



9. Danske Planteværnskonference

Ukrudt

Pesticider og miljø

9th Danish Plant Protection Conference

Weeds

Side Effect of Pesticides



Planteværnscentret, 1992

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

Beretning nr. S 2178 - 1992



9. Danske Planteværnskonference

Ukrudt

Pesticider og miljø

9th Danish Plant Protection Conference

Weeds

Side Effect of Pesticides

Planteværnscentret, 1992



Indholdsfortegnelse**Ukrudtssektionen**

- **Spiringsbiologi og konkurrenceevne hos vindaks (*Apera spica-venti* L.) og ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds.) 7**
*Germination biology and competitive ability of *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds*
Bo Melander
- **Jord- og bladeffekt af herbicider mod græsukrudt i vintersæd 23**
Soil- and foliar activity of grass weed herbicides
Per Kudsk & Solvejg K. Mathlassen
- **Efterårsbekæmpelse kontra forårsbekæmpelse af græsukrudt i vintersæd. Effekttal fra afprøvningsforsøg 1974-1991 35**
Control of grass weeds in winter cereals, autumn or spring. Results from trials 1974-1991.
Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl
- **Vinterhvede og vinterbyggs tolerance over for isoproturonholdige midler med og uden additiver 39**
The tolerance of winter wheat and winter barley to isoproturon herbicides with and without additives
Peter Kryger Jensen
- **Grøn Skærmaks (*Setaria viridis*) og Hanespore (*Echinochloa* sp.): Nye græsukrudsarter i Danmark 49**
Setaria viridis and Echinochloa: new grass weed species in Denmark
Christian Andreasen, Jens Erik Jensen & Heinrich Haas
- **Bekæmpelse af spildkorn i vinterraps 61**
Control of volunteer cereals in winter oilseed rape
Solvejg K. Mathlassen, Per Kudsk, Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl
- **Strategi for ukrudtsbekæmpelse i raps med lavere produktpriser 71**
Strategy against weeds in oilseed-rape with a new support system
Hans Kristensen
- **Ukrudtsbekæmpelse i æbler uden brug af herbicider 77**
Weed control in apples without herbicides
Hanne Lindhard
- **Integreret ukrudtsbekæmpelse i relation til IP-grøntsager 85**
Integrated weed control in relation to IP-vegetables
Anette Binder

Ændringer af frøpultens størrelse i danske marker i perioden 1964-1989	93
<i>Changes of the seed banks in Danish arable soil in the period 1964-1989</i>	
Hans Arne Jensen & Gösta Kjellsson	
Herbiciddosering i relation til kornarter og sorter	107
<i>Herbicide doses in different cereals and cultivars</i>	
Svend Christensen	
Bekæmpelse af burresterre (<i>Galium aparine</i>) i korn i relation til udviklingsstrin og klimatiske faktorer som jordfugtighed og regnfasthed	123
<i>Control of Cleavers (<i>Galium aparine</i>) in cereal in relation to growth stage and climatic conditions including soil moisture and rainfastness</i>	
Solvejg K. Mathiassen & Per Kudsk	
Effekt af forskellige herbicider på hundepersille	133
<i>Effect of various herbicides on Fool's Parsley</i>	
Peder Elbæk Jensen, Per Rydahl, Per Kudsk & Solvejg Mathiassen	
Sulfonylurea-resistens i fuglegræs	147
<i>Resistance to sulfonylurea herbicides in <i>Stellaria media</i></i>	
Per Kudsk, Solvejg K. Mathiassen & Erling F. Petersen	
Miljøsektionen	
Orientering om EF-lovgivningens betydning for den danske godkendelse af pesticider, samt status for revurderingen af pesticider	157
<i>EEC-legislation and registration of pesticides in Denmark and status for national regulation</i>	
Gunver Bennekou & Jens Mossin	
Pesticidafgiftsmidlerne - oversigt over støttede forskningsprojekter og deres betydning for Miljøstyrelsen	163
<i>Pesticide-fee-funds - an overview of supported research projects and their importance to the Danish Environmental Protection Agency</i>	
Henning Clausen	
Pesticidrester i grundvand - resultater fra Miljøstyrelsens overvågning af grundvandskvaliteten	173
<i>Pesticide residues in groundwater - results from monitoring of the groundwater quality by the National Agency of Environmental Protection</i>	
Henning Kristiansen	

Pesticider i nedbør, et review	183
<i>Pesticides in precipitation, a review</i>	
Erik Kirknel	
Måling af pesticidnedvaskning i lysimeterforsøg. Forsøgsdesign og foreløbige resultater med efterårsanvendt mechlorprop (K-salt) på grovsandet jord	195
<i>Leaching of autumn used ¹⁴C-mecoprop (K-salt) in lysimeterstudies</i>	
Arne Helweg & Peder Odgaard	

Spiringsbiologi og konkurrenceevne hos vindaks (*Apera spica-venti* L.) og ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

*Germination biology and competitive ability of *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds*

Bo Melander

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

4200 Slagelse

Summary

*The article deals with aspects on germination and competitive ability of *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds in winter cereals.*

*Both *Apera spica-venti* and *Alopecurus myosuroides* normally demonstrates a typical winter annual habit in winter cereals with a germination peak in the autumn and little or none during the spring. Observations in microplots showed a considerable number of seedlings emerging during frost-free periods in the winter. Delaying the drilling date of winter wheat for 14 days causes more seedlings to emerge in late winter and early spring. The consequences of a delayed seedling emergence are discussed in relation to application time and persistence of herbicides.*

*From investigations carried out in 1991 both species showed a strong competitive ability in winter wheat (cultivar, Sleiþner). *Apera spica-venti* reduced kernel-yield with 53% and *Alopecurus myosuroides* with 33% at a density of 100 grass pl/m² in spring. The yield reductions were considerable higher than found elsewhere in the literature. *Apera speci-venti* had a remarkable reducing effect on 1000 grain weight probably a result of shading from the inflorescences of the weed.*

*The competitive ability pr. plant of both *Apera spica-venti* and *Alopecurus myosuroides* was significantly reduced when the drilling date of winter wheat was delayed for 14 days.*

**Apera spica-venti* growing in winter rye gave small yield reductions compared to winter wheat. A density of 100 pl/m² in spring reduced kernel-yield with only 3%.*

Indledning

En udvidelse af arealet med vintersæd vil ifølge såvel udenlandske som danske erfaringer føre til stigende problemer med græsukrudsarter som vindaks (*Apera spica-venti*) og ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides*) (Froud-Williams & Chancellor, 1982; Hintzsche *et al.*, 1990; Warwick *et al.*, 1985; Andreasen *et al.*, 1988). På landsplan betragtes begge arter som et ret nyt ukrudtsproblem, selv om de har eksisteret i landet i mange år.

Behovet for mere biologisk viden om de to arter er i dag stort, fordi græsukrudt er vanskeligt og dyrt at bekæmpe, og biologisk viden ofte med held kan anvendes i en integreret bekæmpelsesstrategi af græsukrudt. I vore nabolande foreligger der en del biologisk forskning om de to arter. Denne viden er sammenfattet i to tidligere publikationer, hvor arternes biologi er sammenholdt med den praktiske betydning for planteavlen (Melander, 1991a,b).

Det ene formål med denne fremstilling er at beskrive arternes spiringsbiologi. Græssernes fremspiring i forhold til afgrøden og anvendelsestidspunktet for herbicider er især vigtigt at få belyst, da denne viden måske kan forbedre eksisterende bekæmpelsesstrategier.

Det andet formål er at fremlægge viden om græssernes konkurrenceevne i vintersæd. Viden om de to arters udbyttenedsættende evne i vintersæd er en klar forudsætning for overhovedet at kunne vurdere problemets omfang og dermed behovet for bekæmpelse. I landsforsøgene med bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd har man ofte opnået store merudbytter. Den mest præcise viden om de enkelte græsarters konkurrenceevne får man imidlertid bedst gennem forsøg specielt designet til at beskrive konkurrencen mellem afgrøden og den enkelte græsart. Derfor vil der i denne fremstilling kun blive refereret fra sådanne forsøg.

Gennemgangen af de to emner, spiringsbiologi og konkurrenceevne, er foretaget på baggrund af et litteraturstudie samt resultater fra forsøg udført her i landet i vækstsæsonen 1991.

Metodebeskrivelse

I efteråret 1990 blev 3 forsøg med henholdsvis ager-rævehale i hvede og vindaks i hvede og rug startet. Forsøgene blev anlagt på et græsrit areal ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse (lokalitet A). Alle 3 forsøg blev anlagt og gennemført efter samme retningslinier:

Design:	Split-plot med 4 gentagelser.
Faktor 1:	To såtidspunkter (helplot) - 2 okt. (1) og 16 okt. (2).
Faktor 2:	Seks forskellige tætheder af vindaks/ager-rævehale (delplot).

Afgrøder:	Hvede - Sleipner. Tilstræbt plantebestand på ca. 390 pl/m ² . Rug - Petkus II. Tilstræbt plantebestand på ca. 320 pl/m ² .
Jordtype:	JB6
Gødning:	Hvede, 160N - 35P - 76K, (kg/ha). Rug, 100N - 19P - 48K, (kg/ha). Al gødning blev tildelt primo april.
Planteværn:	Sygdomme og skadedyr bekæmpet efter behov. Både hvede og rug blev vækstreguleret. Tokimbladet ukrudt blev fjernet med 2,03 dichlorprop + 0,51 MCPA + 0,1 clopyralid (kg/ha).

De 6 forskellige tætheder af de 2 græsarter blev etableret ved udsåning (umiddelbart efter afgrøden) af frø indsamlet fra sommeren 1990. Det blev tilstræbt at skabe så varierede græsbestande som muligt, hvilket lykkedes for ager-rævehale. Vindaks derimod var sværere at variere, hvorfor to tætheder udgik under analysearbejdet på grund af sammenfaldende tætheder med en 3 tæthed. Tæthederne af græsukrudtet blev registreret ved optællinger i midten af april. Afgrødeudbyttet blev opnået ved afhøstning af 2 x ½ m² pr. parcel svarende til de flader, hvor tællingen af græsbestanden havde fundet sted. I 4 forskellige tætheder pr. forsøg blev tusindkornsvægten bestemt ved at veje 2 x 200 kerner pr. parcel. Fra midten af april og frem til høst blev der jævnligt udtaget 5 græsplanter fra en tæthed, hvor den intraspecifikke konkurrence antoges at være uden betydning. Tilsvarende blev 10 afgrødeplanter udtaget fra de græsfri parceller. De udtagne græs-/afgrødeplanter blev anvendt til beskrivelse af planternes tørstofudvikling gennem vækstsæsonen. Græssernes fremspiringsforløb blev undersøgt i hvede ved at udlægge 2 faste flader i en middelstor græstæthed for hvert såtidspunkt. Fremspirede planter blev mærket med plastikringe. Fremspiringen blev fulgt fra efteråret, hen gennem vinteren og frem til foråret. Forsøgene er anlagt igen i efteråret 1991.

Som supplement til ovenstående forsøg blev et mindre konkurrenceforsøg med vindaks i Sleipner-hvede anlagt på en lokalitet (lokalitet B) ca. 15 kilometer fra Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse. På forsøgsarealet blev 21 flader á ½ m² udlagt i en bane af afgrøden, hvor vindaksbestanden, som var naturlig, varierede meget. Desuden blev en flade, som holdtes helt ukrudtsfri, udlagt 3 forskellige steder langs banen for at kontrollere, at udbyttene ikke ændredes væsentligt. Græsbestanden blev registreret i slutningen af april ved optælling. Hver flade blev renholdt for andre ukrudtsarter. Ved modenhed i august blev fladerne høstet. Følgende data beskriver forsøget nærmere: udsædsmængde, 200 kg/ha; sådato, 3/10-90; forfrugt, hvede; jordtype, JB7; gødningstilførsel, 190N-22P-40K (kg/ha); tokimbladet ukrudt bekæmpet med 0,32 ioxynil + 0,96 mechlorprop (kg/ha); øvrige planteværn efter behov.

Tabel 1. Middel temperatur (°C), mindste registrerede temperatur (°C), største registrerede temperatur (°C), total nedbør (mm) og normaler (N) for Flakkebjerg i perioden okt.90 - aug. 91.

Average temperature (mid °C), lowest temperature (min °C), highest temperature (max °C), total precipitation (tot mm) and standards (N) for Flakkebjerg during the period okt. 90 - aug. 91.

	Temperatur Temperature				Nedbør Precipitation	
	min	max	mid	N	tot	N
okt	-0.8	18.7	9.8	9.2	46	53
nov	-2.2	12.1	4.4	4.7	57	55
dec	-3.1	7.8	1.9	1.5	35	51
jan	-4.7	9.0	1.6	-0.4	60	41
feb	-15.6	8.2	-1.6	-0.4	24	26
mar	-2.2	11.1	3.8	1.9	18	33
apr	-4.4	17.9	5.9	5.8	32	35
maj	0.3	21.3	9.1	11.0	24	45
jun	0.6	19.0	11.6	14.6	116	47
jul	8.0	28.5	17.0	15.9	34	59
aug	7.1	25.0	16.8	15.9	50	55

Modeller og statistik

Sammenhængen mellem tætheden af græsukrudtet (x) og kerneudbyttet (y) af afgrøden viste et signifikant krumt forløb for ager-rævehale ($p < 0,001$) i hvede og vindaks ($p < 0,001$) i hvede for både lokalitet A og B. Den krumme sammenhæng er derfor beskrevet ved en rektangulær hyperbel (Cousens, 1985):

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

hvor Ywf er udbyttet under ukrudtsfri forhold, i er det procentvise udbyttetab, når græsbestanden nærmer sig 0, og a er det maksimale procentvise udbyttetab, når græsbestanden går mod uendelig.

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

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

For vindaks i rug var der ingen tegn på et krumt forløb mellem kerneudbytte og stigende græstæthed. Derfor er data i dette tilfælde beskrevet ved lineær regression.

Græs- og hvedeplanternes tørstofudvikling T gennem vækstsæsonen er for den eksponentielle del af vækstforløbet beskrevet ved eksponentialfunktionen:

$$T = ve^{(bt)} \quad (3)$$

hvor v er plantevægten på begyndelsestidspunktet t_0 , b er vækstraten, e er grundtallet til den naturlige logaritme, og t er tiden.

Sammenligninger mellem de to såtidspunkter er foretaget ved hjælp af successive F-test. Varianshomogenitet blev undersøgt grafisk. Transformation af data blev ikke aktuelt på noget tidspunkt.

Resultater og diskussion

Spiringsbiologi

Faktorer som styrer spiringen

Spirehvile.

Frø af både vindaks og ager-rævehale besidder en ringe primær spirehvile (Froud-Williams, 1985; Wallgren & Avholm, 1978). En spirehvile, som er brudt få uger efter frøkastning - som regel noget før såtidspunktet for vintersæd.

Fremspiringsdybde.

Arternes krav til fremspiringsdybde er noget forskelligt, idet vindaks helt overvejende spirer fra 0-1 cm's dybde, mens de større ager-rævehalefrø spirer fra 0-5 cm's dybde (Avholm & Wallgren, 1976; Moss, 1990).

Jordfugtighed.

