinterhveden, p.g.a komplekse vekselvirkninger imellem rækkeafstand og udsædsmængde samt imellem udsædsmængde og dyrkningssystem:

$$\begin{aligned} (5) \text{ System 1: } & y = 105 - 4.64x + 0.0797x^2 - 0.478z + 0.0565xz - 0.00122x^2 z \\ (6) \text{ System 2: } & y = 105 - 4.64x + 0.0797x^2 - 0.465z + 0.0565xz - 0.00122x^2 z \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} (5) \text{ System 1: } \\ (6) \text{ System 2: } \end{aligned}} \right\} R^2 = 0.85 \quad ***$$

hvor y er høstudbytte i hkg/ha, x er rækkeafstand i cm, z er udsædsmængde i kg/ha. Vekselvirkningerne bør dog ikke tillægges nogen større betydning, da de var små, som man får et indtryk af i figur 4. Forsøgsresultaterne var usædvanlige, da der i begge dyrknings-systemer blev opnået merudbytte ved at øge rækkeafstanden til 20 cm.

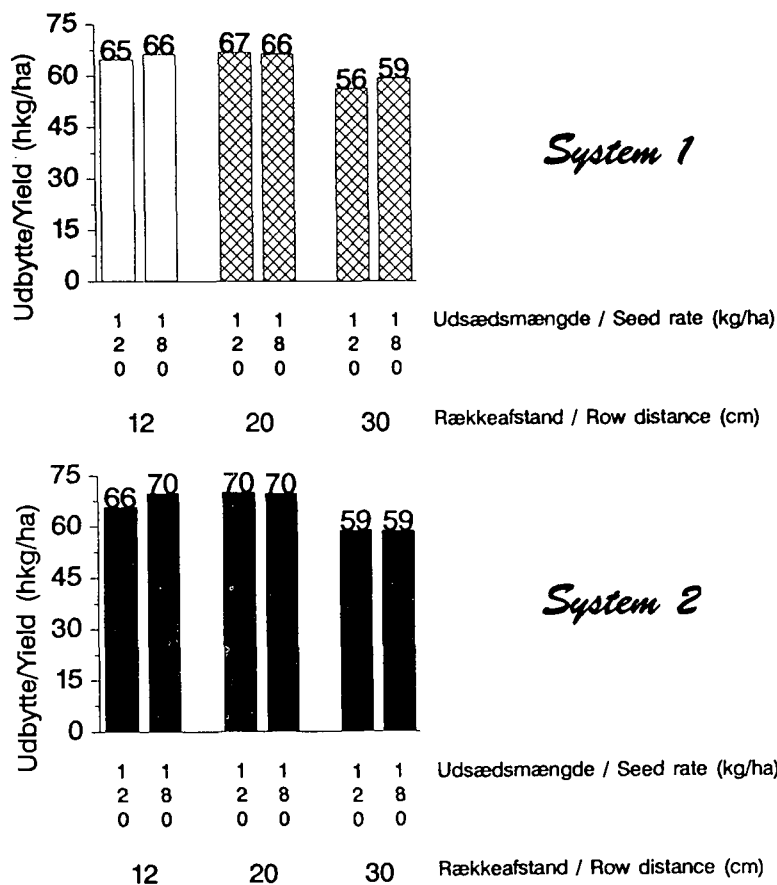


Fig. 4. Udbytte ved stigende rækkeafstand og udsædsmængde i dyrkningssystem 1 og 2 i vårbyg (Forsøgsserie 3). Søjleskravering som i fig. 1.
Yields at different row distances and seed rates in two growing systems (series 3). Patterns of bars as in fig. 1.

I såvel vinterhveden som vårbyggen var den kemiske bekæmpelse effektiv i 1988 (figur 5 og 6). Ved radrensning blev der efterladt langt større ukrudtsmængder end ved den kemiske bekæmpelse, men de aktuelle mængder har dog næppe været af udbyttmæssig betydning.

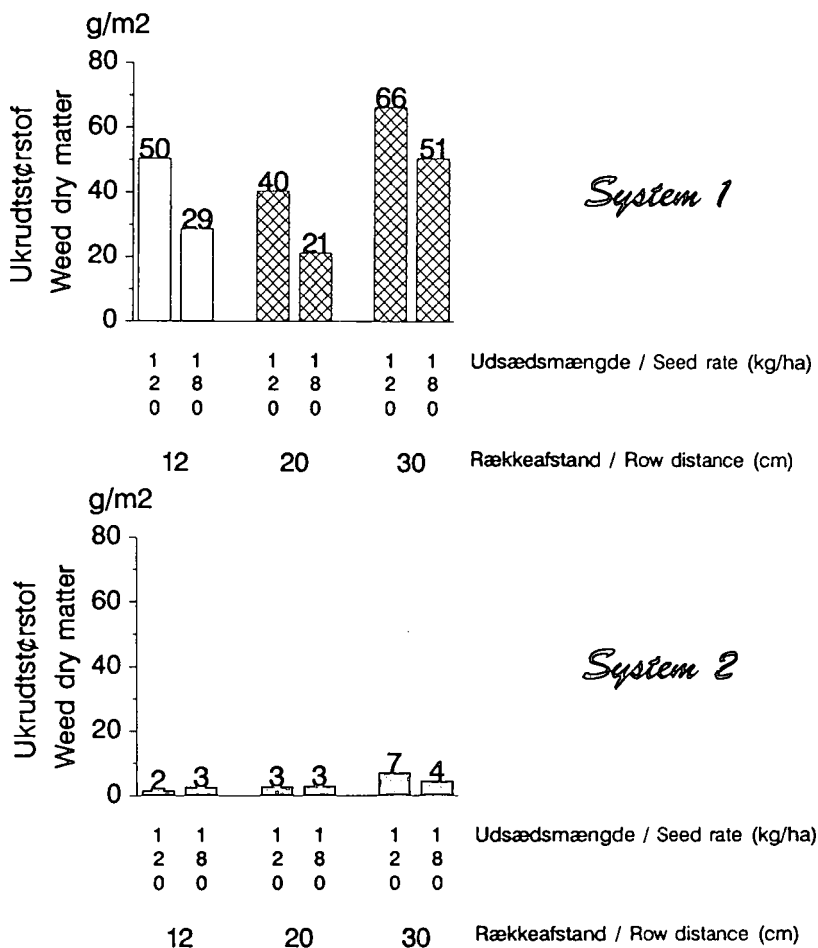


Fig. 5. Ukrudstørstof ved stigende rækkeafstand og udsædsmængde i dyrkningssystem 1 og 2 i vårbyg (Forsøgsserie 3).
Weed dry matter in spring barley at different row distances and seed rates in two growing systems (series 3). Patterns of bars as in fig. 1.

I både vinterhveden og vårbyggen blev buskningen reduceret med øget rækkeafstand ($p < 0.05$), hvorimod der ikke var nogen effekt på litervægten eller 1000-kornsvægten. Der forekom ikke lejesæd eller grøns kud i forsøgene.

I tabel 1 er det på grundlag af ligning 1 - 6 beregnet hvad en forøgelse af rækkeafstanden har betydet i de forskellige forsøg.

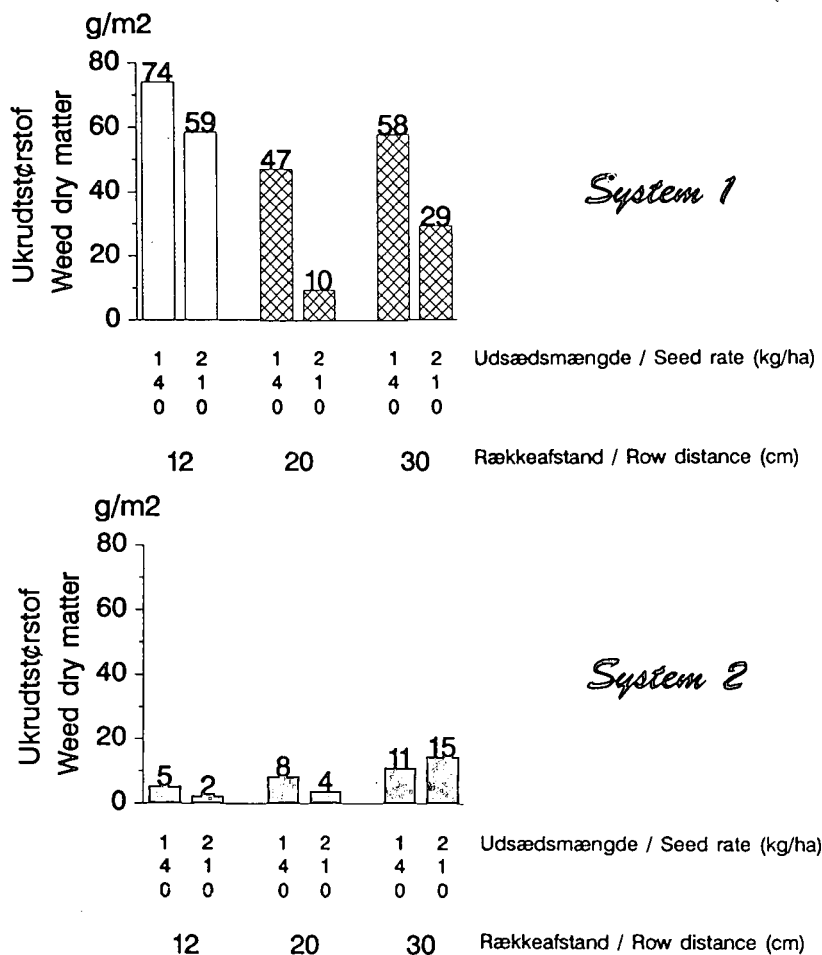


Fig. 6. Ukrudtstørstof ved stigende rækkeafstand og udsædsmængde i dyrkningssystem 1 og 2 i vinterhvede (forsøgsserie 3.)
Weed dry matter in winter wheat at different row distance and seed rates in two growing systems (series 3). Patterns of bars as in fig. 1.

Tabel 1. Estimeret udbyttereduktion ved en forøgning af rækkeafstanden fra 12 til 20 cm på grundlag af ligning 1 til 6.
Estimated yield reduction by increasing row distance from 12 to 20 cm.

Behandling <i>Treatment</i>	Udbyttereduktion <i>Yield reductions</i>			
	Vinterhvede <i>Winter wheat</i>		Vårbyg <i>Spring barley</i>	
	%	hkg/ha	%	hkg/ha
Serie 1 ¹				
Kontrol - <i>control</i>	5.7	3.4	1.3	0.5
Radrensning - <i>hoeing</i>	2.9	1.7	1.3	0.5
Herbicid - <i>herbicide</i>	3.2	1.9	1.3	0.5
Serie 2				
Herbicid - <i>herbicide</i>	3.5	1.5	4.5	1.8
Serie 3 ²				
System 1	2.7	2.0	- 8.3 ³	5.4
System 2	4.2	4.1	- 8.0	5.4

1) udsædsmængden er reduceret proportionalt med rækkeafstanden

Seed rate proportional reduced to row distance

2) udsædsmængde = 180 kg/ha

seed rate = 180 kg/ha

3) udbytteforøgelse

yield increase

Diskussion

En øgning af rækkeafstanden fra 12 til 20 cm har bortset fra bygforsøget i forsøgsserie 3 givet små udbyttenedgange på nogle få procent. I andre, overvejende svenske forsøg, har man i gennemsnit fundet udbyttenedgange i størrelsesordenen 0.65% pr. cm øget rækkeafstand (Strand, 1968; Bengtsson, 1972; Andersson, 1986 og Håkansson, 1984). Det svarer til ca 5% udbyttenedgang ved en forøgelse af rækkeafstanden fra 12 til 20 cm, altså i overkanten af det som er angivet i tabel 1. Andre nyere danske forsøg synes også at vise, at udbyttenedgangene er mindre end 5% under danske forhold (Anonym, 1987; 1988; 1989; og Pedersen, et. al., 1988; Rasmussen, 1989a).

Merudbyttet ved øgning af rækkeafstanden i bygforsøget i serie 3 kan ikke forklares, men også andre har i enkelte tilfælde fundet merudbytte ved at øge rækkeafstanden (Håkansson, 1979; Pedersen et. al., 1988). Håkansson (1979) angiver, at øget rækkeafstand muligvis kan sikre en bedre fremspiring, hvor jorden har dannet skorpe, da planterne står tættere i rækkerne og derved har større jordbrydende kraft. Pedersen et al. (1988) sandsynliggør, at en øgning af rækkeafstanden kan forbedre afgrødens vandhusholdning. Dette vil især have betydning på jorde med ringe vandkapacitet. Generelt må det dog anses som en undtagelse,

at udbyttet stiger med stigende rækkeafstand.

Også udbytteneiveauet kan have betydning. Bengtsson (1972) fandt eksempelvis, at stigende kvælstofmængder og dermed stigende udbytteneiveau gav stigende udbyttereduktioner ved øget rækkeafstand. Dette er i overensstemmelse med vinterhvederesultaterne i forsøgsserie 3 (figur 3). I landboforeningsforsøg (Anonym, 1988; 1989) har en fordobling af rækkeafstanden i vinterhvede dog ikke givet udbyttereduktion, selv ved udbytteneivauer over 100 hkg/ha.

Man kunne forvente, at den optimale udsædsmængde ville være lavere ved store rækkeafstande end ved små. Det har Håkansson (1979) da også vist i vårbyg, ved at variere rækkeafstanden fra 10 til 80 cm og udsædsmængden fra 200 til 1200 udsåede kerner pr m². Denne sammenhæng har ikke kunnet eftervises i de udførte forsøg, eller af Bengtsson (1972) og Andersson (1986). Forklaringen må være, at rækkeafstand og udsædsmængde skal varieres meget mere end der er praktisk relevant, før vekselvirkningerne bliver målelige. Der er således ikke grund til at justere udsædsmængden i forhold til rækkeafstanden af udbyttedmæssige årsager.

Den væsentligste udbyttereducerende faktor ved øget rækkeafstand er en mindre buskning. Aks- og kernerstørrelsen påvirkes ikke generelt (Bjerner et al., 1963; Bengtsson, 1972). Dette blev bekræftet i forsøgsserie 3. Kvaliteten ser således ikke ud til at påvirkes af rækkeafstandsforøgelse. Risiko for grønskud ved øget rækkeafstand er dog et reelt problem under fugtige forhold, som det blev påvist i forsøgsserie 2. Lejesædsrisikoen ser derimod ikke ud til at ændres (Bengtsson, 1972).

Den mest markante effekt af at øge rækkeafstanden er, at afgrødens konkurrenceevne overfor ukrudtet nedsættes (figur 2, 5 og 6). Også udsædsmængden har stor betydning for konkurrenceevnen (figur 5 og 6). Ved radrensning, hvor ukrudtet i rækkerne primært skal holdes nede ved afgrødens egen konkurrenceevne, er det derfor vigtigt, at udsædsmængden pr. arealenhed ikke reduceres. I forsøgsserie 3 har en reduktion på 60-70 kg af normal udsædsmængde således mere end halveret radrensningens gennemsnitlige bekæmpelseseffekt på 20 cm rækkeafstand (figur 5 og 6).

En forøgelse af den normale udsædsmængde i forbindelse med radrensning har ikke været afprøvet i forsøgene, men det må på grundlag af resultaterne i forsøgsserie 3 kunne forventes, at bekæmpelseseffekten herved kan forbedres. En kombination af øget udsædsmængde og mindre rækkeafstand, synes især at være interessant, da udsædsmængdens betydning for bekæmpelseseffekten har været stigende ved aftagende rækkeafstand (figur 5 og 6). Man skal imidlertid være opmærksom på, at den bearbejdede andel af jordoverfladen aftager med aftagende rækkeafstand, hvis det ubehandlede bånd omkring rækken holdes konstant. Formindskes båndbredden vil behandlingskapaciteten formindskes, da kørehastigheden bl.a. vil være bestemt af, hvor tæt radrensereskæret går på rækkerne. Om en sådan kapacitetsforringelse vil være til at leve med, vil afhænge af, hvormegit bekæmpelseseffekten kan forbedres, og om der evt. kan spares en behandling. Disse spørgsmål arbejdes der med i igangværende forsøg.

Andre forsøg udført under lignende forhold som de præsenterede har vist, at bekæmpelseseffekten kan forbedres betydeligt, hvis radrensereskæret efterfølges af en vibrerende harvetand, som ryster jorden fra ukrudtsplanterne (Rasmussen, 1989a). Der er således både redskabstekniske og dyrkningstekniske muligheder for at forbedre bekæmpelseseffekten i forhold til det, der er præsenteret i denne artikel.

Konklusion.

Ved radrensning i korn vil en forøgelse af rækkeafstanden fra 12 til ca. 20 cm kun nedsætte udbyttet med 0-5 procent under forudsætning af, at udsædsmængden pr. ha bibeholdes, og ukrudtet bekæmpes tilfredsstillende. Kvaliteten påvirkes ikke af rækkeafstandsforøgelsen, men risikoen for grønskud under fugtige forhold forøges. Det er vist, at dyrkningsbetingelserne kan have betydning for udbyttereduktionens størrelse ved forøgelse af rækkeafstanden. Dyrkningsforhold der betinger et højt udbyttensniveau, synes at forøge udbyttenedgangen. Hvis ukrudtet ikke konkurrerer med afgrøden, er den optimale udsædsmængde upåvirket af rækkeafstanden. Det er imidlertid vist, at udsædsmængden har stor betydning ved radrensning, fordi en forbedring af afgrødens konkurrenceevne forbedre bekæmpelseseffekten ved radrensning betydeligt. For at sikre en høj bekæmpelseseffekt bør rækkeafstanden ikke øges til over 20 cm, og udsædsmængden pr. ha bør bibeholdes eller evt. øges.

Sammendrag

Under forudsætning af at ukrudtet bekæmpes, er det vist, at en forøgelse af rækkeafstanden fra 12 til 20 cm kun betyder nogle få procents udbyttenedgang, og at den optimale udsædsmængde ikke påvirkes af rækkeafstandsforøgelsen. Ved radrensning har rækkeafstanden og udsædsmængden vist sig at have stor betydning for bekæmpelseseffekten. Det bør derfor tilstræbes, at rækkeafstanden gøres så lille som mulig ved radrensning, og at normal udsædsmængde bibeholdes eller evt. øges.

Litteratur

- Anonym (1987): Planteavlsberetning 1987. Tureby-Køge og Omegns Landboforening
- Anonym (1988): Planteavlsberetning 1988. Tureby-Køge og Omegns Landboforening
- Anonym (1989): Planteavlsberetning 1989. Tureby-Køge og Omegns Landboforening
- Andersson, B. (1986): Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. - Proc. EWRS Symposium 1986, Economic Weed Control: 121-128.
- Bengtsson, A. (1972): Radavstånd och utsädmängd för vårvete och vårkorn. - Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A. Nr. 161. 28 sider.
- Bjerninger, S., J. Bjurling og B. Granström (1963): Radavstånd i sensk standard. - Jordbrugstekniska Institutet. Meddelande nr. 302. 51 sider.
- Håkansson, S. (1979): Grundläggande växtodlingsfrågor. II. faktorer av betydelse för plantetablering, konkurrens och produktion i åkerns växtbestånd. - Institutionen för växtodling, Rapport 72. 88 sider.
- Håkansson, S. (1984): Row spacing, seed distribution in the row, amount of weedsinfluence on production in stands of cereals. - Weeds and weed control. 25th Swedish Weed Conference. Vol. 1 Reports: 17-34.

- Pedersen, J., G. Mortensen og G.K. Hansen (1988): Vækstfaktorer i vintersæd I: Stor rækkeafstand kan forbedre planternes vandhusholdning. - Agrokologisk Tidsskrift/Marken 6(9): 36-38.
- Rasmussen, J. (1989a): Forsøg med ukrudtsharvning og radrensning i korn. - Nordisk Planteværnskonference, 1989: 345-354.
- Rasmussen, J. (1989b): Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i korn - muligheder for forbedringer NJF-Seminar nr. 165. Seminar mellem forskere og producenter av jordarbejdsredskaper: 187-196.
- Strand, E. (1986): Radafstand ved såing av korn, engvekster m.v. - Nordiske Jordbruksforskning 50: 429-45.

Kæmpe-bjørneklo: Betydning som ukrudtsplante og bekæmpelsesmuligheder.

Giant Hogweed: Importance and control

Thomas Rubow
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg,
4200 Slagelse

Summary

Several herbicides have been tested for their effect to giant hogweed during the period 1976-1989. Very few are found acceptable from a view of effectiveness and environmental care.

Glyphosat was previously dominant for this purpose, but it is hazardous for all surrounding vegetation by traditional over all application. This will not be tolerated in amenity areas.

Investigation in Denmark and UK shows the possibility for control of giant hogweed by some coat-, painting-, or wipetechnique with glyphosate.

In recent years investigations have demonstrated that two herbicides safe to grasses - triclopyr and Express 75DF - are very effective for control of giant hogweed. The competitive power of grasses towards the hogweed seedlings seems to permit a reduction of the control periode. Triclopyr is not registered in Denmark while Express 75DF this year has been marketed.

Indledning

Plantens spredning

Kæmpe-bjørneklo, *Heracleum pubescens* (tidl. *H. mantegazzianum*) har i høj grad tiltrukket sig menneskets opmærksomhed, det har været til gavn for planten og til besvær for os.

Det begyndte med, at man i første halvdel af 1800-tallet indførte den imponerende skærmpolante som prydpolante fra dens oprindelsessted, Krim og Kaukasus. I over 100 år gik alt godt, og bjørnekloen holdt sig nogenlunde på de lokaliteter, hvor den var anbragt. Dette skyldes sandsynligvis, at kreaturer, heste og får græssede på stort set alle arealer, der ikke var under plov. I skov er der gennemgående for skyggefuldt til, at planten kan trives og brede sig.

Det kan straks slås fast, at intensiv græsning er den mest effektive foranstaltning mod kæmpe-bjørneklo. Som et kuriosum kan det nævnes, at man omkring 1930 ved Statens Planteavlsforsøg har lavet forsøg med dyrkning af arten med henblik på ensilering. Såvel kvantitativt som kvalitativt faldt dette godt ud, men førtes aldrig ud i praksis.

I begyndelsen af 1950'erne kom det på mode at indsamle og anvende de indtørrede frugtstande til dekoration, og fra bilernes bagagebærere og bagagerum spredtes bjørneklofrøene til vejrabatter og grøftekanter og via vind og strømmende vand videre ud i landskabet, hvor der ikke længere var græssende husdyr i samme omfang som tidligere til at holde bestanden i ave. Planten har ingen naturlige fjender i Danmark.

Kæmpe-bjørneklo har i de seneste 20-30 år bredt sig eksplosivt og findes i dag overalt i landet langs vandløb, i uforstyrrede enge og moser, i parker og haver, strandenge, naturfredningsarealer, sommerhusområder, vej- og jernbanekanter o.s.v. på alle jordtyper med undtagelse af de mest tørre og sandede. Som ukrudtsplante i landbrugets normale sædskifte spiller bjørneklo ingen rolle.

Et tilsvarende spredningsmønster er beskrevet fra f.eks. Storbritannien og Sydsverige.

Livsrytme og skadelige egenskaber

Kæmpe-bjørneklo er en 2- til flerårig skærmpolante. Frøene spirer normalt i februar-april måned ved høj jordfugtighed og inden den overvintrende generation skyder op og beskytter arealet. I forsøg, hvor bekæmpelse af de ældre planter er lykkedes, er fremspiring af kimplanter iagttaget gennem hele vækstperioden, lystilgangen til jorden synes således at spille en rolle. En meget stor procent af de spæde planter skygges ihjel af deres ældre artsfæller. I spiringsåret udvikles normalt en fåbladet roset med en bladstørrelse på op til $\frac{1}{2}$ m². Det 2. eller 3. år fremkommer de 2-4 m høje og 5-10 cm tykke, hule blomsterbærende skud, og planten udvikler sig også vegetativt til vældige dimensioner med store blade i flere etager. Bjørneklo dør om efteråret efter frugtsætning. Under dårlige vækstbetingelser eller ved afhugning kan levealderen forlænges i adskillige år (tabel 1).

En enkelt veludviklet plante kan producere over 5.000 frø. Frugterne er forsynede med brede hindekanter, hvad der gør dem velegnede for vind- og vandspredning. Spireevnen bevares i flere år, hvilket bl.a. betyder, at bekæmpelse sjældent kan indskrænkes til en enkelt foranstaltning. Frøene indeholder forskellige stoffer, der virker vækst- og spiringshæmmende på andre planter.

De færreste vil benægte, at kæmpe-bjørneklo er en imponerende vækst. Dens store upopularitet skyldes følgende forhold:

- 1) Dens voldsomme vækst og store bladfylde medfører, at den er i stand til at udkonkurrere de fleste andre plantesamfund. Dette er naturligvis højst uvelkomment på områder med frednings- og bevarelsesværdig vegetation som naturfredningsarealer, vildtplantninger, skovkulturer m.v.

Langs vandløb er denne konkurrence særlig alvorlig, da jorden i vinterhalvåret

henligger bar uden erosionsdæmpende vegetation.

Frøspredning via det rindende vand giver bjørnekloen mulighed for at brede sig over betydelige strækninger.

- 2) Rene bestande af kæmpe-bjørneklo har et ekstremt fattigt dyreliv, hvilket ligeledes er et kraftigt minus i naturmæssig henseende.
- 3) På grund af sin højde og omfang kan planten genere trafikale oversigtsforhold.
- 4) Bjørneklo kan være vært for gulerodsfluen og mellemvært for svampen *Sclerotinia sclerotiorum*, som gør skade på en række landbrugs- og havebrugsafgrøder. Den praktiske betydning af dette er dog uvis.
- 5) Det, der gør kæmpe-bjørneklo mest hadet og frygtet, er dog dens giftighed. Plantens saft og hår indeholder nogle stoffer - furokumariner - der er stærkt fototoksiske, d.v.s. at kombinationen af plantesaft og sollys på huden forårsager ondartede udslæt, der er længe om at læges og kan udvikle sig til en permanent eksem-lignende tilstand.

Bjørneklo er følgelig bandlyst på alle slags rekreative arealer, hvor mennesker - ikke mindst børn - færdes.

Eksempler på andre arter med indhold af furokumariner er: Pastinak, selleri og persille.

Der er således mange gode grunde til bekæmpelse eller regulering af bjørneklo, men uanset metoden vil der være tale om et flerårigt tålmodighedsarbejde. I årene 1980-1985 førtes en kampagne mod planten, hvilket tilsyneladende bremsede dens fremmarch, men allerede nu synes den atter at brede sig.

Inden en bekæmpelse sættes i værk må følgende overvejes:

- 1) Plantens skadevoldende egenskaber på stedet og dens spredningsmuligheder.
- 2) De eksisterende tekniske og økonomiske muligheder for bekæmpelse.
- 3) Bekæmpelsens miljømæssige konsekvenser på stedet.

Bekæmpelsesmuligheder

Græsning af kreaturer, heste og får er som nævt meget effektivt, men kan blive dyrt i kraft af indhegning og tilsyn med dyrene. Det er vigtigt, at husdyrene sættes ud mens bjørneklo-planterne er små og uforveddede. Der findes en enkelt litteraturreference om formodet bjørneklo-forgiftning af en dværgged, så måske er visse husdyr mindre egnede til "opgaven".

Mekanisk bekæmpelse

På mindre arealer og på steder med særlig sårbar flora kan de ældre bjørnekloplanter graves op eller rodstikkes, således at vækstpunktet ødelægges, og kim- og unge frøplanter forfølges med lugejern.

Som det fremgår af tabel 1 har hyppige afslåninger med le ikke den ringeste effekt som enkeltforanstaltning, og risikoen for kontakt med plantesaften er stor. En håndfuld køkkensalt drysset ned i de afhuggede stænglers hulrum hævdes at være effektivt.

Afskæring og destruktion af skærmene i blomst eller tidligt frøstadium er en tidkrævende og usikker metode.

Kemisk bekæmpelse

På større bjørneklo-befængte arealer kommer man næppe udenom en eller anden form for kemisk bekæmpelse.

Siden 1976 har Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse afprøvet en lang række herbiciders effekt overfor kæmpe-bjørneklo, som det fremgår af tabel 1.

Metode

Forsøgene er anlagt som frilandsforsøg på lokaliteter med rigelig, etableret bjørneklovegetation. Oftest som fuldstændige blokforsøg. Antallet af blokke har stedse været 3 og parcelstørrelsen 30 m². Behandlingerne er udført som bredsprøjtning i maj-juni måned inden planterne blev så store at færdsel hindredes. Enkelte forsøg har haft en lovlig kort registreringsperiode som følge af indgreb udefra. Som følge af bjørneklo's holmevise optræden har forsøgene ofte været noget spredte og optaget et betydelig areal, hvilket har vist sig at medføre en stor blokvariation, der i nogen grad "slører" forsøgsresultaterne.

Tabel 1: Oversigt over herbicider, der er forsøgt til bekæmpelse af kæmpe-bjørneklo i Danmark.
Table 1: Herbicides tested for control of giant hogweed in Denmark.

Herbicide	Doseringsområder Dosage kg a.i./ha	Bekæmpelseeffekt i sprøjteåret Control within the year of appl. %	Skade på græsvegetation Damage on grasses
Asulam	3,0 - 6,0	0	
2,4-D	1,0 - 8,0	0	
Dichlorprop	2,0 - 4,0	0-10	
Express 75 DF	0,015 - 0,06	75-95	Ingen/No effect
* Fosamin	2,4 - 4,8	0	
* Fluroxypyr	0,5 - 1,0	0	
Glyphosat	1,0 - 1,5	30-85	Ødelæggende/Strong effect
Glyphosat	1,5 - 4,5	50-100	Ødelæggende/Strong effect
Hexazinon	0,9 - 3,6	0-50	Ødelæggende/Strong effect
Hexazinon	3,6 - 10,8	90-100	Ødelæggende/Strong effect
MCPA-salt	2,0 - 4,0	0	
MCPA-ester	4,0 - 6,0	0-20	
Mechlorprop	2,0 - 4,0	30-50	Ingen/No effect
Mechlorprop + 2,4-D	2,4 - 4,8	40-50	Ingen/No effect
(450 + 150 g/l)			
* Triclorpyr	0,75 - 1,0	50-90	Ingen/No effect
* Triclorpyr	1,0 - 3,0	100	Ingen/No effect
Slåning, 4 x pr. år i 2 år	-	0	
Mowing, 4 times a year in 2 years			

* Ikke godkendt i DK/not registered in DK

Forsøgsresultater

Tabel 1 er en oversigt over de herbicider, der i tidens løbe er afprøvet overfor kæmpe-bjørneklo. 2,4,5-T er dog udeladt.

Det eneste relevante middel for praksis har hidtil været glyphosat (Roundup, Grassat 5) i tilpas høje doseringer/koncentrationer. Herbicidets svaghed er, at det ved traditionel udbringningsteknik er ødelæggende for næsten al anden vegetation. På en række lokaliteter vil normal glyphosat-anvendelse møde åbenlys modstand.

Tabel 2: Bekæmpelse af kæmpe-bjørneklo, forskellige behandlingsmetoder.

Table 2: Control of giant hogweed, different application techniques.

Herbicide	Dosering/Koncentration		Behandlingsdato	Metode	1/7-83	16/5-84	
					Effekt	Bjørneklo/Giant hogweed	* Intensitet
<i>Herbicide</i>	<i>Dosage</i>	<i>/Concentration</i>	<i>Date of appl.</i>	<i>Technique</i>	<i>Effect</i>	<i>Dækningsgrad</i>	<i>* Mass of vegetation</i>
	<i>l/ha</i>	<i>%</i>			<i>0-10; 10=dræbt/killed</i>	<i>Amount of coverage %</i>	<i>Mass of vegetation</i>
1. Ubehandlet/ <i>Control</i>	-	-	-	-	0.0	43	190
2. Roundup	4,0		19/5-83	Bredspr./	8.7	15	38
3. Roundup	8,0		19/5-83	Over all	9.7	10	30
4. Roundup	12,0		19/5-83	spray	9.0	4	9
5. Roundup		15	26/5-83	Afstrygning/	5.7	45	155
6. Roundup		30	26/5-83	Rope-wick	5.3	33	100
7. Roundup		45	26/5-83	appl.	8.0	22	62
LSD95 led 1-7					2.0	13	54
LSD95 led 2-7					2.2	13	37
LSD95 led 2-4					n.s.	3	n.s.
LSD95 led 5-7					n.s.	n.s.	52

Antal gentagelser/Number of replications: 3

Parcelstørrelse/Plot size: 30 m²

* Intensitet/Mass of vegetation = Dækningsgrad (%) x højde (dm)/Amount of coverage (%) x Average height (dm).

Af tabel 2 fremgår det, at glyphosat kan anvendes på en måde, der er mere skånsom overfor omgivende vegetation, vandmiljø m.v.

Selv om bekæmpelsesresultaterne ved afstrygningsmetoden hverken på kortere eller længere sigt kan måle sig med bredsprøjtning, åbner denne fremgangsmåde dog visse perspektiver. Weed-wiperens forringede effekt kan skyldes for lille afsætning og ujævn fordeling samt at redskabet uundgåeligt brækker en del af de sprøde stængler, hvorved translokationsforholdene forringes.

Tabel 3: Bekæmpelse af kæmpe-bjørneklo
Sprøjtedito: d. 2/5 1989

Table 3: Control of giant hogweed
Date of application: 2/5 1989

Herbicide	Dosering Dosage kg a.i./ha	D. 2/5 1989			D. 20/7 1989		
		Dækningsgrad/Amount of coverage			Dækningsgrad/Amount of coverage		
		%			%		
		Gl. planter Old plants	Kim- og frøpl. Seedlings	Græsser Grasses	Gl. planter Old plants	Frøplanter Seedlings	Græsser Grasses
1. Ubehandl./ Control		52	5	22	55	5	22
2. * Express 75 DF	0,015	47	12	18	15	0	50
3. * Express 75 DF	0,030	38	7	13	2	0	45
4. * Express 75 DF	0,060	33	12	27	2	0	32
5. Triclopyr (48%)	1,44	43	15	18	3	1	30
6. Glyphosat (36%)	2,70	48	8	20	0	1	3
LSD ₉₅ led 1-6		n.s.	n.s.	n.s.	22	n.s.	n.s.
LSD ₉₅ led 2-6		n.s.	n.s.	n.s.	9	n.s.	n.s.

* Extravon 0,05% tilsat
Extravon 0,05% added

Antal gent./Number of replications: 3
Parcelstørrelse/Plot size : 30 m²

Tabel 3 antyder bestræbelserne på at finde græsskånsomme herbicider mod bjørneklo for således at lette bekæmpelsesarbejdet på længere sigt ved at udnytte forskellige plante-samfunds indbyrdes konkurrenceforhold.

Triclopyr har i denne henseende vist sig særdeles velegnet i adskillige forsøg, men det er ikke og bliver måske ikke godkendt til anvendelse i Danmark.

Det senest afprøvede middel, Express 75DF, tegner meget lovende og er netop blevet markedsført her i landet.

Diskussion

Kemisk ukrudtsbekæmpelse er trods sin effektmæssige og økonomiske overlegenhed i forhold til de mekaniske-manuelle metoder upopulær i dagens Danmark. De senere års forsøgsmæssige bestræbelser på at begrænse udbredelsen af en af landets mest hadede ukrudsarter har derfor taget højde for dette synspunkt. Mange herbicider er afprøvet overfor kæmpebjørneklo, og de fleste er kasseret af effekt- og miljømæssige årsager. Tilbage er

nogle muligheder, der synes at kunne tilpasses kravene til effekt og miljøskånsomhed.

Radikale midler som glyphosat kan anvendes efter metoder, der udelukker eller minimerer påvirkning af omgivelserne. Afstrygning med weed-wiper er næppe den ideelle fremgangsmåde, men engelske forsøgsresultater viser, at påsmøring af en pasta bestående af tapetklister og Roundup er 100% effektiv. Formentlig vil en pensling med en vandig opløsning af glyphosat i passende koncentrationer (3-5%) ved hjælp af en s.k. pensselflaske medføre samme resultat uden risiko for spild og afdrift. Metoden er arbejdskrævende men gennemførlig f.eks. som beskæftigelsesarbejde i amts- eller kommunalt regi. Udstyret er billigt.

På arealer, hvor bredsprøjtning kan accepteres, åbner resultaterne af Express 75DF gode perspektiver, da midlet er græsskånsomt og har blad- og en vis jordeffekt. Dette forudsætter dog en udvidelse af godkendelsesområdet.

Sammendrag

En lang række herbicider har siden 1976 været afprøvet overfor bjørneklo, men meget få er fundet acceptable i effekt- og miljømæssig henseende. Glyphosat har hidtil været dominerende på området, men midlet har den svaghed, at det også ødelægger omgivende vegetation ved en traditionel bredsprøjtning. Dette kan ikke tolereres på arealer med naturfredningsinteresser samt i umiddelbar nærhed af vandområder, hvor vinddrift ses som et problem.

Undersøgelser her og i udlandet viser mulighed for at anvende glyphosat efter forskellige påsmøringsmetoder.

De seneste års forsøg har vist, at de græsskånsomme herbicider triclopyr og Express 75DF er effektive overfor kæmpe-bjørneklo. Græsvegetationens konkurrence overfor bjørnekloimplanterne har i flere forsøg vist sig så effektiv, at bekæmpelsesperioden formentlig kan indskrænkes betydeligt.

Triclopyr er ikke godkendt til anvendelse i Danmark, mens Express 75DF netop er blevet markedsført.

Erkendtlighed

For kritisk gennemsyn af manuskript takkes Sonja Graugaard, Ole Hansen og Georg Noyé, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse.

Litteratur

Andrews, A.H.; Giles, C.J.; Thomsett, L.R. (1985): Suspected poisoning of a goat by giant hogweed. Veterinary Record, Royal Vet. Coll. Hawkshead Lane, North Mums, Hatfield, Herts AL 9 7TA, UK. 205-207.

Buchwald, E. (1982): Monografi, kæmpebjørneklo (*Heraclium pubescens*). Upubliceret

stencil, KVL.

Fredningsstyrelsen (1984):

Kæmpe-bjørnklo, egenskaber, forekomst og bekæmpelse.
Hefte trykt i og udgivet af Fredningsstyrelsen.

Jensen, J. (1981):

Kæmpe-bjørneklo - en plage i naturen.
Miljøværn nr. 9, 1-4.

Kristensen, R.K. (1930):

Ensileringspørgsmålet. Tidskrift for Landøkonomi, 205-219 (216).

Lundstrøm, H. (1984):

Jättelekan, en fara för svensk natur. 25. Svenska Ogräskonferensen, 188-197.

Pinborg, U. (1990):

Personlig kommunikation. Skov- og Naturstyrelsen.

Rubow, T. (1979):

Bekæmpelse af kæmpe-bjørnklo (*Heracleum mantegazzianum*). Statens
Planavlsforsøg, Kort meddelelse nr. 1497.

Rubow, T. (1983):

Kæmpe-bjørnklo og dens bekæmpelse. Landsbladet, 29. april, 34.

Williamson, J.A.; Forbes, J.C. (1983):

Giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*): It's spread and control with
glyphosate in amenity areas. Proc. British Crop Protection Conference-Weeds,
967-972.



Resultater vedrørende udsivning af phenoxy syrer og phenoler fra udvalgte lokaliteter i Danmark samt nye udenlandske resultater vedrørende vandforurening med pesticider.

Leaching of phenoxyacids and their metabolites from arable soils in Denmark.

Gitte Felding
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

The concentration of phenoxyacids and their corresponding phenols was determined in groundwater, situated 1.4 - 3.0 m below two fields, which had been treated with phenoxyacids for twelve years. In all 36 samples, taken at three different levels below the groundwater level, the content of phenoxyacids and their corresponding phenols was below the detection level. The paper also reviews some results from Finland, Norway and Sweden.

Indledning

Den danske undersøgelse over fladeforureninger med pesticidkemikalier som følge af almindelig landbrugsmæssig praksis er nu afsluttet.

Undersøgelsen bygger på resultater fra 4 lokaliteter i Sønder- og Vestjylland, 2 lokaliteter med ensidig korndyrkning og 2 med majs. På trods af at pesticiderne er blevet anvendt på de samme arealer i op til 13 år i træk, har det ikke for phenoxy syrernes vedkommende været muligt at påvise dem i grundvand, infiltreret på marken og udtaget i toppen af grundvandszonen.

Af tabel 1 fremgår det, hvilke 3 phenoxy syrer, samt en enkelt benzoesyre, der er blevet analyseret for samt hvilke mulige metabolitter, der er analyseret for. Idet en nedbrydningsvej for phenoxy syrer er via deres korresponderende phenoler.

Tabel 1.

Analyserede pesticider og metabolitter.
Analysed pesticides and metabolites.

Handelsnavn	Analyseret, aktivstof	Analyseret, mulige metabolitter
MCPA	4-chlor-2-methylphenoxy eddikesyre	4-chlor-2-methylphenol
2,4-D	2,4-dichlorphenoxy eddikesyre	2,4-dichlorphenol
dichlorprop	2-(2,4-dichlorphenoxy) propionsyre	2,4-dichlorphenol
dicamba	3,6-dichlor-2-methoxy- benzoesyre	

Metodik

Lokalitet Barslund

I Barslund, nord for Ølgod, har der været dyrket vårbyg på 2,5 ha siden 1966. Fra 1973 er markerne blevet behandlet med hormonmidler. De første ti år blev der anvendt MCPA og dichlorprop i anbefalede mængder, i 1983 og 1984 blev der anvendt en blanding af MCPA, dichlorprop og dicamba, i 1985 blev der sprøjtet med Glean.

Lokalitet Bjerndrup

I Bjerndrup, nord for Løgumkloster, har der på ca. 2 ha været dyrket vårbyg fra 1971, kun afbrudt af et enkelt år med hvede og et med raps. Marken er fra 1973 blevet sprøjtet med et eller flere af flg. midler MCPA, 2,4-D, dichlorprop og dicamba alle i anbefalede mængder.

Lokaliteterne er udvalgt ud fra de samme hydrogeologiske kriterier, som er beskrevet i rapporten fra 4. Danske Planteværnskonference (Felding og Helweg, 1987), hvor også selve udtagningsteknikken er beskrevet.

Grundvandsprøverne blev ekstraheret med methylenchlorid umiddelbart efter udtagningen. Ekstrakterne har været opbevaret i mørke ved 4°C, indtil den egentlige analysering har kunnet finde sted. Sideløbende med opbevaringen er der udført holdbarhedsforsøg. Resultaterne herfra giver ikke belæg for at antage, at der er forsvundet noget pesticid fra ekstraktet.

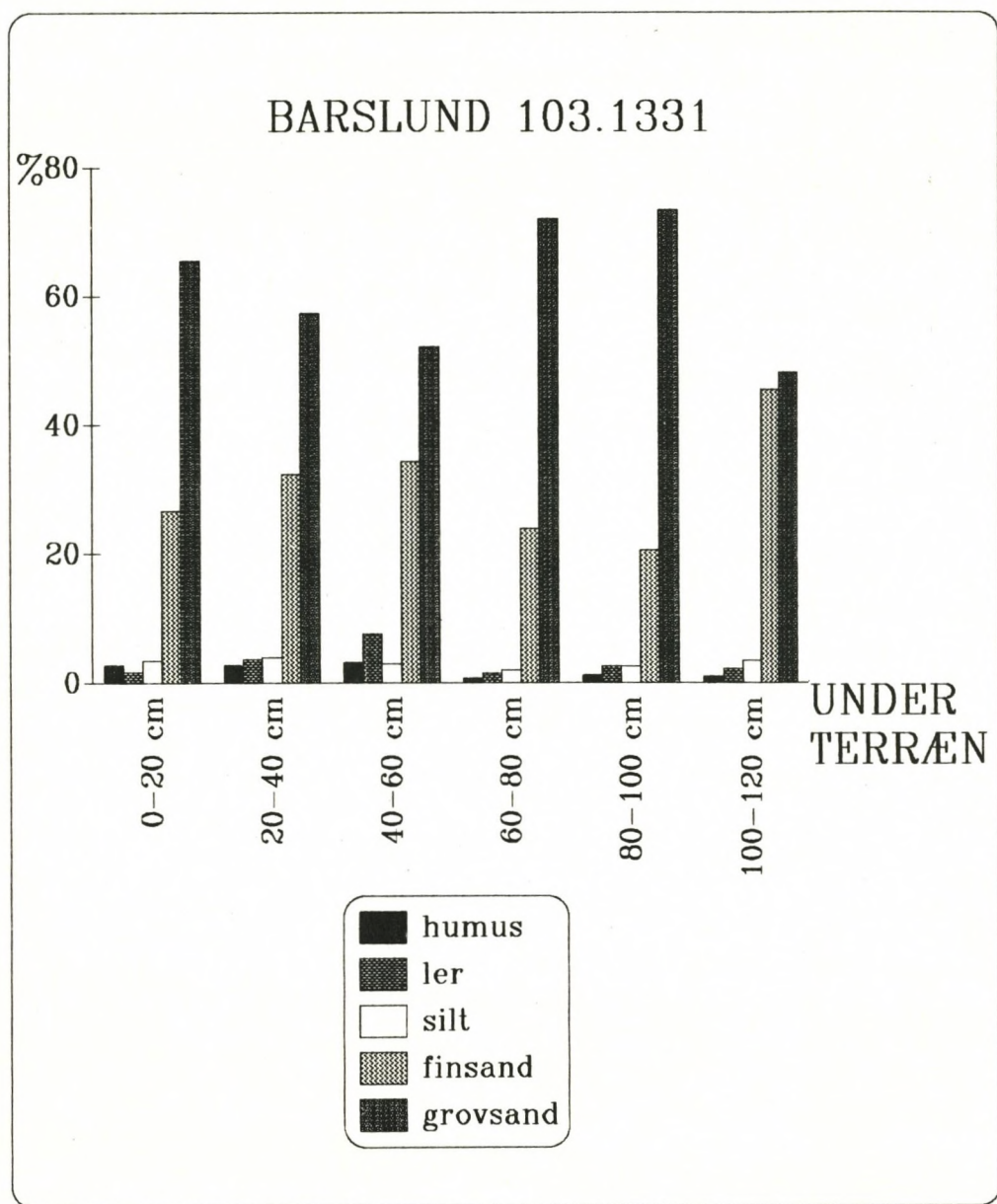
Grundvandsprøverne blev undersøgt for indhold af de anvendte pesticider samt metabolitterne 4-chlor-2-methylphenol og 2,4-dichlorphenol. Alle analyserne er udført med GC/MS (gaschromatografi/massespektrometri). Grundvandet er af Danmarks Geologiske Undersøgelser (DGU) blevet analyseret for indhold af de almindelige kemiske makrostopper.