Spiringen kan foregå over et stort jordfugtighedsområde, men den største spiring ses dog ved fugtighedsindhold omkring markkapacitet. Vindaks er i stand til at spire under meget våde forhold, hvilket bl.a. kan forklare artens ofte talrige forekomst i fugtige til vandlidende lavninger og områder på marken (Koch, 1968; Wallgren & Aamissepp, 1977).

Temperatur.

Meget tyder på, at både vindaks og ager-rævehale har større temperaturkrav for spiring

end kornarterne (Froud-Williams, 1985; Koch, 1968; Wallgren & Aamisepp, 1977; Andersen, 1986). Sagt med andre ord vil hvede, rug og vinterbyg spirer både hurtigere og mere ensartet frem end de to græsser desto senere på efteråret vintersæden etableres.

Fremspiring i relation til årstiden

Både vindaks og ager-rævehale udviser et typisk vinterannuelt fremspiringsforløb med stor spiring i efterårsmånederne og ingen eller svag spiring om foråret, hvor ager-rævehale dog er mere villig end vindaks til forårsspiring (Wallgren & Avholm, 1978).

Som det fremgår af tabel 2, foregår der en betydelig fremspiring af begge arter i vintermånederne. En udsættelse af såtidspunktet på 14 dage har tilsyneladende ført til en forsinkelse af fremspiringen, hvilket er helt i overensstemmelse med Kampe (1975). Forsinkelsen hænger sandsynligvis sammen med græssernes temperaturkrav for spiring som omtalt ovenfor. Forsinkelseeffekten har i vinteren 90/91 ikke været større, end at den gennemsnitlige græsbestand i forsøgene i april ikke er signifikant forskellig mellem de to såtidspunkter, se tabel 2.

Tabel 2. Akkumuleret fremspiring (%) af ager-rævehale/vindaks i hvede, sået på 2 tidspunkter. Græsbestanden (pl/m²) i april er angivet for hvert såtidspunkt som gennemsnit af hele forsøget.

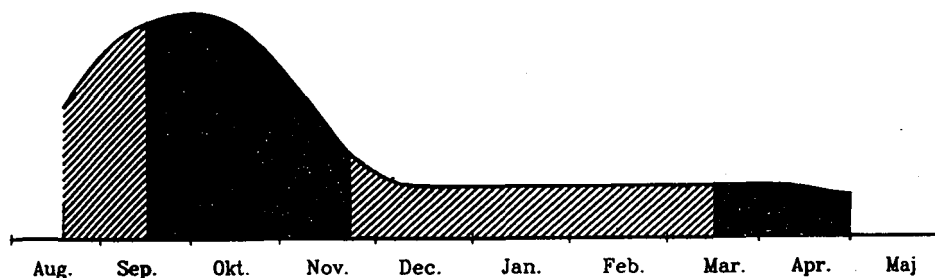
Cumulative germination (%) of Alopecurus myosuroides/Apera spica-venti in wheat sown at two times, 2 October and 16 October. The densities (pl/m²) of the grasses in April are presented as an average of the whole trial.

Dato Date	Ager-rævehale <i>Alopecurus myosuroides</i>		Vindaks <i>Apera spica-venti</i>	
	2. okt.	16. okt.	2. okt.	16. okt.
2/11	58	-	33	-
6/12	79	-	78	-
10/12	-	61	-	38
7/1	98	86	100	69
26/2	100	97	100	84
8/4	100	100	100	100
Gns. græsbestand Average grass density	60	39	21	21

Selv om en mindre del af græskimplanterne først spirer frem i februar, marts og april, skyldes det ikke forårsspiring alene. En del frø har sandsynligvis først indledt spiringsprocessen i den tidlige del af vinteren. Selve fremkomsten forløber over lang tid under de lave temperaturforhold i vinterperioden.

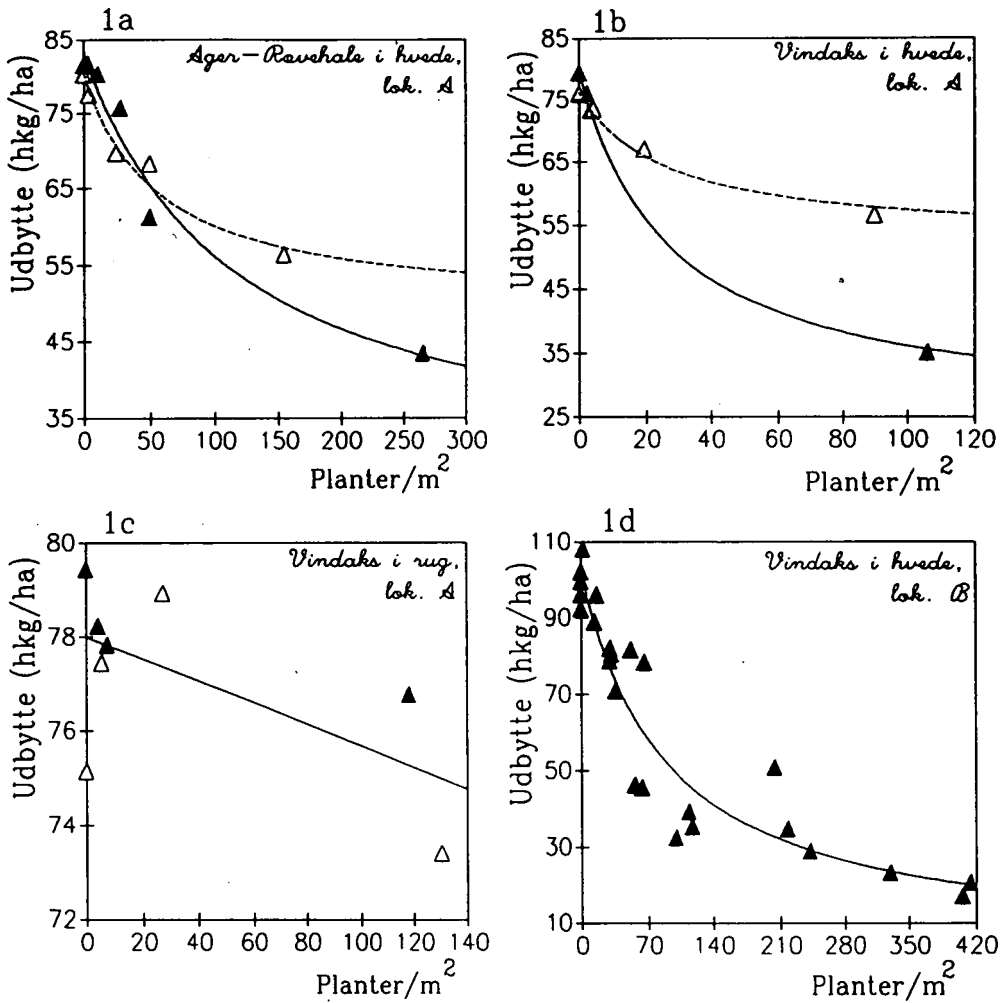
Det forhold, at græsserne spirer frem over en meget lang periode, er vigtig at tage i betragtning i forbindelse med valg af tidspunkt og varighed af den bekæmpelse, man vil anvende. Her i landet er det almindelig praksis at bekæmpe græsukrudt med jordmidler kort tid efter såning om efteråret. Spørgsmålet er om jordmidlerne har tilstrækkelig lang virkningstid til en rimelig bekæmpelse af sent fremspirende græsplanter.

På baggrund af den eksisterende viden om græssernes spiring kan fremspiringen af vindaks og ager-rævehale i vintersæd/vinterraps sammenfattes som foreslået i fig. 1. I perioden ultimo august til medio september vil nedbørsforholdene være den begrænsende faktor for spiring (p.g.a. risiko for udtørring) - mere for vindaks end for ager-rævehale, når arternes krav til fremspiringsdybde tages i betragtning. Fra medio september til primo oktober vil fugtigheds- og temperaturforholdene kun sjældent være af begrænsende karakter. Medio oktober til ultimo november vil fremspiringen aftage gradvis som følge af faldende temperaturer. I vinterperioden afhænger fremspiringen af temperaturforholdene og varigheden af frostfri perioder.



Figur 1. Fremspiring af vindaks/ager-rævehale i vintersæd/vinterraps i relation til årstiden. De skraverede områder angiver, at klimaet kan være stærkt begrænsende for fremspiringen.

*Seedling emergence of *Apera spica-venti*/*Alopecurus myosuroides* in winter cereals and winter rape. The hatched areas of the curve denote that the climate can reduce germination severely.*

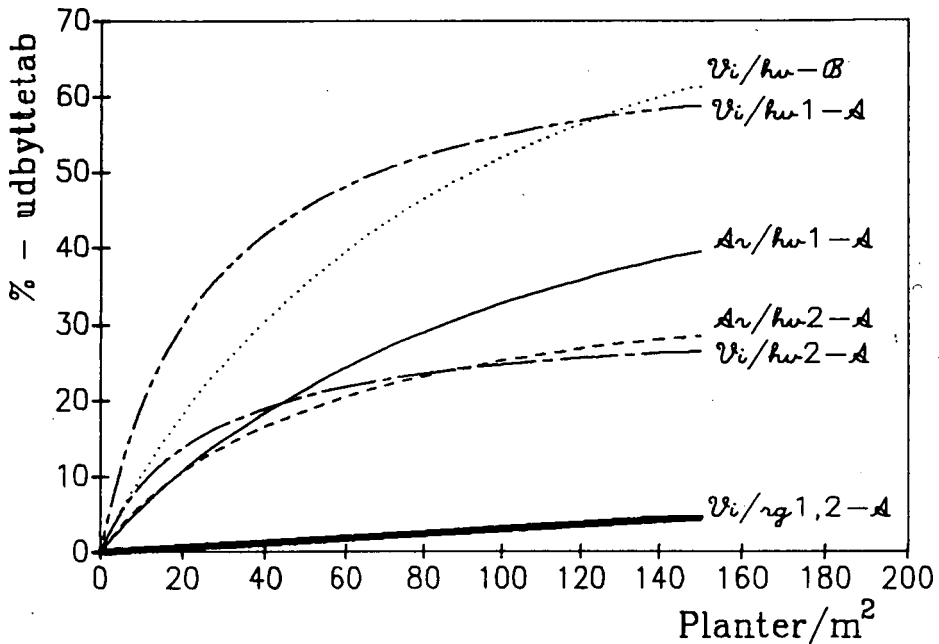


Figur 2. Sammenhængen mellem kerneudbyttet og tætheden af vindaks/ager-rævehale vist for forsøgene udført på lokalitet A og B. -▲- og -△- er henholdsvis såning 2 okt. og 16 okt. Kurverne i fig. 1a og 1b er signifikant forskellige på henholdsvis 5%-niveau og 1%-niveau. Vindaks i rug (1c) er præsenteret ved én linie p.g.a. manglende signifikans mellem såtidspunkter: $y=77,99-0,023x$, hvor hældningen er signifikant på 5%-niveau.

The relation between kernel-yield and density of Apera spica-venti/Alopecurus myosuroides shown for trials carried out on two localities (A and B). -▲- and -△- are drilling of wheat/rye, 2 October and 16 October respectively. The curves in 1a and 1b are significant different at the 5%-level and the 1 0/00-level respectively. Only one line is shown for Apera spica-venti in rye because of non-significance between drilling dates: $y=77.99-0.023x$ where the slope is significant at the 5%-level.

Konkurrenceevne

Resultaterne fra konkurrenceforsøgene på lokalitet A og B er vist i fig. 2. I tabel 3 ses parameterestimaterne fra kurvefitningerne i fig. 2. Ud fra estimaterne i tabel 3 er udbyttetab fra de to lokaliteter beregnet i hkg/ha som angivet i tabel 4. Udbyttetabene kan også udtrykkes i % som vist i fig. 3.



Figur 3. Sammenhængen mellem %-udbyttetab i hvede (hv) og rug (rg) og tætheden af vindaks (vi)/ager-rævehale (ar) vist for lokalitet A og B. 1 og 2 er henholdsvis såning 2 okt. og 16 okt.

*The relation between %-yield loss in wheat (hv)/rye (rg) and density of *Apera spica-venti* (vi)/*Alopecurus myosuroides* (ar) shown for locality A and B. 1 and 2 are drilling 2 October and 16 October respectively.*

Sammenlignes de opnåede udbyttetab med de udbyttetab, som kendes fra udlandet (se tabel 5), ses en markant forskel på vindaks' konkurrenceevne i hvede. Da sorten Sleipner ikke blev anvendt i de udenlandske undersøgelser, skal den væsentligste årsag til den markante forskel i udbyttetab sandsynligvis findes i Sleipnerhvedens konkurrenceevne, som ifølge Christensen (1991) er ringe i forhold til de fleste andre hvedesorter. Desuden er Sleipnerhvede meget kortstrået, hvilket bevirker, at vindaksen efter skridning kan udbrede sine frøbærende toppe over hvedeaksene som et skyggende lag. Ved stigende vindaksbestand bliver dette lag tæt og sammenhængende, hvilket sandsynligvis er forklaringen på den store nedgang i tusindkornsvægten som vist i fig. 4. I rug, som vindaks ikke kan overvokse, var tusindkornsvægten ikke påvirket signifikant. Nedgangen i tusindkornsvægten

hos ager-rævehale er svag, men dog signifikant ($p < 0,01$). Moss (1987) fandt ingen eller meget svag påvirkning af tusindkornsvægten i hvede efter konkurrence fra ager-rævehale. De store udbyttetab i Sleipnerhvede i 1991 hænger sandsynligvis også sammen med klimaet i perioden okt. 1990 til aug. 1991, se tabel 1. En relativ mild vinter kombineret med en kølig og for juni regnfuld forsommer har nok været mere til gunst for de to græsarter end for hveden.

Tabel 3. Parameterestimer for regressionerne i fig. 2. Estimerne for vindaks i rug er angivet i teksten til fig. 2.

*Estimates of parameters from the regressions shown in fig. 2. Estimates for *Apera spica-venti* in rye are presented in the text in fig. 2.*

	Dato Date	Ywf (Hkg/ha)	i (% m ² /sk.)	a (%)	R ²
Lok. A <i>Locality A</i>					
Vi/hvede <i>Asv/wheat</i>	2. okt.	79.56 2.32*	2.619 1.12*	68.927 7.84*	0.93
	16. okt.	76.16 2.37*	1.223 0.73*	30.961 6.93*	
AR/hvede <i>Am/wheat</i>	2. okt.	83.12 2.27*	0.623 0.17*	67.779 9.56*	0.86
	16. okt.	80.33 2.29*	0.725 0.32*	38.660 8.20*	
Lok. B <i>Locality B</i>					
Vi/hvede <i>Asv/wheat</i>		101.95 4.42*	1.098 0.26*	97.609 10.20*	0.89

* S.E.

Af fig. 2 og 3 samt tabel 3 og 4 fremgår det, at en 14 dages udsættelse af såtidspunktet har haft en signifikant indflydelse på konkurrenceevnen for vindaks og ager-rævehale i hvede, men ikke for vindaks i rug. Moss (1985) og Kötter *et al.* (1990) har påvist samme forhold for ager-rævehale i hvede. Moss (1985) fremhæver, at det er den enkelte ager-

rævehaleplantens konkurrenceevne som nedsættes i forhold til hvedeplanterne ved en udsættelse af såtidspunktet.

Tabel 4. Beregnede udbyttetab ved forskellige græsbestande. Udbytteneiveauerne er angivet i tabel 3 under Ywf og for rug i teksten til fig. 2.

Yield losses calculated at different densities of the two grass species. The yield levels of wheat are presented in tabel 3 as Ywf. The yield level of rye is presented in the text in fig 2.

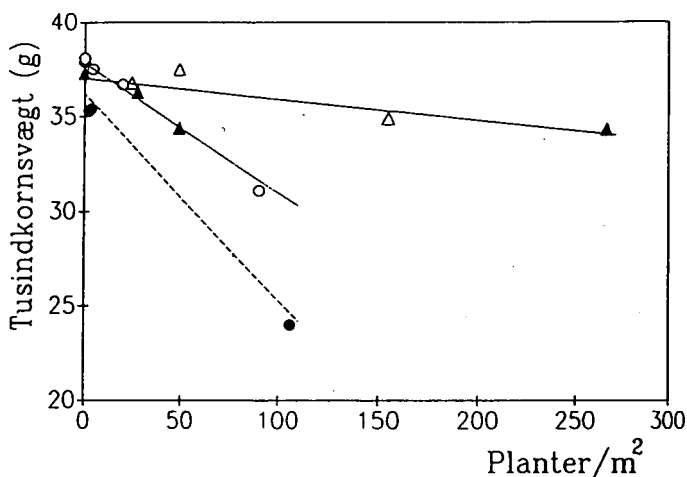
	Dato Date	10 pl/m ² (hkg/ha)	50 pl/m ² (hkg/ha)	100 pl/m ² (hkg/ha)	150 pl/m ² (hkg/ha)
Lok. A Locality A					
AR/hvede Am/wheat	2. okt. 16. okt.	4.7 4.9	17.7 15.0	27.0 20.3	32.6 22.9
Vi/hvede Asv/wheat	2. okt. 16. okt.	15.1 6.7	35.9 15.7	43.4 18.8	- -
Vi/rug Asv/rye		0.2	1.2	2.3	-
Lok. B Locality B					
Vi/hvede Asv/wheat		10.1	35.8	52.7	62.5

En mulig forklaring på den nedsatte konkurrenceevne på individniveau kan fås ved at studere tabel 2 og fig. 5. Her fremgår det tydeligt, at både fremspiring og efterfølgende vækst er forsinket noget hos både ager-rævehale og vindaks, når såtidspunktet udsættes 14 dage. At der er tale om en forsinkelseeffekt for vækstforløbet vedkommende bekræftes af, at vægten pr. vindaks-/ager-rævehaleplante ikke var signifikant forskellig mellem de to såtidspunkter ved registreringerne i august. Modsat de to græsser har den sent såede hvede meget hurtigt indhentet den tidligt såede, idet plantevægten ikke på noget tidspunkt var signifikant forskellig mellem såtidspunkter ved registreringerne gennem vækstsæsonen.

Tabel 5. Udbyttetab (hkg/ha) i vintersæd opnåede i udenlandske undersøgelser angivet ved en græsbestand på 100 pl/m² om foråret. (Efter Kötter *et al.*, 1990; Moss, 1987; Doyle *et al.*, 1986; Wilson & Wright, 1990; Roder *et al.*, 1985; Roder *et al.*, 1986).

*Yield losses (hkg/ha) in winter cereals at 100 weed pl/m² in spring. Data from the literature. (Kötter *et al.*, 1990; Moss, 1987; Doyle *et al.*, 1986; Wilson & Wright, 1990; Roder *et al.*, 1985; Roder *et al.*, 1986).*

	Hvede <i>Wheat</i>	Byg <i>Barley</i>	Rug <i>Rye</i>
Vindaks <i>Apera spica-venti</i>	1 - 6	2 - 6	1 - 3
Ager-Rævehale <i>Alopecurus Myosuroides</i>	11 - 22	-	-



Figur 4. Påvirkning af hvedens tusindkornsvægt efter konkurrence fra vindaks/ager-rævehale på lokalitet A. --○-- og --△-- er såning 2 og 16 okt. for vindaks, og --▲-- og --△-- er såning 2 og 16 okt. for Ager-Rævehale. Ager-Rævehale er præsenteret ved én linie p.g.a. manglende signifikans mellem såtidspunkter.

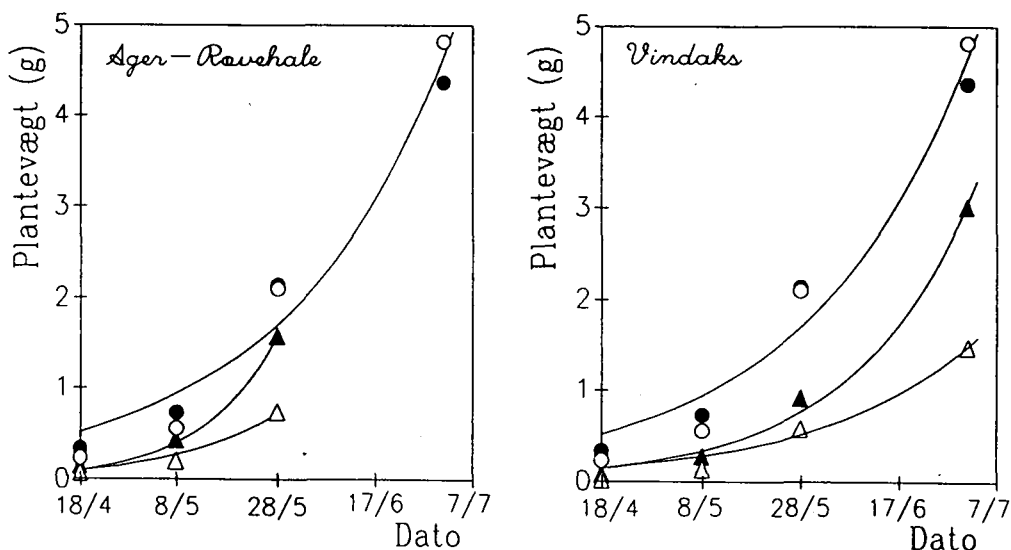
The relation between 1000 grain weight in wheat and density of Apera spica-venti/Alopecurus myosuroides on locality A. --○-- and --△-- denotes drilling 2 October and 16 October of Apera spica-venti. --▲-- and --△-- denotes drilling 2 October and 16 October of Alopecurus myosuroides. Only one line is shown for Alopecurus myosuroides because of non-significance between drilling dates.

Det er almindelig kendt, at en udsættelse af såtidspunktet kan nedsætte vintersædens

udbytte især for vinterbyg. I forsøgene på lokalitet A var der ingen signifikant forskel i udbyttene mellem de to såtidspunkter hverken for hvede eller rug.

Sammenfattende kan det konkluderes, at de to græsarter har stor konkurrenceevne overfor hvede. En konkurrenceevne som kombineret med en kortstrået sort som Sleipner kan føre til voldsomme udbyttetab. Modsat hvede konkurrerer rug ganske godt med vindaks, hvilket afspejles i relativt beskedne udbyttetab for vindaksbestande i området 0-100 pl/m².

En udsættelse af såtidspunktet for hvede på 14 dage kan nedsætte den enkelte vindaks-/ager-rævehaleplantes konkurrenceevne betydeligt. Om en udsættelse af såtidspunktet for hvede kan være et brugbart led i en bekæmpelsesstrategi mod større græsbestande er noget uklart. Bortset fra fordele og ulemper med hensyn til overvintring, sygdomme og skadedyr vil en udsættelse af såtidspunktet føre til en forsinket fremspiring af græsukrudtet, hvilket kan være uheldigt i forbindelse med ren efterårsbekæmpelse. Under alle omstændigheder bør man, når bekæmpelsestidspunktet vælges, tage højde for, at en vis fremspiring kan foregå sent på vinteren og tidligt på foråret.



Figur 5. Udviklingen i vægten pr. plante i løbet af forsommeren 1991 for hvede, Vindaks og Ager-Rævehale på lokalitet A. -○- og -□- er såning 2 og 16 okt. af hvede. -△- og -▲- er såning af græsset 2 og 16 okt. Hveden er præsenteret ved én kurve p.g.a. manglende signif. mellem såtidspunkter. For begge græsser er såtidspunkt signif. på 1 0/00-niveau.

The development of weight per plant during spring and early summer for wheat and *Apera spica-venti* (Vindaks)/*Alopecurus myosuroides* (Ager-Rævehale). -○- and -□- denotes drilling 2 and 16 October of wheat. -△- and -▲- denotes drilling 2 and 16 October of the grasses. Only one curve is shown for wheat because of non-significance between drilling dates. The dates of drilling are significant different at the 1 0/00-level for both grass species.

Forskning i de kommende år

Selv om de forelagte resultater om de to græssers konkurrenceevne ret entydigt afslører en stor konkurrenceevne over for hvede, er der stadig en række ubesvarede spørgsmål. Viden om de to arters konkurrenceevne i andre vigtige afgrødearter som vinterbyg og vinterraps er i dag meget mangelfuld. Desuden er der ingen viden om de to arters konkurrenceevne, når vigtige dyrkningsmæssige faktorer som kvælstofdeling, udsædsmængde og sortsvalg varieres.

De omtalte forsøg med udsættelse af såtidspunktet vil ikke kun omhandle konkurrence og spiring. Undersøgelserne sigter også mod faktorer af mere populationsdynamisk karakter - græssernes frøproduktion, frøenes vitalitet, frøtab m. m. Bestemmelse af de vigtigste populationsdynamiske faktorer gør det muligt at foretage modelberegninger over den enkelte græsarts opførelse i et givent dyrkningssystem. Populationsdynamiske betragtninger/modeller er imidlertid af begrænset værdi, hvis de kun er rettet mod græsartens opførelse i en bestemt afgrøde under ret specifikke dyrkningsbetingelser. Derfor er det vigtigt at inddrage flere afgrødearter og flere dyrkningsmæssige faktorer i undersøgelserne for bedre at kunne vurdere de to græsarters opførelse i hele sædskifteforløb.

Det er vores mål i de kommende år at få mere klarhed over både arternes konkurrenceevne og de mere populationsdynamiske aspekter. Denne viden er helt nødvendig for at kunne vurdere behovet for bekæmpelse af de to græsarter både på lang og kort sigt.

Sammendrag

I artiklen gennemgås spiringsbiologi og konkurrenceevne hos vindaks (*Apera spica-venti* L.) og ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds.) på basis af et litteraturstudie og undersøgelser udført i 1990/91.

Både vindaks og ager-rævehale udviser et typisk vinterannuelt spiringsmønster i vintersæd med stor fremspiring om efteråret og ingen eller svag fremspiring om foråret. Under frostfri forhold kan en betydelig fremspiring foregå om vinteren hos begge arter, hvilket fører til et langvarigt fremspiringsforløb. Udsættes såtidspunktet for vintersæd til medio oktober bliver det lange fremspiringsforløb særlig udtalt, idet en del græsplanter først spirer frem i februar/marts. Betydningen af et langt fremspiringsforløb diskuteres i artiklen i relation til bekæmpelsestidspunkt og bekæmpelsens varighed.

Konkurrence fra henholdsvis vindaks og ager-rævehale i hvede (Sleipner) førte til voldsomme udbyttetab i forsøg udført i vækstsæsonen 1991. Eksempelvis havde en græsbestand på 100 pl/m² om foråret nedsat kerneudbyttet med 53% for vindaks og 33% for ager-rævehale. Udbyttetab, som er noget højere end de tab, som kendes fra litteraturen. En udsættelse af såtidspunktet for hvede på 14 dage havde nedsat græsplanternes konkurrenceevne ganske betydeligt.

I modsætning til hvede kan rug langt bedre konkurrerer med vindaks. Ved en vindaksbestand på 100 pl/m² blev et udbyttetab på 3% registreret, hvilket er i overensstemmelse med udenlandske resultater.

Erkendtlighed

Forsøgsteknikerne Inge Hansen og Karen Heinager takkes for dygtigt og vel gennemført forsøgsarbejde. For kritisk gennemsyn af manuskriptet takkes videnskabelig medarbejder Jesper Rasmussen.

Litteratur

- Andersen S.* 1986. "Landbrugsplanterne", 1986-udgave, DSR-forlag, Den kongelige Veterinær og Landbohøjskole: side s-10.
- Andreasen C., Haas H. & Streibig J. C.* 1989. Florændringer, foreløbig status. 6. Danske Planteværnskonference/Ukrudt: 125-133.
- Avholm K. & Wallgren B.* 1976. Renkavle, *Alopecurus myosuroides* Huds., och Åkervnen, *Apera spica-venti* L. upptradande och biologi. Lantbrukshögskolan Uppsala, Rapporter och avhandlingar 53: 30 pp.
- Christensen S.* 1991. Perspektiver for udnyttelse af afgrødens konkurrenceevne. 8. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1991: 203-213.
- Cousens R.* 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Doyle C. J., Cousens R. & Moss S. R.* 1986. A model of the economics of controlling *Alopecurus myosuroides* Huds. in winter wheat. *Crop Protection* 5 n.2: 143-150.
- Froud-Williams R. J. & Chancellor R. J.* 1982. A survey of grass weeds in cereals in central southern England. *Weed Research* 22: 163-171.
- Froud-Williams R. J.* 1985. Dormancy and germination of arable grass-weeds. *Aspects of Applied Biology* 9: 9-16.
- Hintzsche E., Karch K., Feyerabend G., Hofmann B. & Pallutt B.* 1990. Unkrautprobleme und Unkrautbekämpfung in der DDR. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XII*: 43-55.
- Kampe W.* 1975. Zur Auflaufdynamik von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und Windhalm (*Apera spica-venti*) in der Pfalz 1970 bis 1974. *Gesunde Pflanzen* 27: 133-138.
- Koch W.* 1968. Environmental factors affecting the germination of some annual grasses. *Proc. 9th Brit. Weed Control Conf.* 1: 14-19.
- Kötter U., Bokelmann F., Brüggemann D., Kieckbusch H. & Meyer F.* 1990. Neuere Untersuchungen zur Biologie von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) und dessen Konkurrenzbeziehungen zu Winterweizen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XII*: 307-314.