Resultater

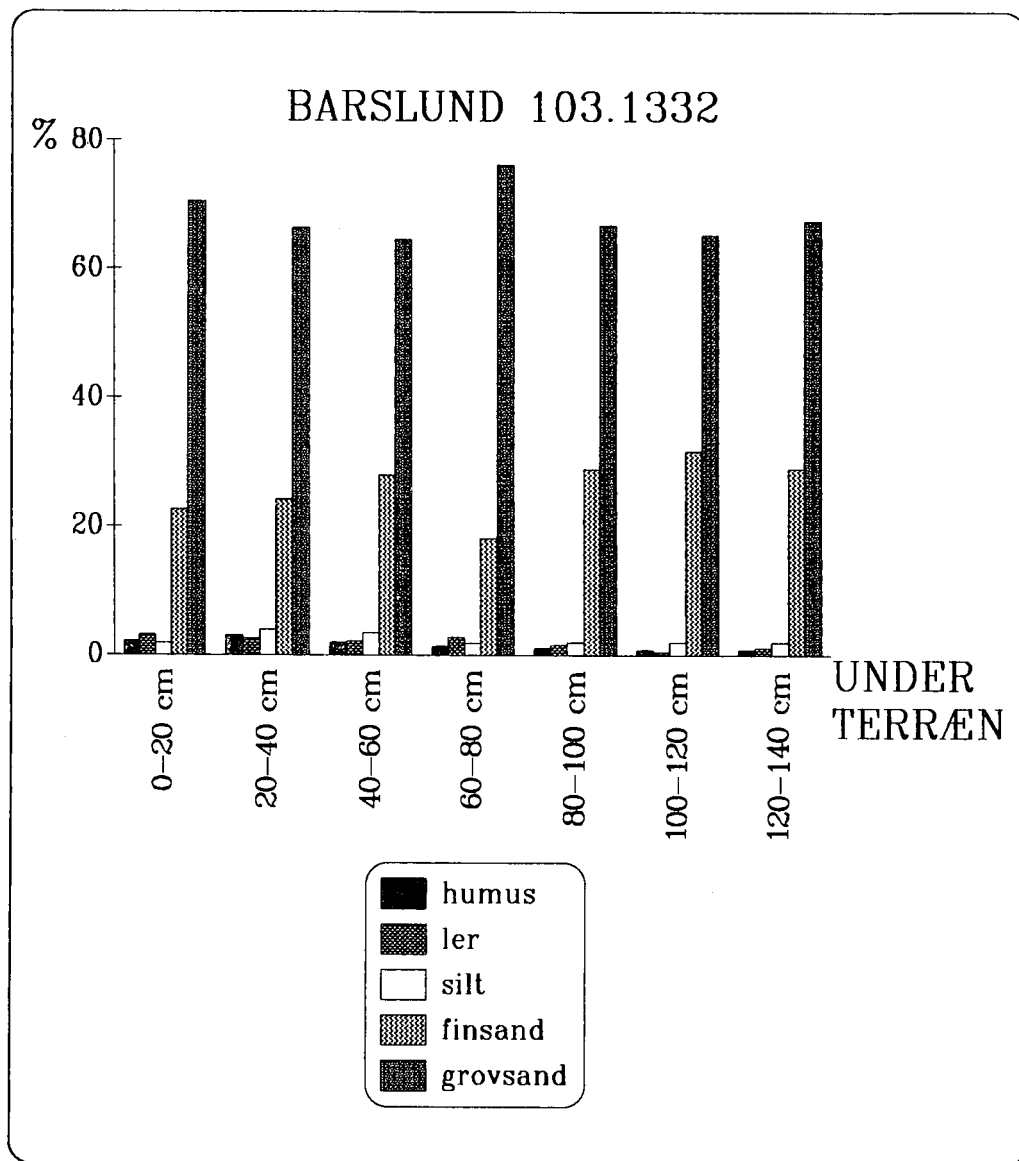
Teksturbestemmelser

Figur 1, 2 og 3 viser alle en grovsandet jord. De 3 jordprofiler fra Barslund har et højt indhold af grovsand (50-80%) og et meget lavt indhold af ler og silt (2,5-10,5%). Pløjelaget indeholder 2-3% humus.

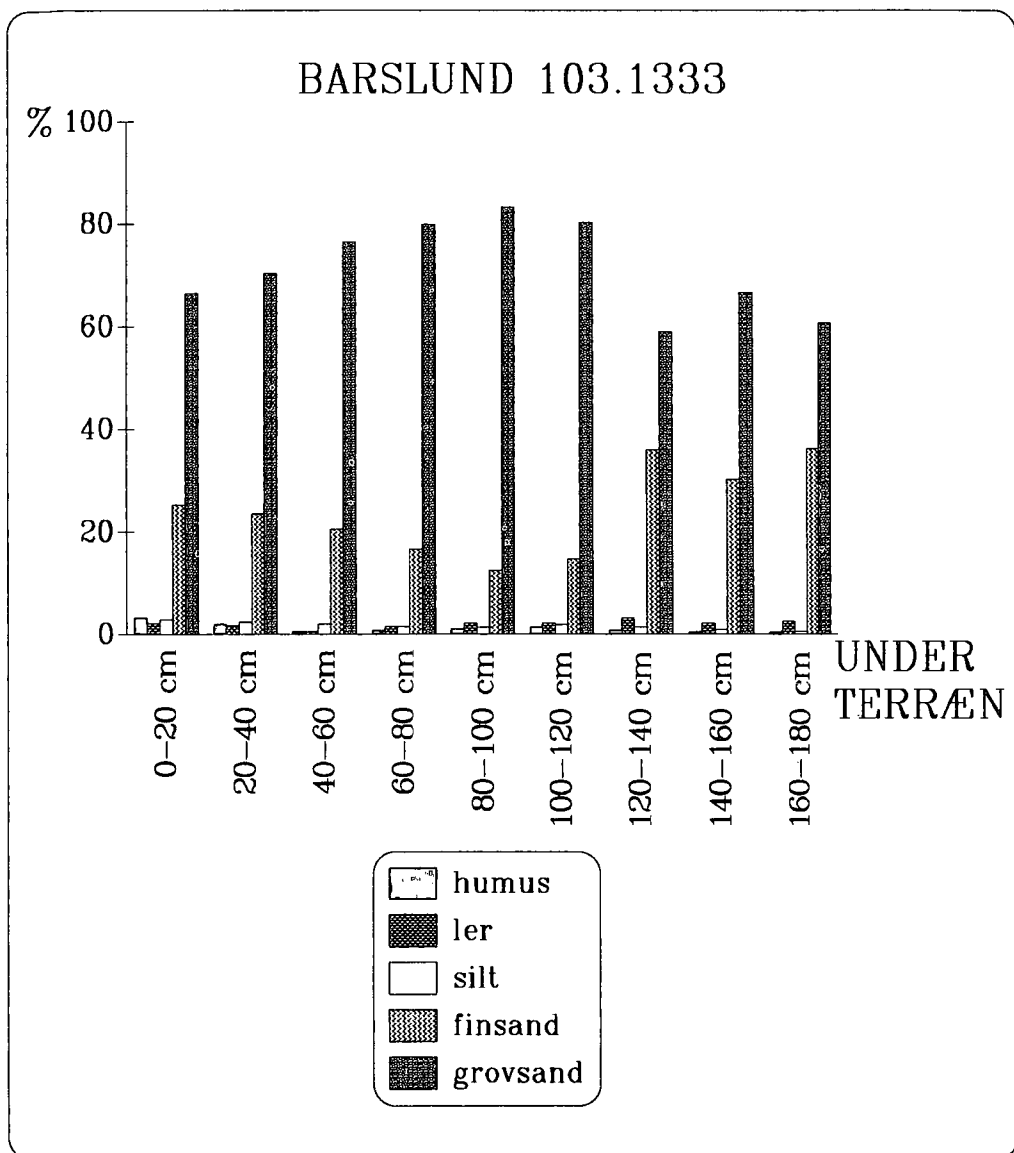
Figur 4, 5 og 6 viser en endnu mere grovsandet jord. Alle 3 profiler fra Bjerndrup har et meget højt indhold af grovsand (55-93%) og et forholdsvis lavt indhold af ler og silt (1-14%). Pløjelaget indeholder 1,5-5,0% humus.



Figur 1. Teksturanalyse af jordprofil 103.1331 fra Barslund.
Analysis of texture of a soil profile number 103.1331 from Barslund.
The abscisse shows dept in centimeter below surface.



Figur 2. Teksturanalyse af jordprofil 103.1332 fra Barslund.
*Analysis of texture of a soil profile number 103.1332 from Barslund.
 The abscisse shows depth in centimeter below surface.*



*Figur 3. Tekstanalyse af jordprofil 103.1333 fra Barslund.
 Analysis of texture of a soil profile number 103.1333 from Barslund.
 The abscisse shows depth in centimeter below surface.*

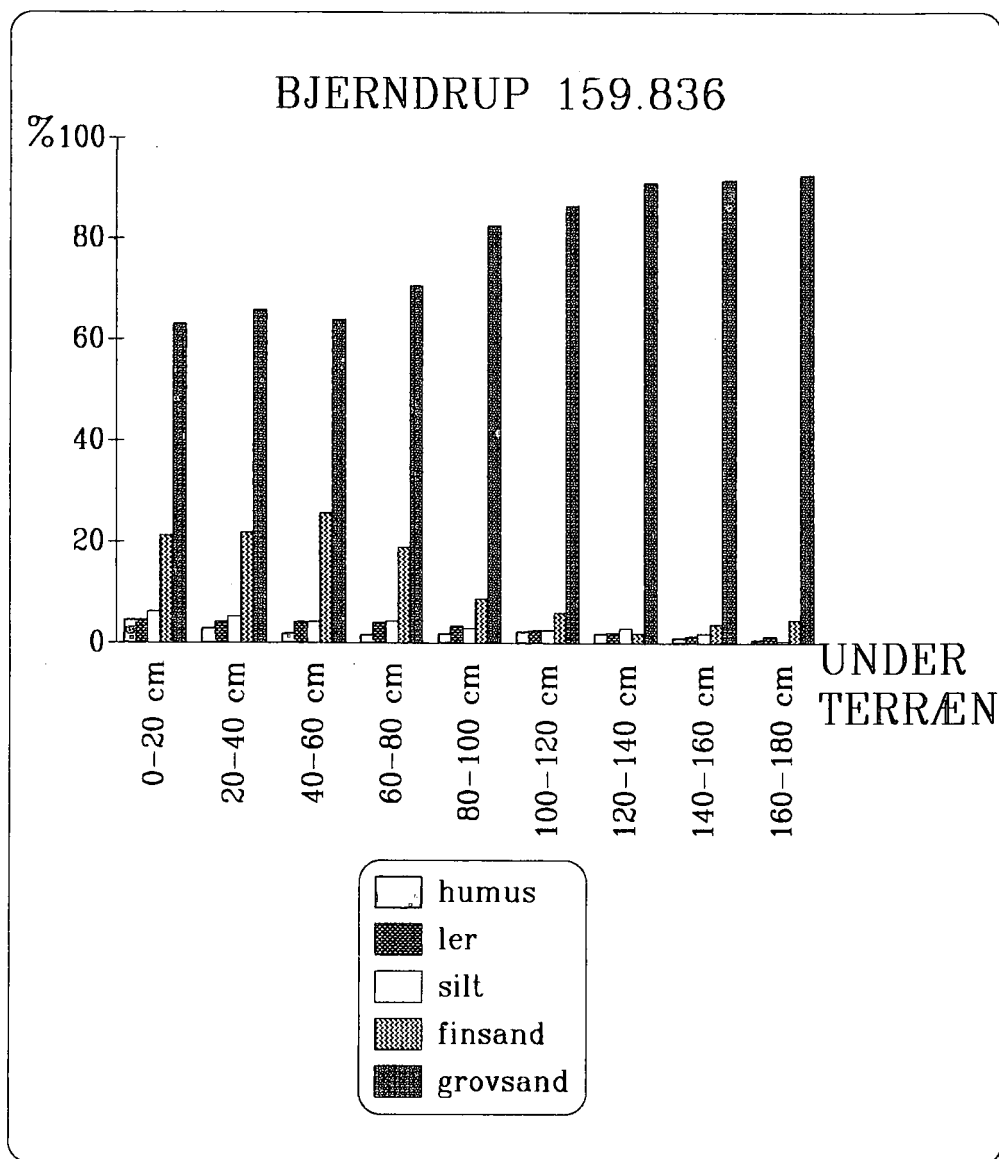
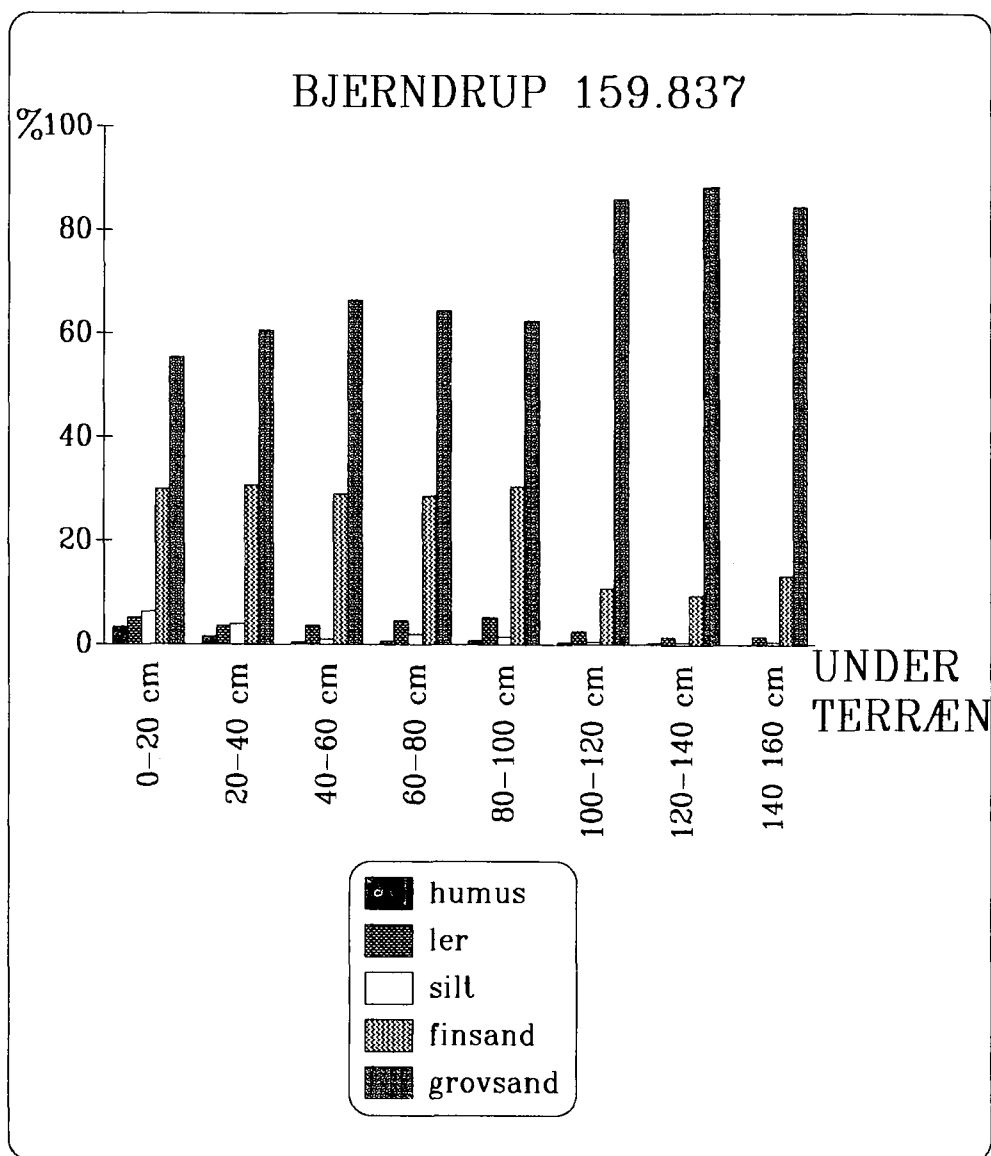


Figure 4. Teksturanalyse af jordprofil 159.836 fra Bjerndrup.
*Analysis of texture of a soil profile number 159.836 from Bjerndrup.
 The abscisse shows depth in centimeter below surface.*



*Figure 5. Teksturanalyse af jordprofil 159.837 fra Bjerndrup.
 Analysis of texture of a soil profile number 159.837 from Bjerndrup.
 The abscisse shows depth in centimeter below surface.*

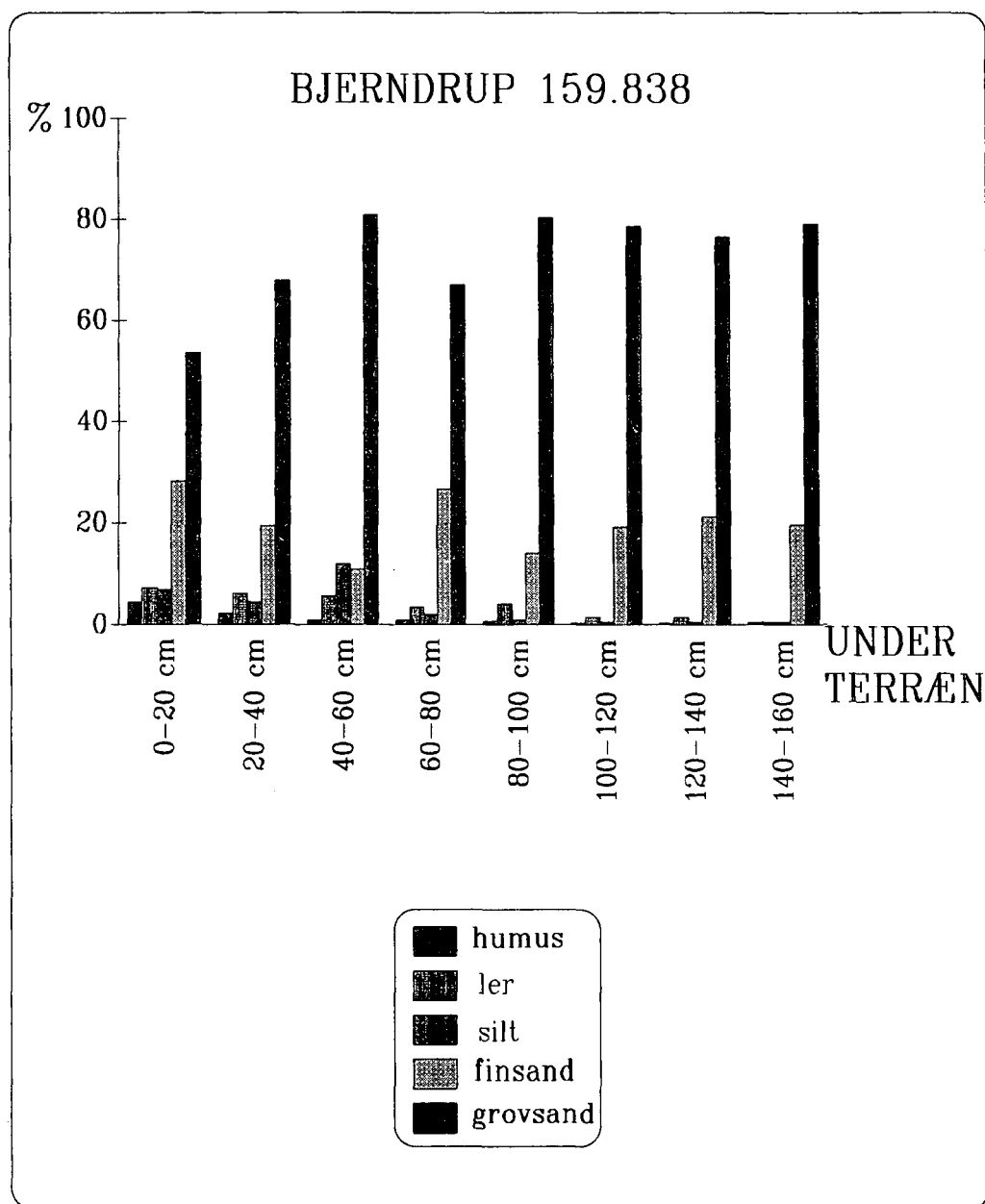


Figure 6. Teksturanalyse af jordprofil 159.838 fra Bjerndrup.
Analysis of texture of a soil profile number 159.838 from Bjerndrup.
The abscisse shows depth in centimeter below surface.

Grundvand og grundvandskemi

Lokalitet Barslund

Lokalitet Barslund er beliggende på den nordlige del af Varde Bakkeø, øens nordlige del udgøres af en betydelig aflejring af smeltevandssand, hvad angår såvel tykkelse (40-50 m) som horisontal udstrækning. De udførte borer viser i ovenstående hermed, at dæklaget udelukkende består af smeltevandssand. Grundvandsreservoiret i området er med frit grundvandsspejl, beliggende ca. 2 meter under terræn. Grundvandets strømningsretning på lokaliteten er fra syd mod nord, de 3 borer blev derfor placeret i den nordlige del af marken. For at få et indtryk af om det vand, der blev udtaget, var infiltreret på det område, hvor de pågældende pesticider var blevet anvendt, foretog DGU et skøn over perkolationstiden i den umættede zone og over sideværts strømning i den mættede zone (Kelstrup og Christiansen, 1987).

Perkolationstiden for en vandpartikel gennem den umættede zone kan bestemmes ud fra kendskab til nettonedbør, dybden til grundvandsspejlet og til vandindholdet i den umættede zone. Alderen af det udtagne vand vil være summen af perkolationstiden i den umættede zone samt opholdstiden i den mættede zone, og er for lokaliteten bestemt til at ligge mellem ½ til 2 år.

DGU's analyse af vandet for makrotoffer viser for nitrats vedkommende forhøjede værdier i forhold til baggrundsværdierne, hvilket må tillægges landbrugsdriften. Nitratkoncentrationen varierer på de 3 lokaliteter mellem 45 ppm og 57 ppm og viser gennemgående en faldende tendens med dybden, som det fremgår af tabel 2. Sulfat- og chloridkoncentrationerne svarer nogenlunde til baggrundsværdierne og viser ligeledes faldende tendens med dybden.

Lokalitet Bjerndrup

Lokaliteten er beliggende på Tinglev Hedeslette. De øverste jordlag består af 5-10 m smeltevandssand, over et morænelerlag på 20-25 m, der igen overlejrer et lag af smeltevandssand. Det er det øverste lag af smeltevandssand, der har betydning for denne undersøgelse, idet borerne er udført i de øverste 1,5 m af reservoiret, grundvandsspejlet er frit og beliggende ca. 1 meter under terræn.

Grundvandets strømningsretning må p.g.a. dets terrænnære beliggenhed formodes at være styret af overfladerecipienten. På dette grundlag anses grundvandets strømningsretning at være nordlig til nordvestlig. Alderen på det udtagne vand er af DGU fastsat til at ligge mellem 3 mdr. og 2 år.

Analyserne af nitrat, sulfat og chlorid viser jvf. tabel 3 forhøjede værdier i forhold til baggrundsværdierne. Forhøjelserne må tillægges landbrugsdriften. Nitratkoncentrationen der i de øverste niveau er mellem 231 ppm og 263 ppm aftager med dybden. Sulfatkoncentrationen viser modsat tendens, som formentlig kan forklares ved pyrit-oxidation v.h.a. nitrat.

Tabel 2. Koncentration af nitrat, sulfat og chlorid samt pH i højtliggende grundvand under en kornmark behandlet med phenoxysyrer.
The concentration of nitrate, sulphate, chloride and pH in shallow situated groundwater below a field grown with cereals treated with phenoxyacids.
 Grundvandsprøverne er udtaget den 12/11-1985 ved Barslund.
Groundwater samples taken 12/11-1985 at Barslund.

Boring

Dybde i m under terræn	Dybde i m under grundvands- spejl	NO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	pH
<i>Trial boring</i>					
<i>Depth in m below surface</i>	<i>Depth in m below groundwater level</i>	<i>NO₃⁻ mg/l</i>	<i>Cl⁻ mg/l</i>	<i>SO₄²⁻ mg/l</i>	<i>pH</i>
103.1331					
1,95-2,16	0,05-0,26	57	12	17	6,7
2,39-2,60	0,49-0,70	50	8	13	6,7
2,79-3,00	0,89-1,10	50	7	10	5,3
103.1332					
1,44-1,65	0,49-0,70	50	25	22	6,1
1,74-1,95	0,79-1,00	50	22	18	5,7
2,04-2,25	1,09-1,30	52	24	16	5,5
103.1333					
1,86-2,07	0,00-0,21	55	22	16	5,4
2,39-2,60	0,53-0,74	50	13	18	5,3
2,79-3,00	0,93-1,14	45	12	21	5,4

Tabel 3. Koncentration af nitrat, sulfat og chlorid samt pH i højliggende grundvand under en kornmark behandlet med phenoxysyrer.
The concentration of nitrate, sulphate, chloride and pH in shallow situated groundwater below a field grown with cereals treated with phenoxycids.
 Grundvandsprøverne er udtaget den 24/2-1986 i Bjerndrup.
Groundwater samples taken 24/2-1986 at Bjerndrup.

Boring					
Dybde i m under terræn	Dybde i m under grundvands- spejl	NO_3^- mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	pH
Trial boring					
Depth in m below sur- face	Depth in m below groundwater level	NO_3^- mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	pH
159.836					
1,40-1,61	0,18-0,39	263	94	62	6,3
1,80-2,01	0,58-0,79	263	85	82	5,1
2,20-2,41	0,98-1,19	35	47	87	4,9
159.837					
1,27-1,48	0,25-0,46	231	63	55	5,6
1,67-1,86	0,25-0,46	171	73	84	6,8
2,07-2,28	1,05-1,26	19	36	110	6,1
159.838					
1,25-1,46	0,20-0,41	242	91	72	7,2
1,65-1,86	0,60-0,81	38	32	96	7,4
2,05-2,26	1,00-1,21	3	28	132	7,2

Pesticidindhold

Af de 36 grundvandsprøver er de 18 anvendt til analyse for 2,4-dichlorphenol og 4-chlor-2-methylphenol, idet de er mulige metabolitter af phenoxysyrerne jvf. tabel 1. Detektionsgrænserne var henholdsvis 0.02 ppb og 0.01 ppb, som det fremgår af tabel 4. Der var

ingen spor af phenolerne i prøverne. De resterende 18 grundvandsprøver blev analyseret for phenoxysyrerne MCPA, dichlorprop og 2,4-D samt benzoesyren dicamba. Detektionsgrænserne er lidt forskellige for de 2 lokaliteter og fremgår af tabel 4. Det var ikke muligt at påvise nogen af pesticiderne.

Tabel 4. Detektionsgrænser for phenoxysyrerne og deres metabolitter.
Levels for detection for phenoxyacids and there metabolites.

Lokalitet	Bjerndrup	Barslund
Pesticid/metabolit		
MCPA	0,2 µg/l	0,6 µg/l
dichlorprop	0,3 µg/l	0,4 µg/l
2,4-D	0,4 µg/l	
dicamba	0,3 µg/l	0,4 µg/l
4-chlor-2-methylphenol	0,01 µg/l	0,01 µg/l
2,4-dichlorphenol	0,02 µg/l	0,02 µg/l

Udenlandske resultater

Siden 5. Danske Planteværnskonference, hvor de seneste udenlandske pesticidfund blev refereret (Felding, 1988), er der kommet nogle nye undersøgelser, bl. a. fra Finland (Rekolainen, 1989), hvor man i 1985-1987 har analyseret drænvand og vand fra 2 floder, som løber gennem et landbrugsområde. Det er især phenoxysyrerne MCPA, dichlorprop og mechlorprop i koncentrationsniveauet 1-5 ppb, der ses i floderne. De høje koncentrationer hænger nøje sammen med en stor nedbørsmængde efter sprøjtning. Af andre stoffer, som blev fundet, kan nævnes: metamitron, dinoseb, propachlor og dimethoat. I Sverige (Børjeson, 1989 og Torstenson, 1989) finder man stadig phenoxysyrerne MCPA, dichlorprop og mechlorprop i åer og i enkelte grundvandsprøver. Åernes pesticidindhold er klart årstidsbestemt (maj-september).

I Norge (Lode, 1989) har man fra 1986-1989 konstateret udvaskning af atrazin og simazin fra en industrigrund, som er blevet "vandet" med disse midler gennem mange år.

Diskussion

Selve metoden til udtagning af grundvandsprøverne forhindrer, i modsætning til anvendelse af allerede eksisterende borer, at der forekommer nedsivning af overfladevand langs boringen. Værdierne for de kemiske makrostofer viser, at der er en lagdeling af grundvandszonen. For at være sikker på at det grundvand, som blev udtaget, var infiltreret på den pesticidbehandlede mark, foretog DGU et skøn over perkolationstiden i den umættede zone og over sideværts strømning i den mættede zone. Dette kombineret med boringens beliggenhed i forhold til vandskellet, giver en sikkerhed for at det omtalte vand er infiltreret på de udpegede marker.

De udvalgte marker har været sprøjtet med pesticider i 12 år, alligevel har det ikke været muligt at påvise spormængder af phenoxysyrerne og deres korresponderende phenoler eller af benzoesyren dicamba.

Phenoxysyrerne bindes på grund af deres negative ladning kun i ringe grad til lerminerallerne, ligesom adsorptionen til humus er begrænset. Herudover er de forholdsvis let opløselige i vand. Phenoxysyrerne tilhører den gruppe af mobile pesticider, der vil kunne udvaskes, hvis forholdene er tilstede. Når der alligevel ikke selv i spormængder kan påvises phenoxysyrer og dicamba i grundvandet, skyldes det sandsynligvis deres relative korte nedbrydningstid, som er på 3-4 mdr. (Helweg, 1984). Samt at de anvendes om foråret/sommeren, hvor nedbørsoverskuddet er begrænset. Det betyder, at det kun er forholdsvis små mængder af pesticidet, som evt. kan blive transporteret ned under pløjelaget. Om en eventuel efterårsanvendelse af mechlorprop kan medføre en pesticid belastning af grundvandet er stadig et åbent spørgsmål, som vil blive søgt afklaret på Afdelingen for Pesticidanalyser og Økotoxikologi blandt andet ved felt- og lysimeterforsøg.

Sammendrag

Udvaskning af phenoxysyrerne MCPA, 2,4-D og dichlorprop samt af dicamba er undersøgt på 2 lokaliteter i Vest- og Sønderjylland. Fælles for lokaliteterne er, at de grovsandede, har et højt og fritliggende grundvandsspejl, samt at de har været sprøjtet med de samme midler i op til 12 år. Alderen på det udtagne grundvand er fra 3 mdr. til 2 år. DGU fastslår, at det udtagne grundvand har infiltreret de pesticidbehandlede marker. Analyserne viser ingen spor på phenoxysyrerne eller deres korresponderende phenoler ej heller af dicamba. Pesticidkemikalierne er sandsynligvis enten blevet adsorberet eller nedbrudt under transporten via den umættede zone til den mættede. Omtalte sprøjtemidler har kun været anvendt om foråret/sommeren, undersøgelser over efterårs anvendelsen af mechlorprop er p.t. under udførelse.

Litteratur

- Börjesson, G. (1989): Bekämpningsmedelsförekomst i ett sörmäländskt vattendrag 1988.
- Felding, G. (1988): 5. Danske Planteværnskonference. Pesticider og miljø, ukrudt s. 45-57.
- Felding, G. og A. Helweg (1987): 4. Danske Planteværnskonference. Pesticider og miljø, ukrudt, s. 3-14.
- Helweg, A. (1984): Beskrivelse af pesticiders nedvaskning i jord. En udredning om problemet med forslag til foranstaltninger på området.
- Kelstrup, N. og J.C. Christiansen (1987): Hydrologiske data til en Pesticidundersøgelse. Intern rapport nr. 8, 1987.
- Lode, O. et al. (1989): Nordisk Planteværnskonference 1989, s. 443-455.
- Rekolainen, S. (1989): Nordisk Planteværnskonference 1989, s. 413-415.
- Torstensson, L. (1989): Nordisk Planteværnskonference 1989, s. 423-432.

Effekt af Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak og Corbel på omsætning af halm under laboratorieforhold

Effect of Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak and Corbel on the mineralization of straw in laboratory trials

Susanne Elmholt
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoxikologi
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

Since January 1st 1990 the Danish authorities have banned to burn straw in the field, primarily due to environmental concerns. More farmers will therefore have to incorporate surplus straw, and it is important to elucidate, how pesticides affect the mineralization of straw in the soil. The purpose of the present study was to examine the effects of the EBI fungicides Tilt 250EC, Tilt turbo, Calixin, Sportak 45EC, Corbel and Rival on the mineralization of ^{14}C -labelled straw in laboratory experiments. The results showed, that Rival had a very short but statistically significant stimulating effect, using 10 x the recommended dosage, while Sportak had a very short but statistically significant inhibiting effect, using 10 x the recommended dosage. None of the other fungicides had any significant effects at all. It can be concluded, that the observed effects, being so small and of a very short duration, are likely to be ecologically negligible for the mineralization process as such. The results do not, however, reveal, if some sensitive straw degrading organisms are critically affected.

Indledning

Fra 1. januar 1990 træder forbudet mod halmafbrænding i kraft. Det betyder, at flere landmænd end hidtil bliver nødt til at foretage halmnedmuldning (Christensen og Schjøning, 1987). I den forbindelse er det vigtigt at klarlægge eventuelle side-effekter af pesticider på halmomsætning i jord. Da jordens svampe spiller en meget væsentlig rolle i halmomsætningen, har specielt fungiciderne været i søgelyset, fordi de normalt er så bredspektrede, at de også påvirker en lang række saprofytiske organismer (Elmholt, 1988). Derved er der risiko for, at både mikrobiologiske processer, som f.eks. halmomsætning, og særligt følsomme arter af mikroorganismer vil blive påvirket (Domsch et al., 1983).

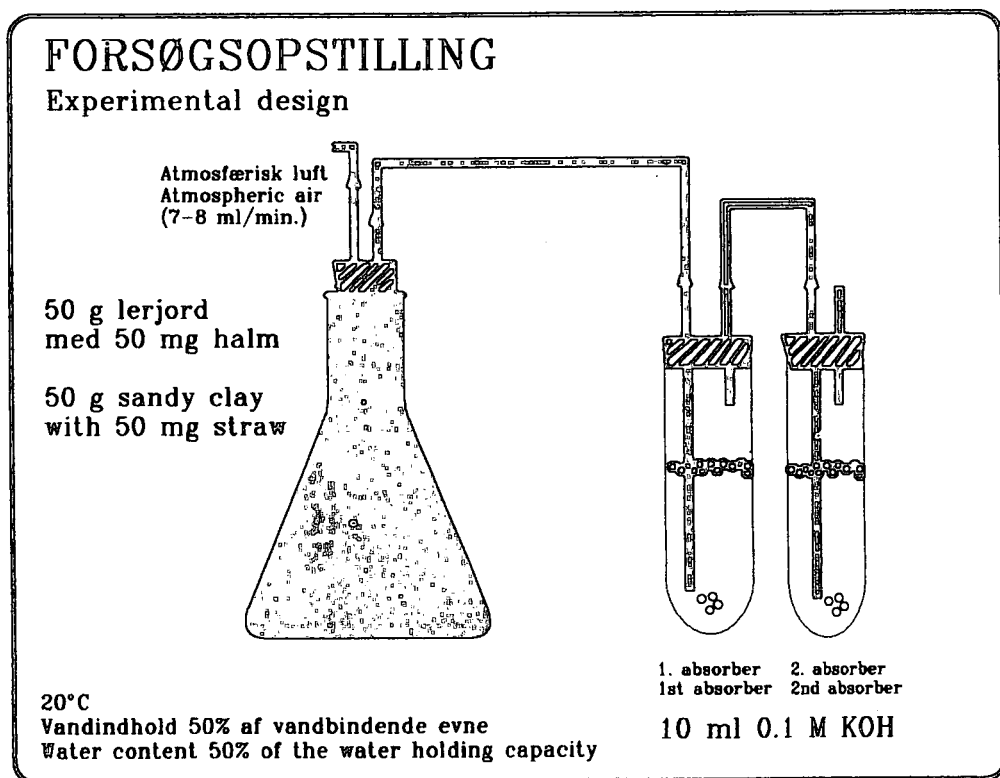
De fleste af de fungicider, der anvendes i landbruget idag, virker ved at hæmme svampenes evne til at danne stoffet ergosterol. På Analyselaboratoriet for Pesticider i Flakkebjerg er vi igang med et projekt, som skal bidrage til at belyse effekter af nogle af disse fungicider på halmomsætning og specielt på visse plantepatologiske aspekter i forbindelse hermed.

Halmomsætning er i de her beskrevne forsøg målt under kontrollerede forhold i laboratoriet ved hjælp af en metode, beskrevet af Sørensen (1963), hvor man anvender $^{14}\text{CO}_2$ som mål

for en total nedbrydning af ^{14}C -mærket halm. Metoden er tidligere brugt til at beskrive side-effekter på halmomsætning af carbendazim (Wessen *et al.*, 1978) og sprøjteprogrammer (Helweg, 1988).

Materialer og metoder

Følgende fungicider blev undersøgt (handelsnavn/anbefalet dosering/aktivstof): 1) Calixin^R/0,7 l ha⁻¹/84% tridemorph. 2) Tilt 250 ECR^R/0,5 l ha⁻¹/250 g l⁻¹ propiconazol. 3) Tilt turbo 475 ECR^R/1,0 l ha⁻¹/formuleret blanding af tridemorph (36%) og propiconazol (13%). 4) Corbel^R/1,0 l ha⁻¹/750 g l⁻¹ fenpropimorph. 5) Sportak 45 ECR^R/1,0 l ha⁻¹/450 g l⁻¹ prochloraz. 6) Rival^R/1,0 l ha⁻¹/formuleret blanding af fenpropimorph (375 g l⁻¹) og prochloraz (225 g l⁻¹).



Figur 1. Forsøgsopstilling
Experimental design

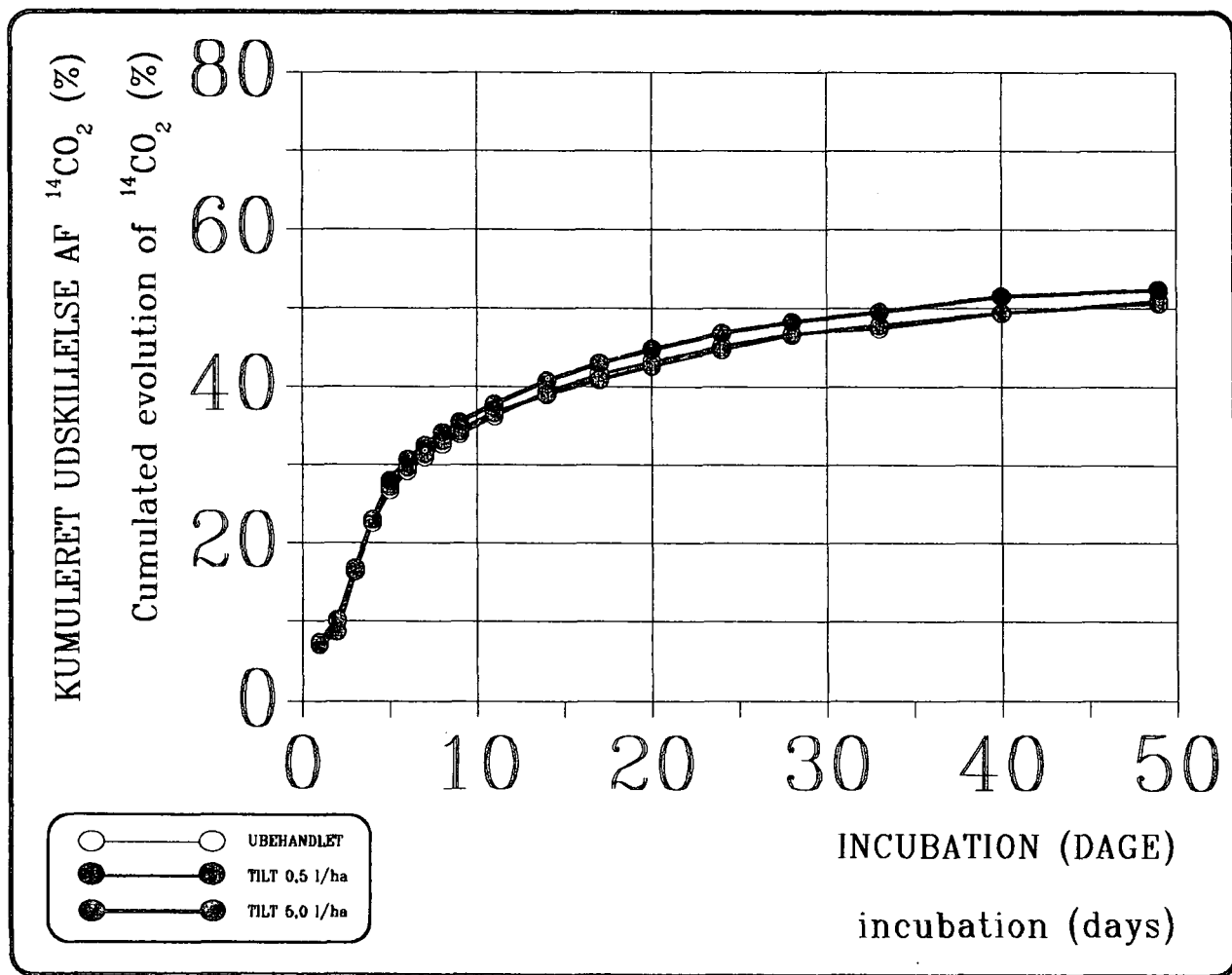
Forsøgsopstillingen ses i Figur 1 og er detaljeret beskrevet i Elmholt og Helweg (1990). Den ^{14}C -mærkede, maledede halm (<1 mm) blev tilsat til jorden i en mængde på 0,1%, hvilket svarer til omtrent 2000 kg halm ha^{-1} , nedmuldet til 15 cm's dybde i et pløjelag med en volumenvægt på 1,4 g cm^{-3} . Fungiciderne blev suspenderet i passende opløsningsmiddel, fortyndet og pådryppet halmen under antagelse af, at hele den udsprøjtede mængde kunne genfindes på halmen. Der blev udført 2 forsøg, et med Tilt, Tilt turbo og Calixin (forsøg 1) og et med Corbel, Rival og Sportak (forsøg 2). Forsøgene blev udført med anbefalet dosering og 10 x anbefalet dosering. For beregning af fungiciddosering per mg halm henvises til Elmholt og Helweg (1990). Den radioaktivt mærkede halm blev blandet med umærket halm (forhold 1:2) inden iblanding i jordprøven for at sikre tilstedeværelsen af en aktiv halmmikroflora. Jordprøverne (sandblandet lerjord) var sigtet (<2 mm), og vandindholdet justeret til 50% af vandbindende evne. Jordprøverne med halm blev placeret i 100 ml kolber, som blev lukket med lufttætte propper og placeret i en opstilling med to absorbere under gennemblæsning af atmosfærisk luft (Figur 1). Prøverne blev inkuberet i 7 uger ved 20°C (Forsøg 1) eller 25°C (Forsøg 2). Udvikling af $^{14}\text{CO}_2$ blev målt med passende intervaller ved hjælp af væskescintillationstælling.