- Melander B.** 1991. Vindaks, Ager-Rævehale og Enårig Rapgræs - Biologi og bekæmpelse. Bilag til Møder om Planteværn 1991, Landbrugsafgrøder, Landskontoret for Planteavl, Skejby: 23-25.
- Melander B.** 1991. Græsset breder sig. *Agrologisk* nr. 9/91: 32-36.
- Moss S. R.** 1985. The effect of drilling date, pre-drilling cultivations and herbicides on *Alopecurus myosuroides* (black-grass) population in winter cereals. *Aspects of Applied Biology* 9: 31-39.
- Moss S. R.** 1987. Competition between black-grass (*Alopecurus myosuroides*) and Winter Wheat. *British Crop Protection Conference - Weeds* 2: 367-374.
- Moss S. R.** 1990. The seed cycle of *Alopecurus myosuroides* in winter cereals: A quantitative analysis. *Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*: 27-36.
- Roder W., Eggert H., Kalmus A., Lattke H. & Peters I.** 1985. Zur Wirkung des Windhalms, *Apera spica-venti* (L.) P.B., auf den Kornertrag von Wintergerste und Winterroggen unter den natürlichen Standorteinheiten D2 bis D4 und Schlussfolgerungen für seine Bekämpfung. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 39: 152-154.
- Roder W., Eggert H. & Kalmus A.** 1986. Zur Schadwirkung des Windhalms, *Apera spica-venti* (L.) P.B., bei Wintergetreide in Abhängigkeit vom Standort. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 40 n.10: 203-206.
- Wallgren B. & Aarnisepp A.** 1977. Biology and control of *Alopecurus myosuroides* Huds. and *Apera spica-venti* L. *Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr.*, 1977: 229-241.
- Wallgren B. & Avholm K.** 1978. Dormancy and Germination of *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. *Seeds. Swedish Journal of Agricultural Research* 8: 11-15.
- Warwick S. I., Black L. D. & Zilkey B. F.** 1985. Biology of Canadian Weeds. *Apera spica-venti*. *Canadian Journal of Plant Science* 65: 711-721.
- Wilson B. J. & Wright K.J.** 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research* 30: 201-211.

Jord- og bladeffekt af herbicider mod græsukrudt i vintersæd *Soil- and foliar activity of grass weed herbicides*

Per Kudsk & Solvejg K. Mathiassen

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

The effect of isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazine, pendimethalin and trifluralin on various grass weed species at the 1-2 leaf stage and Stellaria media at the 4 leaf stage was examined in pot trials. The herbicides were applied as an overall spray, only to the foliage or only to the soil to assess the foliar- and soil-activity, respectively. On Poa annua all herbicides, except methabenzthiazuron, exerted their main activity through the soil, while the foliar-activity contributed significantly to the overall effect of methabenzthiazuron. On Stellaria media isoproturon and cyanazin was mainly soil-active whereas methabenzthiazuron, pendimethalin and trifluralin was mainly foliar-active. Addition of an anionic surfactant improved foliar-activity of isoproturon on Poa annua. Apera spica-venti, Poa annua and Poa pratensis were inherently more susceptible to the herbicides than Lolium multiflorum and Alopecurus myosuroides. Incorporating trifluralin into 1 cm depth provided generally a better control of Lolium multiflorum than when applied to the soil surface, irrespectively of sowing depth. Delaying application from the 1-2 to the 3-4 leaf stage reduced the effect of isoproturon and cyanazin.

Indledning

Herbiciderne deles traditionelt op i blad- og jordherbicider, alt efter om de primært optages via bladene eller rødderne og den underjordiske del af skuddet. Jordherbicider som methabenzthiazuron, pendimethalin og trifluralin blev tidligere kun anvendt i forbindelse med såningen, dvs. før ukrudtet spirede frem. I de senere år har der været en stigende interesse for at anvende disse herbicider efter ukrudtets fremspiring, bl.a. med henblik på at reducere doseringen og kunne tankblende med andre herbicider, og derved spare en kørsel i marken.

Anvendt i forbindelse med såningen sker optagelsen udelukkende via de underjordiske plantedele. Anvendt efter ukrudtets fremspiring kan der både ske en optagelse via bladene samt via rødder og den underjordiske del af skuddet. Der foreligger imidlertid ikke mange

resultater vedrørende den relative betydning af henholdsvis blad- og jordefekten af jordherbicider, når de anvendes på fremspiret ukrudt.

Formålet med denne undersøgelse var, at undersøge betydningen af henholdsvis blad- og jordefekten ved udsprøjtning efter fremspiring af de herbicider, der kan anvendes mod græsukrudt i vintersæd dvs. isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazin, pendimethalin og trifluralin. Foruden effekt på græsukrudt har alle disse herbicider også effekt overfor tokimbladet ukrudt. Derfor er blad- og jordefekten undersøgt overfor både enårig rapgræs (*Poa annua*) og fuglegræs (*Stellaria media*). Endvidere er effekten af disse herbicider overfor forskellige græsukrudsarter undersøgt, ligesom betydningen af henholdsvis græsukrudtets spiringsdybde og udviklingstrin er undersøgt for enkelte herbicider.

Materialer og metoder

Frø af henholdsvis enårig rapgræs, vindaks (*Apera spica-venti*), agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*), ital. rajgræs (*Lolium multiflorum*), alm. rapgræs (*Poa trivialis*) og fuglegræs blev sået i 1 l potter fyldt med markjord (JB 7). Frøene blev dækket med 50 g jord, hvilket svarer til en sådybde på 0.5 cm. I et enkelt forsøg blev frø af ital. rajgræs sået i henholdsvis 0.5, 1, 2 og 4 cm's dybde. Potterne blev vandet fra neden af med næringsopløsning og placeret enten udendørs eller i væksthuis. I forsøg hvor bladeffekten af herbiciderne blev undersøgt, var potterne placeret udendørs indtil sprøjtning. Sprøjtningerne blev gennemført, når græsukrudtet havde 1-2 blade, og fuglegræs havde 4 blade. Der blev anvendt en Hardi 4110-14 eller 4110-16 dyse, og mellem 150 og 200 l vand/ha. Bladeffekten af herbiciderne blev bestemt ved at dække jordoverfladen med et lag vermiculit, som blev fjernet, når sprøjtedråberne var tørret ind, mens jordefekten blev bestemt ved at tilføre herbicidet til jordoverfladen i 25 ml vand med en pipette. Totaleffekten, det vil sige både blad- og jordefekten, blev bestemt ved at undlade tildækning af jordoverfladen. I enkelte forsøg blev trifluralin udsprøjtet umiddelbart efter såning. Efter sprøjtningen blev potterne udelukkende vandet fra oven.

Forsøgene blev høstet 3 til 8 uger efter sprøjtningen alt efter hvilken årstid, forsøget blev udført på. De fleste forsøg blev udført i efteråret 1991, det vil sige under samme klimatiske forhold, som herbiciderne anvendes under i marken. Resultaterne er angivet som gennemsnitsværdier, og standardafvigelse er angivet.

Resultater og diskussion

I figur 1 er vist resultaterne af et forsøg, hvor total-, blad- og jordefekten af isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazin, pendimethalin og trifluralin overfor henholdsvis enårig rapgræs og fuglegræs blev undersøgt. Overfor enårig rapgræs blev der kun med methabenzthiazuron fundet en bladeffekt. I et andet forsøg med isoproturon blev der fundet tilsvarende resultater med vindaks, agerrævehale og ital. rajgræs (data ikke vist).

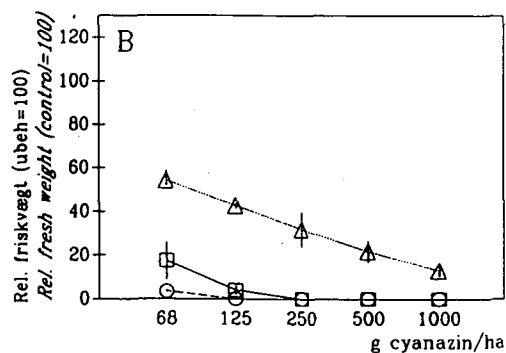
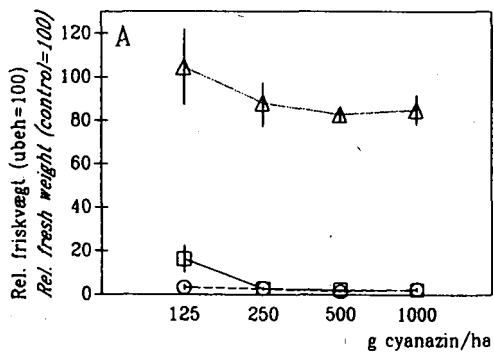
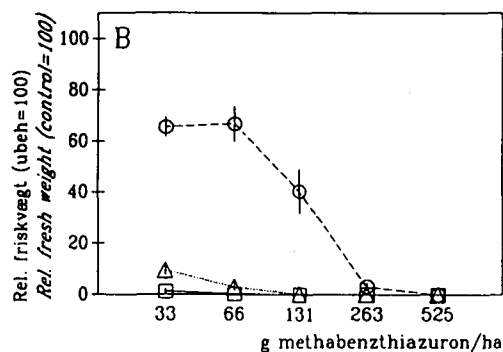
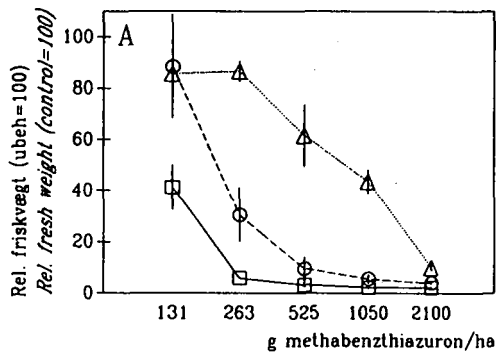
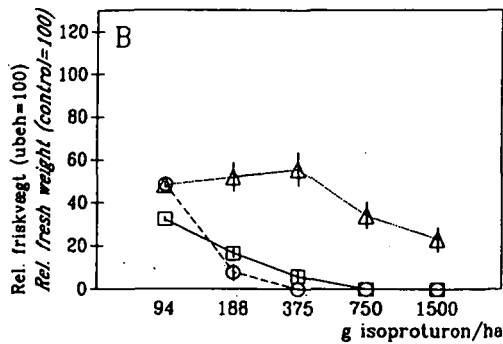
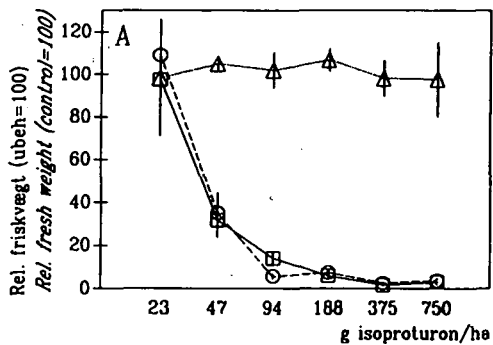
Effekten af disse herbicider overfor græsukrudt synes derfor udelukkende at kunne tilskrives en optagelse via jorden. Dette underbygges også af, at total- og jordefeffekten af disse 4 herbicider stort set var identisk. I modsætning til de øvrige herbicider var der bladeffekt af methabenzthiazuron overfor enårig rapgræs. Med den højeste dosering var det muligt at bekæmpe enårig rapgræs udelukkende via bladeffekten. At bladeffekten er medvirkende til totaleffekten af methabenzthiazuron understreges også af, at totaleffekten var signifikant bedre end jordefeffekten.

Bladeffekten af herbiciderne var generelt større overfor fuglegræs end overfor enårig rapgræs. En medvirkende årsag til dette må formodes at være, at der er afsat betydelig mere sprøjtevæske på de vandrette blade hos fuglegræs end på de oprette blade hos enårig rapgræs. Jordefeffekten var dog stadig den vigtigste komponent af isoproturons og cyanazins totaleffekt. Derimod var bladeffekten større end jordefeffekten med de 3 øvrige herbicider. Dette var mest udtalt for methabenzthiazuron og pendimethalin.

Årsagerne til forskellene i jord- og bladeffekt imellem plantearter og herbicider skal søges både i forskelle i de 2 plantearters anatomi samt herbicidernes virkemåde og fysisk-kemiske egenskaber. Isoproturon, methabenzthiazuron og cyanazin er fotosyntesehæmmere, der i jorden optages via rødderne og transporteres op i bladene via xylemet (1). Dette sker både i græsukrudt og tokimbladede ukrudtsarter, og derfor vil man kunne forvente jordefeffekt af disse herbicider overfor både enårig rapgræs og fuglegræs, hvilket også var tilfældet. Årsagen til den observerede forskel i bladeffekten af isoproturon, methabenzthiazuron og cyanazin kendes ikke, men skal sandsynligvis findes i forskelle i de tre herbiciders fysisk-kemisk egenskaber eller formulering.

Pendimethalin og trifluralin blokerer for celledelingen, og de transporteres i betydelig mindre grad rundt i planten end de 3 øvrige herbicider. Samtidig bindes de meget kraftigere i jorden, det vil sige en betydelig mindre del af det herbicid, der lander på jordoverfladen, vil kunne komme i kontakt med rødderne. Specielt for trifluralin, men også for pendimethalin, er optagelsen via den underjordiske del af skuddet derfor vigtig. Hos græsser findes vækstpunkterne umiddelbart under jordoverfladen, mens de hos tokimbladede ukrudtsarter findes i skudspidsen samt i bladhjørnerne. Kontakt imellem herbicid og vækstpunkt opnås derfor via jorden for græssers vedkommende, men via en bladsprøjtning for de tokimbladede ukrudtsarters vedkommende, hvilket forklarer den forskellige betydning af jord- og bladeffekt hos henholdsvis enårig rapgræs og fuglegræs.

Der er i de senere år gennemført en del forsøg med tilsætning af additiver til isoproturon (5). I figur 2 er vist blad- og totaleffekten af isoproturon overfor enårig rapgræs udsprøjtet alene og i blanding med 0.2% Genapol LRO, et anionisk spredemiddel. Tilsætning af 0.2% Genapol LRO øgede bladeffekten af isoproturon, men selv ved tilsætning af Genapol LRO bidrog bladeffekten kun lidt til totaleffekten.