Resultater

Den mængde $^{14}\text{CO}_2$, som blev udskilt fra kolberne, blev for hvert udtagningstidspunkt og behandling omregnet til procent af den tilsatte mængde ^{14}C , og gennemsnittet af henholdsvis 2 gentagelser (Forsøg 1) og 3 gentagelser (Forsøg 2) beregnet. For hver behandling udregnedes herefter kumulerede værdier til illustration af de totale mængder af ^{14}C , der til et givent tidspunkt var udskilt som $^{14}\text{CO}_2$ (Figur 2).

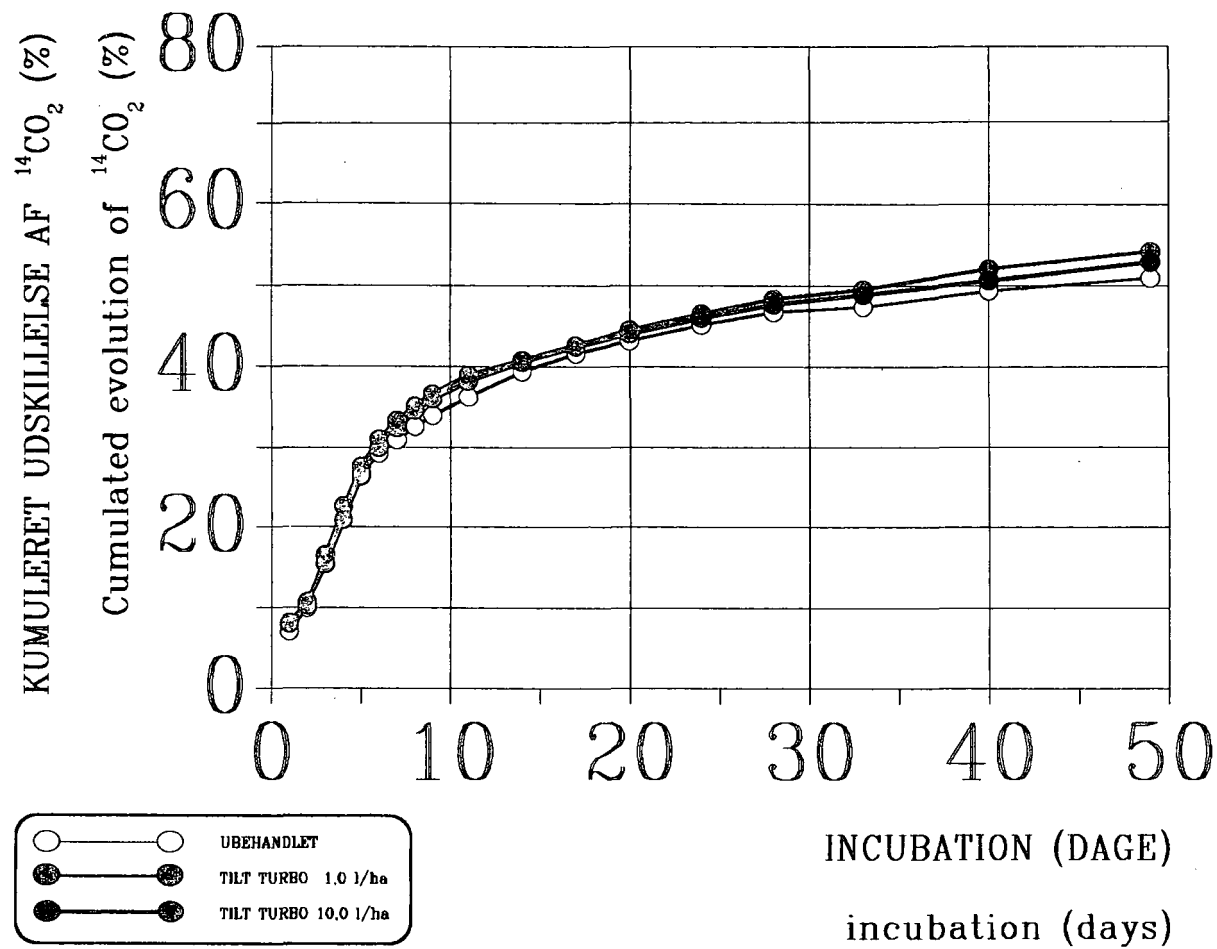
Et indledende metodeforsøg havde vist, at betingelserne for anvendelse af variansanalyse var opfyldt i form af normalfordelt datamateriale, samt at varianser for de enkelte forsøgsled ikke var statistisk signifikant forskellige. For en nærmere beskrivelse henvises til Elmholt og Helweg (1990). I Tabel 1 ses de kumulerede gennemsnitsværdier samt standardfejlen på disse værdier (SEM). SEM er defineret som standardafvigelse, divideret med kvadratroden af antallet af gentagelser. SEM viser, at variationen mellem gentagelserne var meget stor for 2 af forsøgsleddene, nemlig Tilt turbo i anbefalet dosering og Corbel i 10 x anbefalet dosering. Disse resultater skal derfor tages med forbehold. For Corbel i 10 x anbefalet dosering skyldes den store variation en fejl i forsøgsopstillingen, som medførte utilfredsstillende gennemblæsning. For Tilt turbo i anbefalet dosering er der ingen forklaring på den store variation mellem gentagelserne, men da den ikke fandtes ved 10 x anbefalet dosering af samme middel, er der også her grund til at tro, at variationen ikke skyldes midlet, men en fejl i forsøgsopstillingen. Betingelsen for en variansanalyse i form af ens varianser er således ikke opfyldt, men i henhold til tidligere resultater skønnes det alligevel rimeligt at anvende den.

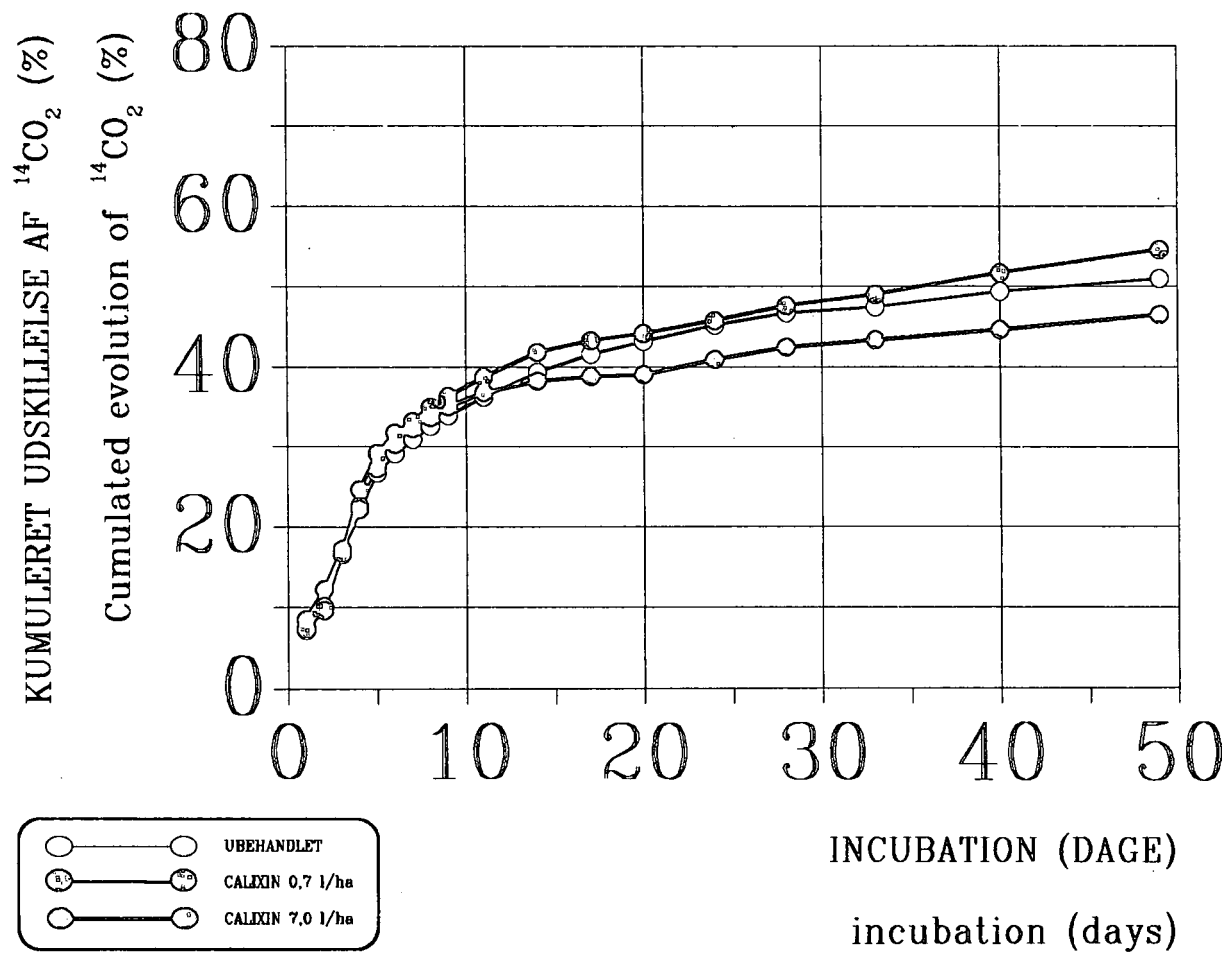
Figur 2. Effekt af Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak og Corbel på omsætning af ^{14}C -mærket halm under laboratorieforhold. Resultaterne er vist som kumulerede gennemsnitsværdier af $^{14}\text{CO}_2$.
Effect of Tilt, Tilt turbo, Calixin, Rival, Sportak and Corbel on the mineralization of ^{14}C -labelled straw in laboratory trials. The results are shown as cumulated mean values of $^{14}\text{CO}_2$.



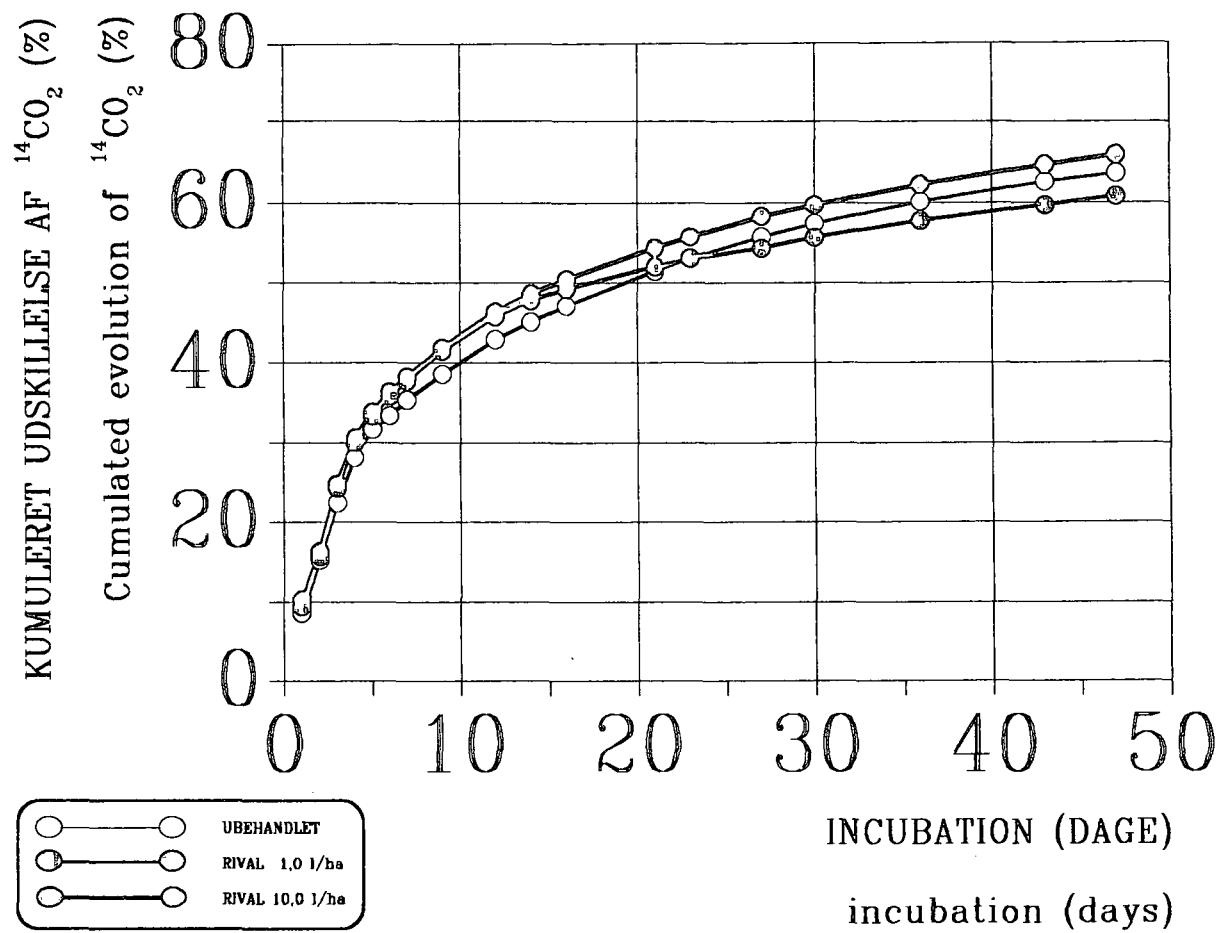
TILT

TILT TURBO

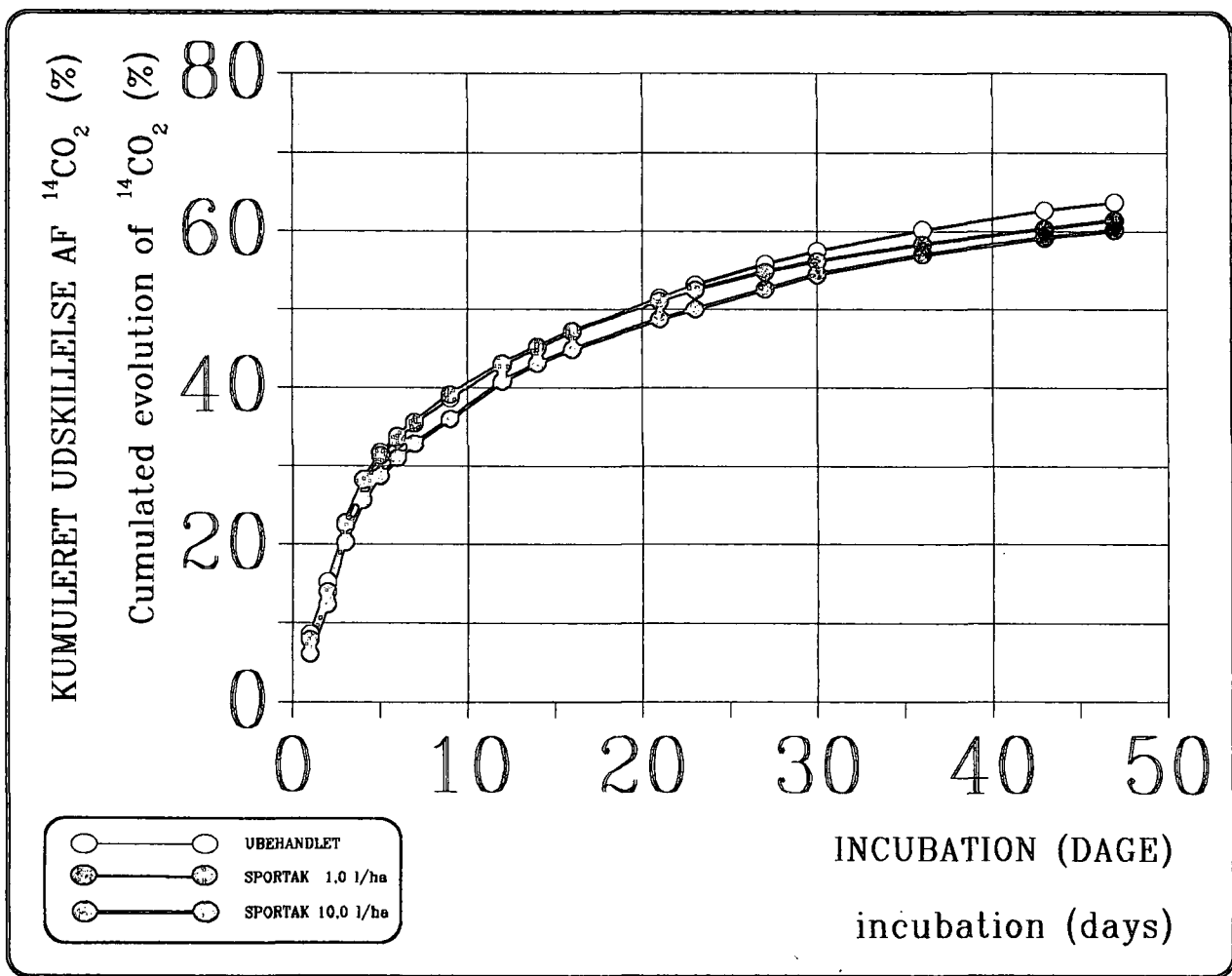




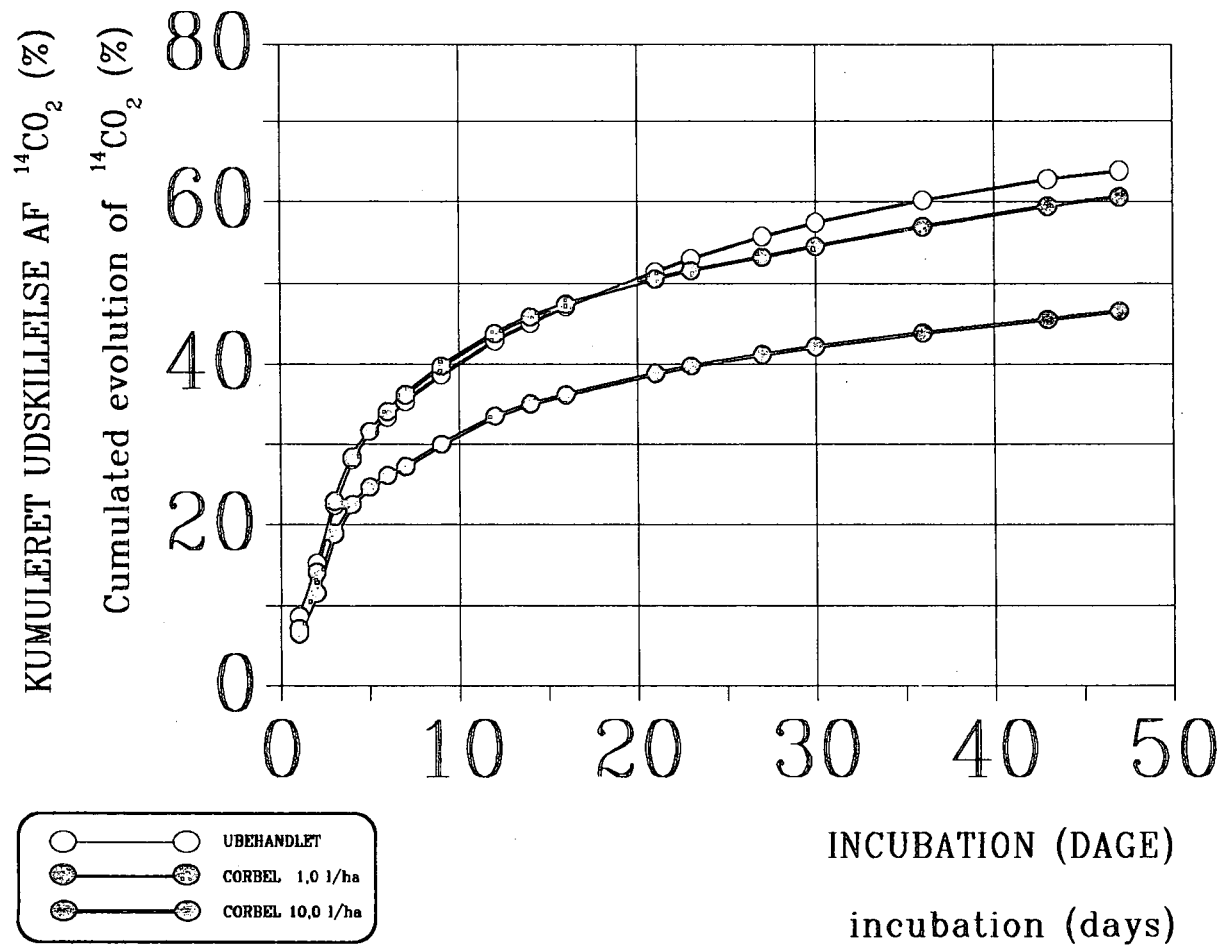
CALIXIN



RIVAL



SPORTAK



CORBEL

En variansanalyse for Forsøg 1 viser, at der på intet tidspunkt i forsøgsperioden var en statistisk signifikant behandlingseffekt. For Forsøg 2 er behandlingseffekten statistisk signifikant i form af en stimulering af omsætningen af Rival i 10 x anbefalet dosering og en hæmning af Sportak i 10 x anbefalet dosering i forhold til ubehandlet, men kun på den allerførste udtagningsdag. Allerede på 2. dagen var den overordnede behandlingseffekt ikke længere statistisk signifikant, og fra dag 2 var effekten af Sportak og fra dag 3 effekten af Rival ikke længere signifikant forskellige fra kontrollen.

Forsøg 1 *Experiment 1*

		Kumuleret gennemsnit SEM <i>Cumulated SEM mean</i>	
Kontrol		51.0	0.2
Tilt	anb. dosering	50.7	2.0
	x 10	52.4	3.4
Tilt turbo	anb. dosering	54.2	11.1
	x 10	52.9	1.0
Calixin	anb. dosering	54.6	0.7
	x 10	46.5	0.6

Forsøg 2 *Experiment 2*

Kontrol		63.8	2.2
Sportak	anb. dosering	61.3	2.0
	x 10	60.2	2.4
Rival	anb. dosering	60.9	4.3
	x 10	66.0	0.4
Corbel	anb. dosering	60.6	0.6
	x 10	46.6	11.5

Tabel 1. Halmomsætning, vist som den mængde $^{14}\text{CO}_2$, som ialt er dannet ved forsøgenes afslutning i % af den tilsatte mængde ^{14}C . Højre kolonne angiver standardfejlen på middeltallet (SEM).

Table 1. Straw mineralization, shown as the mean, cumulated amount of $^{14}\text{CO}_2$ being evolved at the end of the incubation period in percentage of the added amount of ^{14}C . The right column shows the SEM values.

I Forsøg 2 er der ved forsøgsperiodens afslutning omsat omkring 10% mere halm end i forsøg 1 til trods for, at forsøgsperioden er en uge kortere. Det skyldes en højere inkubationstemperatur.

Diskussion

Fra udenlandske undersøgelser ved man, at fungiciders effekt på halmomsætning, målt enten som udskillelse af CO_2 eller som vægttab i de fleste tilfælde er meget små og kortvarige

(Wessen et al., 1978; Torstensson & Wessen, 1984; Helweg, 1988). Derfor er det vigtigt at arbejde under meget standardiserede forsøgsbetingelser. I de her beskrevne forsøg er halmomsætning målt under laboratorieforhold. Derved kan man styre temperatur- og vandindhold i jorden, og ved at anvende blandet og sigtet jord undgås de store variationer, man finder i en uforstyrret markjord, især hvor jorden er plantedækket. Derved kan man lettere måle sikre udslag selv af små forskelle.

Så vidt jeg ved, findes der ikke tilgængelige undersøgelser af de ergosterolhæmmende fungiciders effekt på halmomsætning. På grundlag af de her præsenterede resultater er der dog ingen grund til at tro, at midlerne har nogen kritisk effekt på selve halmomsætningen, når de anvendes i anbefalede doseringer. Resultaterne viser, at af de 6 undersøgte fungicider, er der kun Rival og Sportak, der har statistisk sikre effekter. Resultaterne tyder på, at blandingsmidlet Rival (fenpropimorph og prochloraz) stimulerer halmomsætning, mens det rene middel, Sportak (prochloraz), har en hæmmende effekt, måske fordi indholdet af prochloraz i Sportak er dobbelt så højt som i Rival. En gentagelse af forsøget med en mere detaljeret dosis-respons kurve, hvor flere og højere koncentrationer medtages, er dog påkrævet, hvis man skal være sikker på den konklusion. Set i økologisk sammenhæng er de her målte effekter så kortvarige, at de må anses for ganske ubetydelige (Somerville et al., 1985).

Forsøgene er udført som "værste tilfælde", forstået på den måde, at fungicidkoncentrationerne på halmen blev beregnet ud fra en antagelse om, at hele den udsprøjtede mængde kunne genfindes på halmen ved nedmuldningstidspunktet. Dette er naturligvis overdrevent: Afhængig af sprøjtetidspunkt- og teknik vil en del af sprøjtevæsken afsættes på jorden, og afhængigt af midlets fysisk/kemiske egenskaber samt vejrforholdene i perioden efter sprøjtning vil meget af stoffet blive nedbrudt inden nedmuldning. Ved at male halmen (<1 mm) får den en meget større overflade og bliver lettere tilgængelig for mikroorganismerne. Derved er omsætningsforløbet efter al sandsynlighed ændret i forhold til naturlige markforhold. Den beskadigede og meget større overflade vil betyde, at omsætningen går hurtigere, og måske også, at andre organismer end under markforhold kommer til at spille hovedrollen i nedbrydningsforløbet. Det kan både være i forholdet mellem jordbundsfauna og mikroorganismer og i forholdet mellem mikroorganismerne indbyrdes. Fordi forsøgsbetingelserne i laboratoriet er så forskellige fra markforhold kan man ikke fastslå, at når der ingen effekter måles i laboratoriet, vil der med sikkerhed heller ikke kunne måles effekter i marken. Brug af radioaktivt mærkede isotoper anses for at være en meget følsom metode til at undersøge halmomsætning, fordi man helt specifikt kun måler omsætning af den radioaktivt mærkede halm. Omsætning af et hvilket som helst andet organisk, umærket stof i jorden vil derimod ikke blive registreret. På den anden side er metoden ikke i stand til at afsløre, om enkelte arter af mikroorganismer påvirkes mere end andre, da man ikke kan skelne een arts bidrag til respirationen ($^{14}\text{CO}_2$ -udviklingen) og dermed omsætningen fra en andens. Til at belyse fungiciders effekt på halmomsætning hører naturligt også undersøgelser af, hvorledes enkelte, udvalgte arter af mikroorganismer påvirkes. Sådanne undersøgelser er for tiden i gang på afdelingen både under mark- og laboratorieforhold.

Erkendtlighed

En varm tak til laborant Alice Binder for et stort og dygtigt udført arbejde, til L.H. Sørensen, Risø for ^{14}C -mærket halm og til Claus Olsen, Afdeling for Informatik og

Biometri, for hjælp ved den statistiske behandling af resultaterne.

Dansk sammendrag

Med baggrund i forbudet mod afbrænding af halm med virkning fra 1. januar 1990 vil mange landmænd blive nødt til at nedmulde overskudshalm. Derfor er det vigtigt at undersøge, hvorledes pesticider påvirker halmomsætning i jord. I artiklen beskrives effekt af Tilt 250EC, Tilt Turbo, Calixin, Sportak 45EC, Corbel og Rival på omsætning af ^{14}C -mærket halm under laboratorieforhold. Resultaterne viste, at bortset fra Rival, som havde en meget kortvarig, men dog statistisk signifikant stimulerende effekt i 10 x anbefalet dosering, og Sportak, som i 10 x anbefalet dosering havde en meget kortvarig men statistisk signifikant hæmmende effekt, var der for ingen af de andre fungicider nogen signifikant dosis-afhængig effekt.

Litteratur

- Christensen, B.T. & P. Schjønning (eds) (1987): Nedmuldning af Halm. Beretning nr. S 1911. Statens Planteavlsforsøg (in Danish). 156 pp.
- Domsch, K.H., G. Jagnow & T.H. Andersson (1983): An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. *Residue Reviews* 86, 65-105.
- Elmholt, S. (1988): Effekt af sprøjtning med fungicider på jordens svampeflora under markforhold. Beretning nr. S 1935, Statens Planteavlsforsøg, København 99 pp.
- Elmholt, S. and A. Helweg (1990): The use of ^{14}C -labelled straw to indicate the influence of pesticides on the mineralization of straw in soil. *Toxicological and Environmental Chemistry* 25. In Press.
- Helweg, A. (1988): Microbial activities in soil from orchards treated with pesticides compared to the activity in soils without pesticides (organically cultivated). *Pedobiologia* 32, 273-281.
- Somerville, L., M.P. Greaves, K.H. Domsch, W. Verstraete, N.J. Poole, H. van Dijk and J.P.E. Anderson (1985): Recommended laboratory tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora, 29 pp. *Proceedings of the 3rd International Workshop, Cambridge*.
- Sørensen, H. (1963): Studies on the decomposition of C^{14} -labeled barley straw in soil. *Soil Science* 95, 45-51.
- Torstensson, L. & B. Wessen (1984): Interactions between the fungicide benomyl and soil microorganisms. *Soil Biol. Biochem.* 16, 445-452.
- Wessén, B., A. Helweg & L. Torstensson (1978): Sidoeffekter av carbendazim. *Växtskydds-notiser* 4, 193-200.

Biologisk testmetode til påvisning af herbicidrester i jord *Bioassay for detecting herbicide residues in the soil*

P. Kudsk & Hanne Juul Pedersen
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

A bioassay method used to assess herbicide residues in the soil is described. As herbicide degradation normally can be regarded as a dilution of the herbicide concentration in the soil, it is possible to quantify the herbicide residues by applying a parallel-line assay. In 1989 the bioassay was used to quantify the residues in the spring of several residual herbicides applied in the autumn to assess the risk of injury on undersown grass species. Further, the bioassay was applied to estimate the risk of injury to winter oil seed rape following spring barley treated with chlorsulfuron and winter barley treated with metsulfuron methyl, respectively.

Indledning

Jordherbicider skal for at være effektive besidde en vis persistens, dvs. de må ikke nedbrydes for hurtigt. Nedbrydningen bør dog forløbe så hurtigt, at der efter høst af afgrøden er så små mængder herbicidrester tilbage, at eventuelle efterfølgende afgrøder ikke hæmmes i deres vækst, og at anvendelsen af herbicidet således ikke medfører sædskiftemæssige restriktioner.

Herbicidrester i jorden er indtil i dag blevet bestemt enten ved hjælp af kemiske eller biologiske metoder. En af de kemiske metoders fordele er, at de foruden en kvantitativ bestemmelse også giver mulighed for at bestemme, hvilket herbicid, der er tale om. Ulempen ved disse metoder er, at der ikke nødvendigvis er sammenhæng mellem mængden af herbicid i jorden, og de skader man vil observere i marken, idet det bl.a. vil afhænge af jordtypen. Ved at anvende en biologisk test kan man foruden at kvantificere mængden af herbicid i jorden også få et indtryk af, om der er risiko for skader på den pågældende jordtype. Ulempen ved den biologiske test er, at man som regel ikke er i stand til afgøre, hvilket herbicid, der er tale om, men i bedste fald kan man bestemme hvilken herbicidgruppe, det tilhører.

Da sulfonylurea herbiciderne kom på markedet opstod der en fornyet interesse for biologiske test. På grund af de meget lave doseringer var det på det tidspunkt den eneste metode, hvormed man kunne følge nedbrydningen af disse herbicider. Siden da er der udviklet analytiske metoder, der er endnu mere følsomme end biologiske test (Peter et al., 1989).

I denne artikel præsenteres den biologiske testmetode, der anvendes ved Institut for

Ukrudtsbekæmpelse, samt et par eksempler på, hvad vi har anvendt metoden til i år.

Materialer og metoder

Generelt

Jordprøver udtages i forskellig dybde afhængig af hvilket herbicid, der er tale om, og hvad formålet med undersøgelsen er. Jordprøverne lufttørres, knuses og soldes gennem et 5 mm sold. Hvis jordprøverne ikke testes umiddelbart efter udtagningen, nedfryses de ved -20°C. En doseringsrække fremstilles ved at fortynde den udtagne jordprøve med ubehandlet jord. Små plastpotter (8 x 8 x 6 cm) fyldes med 300 g jord, og testplanten sås. Potterne placeres i underskåle og vandes fra neden med næringsvæske. For at undgå for stor fordampning bliver hver potte dækket med ca. 75 g små sten. Efter 3 til 5 uger, afhængig af testplanten, høstes planterne, og der bestemmes frisk- og tørvægt.

I forud planlagte forsøg udtages også jordprøver ved såning, og mængden af herbicidrester i jorden på de forskellige tidspunkter bestemmes ved at sammenligne effekten på de forskellige tidspunkter med effekten ved såning, hvor mængden af herbicid i jorden er kendt. I de tilfælde hvor udtagning af jordprøver ikke var planlagt, sammenlignes effekten på testplanten med effekten af en doseringskurve, der fremstilles ved at tilsætte forskellige mængder herbicid til ubehandlet jord.

De fleste herbiciders nedbrydningsprodukter er uden nævneværdig effekt på planternes vækst. Det betyder, at det der faktisk sker, når et herbicid nedbrydes, blot er en fortynding, og det er derfor muligt at bestemme mængden af herbicid i jorden ved at analysere resultaterne v.h.a. en såkaldt "parallel-line assay" (Kudsk, 1988).

Herbicidrester i foråret efter sprøjtning med jordherbicider i efteråret.

I et markforsøg på en lerjord blev det undersøgt, om det var muligt om foråret at så udlæg i vintersædsmarker, der om efteråret var behandlet med enten isoproturon, pendimethalin, bromphenoxim+terbuthylazin, methabenzthiazuron eller linuron+trifluralin. De 3 førstnævnte herbicider blev udsprøjtet i både normal- og dobbelt normaldosering, mens de 2 øvrige kun blev udsprøjtet i normaldoseringen. Ved en fejltagelse blev der ikke udtaget prøver ved sprøjtningen, der blev foretaget d. 17/11-88. Den 7/4-89 blev der udtaget jordprøver i 16 cm dybde, og den 11/4-89 blev der sået alm. rajgræs, rødsvingel, eng-rapgræs og hvidkløver. I løbet af sommeren blev mængden af herbicid i jorden bestemt v.h.a. den biologiske testmetode ved at sammenligne væksten af rødsvingel (Rubina) i de udtagne jordprøver med en standardkurve. Det eneste herbicid, der forårsagede så store skader, at det var muligt at fastlægge en doseringskurve var pendimethalin i dobbelt normaldosering.

Rester af chlorsulfuron og metsulfuron methyl ved høst.

På grund af den tidlige høst var det i år muligt at så vinterraps efter vårbyg. På grund af den tørre sommer og den dermed formodede langsommere nedbrydning af jordherbiciderne, var der en del forespørgelser om risikoen for skader på vinterrapsen, i de marker hvor vårbyggen var blevet sprøjtet med chlorsulfuron. For nærmere at undersøge dette, blev der udtaget jordprøver i et vårbygforsøg, hvor der indgik et forsøgsled, der var behandlet med 4 g/ha chlorsulfuron d. 10/5-89. For at sammenligne nedbrydningen af chlorsulfuron med nedbrydningen af metsulfuron methyl, blev der endvidere udtaget jordprøver i et vinterbygforsøg, hvor der var sprøjtet med 6 g/ha

metsulfuron methyl d. 29/3-89. Jordprøverne blev udtaget både i 5 og 20 cm dybde, hvilket skulle simulere en situation, hvor man henholdsvis undlod pløjning og pløjede før såning af vinterrapsen. Begge forsøg blev udført på en lerjord. Den biologiske test blev udført med vinterrapssorten Ceres. I chlorsulfuron forsøget er enkelte potter udeladt, fordi der blev konstateret symptomer på vinterrapsplanterne, som ikke kunne tilskrives herbicidet.

Resultater og diskussion

I figur 1 kan ses, at det kun var efter den højeste pendimethalin dosering på 3.3 kg/ha, hvilket svarer til 10 l/ha Stomp, at der blev konstateret en friskvægtsreduktion på rødsvingel. Dette resultat svarede godt overens med bedømmelserne i marken, idet der med 1.65 kg/ha kun blev observeret en mindre skade, mens der ved 3.3 kg/ha var tale om næsten 100% skade på udlægget.

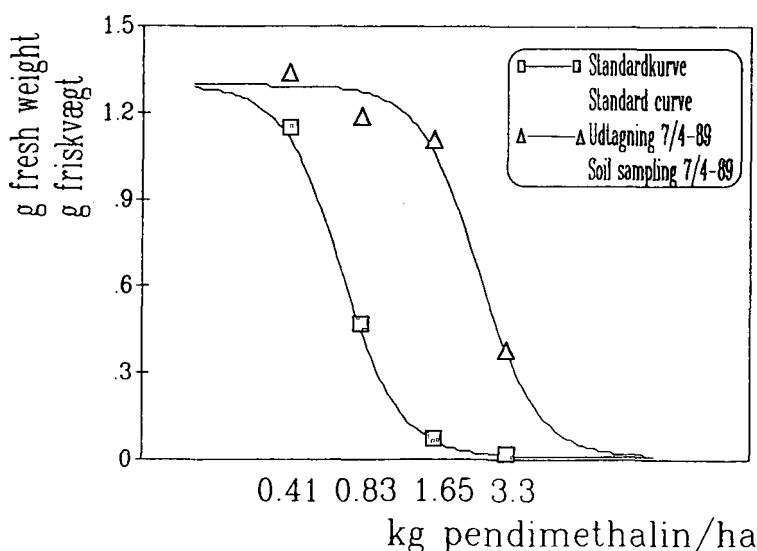


Fig. 1. Vækst af rødsvingel i jord behandlet med pendimethalin. Jordprøve udtaget i 0-16 cm dybde.
Growth of red fescue in soil treated with pendimethalin. Soil sample from 0-16 cm depth.

*Tabel 1. Relative styrker og første-ordens halveringstider for pendimethalin, chlorsulfuron og metsulfuron methyl.
Standard afvigelsen for de relative styrker er angivet i parentes
Relative potencies and first-order half-live values of pendimethalin, chlorsulfuron and metsulfuron methyl. Figures in parentheses are standard errors.*

Herbicide	Relativ styrke <i>Relative potency</i>	Dage efter sprøjtning <i>Days after application</i>	Halveringstid (dage) <i>Half-live (days)</i>
Pendimethalin	0.27 (0.03)	141	75
Chlorsulfuron	0.37 (0.03)	85	59
Metsulfuron methyl	0.24 (0.04)	127	62

Den relative styrke af herbicidet på udtagningstidspunktet i forhold til standardkurven blev bestemt til 0.27 (Tabel 1). Det betyder, at kun 27% af den mængde herbicid, der blev udsprøjtet i efteråret, var tilbage d 7/4, hvilket vil sige, at 73% af herbicidmængden blev nedbrudt i løbet af de 141 dage fra sprøjtning til udtagning. Det svarer til en gennemsnitlig halveringstid på 75 dage.

Der blev hverken med chlorsulfuron eller metsulfuron methyl konstateret nogen signifikant reduktion i vinterrapsens vækst, når jordprøverne var udtaget i 20 cm dybde. Dette indikerer, at hvis de øverste centimeter jord blandes godt med den øvrige jord i pløjelaget f.eks ved et par stubkultiveringer afsluttet med en pløjning, vil risikoen for skader ikke være særlig stor.

Derimod blev der konstateret skader, når vinterrapsen blev dyrket i jord udtaget i de øverste 5 cm, og i figur 2 og 3 er resultaterne vist grafisk. De relative styrker blev beregnet til 0.37 og 0.24 for henholdsvis chlorsulfuron og metsulfuron methyl, hvilket betyder, at der på udtagningstidspunktet var henholdsvis 1.48 og 1.44 g virksomt stof tilbage. Det svarer til en gennemsnitlig halveringstid for chlorsulfuron og metsulfuron på henholdsvis 59 og 62 dage. I tidligere forsøg er der fundet halveringstider i sommermånederne på ca. 30 dage for begge herbicider (Røyrvik, 1985), og resultaterne fra dette forsøg viser, at nedbrydningen af chlorsulfuron og metsulfuron methyl forløb noget langsommere i 1989 end normalt.

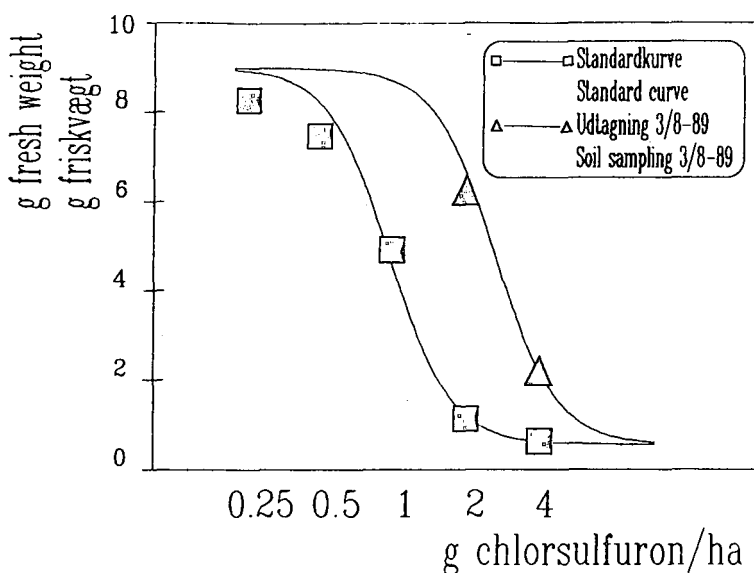


Fig. 2.

Vækst af vinterraps i jord behandlet med chlorsulfuron. Jordprøve udtaget i 0-5 cm dybde.

Growth of winter oil seed rape in soil treated with chlorsulfuron. Soil sample from 0-5 cm depth.

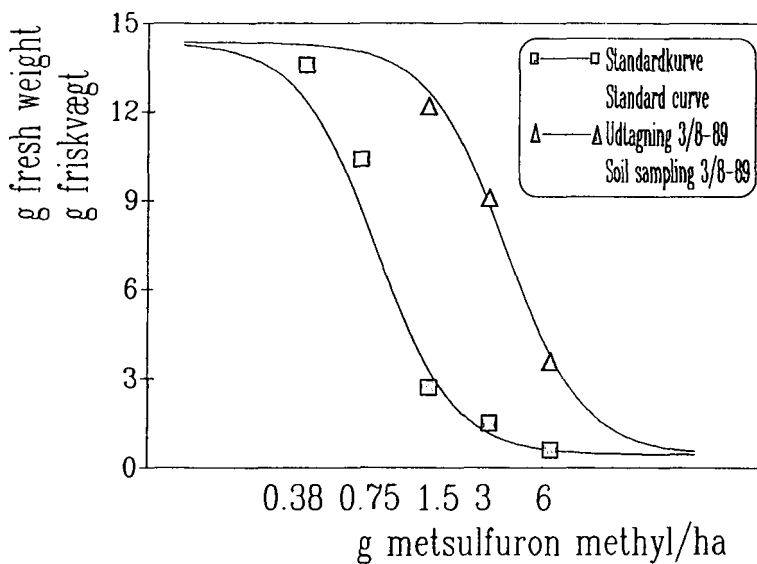


Fig. 3.

Vækst af vinterraps i jord behandlet med metsulfuron methyl. Jordprøve udtaget i 0-5 cm dybde.

Growth of winter oil seed rape in soil treated with metsulfuron methyl. Soil sample from 0-5 cm depth.

I efteråret blev der konstateret en del skader i vinterraps sået efter vårbyg behandlet med chlorsulfuron. I de fleste tilfælde var der tale om forbigående skader, der viste sig forholdsvis kort tid efter fremspiringen, hvorefter afgrøden kom sig igen. Sammenholdt med resultatet fra den biologiske test viser dette, at nedbrydningen af chlorsulfuron i 1989 er forløbet så langsomt, at man mange steder har ligget lige omkring den kritiske grænse for, om det er muligt at så vinterraps eller ej.

At herbiciderne forsvinder fra de øverste centimeter, hvor jordprøven udtages, kan enten skyldes, at de nedbrydes eller nedvaskes i jorden. Pendimethalin bindes forholdsvis kraftigt på lerjorde, og med en udtagningsdybde på 16 cm er det derfor sandsynligt, at reduktionen i mængden af herbicid skyldes nedbrydning og ikke nedvaskning. Chlorsulfuron og metsulfuron methyl bindes derimod ikke særligt kraftigt i jorden. Til trods for at der ikke faldt så meget nedbør i perioden fra sprøjtning til jordprøverne blev udtaget, er det sandsynligt, at en del af den udsprøjtede mængde herbicid er nedvasket dybere end de 5 cm jordprøverne blev udtaget i. Hvis det er tilfældet, er de 59 og 62 dage faktisk en overvurdering af selve nedbrydningshastigheden i det øverste jordlag.