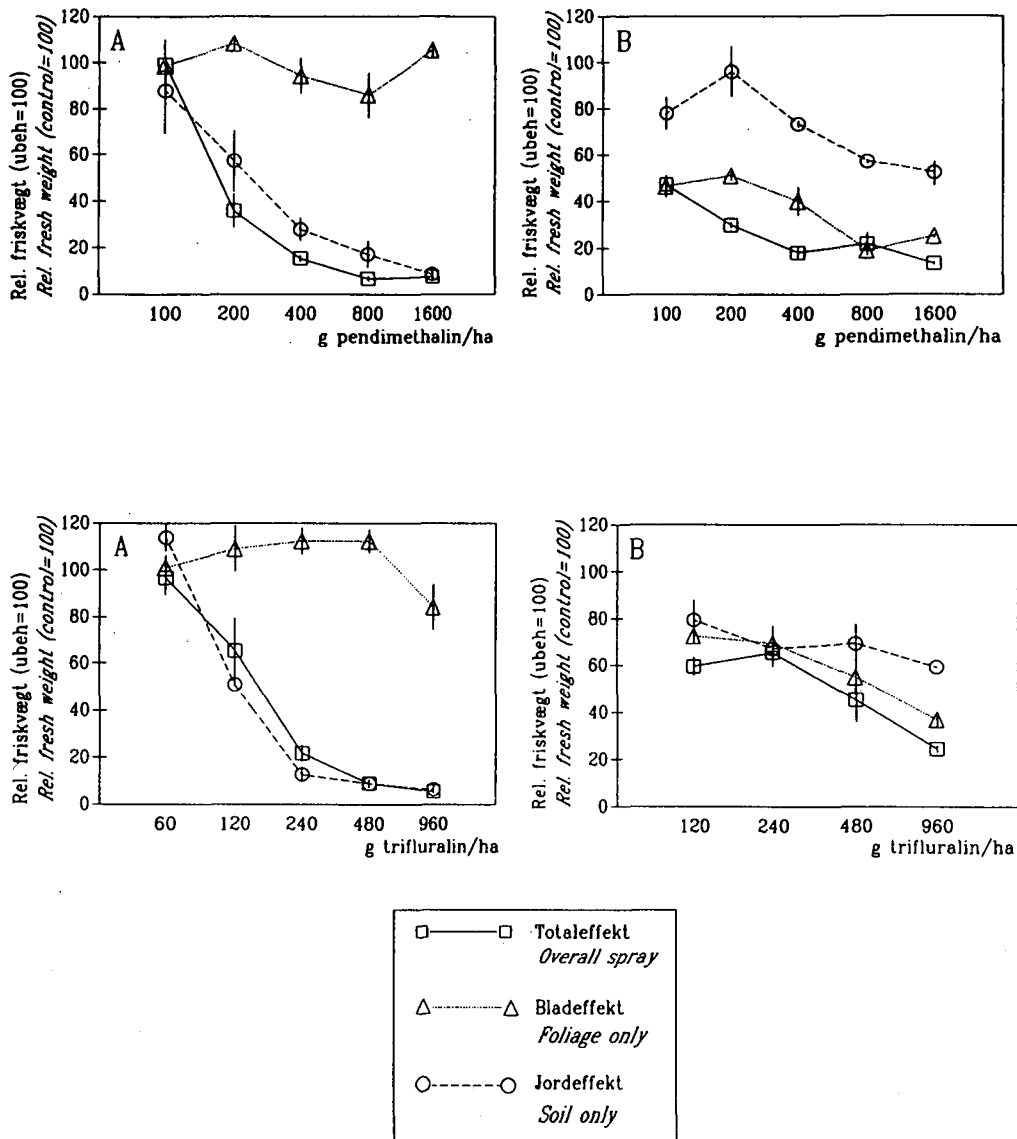


Fig. 1. Total-, jord- og bladeffekt af isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazin, pendimethalin og trifluralin overfor enårig rapgræs (A) og fuglegræs (B). Lodrette pinde angiver standard afvigelser.

Effect of isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazine, pendimethalin and trifluralin on Poa annua (A) and Stellaria media (B) when applied as an overall spray or only to the foliage or soil. Vertical bars represent standard errors.

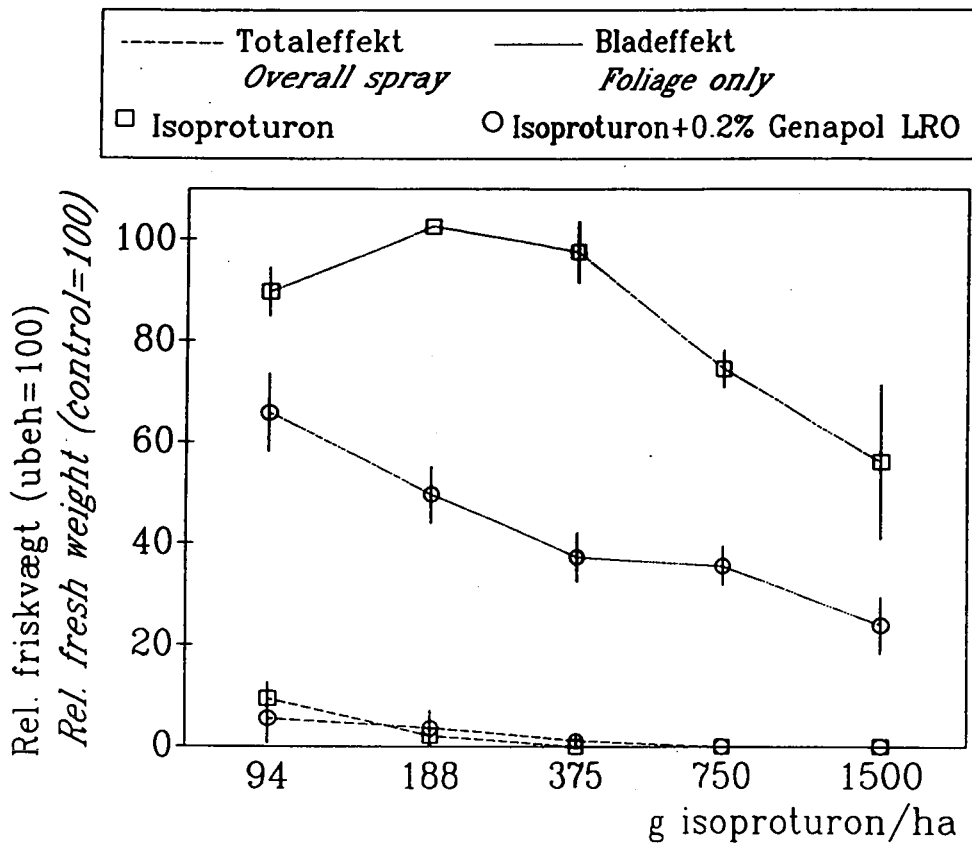


Fig. 2. Total- og bladeffekt af isoproturon med og uden 0.2% Genapol LRO overfor enårig rapgræs. Lodrette pinde angiver standard afvigelse.
Effect of isoproturon alone and in mixture with 0.2% Genapol LRO on Poa annua when applied as an overall spray or only to the foliage. Vertical bars represent standard errors.

Mens de øvrige herbicider i vid udstrækning anvendes efter kornets og ukrudtets fremspiring, anvendes trifluralin primært i forbindelse med såningen. I vintersæd må trifluralin ikke nedharves, hvorimod det anbefales nedharvet i vinterraps for at undgå tab af aktivstof ved fordampning og fotokemisk nedbrydning. Der har været en del interesse for at undlade nedharvningen i vinterraps for at spare en kørsel. I figur 3 er vist effekten af trifluralin, udsprøjtet på jordoverfladen eller indblandet (=nedharvet) i den øverste cm jord, overfor ita. rajgræs sået i forskellige dybder. Der er generelt opnået en betydelig bedre effekt, når trifluralin er indblandet i jorden. Udsprøjtet på jordoverfladen har det med den højeste dosering, der svarer til den anbefalede dosering, kun været muligt at opnå fuld effekt overfor ita. rajgræs spiret fra 0.5 og 1 cm's dybde, mens der ved indblandningen i den øverste cm er opnået fuld effekt med kvart dosering overfor planter, der er spiret fra indtil 2 cm's dybde.

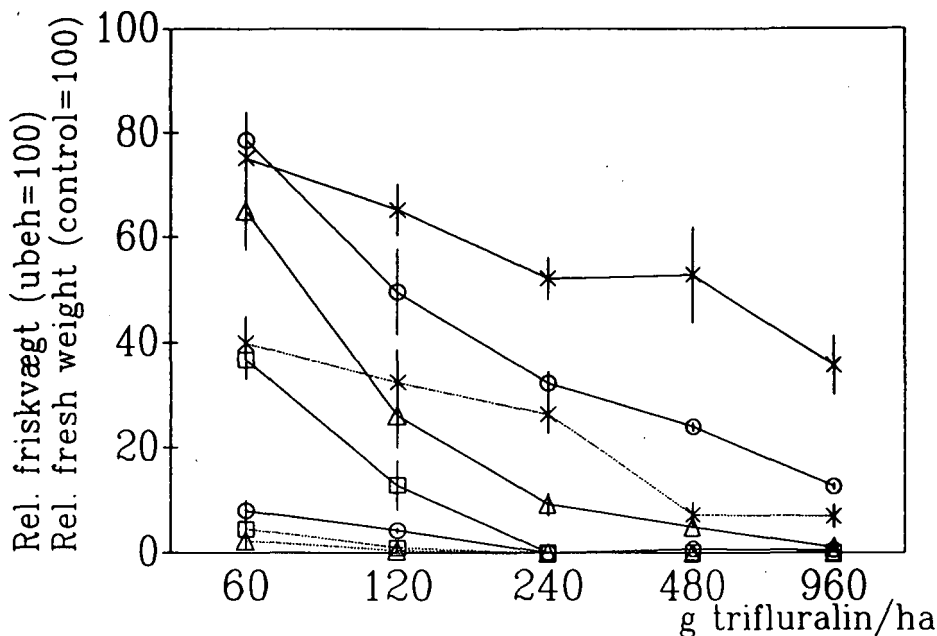
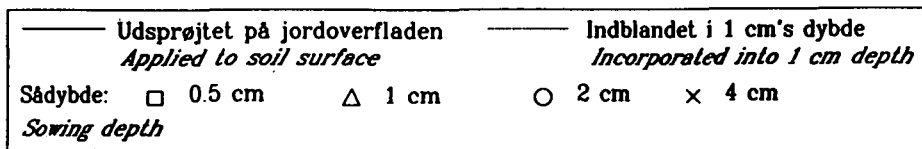


Fig. 3. Effekt af trifluralin udsprøjtet på jordoverfladen og indblandet i den øverste cm jord overfor ital. rajgræs sået i 0.5, 1, 2 og 4 cm's dybde. Lodrette pinde angiver standard afvigelser.

Effect of trifluralin, applied to the soil surface or incorporated into the upper 1 cm of soil, on Lolium multiflorum sown at 0.5, 1, 2 or 4 cm depth. Vertical bars represent standard errors.

Årsagen til den bedre effekt, når trifluralin indarbejdes i jorden, er sandsynligvis, at trifluralin som nævnt er forholdsvis immobil i jorden og ikke transporteres rundt i planterne, men stort set forbliver på det sted i planten, hvor det er optaget. Det betyder, at den nødvendige kontakt mellem plante og herbicid primært opnåes ved, at planten vokser hen til herbicidet, og ikke som f.eks. med isoproturon og cyanazin, ved at herbicidet transporteres med jordvandet hen til planterødderne. De fleste græsarter, bla. ital. rajgræs vil uanset spiringsdybde skubbe deres vækstpunkt op i nærheden af jordoverfladen (4). Hvis trifluralin udsprøjtes på jordoverfladen, vil det forblive i de øverste mm af jorden på grund af den kraftige binding til jordkolloiderne. Derfor er det kun hos planter, der spirer meget tæt på jordoverfladen, at vækstpunktet vil komme i kontakt med herbicidet, mens man ved indarbejdning sikrer, at også vækstpunktet hos planter, der spirer fra lidt større dybde kommer i kontakt med herbicidet. Når ital. rajgræs spirer fra 4 cm's dybde er en

indarbejdning i 1 cm's dybde imidlertid ikke tilstrækkelig til at sikre fuld effekt, hvilket indikerer, at disse planter ikke har deres vækstpunkt umiddelbart under jordoverfladen.

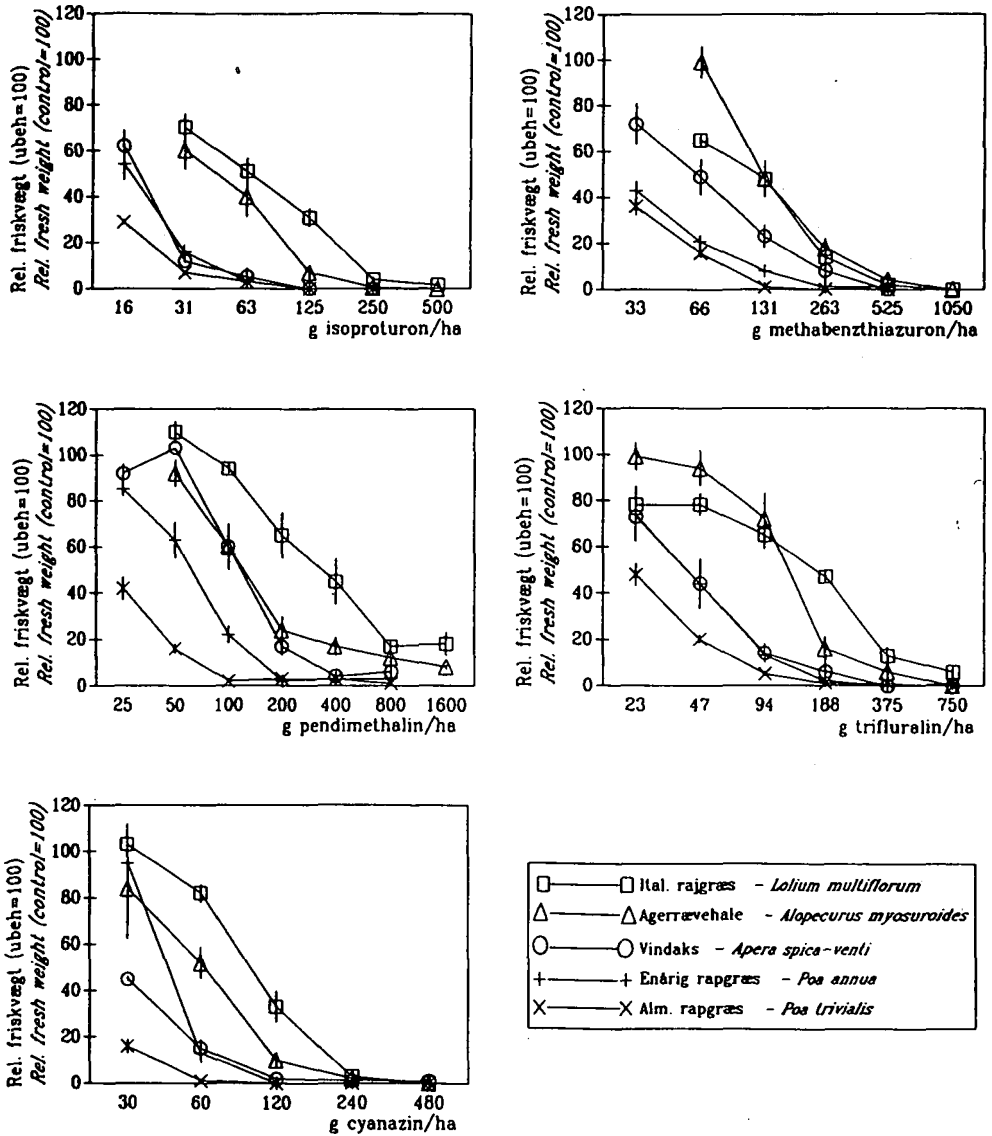


Fig. 4. Effekt af isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazin, pendimethalin og trifluralin overfor henholdsvis ital. rajgræs, agerrævehale, vindaks, enårig rapgræs og alm. rapgræs sået i 0.5 cm's dybde. Lodrette pinde angiver standard afvigelser.

Effect of isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazine, pendimethalin and trifluralin on *Lolium multiflorum*, *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti*, *Poa annua* and *Poa trivialis* sown at 0.5 cm depth. Vertical bars represent standard errors.