Sammendrag

En biologisk testmetode, der anvendes til at bestemme herbicidrester i jorden med er beskrevet. Nedbrydningen af et herbicid kan i de fleste tilfælde betragtes som en fortynding af herbicidmængden i jorden, og det er derfor muligt at kvantificere mængden af et herbicid ved at anvende en "parallel-line assay" teknik. I 1989 blev den biologiske testmetode anvendt til at bestemme den resterende mængde af herbicid i foråret efter anvendelse af en række jordherbicider i efteråret for at bedømme risikoen for skader på forårssået græs- og kløverudlæg. Endvidere blev metoden anvendt til at bedømme risikoen for skader på vinterraps sået henholdsvis efter vinterbyg behandlet med metsulfuron methyl og vårbyg behandlet med chlorsulfuron.

Litteratur

- Kudsk P. (1988): The influence of volume rates on the activity of glyphosate and difenzoquat assessed by a parallel-line assay technique. Pestic Sci., **24**, 21-29.
- Peter C.J. og 10 andre (1989): Analytical methods for detecting chlorsulfuron and metsulfuron methyl. Brighthorn Crop Protection Conf.-Weeds, 1139-1144.
- Røyrvik J. (1985): Nedbrydning af chlorsulfuron og DPX-T6376 på friland. 2. Danske Planteværnskonference-Ukrudt, 258-269.

Biologisk metode til analyse for rester af Glean, Ally og Express i jord

LRB(sm) bioassay for detecting residues of GLEAN, ALLY and EXPRESS in danish soils

Poul G. Jensen, K.Buhr, E.F.Petersem
Du Pont de Nemours (Agro) A/S
Park Allé, DK-2605 Brøndby

Summary

*LRB(sm) is a bioassay method developed by Du Pont to determine residues in soils of Sulfonylurea cereal herbicides. In Denmark the method has been used so far primarily to estimate safe recropping of sensitive broadleaf crops such as Beet (*Beta vulgaris* L.) and Oil Seed Rape (*Brassica napus* L.) following treatments of previous cereal crop with Chlorsulfuron GLEAN or Metsulfuron ALLY.*

*Results from an extensive test project demonstrate LRB(sm) is able to reflect low residues of EXPRESS, in danish soils, more precisely and in more details than a field recropping with Winter Oil Seed Rape (*Brassica napus oleifera*). The results reported demonstrate sensitive subsequent crops may be grown safely three to four months following an EXPRESS spring treated cereal crop.*

Indledning

LRB(sm) (Laboratory Residue Bioassay) er en speciel biologisk analysemetode udviklet af Du Pont til påvisning af yderst små mængder af visse sulfonylureaprodukter i jord. GLEAN, ALLY og andre Sulfonylurea herbicider virker delvis ved optagelse via planternes rødder og har en vis langtidsvirkning i jorden. Da samtidig enkelte afgrøder, såsom Bederøer, er særdeles følsomme med en skadetærskel på ned til 0.1 ppb a.i. produkt i jorden, er en vis nedbrydningstid nødvendig for at hindre skade på efterfølgende afgrøder. Jordbundsforhold og jordtype kan være stærkt medbestemmende for skade på en efterfølgende afgrøde og det er således ikke herbicidkoncentrationen i jorden, der alene er bestemmende for om en efterfølgende afgrøde skades. En biologisk målemetode som LRB(sm) har den fordel, fremfor en kemisk analyse, at den påviser summen af alle stressfaktorer der påvirker planternes vækst og kan følgelig give en mere sand indikation af en mulig skaderisiko.

Du Pont har i Danmark og andre lande etableret faciliteter til at udføre LRB(sm) analyser, dels med henblik på at udbygge vort eget kendskab til nedbrydningen af vore produkter og dels som serviceydelse for vore kunder i lokale områder.

LRB(sm) procedurer er indgående beskrevet og diskuteret af H.J.Strek et al., J.C.Peter et al. og M.J.Duffy et al. Kun de vigtigste punkter i metoden vil blive omtalt og suppleret med enkelte praktiske anvisninger. Derudover redegøres for resultater af metodens anvendelse

specielt i relation til nedbrydning og eftervirkning af kornherbiciderne GLEAN, ALLY og EXPRESS i Danmark.

Udtagning af jordprøver

1. Rengøring af værktøj.

På grund af stor risiko for kontaminering jordprøverne imellem, renses jordbor o.a. til udtagning af jordprøver 15 min. i en 5% natriumhypokloritopløsning, KLORIN, efterfulgt af skylning i rent vand og aftørring med engangs papirservietter. Iøvrigt må der iagttages den yderste omhyggelighed under prøveudtagningen for at undgå overslæbning fra een prøve til en anden.

2. Prøveudtagning.

Jordprøver bør så vidt muligt udtages under rimelige tørre forhold således at jorden beholder sin naturlige struktur. Der udtages mindst 1 kg jord pr. prøve. Hvis der skal udføres standardkurve, udtages yderligere mindst en 20 kg prøve af "ubehandlet" jord. Ubehandlet betyder i denne sammenhæng, at der ikke har været tilført jordherbicid i det seneste år. Hvis dette ikke er muligt i den aktuelle mark, kan prøven alternativt udtages i tilstødende mark, skel, hegn o.lign.

a. Markforsøg.

Der startes med prøveudtagning i ubehandlede parceller og fortsættes med alle gentagelser af laveste dosis af samme forsøgspræparat, derefter fortsættes med næstlaveste dosis o.s.v.. I forsøg med flere forsøgspræparater, rengøres værktøjet, hver gang der skiftes til et nyt middel.

b. Agermark.

Marken skitseres og inddeles i områder med mindre og større risiko for mulig eftervirkning, i.e. forager med dobbeltsprøjtning, eroderede bakketoppe, kompakt jord, højt pH, vandlidende og skyggefulde områder, nordvendte skråninger. Prøveudtagning startes med rengjort udstyr i et ubehandlet område og fortsættes med laveste og næstlaveste risikoområde o.s.v.. Der udtages minimum to prøver fra hvert område.

c. Opbevaring af prøver.

Prøverne fremsendes hurtigst muligt, solidt emballeret og nummereret som anført på tilhørende markskitse. Før og under transporten opbevares prøverne så koldt som muligt og bør ikke henstå i direkte sol.

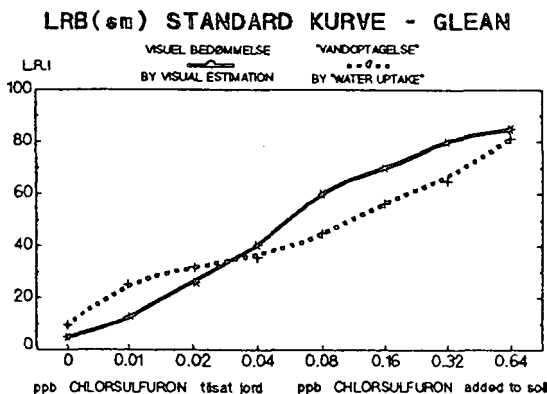
Analysemetode

Ved ankomsten til laboratoriet bliver prøverne nedfrosset. Når LRB forsøget forberedes, bliver jordprøverne optøet, overført til 800 ml plastpotter, isået linse (*Lens culinaris* L.) og tildækket med ca. 2 cm groft kvartssand. Hvert sæt jordprøver bliver målt for vandprocent og pH værdi til hjælp ved tolkning af resultaterne. Senest ved linsernes fremspiring anbringes potterne i klimakammer, hvor planterne har en vækstperiode på 21 dage. Under vækstperioden bliver vandforbruget registreret og kompenseret for i forbindelse med vejning af potterne. Det tilstræbes at holde en konstant markkapacitet på 60-70%. Markkapaciteten varierer stærkt med jordtypen og hvis ikke vandingen er optimal og ensartet, påvirkes resultatet. Markkapaciteten bliver fastsat for hvert forsøg ved at lade en given mængde jord

opsuge maximal vandmængde i et døgn og derefter afdrypning i 12 timer. Efter tørring af den vandmættede jord i varmeskab beregnes den fordampede mængde vand og sættes lig med 100 % markkapacitet. På basis af vandprocenten målt i de oprindelige jordprøver beregnes vandmængden, der skal tilsættes hver potte.

Ved forsøgsperiodens afslutning bliver jord og planter fjernet fra plastpotterne og planterødderne vaskes forsigtigt fri for jord, hvorefter en visuel skadevurdering foretages. Rødderne, især de sekundære og tertiære rødder bedømmes og sammenlignes med de bedste ubehandlede prøver. Røddernes længde, fylde, antal og udseende indgår i en samlet vurdering for skadekarakter. Som hjælp til at afstemme niveauet for skadebedømmelse fra det ene forsøg til et andet kan planternes vandoptagelse være en udmærket hjælp.

Planternes vandforbrug i den sidste del af vækstperioden afspejler meget præcist de skader, der findes ved den visuelle bedømmelse. Procent skade baseret på vandforbrug beregnes som: 100 minus (nettovandforbrug for behandlet prøve divideret med netto vandforbrug i bedste ubehandlet prøve multipliceret med 100). Planternes netto vandforbrug beregnes ved at fratrække den mængde vand der fordampes fra en "blind" potte med jord uden planter. Tildækning af jorden i potterne med et lag sand mindsker fordampningen fra jordoverfladen og hindrer slæmning af jorden under vanding.



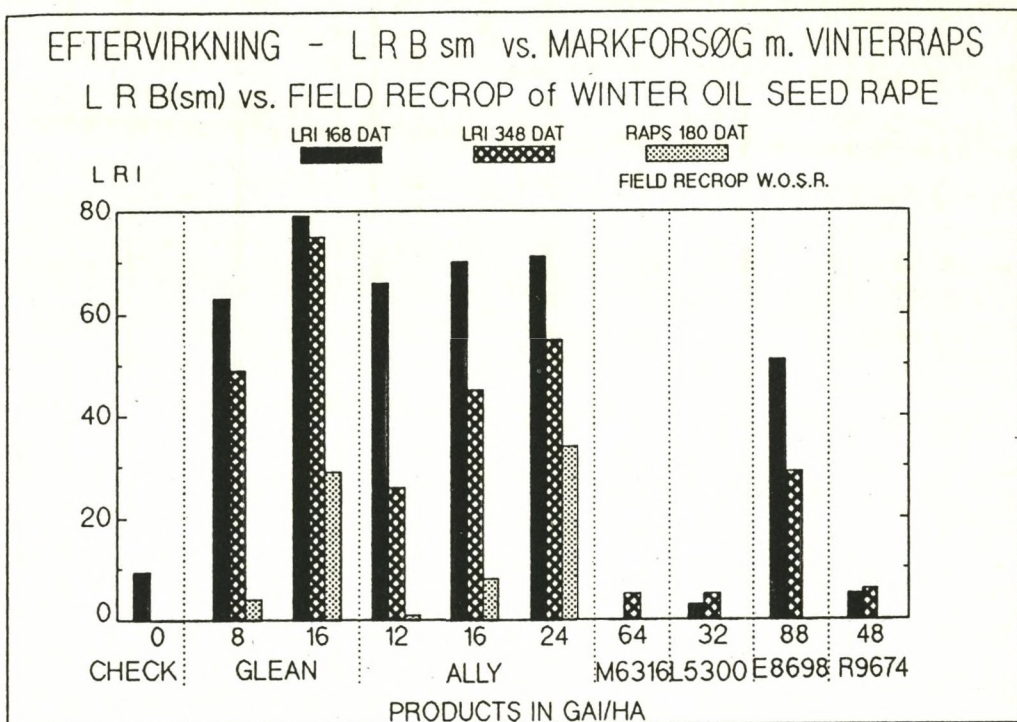
Materialer og metoder

Til undersøgelse for eftervirkning, blev jordprøver udtaget i 21 markforsøg, sprøjtet i foråret 1987 og 1988 med EXPRESS (DPX L-5300) i doser fra 4 til 32 gai/ha. Forsøgene blev udvalgt således, at de dækkede alle lokaliteter og jordbundstyper i Danmark bedst muligt. Forsøgene var ikke alle anlagt efter samme forsøgsplan eller med samme doser.

Et af forsøgene var anlagt med henblik på at undersøge eftervirkningen af flere Sulfonylurea kornherbicer. Dette forsøg blev derfor udvalgt til at blive undersøgt i detaljer for at fastslå sammenhængen mellem den aktuelle eftervirkning konstateret på vinterraps i marken med de værdier, som kunne findes ved brug af LRB(sm) metoden.

Resultater og konklusion

1. Sammenligning af eftervirkning i markforsøg med vinterraps med LRB(sm) laboratiemetode.



Resultatet i figur 2 demonstrerer tydeligt LRB metodens markante større følsomhed end Vinterrapsen i markforsøget. Midlerne EXPRESS, DPX M-6316 og DPX R-9674 har vist ingen eller ubetydelig eftervirkning i begge undersøgelses metoder. GLEAN har som ventet givet større eftervirkning end ALLY. Disse to produkter har væsentlig længere nedbrydningstid end de øvrige. DPX E-8698 er en blanding af ALLY og DPX M-6316 og indtager derfor en mellemstilling. Nedbrydningen, i tidsrummet mellem første og anden prøveudtagning, henholdsvis 168 og 348 dage efter udbringning, er større for ALLY end for GLEAN.

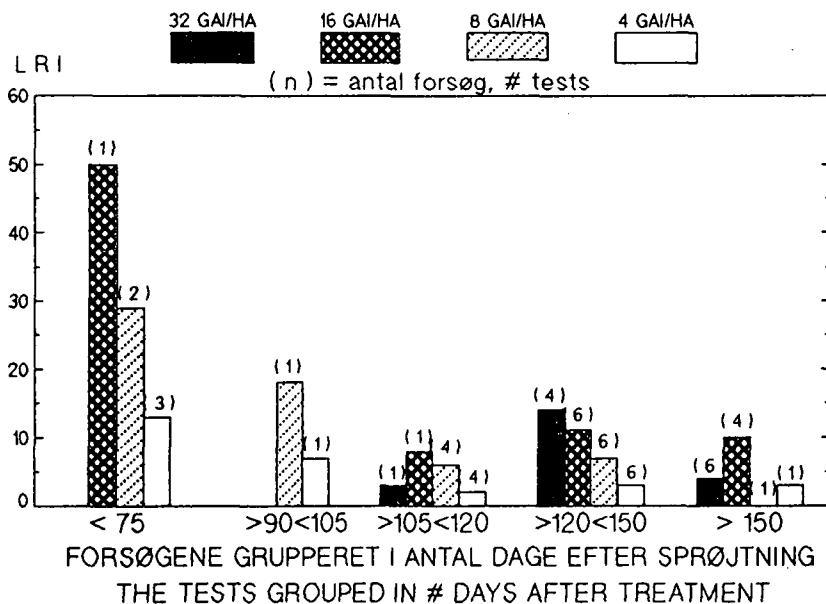
LRB(sm) metoden har således vist væsentlig større følsomhed end markforsøg og giver derfor en tilfredsstillende stor sikkerhedsmargin ved fortolkning af dens resultater.

2. Sammendrag af LRB(sm) undersøgelse for eftervirkning af EXPRESS i 21 markforsøg udlagt 1987 og 1988 i Danmark.

I figur 3 er vist forsøg(doser) med EXPRESS grupperet i antal dage fra udbringning til udtagning af jordprøver. EXPRESS har indgået i forsøgene med 4, 8, 16 og 32 gai/ha. Da normaldoseringen i Danmark er 7.5 gai/ha, inkludere disse forsøg en marginal på over fire gange normal dosering. Resultaterne viser, som ventet, at øget dosering øger eftervirkningen. I gruppen, hvor jordprøver er udtaget inden 75 dage efter udbringning, er der konstateret størst eftervirkning. I de senere udtagne prøver er der konstateret små og ubetydelige LRI (Lentil Root Injury) værdier. Da jordprøverne stammer fra mange forskellige jordtyper og lokaliteter, er det naturligt at resultaterne varierer og ikke frembringer en jævn nedbrydningskurve i forhold til tidsfaktoren.

Nedbrydning af EXPRESS - 21 markforsøg i Danmark

Degradation of EXPRESS - 21 fieldtests throughout Denmark



Sammendrag

LRB(sm) er en biologisk analysemetode udviklet af Du Pont til påvisning af små rester af visse Sulfonylurea kornherbicider i jord. Metoden har i Danmark været anvendt til at bestemme rester af GLEAN og ALLY forud for dyrkning af efterfølgende afgrøder såsom vinterraps og bederoer. I et specielt projekt har metoden været anvendt til undersøgelse af eftervirkningen af EXPRESS i jordprøver fra et stort antal forsøg fordelt rundt om i Danmark. Resultaterne bekræfter at LRB metoden er meget følsom til at måle rester i jorden af EXPRESS og giver en stor sikkerhedsmargin ved anbefaling af efterfølgende følsomme afgrøder. Undersøgelsesresultaterne bekræfter at EXPRESS, efter en forårsbehandling, har en kort residuel virkning og at følsomme afgrøder risikofrit kan dyrkes efter en nedbrydningstid på 3 til 4 måneder.

Litteratur

H.J.Strek, D.C.Burkhart, S.D.Strachan, C.J.Peter, M.Ruggiero, R.W.Warner. BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS-1989.

Peter,C.J.; Sharp, J.K.; Strahan, J.C.; Strek, H.J.; Shalaby,L.M.; Wheeler,J.R.; Carski,T.H.; Burkhart,D.C.; Zahnow,E.W; Reiser,R.W.; Sherwood,G.A. BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS-1989.

Duffy,M.J.; Hanafey,D.M.; Linn,D.M.; RusselM.H.; Peter,C.J. 1987 BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE- WEEDS.

Kemiske analyser som hjælpemiddel til at undgå skader på vegetation og til at påvise årsager til skader.

Chemical analyses as a remedy to avoid damage on vegetation and to elucidate causes of damage.

Peder Odgaard
Analyselaboratoriet for Pesticider
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

During the last five-year period herbicide analyses have been carried out in 52 cases, in order to clear up incidents of vegetation damage, or in connection with advisory service. More often recreational than commercial areas are concerned, and in the greater part of the cases trees and other woody plants are damaged. Most often the analytical samples consist of soil.

Herbicides are found in about 3 out of 4 cases. Among these triazines and dichlobenil predominate, even though nearly 20 different active substances are found, and in almost all cases quantitatively detected.

Indledning

Analyselaboratoriet for Pesticider har som et af sine formål at udføre analyser, der kan medvirke til opklaring af pesticidskader og -forureninger og derigennem til afgørelse af erstatningsspørgsmål samt til vejledning af rekvirenterne.

Hvert år modtager vi et antal prøver til analyse for herbicidindhold. I de fleste tilfælde er der tale om jordprøver; men det kan også være prøver af planter eller af det anvendte kemikalie. Endvidere kan det være forurenede vandprøver.

I den foreliggende redegørelse er emnet afgrænset til de tilfælde, hvor der er skade eller risiko for skade på planter.

Prøvematerialet

Der er foretaget en opgørelse af sager, som vedrører aktuel eller potentiel skade på kulturplanter, og hvori kemiske analyser er udført, for en 5-årig periode (1985-1989). I 46 af de ialt 52 tilfælde er jordprøver analyseret.

Tabel 1.

Analyseprøvernes art og oprindelse.

*Description and origin of the samples for analysis.*Antal tilfælde
Number of cases

Ialt 1985-89		52
<i>Total 1985-89</i>		
Heraf med jordprøver		46
<i>Of these with soil samples</i>		
stenuld (Grodan)		1
<i>rockwool</i>		
kemikalieprøver		3
<i>herbicide samples</i>		
plantemateriale		4
<i>plant material</i>		
Skade konstateret	Ja	Nej (eller ikke oplyst)
<i>Plant damage observed</i>	<i>Yes</i>	<i>No (or no information)</i>
Ialt	43	9
<i>Total</i>		
Heraf fra offentlige arealer	5	1
<i>Of these from public areas</i>		
bolig- og fællesarealer	11	2
<i>common areas</i>		
privathaver	9	
<i>private gardens</i>		
væksthusgartneri	2	
<i>glasshouse horticulture</i>		
frilandsgartneri	1	
<i>open air horticulture</i>		
planteskoler o.l.	2	1
<i>nurseries etc.</i>		
landbrug	8	3
<i>agriculture</i>		
skov	1	
<i>forestry</i>		
ikke oplyst	4	2
<i>no information</i>		

Af tabel 1 fremgår endvidere, at en stor del af skaderne opstår på offentlige, fælles eller private arealer, der kan betegnes som rekreative områder. Beplantninger langs veje og på parkeringspladser indgår også i denne gruppe. Erhvervsjordbrug (landbrug, gartneri m.v.) tegner sig for et færre antal sager; men prøverne i denne gruppe repræsenterer utvivlsomt et større areal.

I de tilfælde, hvor der ikke er opstået skade, er formålet med analyserne oftest at afgøre, hvorvidt et herbicid er til stede i skadelig mængde for den efterfølgende afgrøde eller ved nyplantning. Det gælder iøvrigt også for en del af tilfældene med skader.

De fleste analyser ved skadetilfælde udføres dog med det formål at placere ansvaret for skadens opståen. Ofte er der tale om erstatningskrav. Nogle sager har karakter af nabostridigheder, i visse tilfælde endog hærværk.

Tabel 2. Skadernes fordeling på plantegrupper.
The cases of damage divided into plant groups.

Skadede planter <i>Affected plants</i>	Antal tilfælde <i>Number of cases</i>
Træer, buske, hække/ <i>trees, bushes, hedges</i>	28
Andre pryddplanter/ <i>other ornamental plants</i>	3
Grønsager/ <i>vegetables</i>	4
Korn/ <i>cereals</i>	2
Roer, raps, ærter/ <i>beets rapeseed, peas</i>	5
Ikke oplyst/ <i>no information</i>	2

En opdeling af skadetilfælde efter planter (tabel 2) viser, at det i et overvejende antal tilfælde er gået ud over træagtige vækster. Det har sin forklaring i, at de fleste sager vedrører rekreative områder, hvor disse vækster er dominerende.

De herbicider, som oplyses anvendt eller formodes at være årsag til skaderne, er altovervejende jordherbicider.

Analysemetoder

Alt efter hvilke herbicider, der forventes at være i de aktuelle prøver, vælges passende analysemetoder. Disse kan være mere eller mindre specifikke, således at det ofte er muligt at analysere for mere end ét herbicid i samme ekstrakt. Den kvantitative bestemmelse foregår i alle tilfælde ved hjælp af gaskromatografi eller højtryksvæskekromatografi.

Der er i enkelte tilfælde udført biologisk test til støtte for analyseresultaterne, d.v.s. prøvedyrkning af jorden i små potter i væksthush.

Resultater og diskussion

Af tabel 3 fremgår, i hvor mange af skadetilfældene der har kunnet påvises herbicider, samt hvilke herbicider der er fundet.

Tabel 3. Herbicider fundet i tilfælde med skade på planter.
Herbicides found in cases with plant damage.