I figur 4 er vist resultaterne fra et forsøg, hvor totaleffekten af isoproturon, methabenzthiazuron, pendimethalin, trifluralin og cyanazin er sammenlignet overfor henholdsvis ital. rajgræs, agerrævehale, vindaks, enårig rapgræs og alm. rapgræs. Trifluralin er udsprøjtet på jordoverfladen umiddelbart efter såningen, mens de øvrige herbicider er udsprøjtet på 1-2 bladsstadiet. Da alle græsarter er spiret fra 0.5 cm's dybde, og vandtransporten konstant har været nedadgående, på grund af hyppig vanding fra oven af, kan man ikke umiddelbart overføre resultaterne til marken. Det forsøget imidlertid viser, er rangorden med hensyn til de 5 græsarters genetisk betingede følsomhed overfor de 5 herbicider. Med alle 5 herbicider er der fundet en mindre følsomhed hos de to storfrøede arter, ital. rajgræs og agerrævehale, end hos de tre småfrøede arter, vindaks, enårig og alm. rapgræs. Eneste undtagelse er følsomheden hos vindaks og agerrævehale overfor pendimethalin. Den mindre effekt overfor ital. rajgræs og agerrævehale, der ofte observeres i praksis, skyldes derfor delvis en genetisk betinget mindre følsomhed. Mellem ital. rajgræs og agerrævehale er der kun fundet små forskelle, dog er ital. rajgræs mindre følsom end agerrævehale overfor alle herbicider på nær methabenzthiazuron. Mellem de småfrøede arter er der med alle herbicider undtagen methabenzthiazuron fundet en større følsomhed af alm. rapgræs end af enårig rapgræs og vindaks. Med methabenzthiazuron var effekten overfor de to rapgræsser næsten ens. Vindaks var mindre følsom end enårig rapgræs overfor methabenzthiazuron og pendimethalin, mens der ingen forskel blev observeret mellem de to arter ved sprøjtning med isoproturon og trifluralin. Ved laveste dosering var effekten af cyanazin overfor vindaks bedre end overfor enårig rapgræs, mens der ingen forskel var ved de øvrige doseringer.

I praksis vil effekten foruden den genetisk betingede følsomhed afhænge af bl.a., hvilken dybde græsfrøene spirer fra, jordens fugtighed samt nedbør efter sprøjtning og herbicidets mobilitet, det vil sige hvor kraftigt det bindes i jorden. Småfrøede arter, som vindaks og rapgræsser, vil spire fra mindre dybde end f.eks. rajgræsser og agerrævehale og vil derfor lettere kunne bekæmpes f.eks. med pendimethalin og trifluralin, der er forholdsvis immobile i jorden. Derimod påvirkede sådybden af agerrævehale ikke effekten af isoproturon udbragt ved såning (3). Høj jordfugtighed, det vil sige regn efter sprøjtningen, fremmer effekten af de herbicider, der optages via rødderne, som vist med isoproturon overfor agerrævehale (2). Derimod er jordfugtigheden af mindre betydning for effekten af trifluralin, der primært optages på dampform.

Betydningen af græsukrudtets størrelse blev undersøgt i to forsøg med henholdsvis isoproturon og cyanazin. Effekten af cyanazin var betydelig mindre på enårig rapgræs på 3-4 bladsstadiet end på 1-2 bladsstadiet (Figur 5). Ved at estimere doseringskurverne var det muligt at beregne, at mens 0.18 kg cyanazin/ha resulterede i 90% effekt på 1-2 bladsstadiet, var det nødvendigt at anvende 0.38 kg cyanazin/ha på 3-4 bladsstadiet for at opnå en tilsvarende effekt. Med isoproturon blev der tilsvarende fundet en reduceret effekt på 3-4 bladsstadiet sammenlignet med 1-2 bladsstadiet (data ikke vist). Da doseringerne

var for høje, var det ikke muligt at estimere doseringskurverne og beregne ED₉₀ doseringerne.

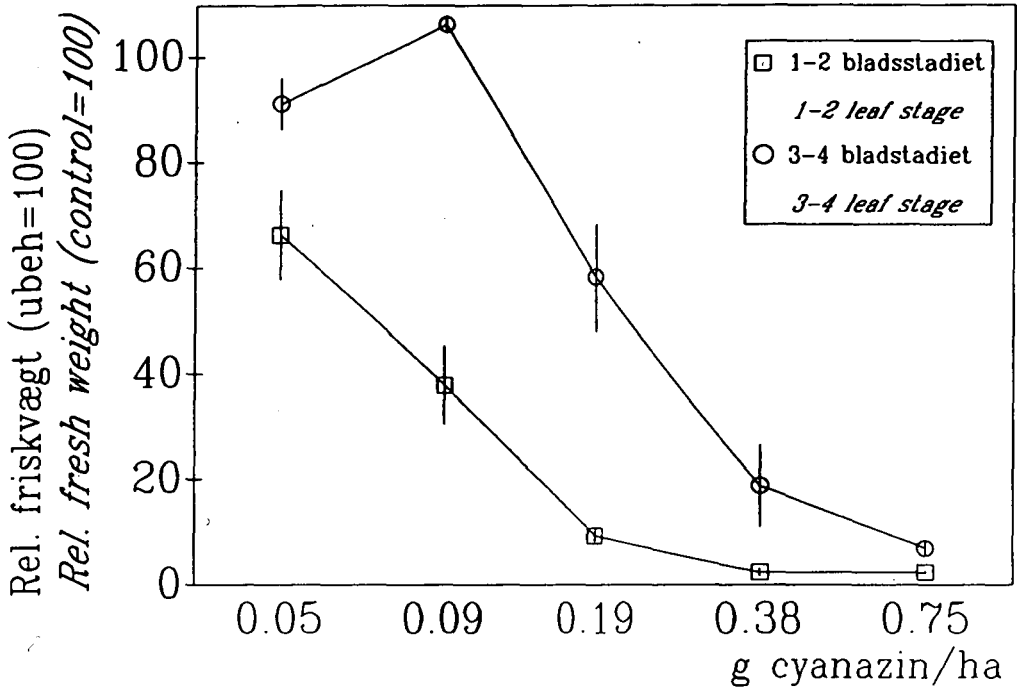


Fig. 5. Jordefekt af cyanazin overfor enårig rapgræs på henholdsvis 1-2 og 3-4 bladsstadiet. Lodrette pinde angiver standard afvigelser.
Effect of soil-applied cyanazine on Poa annua at the 1-2 and 3-4 leaf stage. Vertical bars represent standard errors.

Sammendrag

Effekten af isoproturon, methabenzthiazuron, cyanazin, pendimethalin og trifluralin blev undersøgt på forskellige græsukrudtsarter på 1-2 bladsstadiet og fuglegræs på 4 bladsstadiet. Bladeffekten blev bestemt ved at tildække jordoverfladen, mens jordefekten blev bestemt ved at tilføre herbicidet til jordoverfladen med en pipette. Totaleffekten blev bestemt ved at undlade at tildække jordoverfladen. Overfor enårig rapgræs var der næsten udelukkende jordefekt af herbiciderne på nær methabenzthiazuron. Overfor fuglegræs virkede isoproturon og cyanazin primært via jorden, mens methabenzthiazuron, pendimethalin og trifluralin primært var aktive via bladene. Tilsætning af Genapol LRO forøgede bladeffekten af isoproturon overfor enårig rapgræs, uden dog at bladeffekten derfor bidrog væsentligt til totaleffekten. Vindaks, enårig og alm. rapgræs var mere følsomme overfor alle 5 herbicider end agerrævehale og ital. rajgræs. Indblanding af

trifluralin i 1 cm's dybde resulterede i en bedre effekt overfor ital. rajgræs, end når trifluralin blev udsprøjtet på jordoverfladen. Sprøjtning på 3-4 bladsstadiet resulterede i en markant dårligere effekt af isoproturon og cyanazin overfor enårig rapgræs end sprøjtning på 1-2 bladsstadiet.

Erkendtlighed

Vi vil gerne takke DLF-Trifolium for levering af et oprenset parti enårig rapgræs.

Litteratur

1. *Blair, A.M.* 1978. Some studies on the sites of uptake of chlortoluron, isoproturon and metoxuron by wheat, *Avena fatua*, and *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*, 18, 381-387.
2. *Blair, A.M.* 1985. Influence of soil moisture on isoproturon activity against *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*, 25, 141-149.
3. *Blair, A.M. & T.D. Martin.* 1987. The influence of sowing depth on the tolerance of wheat and the susceptibility of *Alopecurus myosuroides* and *Avena fatua* to chlorotoluron and isoproturon. *British Crop Protection Conference-Weeds*, p.121-128.
4. *Hoshikawa, K.* 1969. Underground organs of the seedlings and the systematics of gramineae. *Botanical Gazette*, 130, 192-203.
5. *Jensen, P.K.* 1992. Vinterhvede og vinterbyggs tolerance overfor isoproturonholdige midler med og uden additiver. 9. Danske Planteværnskonference-Ukrudt.

**Efterårsbekæmpelse kontra forårsbekæmpelse af græsukrudt i vintersæd.
Effektfuld fra afprøvningsforsøg 1974-1991.**

Control of grass weeds in winter cereals, autumn or spring.

Results from trials 1974-1991.

Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Control of grass weeds in winter cereal is carried out 3 times in Denmark, pre emergence, cereal with 1-2 leaves and early spring.

Results of many trials showed the best effects after pre emergence control with all 4 herbicides and with Stomp SC sprayed on cereals with 1-2 leaves. See table 1.

Indledning

Græsukrudt er blevet et stadig større problem i vintersæd i Danmark, især arter som vindaks (*Apera spica-venti*) og ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides*) giver et stort udbyttetab. Enårig rapgræs (*Poa annua*) giver sjældent direkte udbyttetab, men denne art er generende i forbindelse med eventuelt lejesæd og den er både besværlig og dyr at bekæmpe i flere bredbladede afgrøder.

Til bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd anvendes almindeligvis 5 virkestoffer, isoproturon (Arelon fl. E og Tolkan L), pendimethalin (Stomp SC), methabenzthiazuron (Tribunil WP), linuron + trifluralin (Trinulan) og trifluralin (Treflan) sidstnævnte middel er ikke anerkendt til bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd.

Bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd sker på 3 tidspunkter: a) før afgrødens fremspiring, b) når afgrøden har 1-2 blade og c) tidlig forår når afgrøden begynder at grønnes og ukrudtet begynder at vokse.

Alle de nævnte midler har udover effekten på græsukrudt også effekt på 2-kimbladet ukrudt. Disse effekter er ikke medtaget i denne oversigt, ligesom tankblandinger med de nævnte herbicider heller ikke er medtaget.

Metode

Alle forsøg er udført som markforsøg hos landmænd på Sjælland, på Langeland og i Jylland. Indtil 1984 er forsøgene udført som systematiske rækkeforsøg. Fra 1985 til 1989 blev forsøgene udført dels som randomiserede split-plot forsøg, dels som systematiske rækkeforsøg. Fra 1990 har forsøgsdesignet været 2-faktorielle split-plot forsøg med midler og doser. I hele perioden er forsøgene udført med 3 blokke. Parcelstørrelsen har været 10 m² for "effektforsøgene" og 25 m² for "udbytteforsøgene" (Jensen og Rydahl 1991).

Fra 1974 til 1988 er kun medtaget forsøgsresultater, hvor der har været mere end 10 planter pr. m² i ubehandlet. Fra 1989 er medtaget resultater fra forsøg med 5 planter pr. m², hvis forsøget var sikkert ifølge en variansanalyse.

Midlernes effekt er opgjort ved tælling af antal ukrudtsplanter i 3 tælleflader pr. parcel. Optællingerne er foretaget når afgrøde og ukrudt var i god vækst om foråret, dog tidligst 4 uger efter sprøjtning. Effekttallene i tabel 1 præsenteres som forholdstal opgjort på basis af de ubehandlede parceller.

Resultater

Effekttallene i tabel 1 er fremkommet fra et stort antal forsøg idet det er ret sjældent, at mere end 1 af ukrudtsgræsserne forekommer i et forsøg. Forsøgsplaner og forsøgsbetingelser i øvrigt har været meget forskellige, kun herbicider, doser i det angivne interval og sprøjtetidspunkt har været holdt fast.

Som det fremgår af tabel 1, er der opnået gode effekter med Stomp SC uanset sprøjtetid og uanset græsukrudt. Arelon/Tolkan, Tribunil WP og Trinulan før fremspiring har også givet lige så gode effekter på ager rævehale og på vindaks, men effekten på enårig rapgræs kun har været god for Stomp SC og for Trinulan.

Effekten på andet græsukrudt har generelt været halvdårlig. Andet græsukrudt er en samlegruppe, der mest består af rajgræs (*Lolium spp.*) og hundegræs (*Dactylis spp.*). Efterårssprøjtning på afgrødens 1 - 2 bladsstadium og forårssprøjtning med Arelon/Tolkan har givet en noget lavere effekt med de i disse forsøg anvendte doseringer.

Tabel 1. Effekt på enårig rapgræs (*Poa annua*), ager rævehale (*Alopecurus myosuroides*) vindaks (*Apera spica-venti*) og andet græs (*Gramineae*). % = procent effekt på antal planter, n = antal forsøg.

Effect on poa annua, alopecurus myosuroides, apera spica-venti and other grasses. % effect based on numbes of plants, n = number of trials.

Herbicide	Sprøjte- tid <i>Applica- tion time</i>	Do- sering <i>Dosage</i>	POAAN % n	ALOMY % n	APESP % n	GGGGG % n
Arelon/ Tolkan	Før frem- spiring <i>pre emer- gence</i>	3.5	68 15	97 6	97 12	78 8
Arelon/ Tolkan	korn m. 1-2 blade <i>cereals 1- 2 leaves</i>	2.0-2.5	69 13	67 3	70 2	70 2
Arelon/ Tolkan	tidlig forår <i>early spring</i>	2.0-2.8	68 11	61 7	76 15	79 5
Stomp SC	før frem- spiring <i>pre emer- gence</i>	4.0	89 49	90 4	96 8	41 8
Stomp SC	korn m. 1-2 blade <i>cereals 1- 2 leaves</i>	4.0	93 31	87 2	97 3	63 5
Tribunil WP	før frem- spiring <i>pre emer- gence</i>	3.0-4.0	78 15	96 2	90 6	83 5
Trinulan	før frem- spiring <i>pre emer- gence</i>	3.0-4.0	90 11	- 0	94 4	61 6

Diskussion

Bekæmpelsen af de 4 nævnte ukrudtsgræsser varierer, som det ses i tabel 1, med art, herbicid og tidspunkt. De fundne effektforskelle imellem herbicider og sprøjtetider vil kunne falde anderledes ud i andre forsøgsopgørelser, især på de effektstal hvor opgørelsen kun er baseret på få forsøg, og hvis effekten er lav.

En effekt på 97% med baggrund i 3 forsøg må antages at være rimelig sikker, og efter en sprøjtning med dette middel/sprøjtetid vil en god bekæmpelse kunne forventes. En effekt på 61% med 7 forsøg som baggrund er gennemsnit af forsøg med alt fra dårlig effekt til god effekt. Her er chancen for en god bekæmpelse tilstede, men den er ikke stor.

Valg af middel og sprøjtetid vil ikke alene afhænge af hvilket græsukrudt der skal bekæmpes, men også, og måske i langt højere grad, af om problemet er kendt før det kan ses. Kun hvis problemet kendes i forvejen og en bekæmpelse er planlagt, er de mange muligheder for valg mellem midler og valg af sprøjtetider tilstede. Ved kornets 1-2 bladstadie kan det være meget vanskeligt at erkende hvor alvorligt problemet er. Græsukrudtet er på dette tidspunkt meget småt, det ser ikke ud af særlig meget. Opdages problemet i løbet af vinteren kan det stadig løses med isoproturon tidlig om foråret, men sprøjtningen skal ske så tidlig som muligt, i de fleste år i marts måned.