	Antal tilfælde <i>Number of cases</i>
Mistanke (eller viden) om et eller flere herbicider <i>Suspicion (or knowledge) to one or more herbicides</i>	35
Mindst 1 af de forventede herbicider fundet <i>At least 1 of the expected herbicides found</i>	27
Ingen herbicider fundet <i>No herbicides found</i>	8
Ingen bestemt mistanke <i>No definite chemical suspected</i>	8
Mindst 1 herbicid fundet <i>At least 1 herbicide found</i>	5
Ingen herbicider fundet <i>No herbicides found</i>	3
Ialt med fund af herbicider <i>Total with herbicides findings</i>	32
Heraf med atrazin <i>atrazine</i>	14
Of these with simazin, cyanazin <i>simazine, cyanazine</i>	10
dichlobenil <i>dichlobenil</i>	7
propyzamid <i>pronamide</i>	2
napropamid <i>napropamide</i>	1
hexazinon <i>hexazinone</i>	1
metamitron <i>metamitron</i>	1
ethofumesat <i>ethofumesate</i>	1
fluazifop-butyl <i>fluazifop-butyl</i>	1
chlorsulfuron <i>chlorosulfuron</i>	1
clopyralid <i>clopyralid</i>	1
chlorphenoxysyrer <i>chlorophenoxy acids</i>	2

I flertallet af sagerne har vi fundet det forventede herbicid - eller mindst et, hvor flere kunne forventes. Det er dog ikke ensbetydende med, at det fundne herbicid altid er skadevolderen. Der kan også være tale om et "omvendt" bevis, idet analysen kan sandsynliggøre, at det pågældende herbicid har været brugt korrekt, og at skaden derfor må have andre årsager, f.eks. dårlige vækstforhold eller et andet herbicid. Dette ser ud til at være den rette sammenhæng i 5 af de anførte 27 tilfælde.

Hvor der ikke har været mistanke til noget bestemt kemikalie, men et herbicid er fundet, er det i de foreliggende tilfælde den sandsynligste årsag til skaden. Det drejer sig om 5 tilfælde, hvor enten triaziner eller dichlobenil blev påvist, hvorfor der ikke var brug for noget større "detektivarbejde". De nævnte herbicider er iøvrigt helt dominerede blandt dem, der er påvist efter skader i det hele taget.

Tabel 4. Herbicider, der er analyseret for i tilfælde uden skade.
Herbicides analyzed for in cases without damage.

		Antal tilfælde <i>Number of cases</i>	
		Søgt <i>Looked for</i>	Fundet <i>Found</i>
Atrazin	<i>Atrazine</i>	4	4
Simazin	<i>Simazine</i>	3	2
Diuron,	<i>Diuron,</i>	1	1
linuron	<i>linuron</i>		
Isoproturon	<i>Isoproturon</i>	1	1
Dichlobenil	<i>Dichlobenil</i>	1	1
Natrium-	<i>Sodium</i>	1	1
chlorat	<i>chlorate</i>		

I tabel 4 ses, at det også overvejende er triaziner, vi har analyseret for på anden foranledning end opståede skader.

En typisk foranledning er f. eks. ophør af majsdyrkning og frygt for, at atrazin har været overdoseret, eller at der er sket ophobning i jorden efter mange års brug.

Sammendrag

Over en 5-årig periode er der i 52 tilfælde udført herbicidanalyser til opklaring af skader på vegetation eller i forbindelse med rådgivning. De fleste af disse tilfælde vedrører skader på træer eller buske og oftere rekreative arealer end erhvervsjordbrug. Analyseprøverne er oftest jord.

I ca. 3 ud af 4 tilfælde er der påvist herbicider. Blandt disse er triaziner og dichlobenil de oftest forekommende; men op mod 20 forskellige virkestoffer er påvist og i næsten alle tilfælde kvantitativt bestemt.

Miljøstyrelsens kriterier for miljøfarlighed

Leif Mortensen
Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

Miljøstyrelsens kriterier for hvornår bekæmpelsesmidler anses for særligt farlige for sundheden eller særligt skadelige for miljøet er blevet udarbejdet i samarbejde med bekæmpelsesmiddelrådet, og den seneste udgave af kriterierne er fra oktober 1988. I selve kriteriedokumentet er hovedsigtet med kriterierne angivet nemlig at præcisere de skærpede krav til godkendelse af bekæmpelsesmidler som udtrykt i kemikalielovens 35 stk. 1:

"Godkendelse kan ikke meddeles til stoffer eller produkter, som i forbindelse med anvendelsen eller den dermed forbundne håndtering og opbevaring er eller på grundlag af foreliggende undersøgelser eller erfaringer formodes at være særligt farlige for sundheden eller særligt skadelige for miljøet".

Hovedsigtet med kriterierne er således at give nærmere retningslinier for, hvad der skal forstås ved ordene særligt farlige for sundheden og særligt skadeligt for miljøet betyder.

Lovteksten her er, som en lovtekst ofte er udformet, i mere generelle vendinger og kan derfor selvfølgelig fortolkes. Hvis der ikke var nærmere retningslinier for hvorledes §35 stk. 1 skal forstås, kunne der opstå utallige diskussioner myndigheder og firmaer imellem. Ja selv inden for den myndighed, der administrerer loven ville der kunne opstå diskussioner, som kunne være meget tidskrævende.

Med udarbejdelsen af kriterierne er der tilvejebragt grundlag for en nemmere behandling af ansøgninger. Det ville nok være vanskeligt at gennemføre revurderingen uden kriterier.

Desuden er der med kriterierne skabt en mulighed for en mere åben debat om det danske beskyttelseniveau ved anvendelse af bekæmpelsesmidler, idet myndighederne med kriterierne jo offentligt har tilkendegivet, hvad deres beslutningsgrundlag er. Det kan lyde som en selvfølgelighed, at myndigheder offentliggør deres beslutningsgrundlag. Men når det drejer sig om bekæmpelsesmidler er Danmark mig bekendt det eneste land, som har udarbejdet kriterier for godkendelse.

Denne kendsgerning satte selvfølgelig sit præg på arbejdet med at udfærdige kriterierne. Der var ingen "forbilleder", der kunne lette arbejdet med at udforme kriterierne. På den anden side var der heller ingen bindinger.

Ved udarbejdelsen af kriterierne tog Miljøstyrelsen og dens rådgivere udgangspunkt i de tests, som forlanges udført af firmaerne som betingelse for, at en ansøgning accepteres.

Det forlanges jo i forbindelse med en ansøgning, at ansøgeren kan dokumentere hvilke effekter hans produkt har på menneskers sundhed og på miljøet.

Da foredraget her alene vedrører påvirkning af miljøet, skal jeg ikke kommentere de undersøgelser, der udføres til belysning af eventuelle sundhedsmæssige effekter.

Til belysning af eventuelle effekter på miljøet skal der udføres forsøg, der belyser:

1. Nedbrydning af bekæmpelsesmidlet.
2. Mobilitet af bekæmpelsesmidlet.
3. Evne til at bioakkumulere.
4. Effekt på vandorganismer.
5. Effekt på jordorganismer.
6. Effekt på agerlandets fugle.

Der er udarbejdet kriterier for de første 3 typer af undersøgelser.

Kriterierne er udarbejdet ud fra den forudsætning, at godkendelse af et middel skal baseres på et samlet skøn over den risiko, som anvendelsen heraf forventes at medføre for mennesket og det økosystem, hvori det spredes, og at visse sundheds- og miljømæssige egenskaber hos stoffet derfor tillægges særlig vægt. Der er herved taget hensyn til, at en egenskab ved midlet eller ved det aktive stof i midlet - i sig selv eller i kombination med andre egenskaber - er så uønskede, at midlet ikke bør anvendes selv ikke ved brug af værnemidler.

Der er udarbejdet kriterier for de egenskaber, som anses for at være af væsentlig sundheds- og miljømæssig betydning, og hvor Miljøstyrelsen har haft tilstrækkelig videngrundlag for fastsættelsen.

Miljøstyrelsen vil arbejde for at tilvejebringe egnede undersøgelsesmetoder, hvor sådanne mangler, herunder tage initiativ til internationalt samarbejde. Det drejer sig f. eks. om virkning på nytteinsekter og subkroniske virkninger på vandorganismer og fugle. De undersøgelser, som idag kræves belyser den akutte giftighed og forudsiger ikke risikoen ved den eksponering, organismerne i praksis er udsat for.

Det er væsentligt at understrege, at de angivne kriterier fastsætter grænser for, hvornår et bekæmpelsesmiddel ikke kan godkendes. På den anden side vil den omstændighed, at ingen af kriteriernes grænseværdier er overskredet, ikke nødvendigvis medføre en godkendelse. Således kan den samlede vurdering af midlets egenskaber også resultere i et afslag af godkendelse.

Kriterierne for godkendelse finder dog ikke anvendelse i de tilfælde, hvor anvendelsen, opbevaringen og lignende af et bekæmpelsesmiddel ikke medfører eller kan medføre eksponering af mennesker eller miljø og derfor gør de pågældende kriterier irrelevante.

Da udformning af kriterierne er en nyskabelse i den administrative praksis i forbindelse med godkendelsen af bekæmpelsesmidler, vil Miljøstyrelsen efter et år påny drøfte kriterierne med Bekæmpelsesmiddelrådet med henblik på en eventuel revision i lyset af de indhentede erfaringer. Ligeledes agter Miljøstyrelsen løbende at drøfte principielle spørgsmål om anvendelsen af kriterierne med Bekæmpelsesmiddelrådet.

Efterfølgende gennemgås kriterier for uacceptabel persistens i jord, uacceptabel mobilitet i jord og bioakkumulering.

Uacceptabel persistens i jord.

Ved persistens forstås i denne sammenhæng et stofs bestandighed i jorden efter behandlingstidspunktet. I det følgende bruges stoffets halveringstid i jord som mål for bestandigheden.

I forbindelse med bekæmpelsesmidler skal halveringstiden bestemmes - ikke blot for det virksomme stof, men også for væsentlige omdannelsesprodukter. Specielt bør anvendelsen ikke resultere i en akkumulering af virksomt stof eller uønskede omdannelsesprodukter i jorden.

Bestemmelse af nedbrydningshastighed sker i laboratorieforsøg under et sæt relevante, standardiserede forsøgsbetingelser, der giver mulighed for at vurdere bestandigheden under naturlige forhold. Nedbrydningstiden skal bestemmes i mindst 3 forskellige jordtyper og ved flere doseringer.

Hvis et virksomt stof eller dets uønskede omdannelsesprodukter på baggrund af disse laboratorieforsøg viser sig at have en halveringstid på mere end 3 måneder ved forhold, der er optimale for mikrobiel aktivitet i en repræsentativ jordtype, bør bekæmpelsesmidlet ikke godkendes. Undtaget herfra er dog visse herbicider.

I miljøet findes andre forsvindingsveje, som normalt ikke inkorporeres i laboratorieforsøg. Disse forhold kan belyses ved supplerende markforsøg. Hvis et stof ved vel gennemført markforsøg alligevel har en faktisk halveringstid på 3 måneder og derover, bør det ikke godkendes.

For stoffet til ukrudtsbekæmpelse, hvor en vis persistens er tilsigtet, må halveringstiden ikke overstige 8 måneder.

De nævnte halveringstider angiver den nedbrydningshastighed, der maksimalt kan accepteres. Dette medfører ikke nødvendigvis, at midler med lavere halveringshastighed altid kan godkendes, da andre forhold kan gøre sig gældende. F. eks. kan der være tale om uønsket biologisk aktivitet selv ved lave restkoncentrationer i jorden.

Uacceptabel mobilitet i jord

Ved et stofs mobilitet i jord forstås dets evne til at bevæge sig i jorden.

Mobiliteten afhænger primært af stoffets vandopløselighed og adsorption til jordpartikler.

Anvendelse af et bekæmpelsesmiddel, hvor det virksomme stof har stor mobilitet og ikke nedbrydes hurtigt, medfører en risiko for forurening af overflade- og/eller grundvand.

Denne risiko er desuden afhængig af vejrforhold efter udbringning, dosering og de hydrogeologiske forhold i jorden.

I EF-direktiv nr. 80778 om drikkevand og i bekendtgørelse nr. 6 af 4. januar 1980 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, fastsættes grænseværdien for indhold af pesticider og pesticidlignende stoffer til 0,1 $\mu\text{g/l}$ for hvert enkelt stof og 0,5 $\mu\text{g/l}$ for summen af den type stoffer.

Udgangspunktet for vurdering af bekæmpelsesmidlers mobilitet er derfor, at det virksomme stof og dets metabolitter ikke må nå grundvandet i koncentrationer, som overstiger de ovennævnte.

Mobiliteten af det virksomme stof og væsentlige omdannelsesprodukter belyses ved laboratorieundersøgelser.

Mobiliteten undersøges med søjleforsøg med mindst 3 jordtyper. Disse jordtyper bør være:

- en sandblandet lerjord med et lerindhold større end 10% og et organisk kulstofindhold på ca. 2%.
- en lerblandet sandjord med et lerindhold mellem 5 og 10% og et organisk kulstofindhold på ca. 2%.
- en sandjord med et lerindhold under 5% og et organisk kulstofindhold på ca. 1%.

Jordsøjletesten ønskes standardiseret således at søjlens længde og diameter er henholdsvis 30 cm og 5 cm og at jordsøjlen gennemløbes jævnt af en vandmængde svarende til 200 mm nedbør indenfor to døgn. Før det aktive stof tilføres jordsøjlen og elueringen starter skal jordsøjlen være vandmættet.

For at belyse omdannelsesprodukternes mobilitet, skal der ligeledes udføres standardiserede udvaskningsforsøg med ældede jordprøver, hvor det virksomme stof ældes svarende til to halveringstider, dog mindst én måned.

Hvis det virksomme stof i friskblandede jordprøver eller stoffet og dets pesticidlignende omdannelsesprodukter*) i den ældede jordprøve kan udvaskes i mængder større end 2% i sandblandet lerjord, 3% i lerblandet sandjord eller 5% i sandjord af den tilførte stofmængde, skal der udføres supplerende undersøgelser, som belyser stoffets mobilitet under mere realistiske betingelser, som lysimeterforsøg eller markforsøg.

*) Stoffer som kemisk-strukturelt ligner udgangsstoffer eller stoffer med toksiske effekter samt andre miljøfremmende stoffer f. eks. cykliske og/eller halogenholdige, organiske forbindelser.

Hvis der ved lysimeterforsøg eller markforsøg ved den anbefalede dosering, afgrøde,

udbringningstidspunkt og -hyppighed udvaskes større mængder end 5 g/ha/år af det virksomme stof og dets pesticidlignende omdannelsesprodukter til under 1 m's dybde, kan midlet ikke godkendes til det anvendelsesområde, der giver udvaskning.

Bioakkumulering

Ved bioakkumulering forstås her uønsket ophobning af et virksomt stof i levende organismer i koncentrationer, der overstiger koncentrationen af stoffet i det omgivende miljø.

Følgende forhold ved det virksomme stof og dets omdannelsesprodukter inddrages i den trinvis vurderingsprocedure:

- I. Vurdering af om stoffet er let nedbrydeligt i de ydre omgivelser. Det undersøges om stoffet er "let nedbrydeligt i vand" (28 døgn*) eller "let nedbrydeligt i jord" (halveringstiden < 20 døgn i det af nedbrydningsforsøgene, hvor nedbrydningen foregår langsomt).**)

Hvis stoffet er let nedbrydeligt, anses det ikke for bioakkumulerende.

Hvis det er uvist om stoffet er let nedbrydeligt, eller hvis det ikke er let nedbrydeligt, fortsættes til trin II.

*) i henhold til OECD's testmetoder til bedømmelse af "let nedbrydelighed".

**) jfr. kriterier for uacceptabel persistens i jord.

- II. Vurdering af n-octanol/vand-fordelingsforholdet (K_{ow}), der kan indikeres om stoffet kan bioakkumuleres i organismer.

Hvis $K_{ow} < 1000$ anses stoffet ikke for bioakkumulerende, med mindre andre undersøgelser indikerer det modsatte. (Jfr. trin III-IV).

Hvis $K_{ow} \geq 1000$ vurderes den direkte bioakkumulering (jfr. trin III). Endvidere vurderes, om der er indikationer på indirekte bioakkumulering *) i pattedyr og/eller andre dyr (jfr. trin IV).

- III. Vurdering af biokoncentrationsfaktoren (BCF) for fisk som udtrykker muligheden for, om direkte bioakkumulering **) kan finde sted i væsentligt omfang.

Undersøgelsen udføres, hvis $K_{ow} \geq 1000$. Eventuelle undersøgelser af BCF for andre akvatiske organismer indgår i vurderingen.

Hvis der foreligger "modstridende" K_{ow} og BCF-værdier er de målte BCF-værdier afgørende.

Hvis $BCF < 100$ anses stoffet ikke for direkte bioakkumulerende.

Hvis $BCF \geq 100$ anses stoffet for at være direkte bioakkumulerende. Den

potentielle eksponering af terrestriske organismer, jordorganismer og fugle vurderes.

*) Indirekte bioakkumulering af et stof via føden efter optagelse gennem mave-tarmkanalen.

**) Direkte bioakkumulering: bioakkumulering af et stof fra vandet efter optagelse gennem hud og gæller.

Hvis eksponering er sandsynlig, skal et bioakkumuleringsstudie på pattedyr udføres (trin V), også selv om den estimerede $t_{1/2}$ i toksikokinetiske undersøgelser i pattedyr er grænsetilfælde i forhold til kriterierne, (d.v.s. den tilsyneladende $t_{1/2}$ er mindre end, men i nærheden, af 3 døgn)(jfr. trin IV).

IV. Indikationer på indirekte bioakkumulering i pattedyr, fugle og/eller andre dyr vurderes på grundlag af toksikokinetiske (herunder metabolisme) metabolismeundersøgelser i gnavere og/eller restkoncentrationsundersøgelser i husdyr eller enhver anden tilgængelig relevant undersøgelse.

Egentlige bioakkumuleringsundersøgelser foretages, hvis stoffet har en estimeret halveringstid på ≥ 3 døgn efter én eller flere doseringer beregnet ud fra den del af dyret, hvorfra udskillelsen af stoffet sker langsomst.

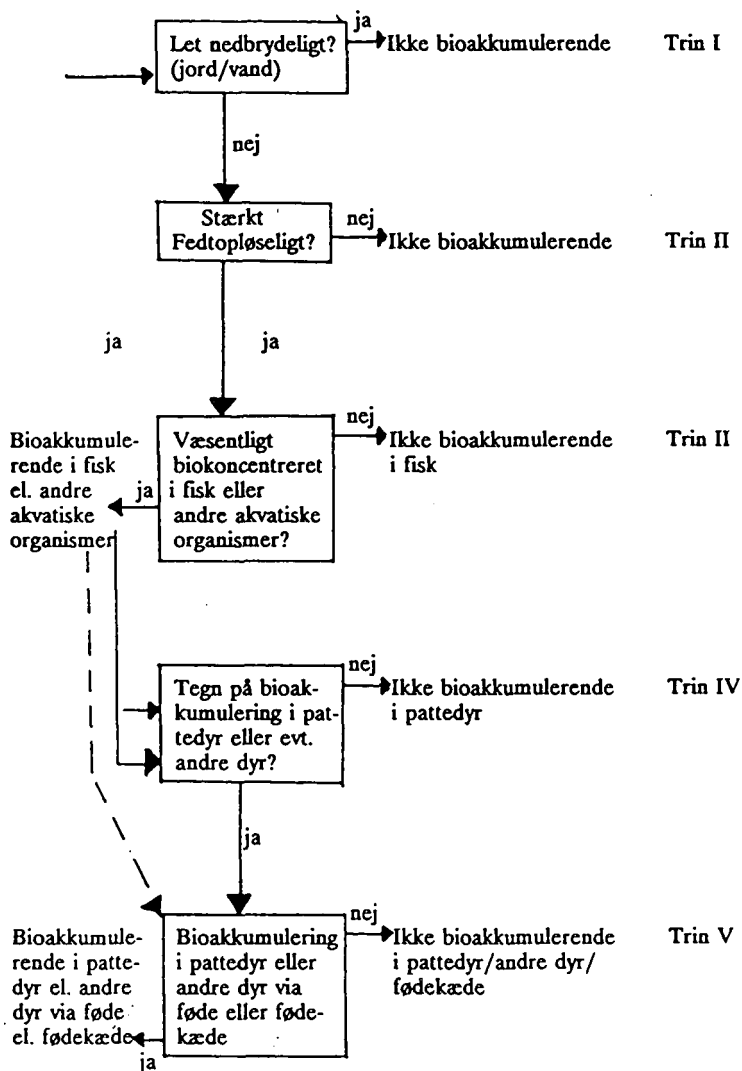
V. Undersøgelse af indirekte bioakkumulering udføres normalt på pattedyr, og undersøgelsen skal i givet fald udformes i samarbejde med Miljøstyrelsen. Ved den anvendte dosering af stoffet skal det undgås, at de metaboliserende enzymer induceres. Forsøgsdesignet, herunder doseringen, skal tilrettelægges således, at de resultater der opnås, tillader en troværdig estimering af BCF.

Et virksomt stof anses for indirekte bioakkumulerende, hvis x ppm af stoffet i føden bevirker mere end x ppm i fedtvævet, d.v.s. hvis $BCF > 1.0$.

Bioakkumuleringsundersøgelser af fugle/fødekæder kræves, hvis eksponering af disse er sandsynlig.

Et bekæmpelsesmiddel indeholdende et virksomt stof, der udviser bioakkumulerende egenskaber i ovennævnte undersøgelser, kan ikke godkendes.

Tabel 1. Vurderingsprocedure



— — — → når der er tale om et grænsetilfælde i forhold til kriteriet på trin IV, og kriteriet på trin III er opfyldt.

Tabel 2 kriterier.

I)	"Let nedbrydeligt":	"Let nedbrydeligt" i vand efter en af OECD's testmetoder*) el. Let nedbrydeligt i jord: $t_{1/2}$ i jord < 20 døgn
II)	"Stærk fedtopløseligt":	$K_{ow} \geq 1000$
III)	"Væsentlig biokonzentration i fisk":	$BCF \geq 100$ i en af OECD's testmetoder for direkte bioakkumulering
IV)	"Tegn på bioakkumulering i pattedyr":	Estimeret $t_{1/2}$ i den del af forsøgsdyret, hvor udskillelsen sker langsomtst ≥ 3 døgn
V)	"Bioakkumulering i pattedyr m.v. via føden":	$BCF > 1,0$ i undersøgelse for indirekte bioakkumulering

*) jfr. definitionen af let bionedbrydelighed i OECD's "Guidelines for Testing of Chemicals".



ISSN 0109-3142
ISBN 87-88976-14-9

TRYK: MS OFFSET KØBENHAVN