Konklusion

Sammenstilling af afprøvningsforsøg fra 1974 - 1991 har vist at bedst effekt ved bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd fås ved sprøjtning før afgrøden spirer frem og med Stomp SC ved kornets 1-2 bladstadie. Efterårssprøjtning ved kornets 1-2 bladstadie og forårssprøjtning med Arelon/Tolkan var mindre effektive.

Litteratur

Jensen, Peder Elbæk & Rydahl, Per & Petersen, E. Juhl & Jørgensen, H. 1974 - 1991. Resultater fra afprøvning, ukrudt 1 og 2 pr. år. Statens Planteavlsvforsøg, Planteværnscentret Flakkebjerg, 200 - 800 sider pr år.

Vinterhvede og vinterbyggs tolerance over for isoproturonholdige midler med og uden additiver.

The tolerance of winter wheat and winter barley to isoproturon herbicides with and without additives.

Peter Kryger Jensen

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

4200 Slagelse

Summary

Investigations carried out in order to investigate the influence on crop tolerance and weed control of additives to isoproturon herbicides are presented in the article. The crop tolerance to Arelon was reduced by both surfactants and oil additives, but the reduced crop tolerance was most pronounced with the cationic surfactant Frigate, and with the oil additives Actipron and Vegelix. Compared to Arelon, a reduced crop tolerance was found to Belgran, while the crop tolerance with Arelon + Lissapol and with Belgran was approximately equal. After treatments in the autumn, only a small tendency to an improved weed control was found where Arelon was used with additives compared to Arelon alone. A marked improvement in weed control was however found for the use of additives to Arelon in a trial treated in the spring. This difference in response to additives is possibly due to the fact that the foliar effect of isoproturon is of less importance under conditions where the soil moisture is adequate to ensure a good soil effect.

Indledning

Herbicer med indhold af isoproturon, anvendes hovedsageligt til bekæmpelse af græsukrudt i vintersæd. På markedet findes såvel produkter, hvor det eneste aktivstof er isoproturon (Arelon fl. E, Tolkan og Graminon), men også produkter som Belgran, hvor indholdet af isoproturon er suppleret med aktivstoffer med virkning mod tokimbladet ukrudt. Isoproturon optages hovedsageligt via jorden (Blair, 1978), og i de fleste tilfælde vil jordefekten udgøre størstedelen af den samlede effekt. Under visse forhold må bladeffekten formodes at være af betydning, f.eks ved lav jordfugtighed, eller hvor afgrøde og ukrudt er så veludviklede, at hovedparten af sprøjtevæsken opfanges på disse.

De forskellige handelsprodukter med isoproturon er formuleret med varierende mængder af additiver. I de tilfælde hvor bladeffekten har betydning kunne det forventes, at additivtilsætning til nogle af produkterne kunne forøge effekten, og en sådan effektforøgelse er fundet af Severin (1988) og af West *et al.* (1988). I den sidstnævnte undersøgelse blev der fundet en forøget effekt af isoproturon over for gold hejre ved tilsætning af olie eller spredemiddel. En eventuel tilsætning af additiver må forventes også at påvirke afgrødetolerancen. I denne artikel præsenteres effekt- og afgrødetolerance resultater fra forsøg med additivtilsætning til isoproturonholdige midler.

Materialer og metoder

Fra 1989 til 1991 er der udført 6 toleranceforsøg, 3 i vinterhvede og 3 i vinterbyg med Arelon fl. E og Belgran. I alle forsøg har normaldoseringen (n) været 2,5 l/ha for Arelon fl. E/Tolkan og 4 l/ha for Belgran. Som additiver har været anvendt:

Lissapol	0,1%	nonionisk spredemiddel
Genapol LRO	0,2%	anionisk spredemiddel
Frigate	0,5%	kationisk spredemiddel
Actipron	1-2%	mineralsk olie + spredemiddel
Vegeflux	1%	mineralsk olie + spredemiddel
Mylone Power -d	1 l/ha	ioxynil + d-mechlorprop
Herbatox MP 500	5 l/ha	mechlorprop

I 1989 er forsøgene udført med 3 gentagelser, i 1990 og 1991 med 4 gentagelser pr. forsøgsled. I alle år er der anvendt en parcelstørrelse på 25 m². Der indgik såvel efterårs- som forårsbehandlinger i forsøgsserien.

Vinterhvedeforsøget i 1989 var et kombineret tolerance- og effektforsøg, hvor alm. rajgræs var isået som testukrudt. Desuden blev effekten på tokimbladet ukrudt registreret i dette forsøg. I 1990 blev der udført et effektforsøg på alm. rajgræs udsået i vinterbyg. Der blev anvendt 1, 1/2 samt 1/4 normaldosering af Arelon fl. E og Belgran i kombination med additiver. Forsøget blev udført med 4 gentagelser a 25 m² pr. forsøgsled. Forsøget blev sprøjtet d. 8/11-89 på rajgræs med 2 blade i en periode med god jordfugtighed. I disse 2 effektforsøg er der registreret vægt af ukrudt i begyndelsen af maj måned.

I efteråret 1991 blev der udført 2 effektforsøg på alm. rajgræs i renbestand, begge forsøg med 4 gentagelser pr. forsøgsled med 6 m² nettoparceller. I forsøgene indgik Arelon fl. E og Tolkan i kombination med additiver og andre herbicider. Ca. 14 dage efter forsøgsbehandlingerne blev tokimbladet ukrudt bekæmpet med Oxinol. Effekten på alm. rajgræs i disse forsøg er bedømt med en ikke destruktiv metode, der giver et direkte udtryk for grøn biomasse (Christensen & Goudriaan, In prep). Skalaen går fra ca. 1,3 på bar jord, og indenfor det her anvendte interval er der en lineær sammenhæng mellem de fundne måleværdier og grøn biomasse. Et lille tal på skalaen svarer altså til en høj effekt. I tabel

8, hvor disse resultater er vist, er de omregnet til effekttal.

Alle forsøg er udført på lerjord eller fin sandblandet lerjord. Forsøgsbehandlingerne er udført med en Hardi 4110-14 fladsprededyse ved et tryk på 2,5 bar og en væskemængde på 200 l/ha.

Resultater

Tolerance

Tabel 1 viser udbytterne i vinterhvede forsøget fra 1989. Ved efterårsbehandlingen har tilsætningen af Lissapol eller Frigate til Arelon ikke påvirket afgrødetolerancen i forhold til Arelon alene. Ved forårsbehandlingen har Frigate anvendt til normaldoseringen af Arelon, samt både Lissapol og Frigate i dobbelt normaldosering af Arelon, reduceret afgrødetolerancen i forhold til Arelon alene. Udbyttenedgangen er signifikant for Frigate, og lige netop ikke signifikant for Lissapol. For Belgran er billedet lidt mere uklart, med det fremgår dog, at udbytterne efter Belgran udsprøjtet alene er på niveau med udbyttet efter Arelon + Lissapol.

Tabel 1. Udbytte af vinterhvede (hkg/ha) efter behandling i efteråret 1988 eller foråret 1989.

Yield of winter wheat (hkg/ha) after treatment in the autumn 1988 or in the spring 1989.

	Efterår <i>Autumn</i>		Forår <i>Spring</i>	
	1n	2n	1n	2n
Ubehandlet <i>Untreated</i>	63.7	63.7	63.7	63.7
Arelon	78.0	75.6	78.6	80.2
Arelon + Lissapol	80.2	77.9	81.8	73.0
Arelon + Frigate	84.3	78.5	72.9	72.3
Belgran	77.9	78.8	75.5	73.3
Belgran + Lissapol	71.8	69.5	81.3	73.7
Belgran + Frigate	84.9	79.1	82.0	76.8
LSD ₉₅	6.5	7.7	6.5	7.7

I vinterbygforsøget i 1989 (tabel 2), hvor der blev registreret frostvejr natten efter forsøgsbehandlingen i efteråret, blev der generelt registreret en del afgrødeskade efter efterårssprøjtningen, og udbyttet efter forårsbehandlingerne ligger da også i flere tilfælde signifikant højere. Ved efterårsbehandlingen er der en tendens til, at alle additiver til Arelon i normaldoseringen har sænket udbyttet i forhold til Arelon alene. Belgran + additiver har ligeledes reduceret udbyttet i forhold til Belgran alene. Også for dette forsøg gælder det, at Belgran alene har resulteret i udbytter på niveau med Arelon + additiver.

Tabel 2. Udbytte af vinterbyg (hkg/ha) efter behandling i efteråret 1988 eller foråret 1989.

Yield of winter barley (hkg/ha) after treatment in the autumn 1988 or in the spring 1989.

	Efterår		Forår	
	<i>Autumn</i>		<i>Spring</i>	
	1n	2n	1n	2n
Ubehandlet	83.0	83.0	83.0	83.0
<i>Untreated</i>				
Arelon	82.9	82.0	89.5	81.9
Arelon + Lissapol	78.3	80.5	83.4	80.0
Arelon + Frigate	78.6	82.0	85.5	82.6
Arelon + Actipron	80.0	86.5	84.8	80.7
Belgran	79.2	80.4	84.9	83.6
Belgran + Lissapol	69.6	73.5	82.8	87.2
Belgran + Frigate	79.3	72.6	80.3	85.8
Belgran + Actipron	78.8	73.8	82.4	80.8
LSD ₉₅	5.4	5.4	5.4	5.4

I vinterhveden i 1990 (tabel 3), der blev behandlet i efteråret, blev der registreret en del afgrødeskade efter tilsætning af Actipron eller Vegelix til Arelon, men dette har ikke givet sig udtryk i sikre udbytteforskelle. I det tilsvarende vinterbygforsøg (tabel 3) blev der ligeledes fundet forøget afgrødeskade efter anvendelse af de 2 olier, og anvendelsen af disse additiver samt Frigate har da også reduceret udbyttet signifikant i forhold til den rene Arelon i dobbelt normaldosering, mens Lissapol ikke har påvirket udbyttet.

Tabel 3. Udbytte af vinterhvede og vinterbyg (hkg/ha) efter behandling i efteråret 1989.
Yield of winter wheat and winter barley (hkg/ha) after treatment in the autumn 1989.

	Vinterhvede <i>Winter wheat</i>		Vinterbyg <i>Winter barley</i>	
	1n	2n	1n	2n
Ubehandlet <i>Untreated</i>	117.2	116.5	73.5	76.0
Arelon	116.8	115.4	68.4	78.1
Arelon + Lissapol	115.0	113.8	68.7	76.4
Arelon + Frigate	116.1	114.8	74.0	72.8
Arelon + Actipron	116.0	115.9	67.7	70.6
Arelon + Vegelix	116.2	113.8	69.3	68.4
LSD ₉₅	NS	NS	NS	5.7

Genapol var medtaget som additiv til Arelon i 1 forsøg i vinterhvede i 1991 (tabel 4). I dette forsøg, der er forårssprøjtet, er der ikke registreret afgrødeeffekter af additivtilsætningen i de anvendte doseringer. I et tilsvarende forsøg i vinterbyg (tabel 4) blev der ligeledes ikke registreret ændringer i afgrødetolerancen ved tilsætning af additiver til Arelon i 2 doseringer.

Tabel 4. Udbytte af vinterhvede efter behandling i efteråret 1990 og vinterbyg (hkg/ha) behandlet i foråret 1991.
Yield of winter wheat after treatment in the autumn 1990 and winter barley (hkg/ha) treated in the spring 1991.

	Vinterhvede <i>Winter wheat</i>		Vinterbyg <i>Winter barley</i>	
	1n	2n	1n	2n
Ubehandlet <i>Untreated</i>	91.8	91.8	75.4	75.4
Arelon	92.0	91.9	77.1	77.1
Arelon + Lissapol	-	91.6	78.1	77.7
Arelon + Frigate	88.7	91.6	79.3	78.4
Arelon + Actipron	88.0	89.5	77.7	79.2
Arelon + Vegelix	87.2	94.5	79.2	78.2
LSD ₉₅	NS	NS	NS	NS

Ukrudtseffekt

Ved efterårsbehandlingen (tabel 5 og 6) er der opnået en lille effektforbedring overfor såvel alm. rajgræs som tokimbladet ukrudt ved at tilsætte Lissapol eller Frigate til Arelon. Forårsbehandlingen har givet en dårligere effekt end efterårsbehandlingen, og effektforøgelsen ved additivtilsætning er lidt større over for alm. rajgræs. Overfor tokimbladet ukrudt er der opnået en markant effektforøgelse af Arelon efter tilsætning af såvel Frigate som Lissapol. Det tokimbladede ukrudt i forsøget bestod af fuglegræs, ærenpris, tvetand og burrenerre.

Tabel 5. Effekt på alm rajgræs behandlet i efteråret 1988 eller foråret 1989.

Effect on weight of Lolium perenne treated in autumn 1988 or in the spring 1989.

	Efterår <i>Autumn</i>		Forår <i>Spring</i>	
	½n	1n	½n	1n
Ubehandlet <i>Untreated</i>	0	0	0	0
Arelon	98	100	83	96
Arelon + Lissapol	99	100	91	98
Arelon + Frigate	99	100	91	98
Belgran	96	98	90	98
Belgran + Lissapol	99	100	94	97
Belgran + Frigate	99	100	85	98
LSD ₉₅	8	8	5	5

Med Belgran er der ikke fundet væsentlige ændringer i ukrudtseffekten efter tilsætning af additiver med undtagelse af forårsbehandlingen i 1/2 normaldosering, hvor der er tendens til, at Frigate har reduceret effekten på alm. rajgræs, og med en signifikant effektreduktion overfor tokimbladet ukrudt.

Tabel 6. Effekt på tokimbladet ukrudt behandlet i efteråret 1988 eller foråret 1989.
Effect on weight of dicotyledonous weeds treated in the autumn 1988 or in the spring 1989.

	Efterår <i>Autumn</i>		Forår <i>Spring</i>	
	½n	1n	½n	1n
Ubehandlet <i>Untreated</i>	0	0	0	0
Arelon	91	93	0	63
Arelon + Lissapol	94	100	72	81
Arelon + Frigate	95	97	84	72
Belgran	98	99	86	86
Belgran + Lissapol	99	100	78	91
Belgran + Frigate	100	100	47	87
LSD ₉₅	5	5	20	20

Tabel 7. Effekt på rajgræs efter behandling i efteråret 1989.
Effect on weight of Lolium perenne after treatment in the autumn 1989.

	½n	½n	1n
Arelon	81	91	97
Arelon + Lissapol	73	96	97
Arelon + Frigate	73	93	98
Arelon + Actipron	73	94	98
Belgran	57	89	98
Belgran + Lissapol	50	94	98
Belgran + Frigate	63	91	98
Belgran + Actipron	65	95	98
LSD ₉₅	NS	NS	NS

I forsøget i 1990 (tabel 7) er der ikke fundet forskel i effekten over for alm. rajgræs, hvor midlerne er anvendt alene, i forhold til hvor midlerne er anvendt med additiver.

Tabel 8. Effekt på alm. rajgræs ca. 1 måned efter behandling i efteråret 1991. Gns. af 2 forsøg.

Effect on Lolium perenne approx. 1 month after treatment in the autumn 1991. Mean of 2 trials.

	½n	½n	1n
Arelon	51	76	89
Tolkan	59	73	86
Arelon + Lissapol	68	80	90
Tolkan + Lissapol	68	77	89
Arelon + Actipron	57	72	91
Tolkan + Actipron	60	79	92
Arelon + Genapol	53	79	89
Tolkan + Genapol	51	79	89
Arelon + Mylone Power -d	71	77	89
Tolkan + Mylone Power -d	73	77	90
Arelon + Herbatox MP 500	64	73	87
Tolkan + Herbatox MP 500	68	79	93
LSD ₉₅	NS	NS	NS

I forsøgene med Arelon og Tolkan mod alm. rajgræs (tabel 8) er der udover additiver anvendt Mylone Power og Herbatox MP 500 for at undersøge disse midlers additiv-virkning. Betragtes under et viser de 2 forsøg ikke forskel mellem Arelon og Tolkan i effekt over for rajgræs, hverken hvor midlerne er anvendt alene, eller i blandinger med additiver eller herbicider. I gennemsnit for de 2 forsøg er der ikke fundet signifikante forskelle mellem behandlingerne. I enkeltforsøgene forekom enkelte sikre udslag, og i 1/4 normaldosering er der tendenser til de samme udslag. Disse viser, at tilsætning af Actipron eller Genapol til Arelon og Tolkan ikke giver nogen effektforbedring. Tilsætning af Lissapol og Mylone Power samt overraskende nok også Herbatox MP 500 har øget effekten af Arelon /Tolkan overfor rajgræs. Generelt er de målte effektforbedringer dog meget beskedne.

Diskussion og konklusion

I de toleranceforsøg, der er udført, er der opnået varierende resultater af additivtilsætning til Arelon. De additiver, der har været med i flere forsøg, har alle i et eller flere forsøg forårsaget afgrødeskade og/eller udbyttereduktion. De prøvede olier, Actipron og Vegelix, har i flere tilfælde givet kraftige skader og må anses for at være de mest risikofyldte additiver. Ifølge West *et al.* (1988) har undersøgelser vist, at vegetabiliske olier er mere skånsomme end mineralske olier. Også anvendelse af Frigate, som additiv til Arelon, har

forårsaget afgrødeskade. Lissapol har været det mest skånsomme af de additiver, der har været med i flere års forsøg. Lissapol tilsætning har dog også i enkelte tilfælde givet større afgrødeskade end Arelon alene.

Genapol har kun været med i et enkelt forsøg, hvor der generelt ikke blev registreret afgrødeskade med nogen af de anvendte additiver.

Med de anvendte doseringer er indholdet af isoproturon i Belgran og Arelon næsten ens. Belgran alene har påvirket afgrødetolerancen på linie med Arelon tilsat Lissapol i de 2 forsøg, hvor disse kombinationer er sammenlignet, og altså været lidt hårdere end Arelon uden additiver. I Belgran er overfladespændingen i sprøjtevæsken på linie med det, der opnås ved at tilsætte spredemiddel til Arelon. Ved blandinger mellem Arelon og midler mod tokimbladet ukrudt der tilsvarende sænker sprøjtevæskens overfladespænding må man formode, at afgrødetolerancen vil være påvirket på samme måde som ved anvendelse af Belgran eller Arelon + Lissapol.

Med Belgran er der ikke fundet forøget græseffekt ved tilsætning af de prøvede additiver. Med Arelon og Tolkan er der fundet nogle små effektforbedringer ved at tilsætte Lissapol, Mylone Power samt Herbatox MP 500. Tilsætning af Genapol og Actipron til Arelon/Tolkan har ikke øget effekten. Der er ikke fundet forskel på Arelon og Tolkan i effekt overfor græsukrudt.

Den største effektforbedring ved additivtilsætning er fundet efter en forårsbehandling. Når jordfugtigheden er optimal udgør jordefeffekten af isoproturonmidler hovedparten af den samlede effekt. Det vil normalt være tilfældet i efterårssituationen, og en eventuelt forbedret bladeffekt ved tilsætning af additiver vil derfor let blive camoufleret. Additiver eller blandingspartnere, der forbedrer bladeffekten af isoproturonmidler, kan derfor især forventes at føre til forbedret græseffekt ved forårsbehandlinger, hvor det er mere almindeligt, at jordfugtigheden er begrænset.

Sammendrag

I artiklen præsenteres resultater af forsøg, der blev udført for at undersøge, hvordan afgrødetolerance og ukrudtseffekt af isoproturonmidler påvirkes af additiver og blandingspartnere. Afgrødetolerancen over for Arelon blev reduceret ved tilsætning af såvel spredemidler som penetreringsolier, men dog mest udpræget med Frigate samt Actipron og Vegelix. I forhold til Arelon blev der fundet en dårligere afgrødetolerance over for Belgran, mens Arelon + Lissapol og Belgran lå på linie. Ved tilsætning af additiver eller blandingspartnere til Arelon blev der fundet en tendens til effektforbedring ved efterårsbehandling. Derimod blev der i et enkelt forsøg med forårsbehandling fundet en markant effektforbedring for additiv anvendelse. Disse forskellige udslag skyldes sandsynligvis, at bladeffekten betyder relativt lidt for den samlede effekt under forhold, hvor jordfugtigheden er høj nok til at sikre en god jordefeffekt.

Litteratur

- Blair, A. M.** 1978. Some studies on the sites of uptake of chlortoluron, isoproturon and metoxuron by wheat, *Avena fatua*, and *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*, 18, 381-387.
- Severin, F.** 1988. Influence de la formulation sur l'efficacite biologique de l'isoproturon applique sur ray grass et surble. *Proc EWRS Symp. Factors affecting herbicidal activity and selectivity*, 169-174.
- West, T. M., Clay, D. V. & Bullard, M.** 1988. Effect of additives on the toxicity of three herbicides to *Bromus sterilis*. *Proc EWRS Symp. Factors affecting herbicidal activity and selectivity*, 151-156.

Grøn Skærmaks (*Setária vtridis*) og Hanespore (*Echinóchloa* sp.): Nye græsukrudsarter i Danmark.

Setária vtridis and *Echinóchloa*: new grass weed species in Denmark.

Christian Andreasen, Jens Erik Jensen & Heinrich Haas

Institut for Jordbrugsvidenskab,

Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole,

Thorvaldsensvej 40,

DK-1871 Frederiksberg C.

Summary

Setária vtridis and *Echinóchloa* are aliens, which are native to warmer climatic regions. The species have not succeeded as weeds in Denmark previously because they are shade sensitive, demand high temperatures and germinate late in spring. However, the continuous growing of maize has made it possible for these species to become serious weeds. The species are relatively difficult to control chemically and in years with high summer temperatures, the species can be troublesome in fields with continuous maize growing. Crop rotation with more competitive crops, which cover the soil surface early in the growing season, is recommended to cope with these weeds.

Indledning

Fremkomsten af mindre varmekrævende majssorter har i årenes løb medført, at majsens dyrkningsområde er blevet udvidet mod nord. Således har majsdyrkingen gennem de seneste 5 år udgjort omkring 1% af det samlede dyrkede areal i Danmark (Tabel 1). Denne majsdyrking har givet nogle indslæbte plantearter (adventiver) mulighed for at etablere sig som ukrudt i Danmark. Flere steder i Mellemeuropa er enårige indslæbte græsarter blevet alvorligt ukrudt i majsmarker (Holzner & Forstner, 1979). Det er især arter fra "Hirse-gruppen" (*Panicaceae*) fra slægter som Hirse (*Panicum*), Fingeraks (*Digitaria*), Skærmaks (*Setária*) og Hanespore (*Echinóchloa*). De fleste af disse arter kræver et klima, der er varmere end det danske, men arter tilhørende slægterne Skærmaks (*Setária*) og Hanespore (*Echinóchloa*) har med succes etableret sig som ukrudsarter i majsmarker i Danmark, hvor de kun vanskeligt kan bekæmpes med herbicider.

Grøn Skærmaks (*Setária vtridis*) og Hanespore (*Echinóchloa*) er begge såkaldte C₄-planter ligesom majs. Alle C₄-planter har et meget effektivt fotosyntesesystem, som resulterer i en kraftig vækst ved høje lysintensiteter og høje temperaturer. Grøn Skærmaks

(*S. vridis*) og Hanespore (*Echinochloa*) kræver begge relativt høje temperaturer for at spire, og da de endvidere er skyggefølsomme, er de under danske forhold kun konkurrencedygtige i åbne rækkeafgrøder. Majs dækker jorden dårligt i tiden fra ca. 1. maj til ca. 1. juli, og giver dermed disse arter særligt gode etableringsmuligheder.

Grøn Skærmaks (*S. vridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) har optrådt i Danmark i meget lang tid. Således blev frø af begge arter fundet i maveindholdet fra jernaldermanden fra Nebelsgaard Mose (Grauballemanden) fra ca. år 400 e.Kr. Frø fra Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) er endvidere fundet i Tollundmandens maveindhold fra ca. år 200 e.Kr. (Helbæk, 1958). Begge arter optræder hist og her på ruderatpladser (havnepladser, jernbaneterræn, lossepladser o.lign.), men forekommer nu også som problematiske ukrudtsarter i marker.

Tabel 1. Majsareal og samlet landbrugsareal i Danmark i årene 1986–1990. (Danmarks Statistik, 1988, 1990, 1991).

Maize area and total agricultural area in Denmark in the years 1986–1990. (Danmarks Statistik, 1988, 1990, 1991)

År Year	1986	1987	1988	1989	1990
Majsareal, ha <i>Maize area, ha</i>	24.715	24.967	16.607	17.106	18.735
Landbrugsareal i alt, ha <i>Total agricultural area, ha</i>	2.818.910	2.799.902	2.786.603	2.774.127	2.788.276

Grøn Skærmaks (*S. vridis*)

Morfologi

Skærmaks-slægten (*Setaria*) består af ca. 120 arter, men kun 6 arter er kendt fra Danmark (Nielsen, 1986). Slægten kendes på den tætte dusk med mange golde grenspidser — de såkaldte børster — der kan minde om en stak, men som sidder fast nedenunder småaksene.

Grøn Skærmaks (*S. vridis*) bliver 15–40 cm høj og har ofte talrige korte, duskbærende skud ved grunden (Figur 1B). Bladene er fra 4–30 cm lange og 5–15 mm brede, flade og med sammenrullet bladeje. Skedehinden er opløst i en hårkrans. Duskene er tætte og cylindriske og kan blive op til 20 cm lange, men de er ofte betydeligt kortere. De mange småaks er enblomstrede og fladtrykte fra ryggen. Småakset er omgivet af tre sterile avner, hvoraf de to er yderavner og den sidste udgøres af et goldt forblad. Børsterne er grønne

eller violette med opadrettede småtorne. (Hansen, 1981; Mikkelsen, 1987; Nielsen, 1986).

Arten er meget variabel og er inddelt efter forskellige morfologiske karakterer i en lang række varieteter (Williams & Schreiber, 1976; Douglas *et al.*, 1985).

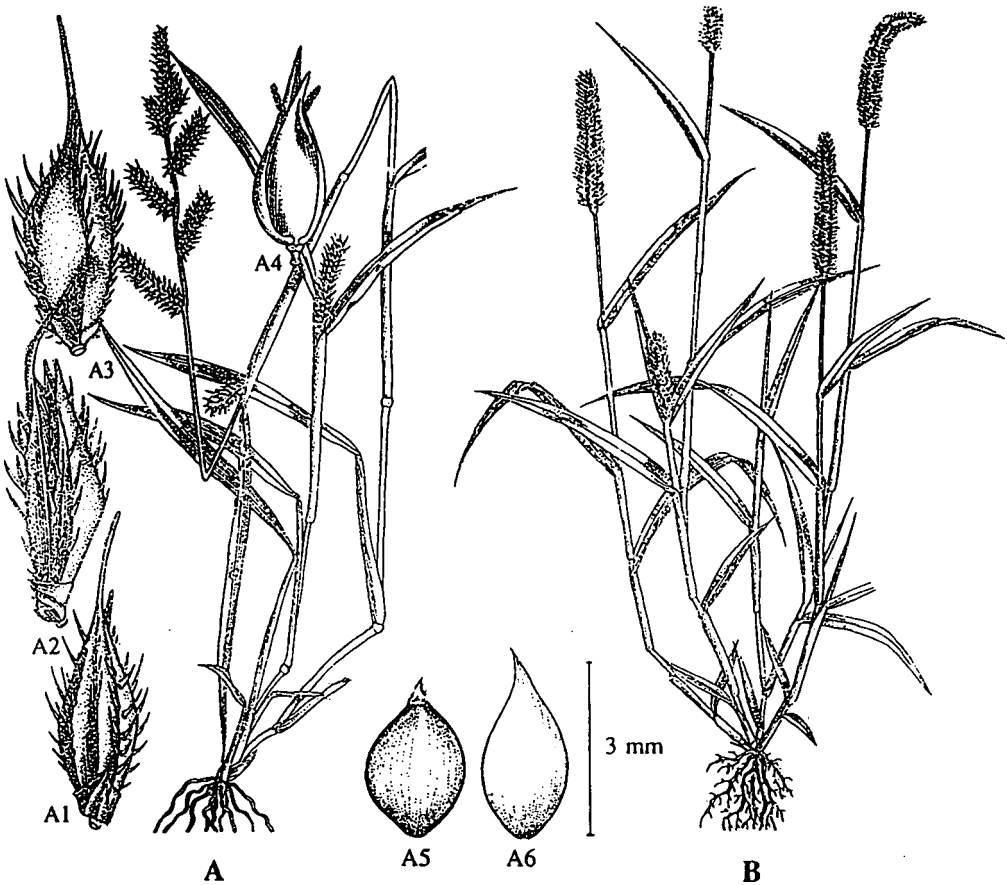


Fig. 1. Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) (A) og Grøn Skærmaks (*S. vridis*) (B). Følgende detaljer er vist: A1) og A3) småaks set bagfra; A2) småaks set fra siden; A4) blomst, avner fjernet. I A5 og A6 er vist forskellen på Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) (A5) og Amerikansk Hanespore (*E. muricata*) (A6), som skyldes det modne dækblads form. Modificeret efter Holm *et al.* (1977) og Nielsen (1986).

Barnyard grass (*E. crus-galli*) (A) and *Green foxtail* (*S. vridis*) (B). The following details are shown: A1) and A3) spikelet, back view; A2) spikelet, side view; A4) flower, glumes excised. Details A5 and A6 are showing the difference between *E. crus-galli* (A5) and *E. muricata* (A6) due to the form of the glume. Modified from Holm *et al.* (1977) and Nielsen (1986).

Biologi og økologi

Grøn Skærmaks (*S. viridis*) er sommerannual og overvintrer som frø på eller under jordoverfladen. Planten er noget skyggefølsom. Ved skygning dannes lange tynde blade. Planter, der udsættes for skygge, danner færre skud end planter, der får tilstrækkeligt lys (Bubar & Morrison, 1984). Arten er nitrofil og favoriseres derfor af højt kvælstofniveau i marken (Moyer & Dryden, 1979).

Grøn Skærmaks (*S. viridis*) vokser og producerer frø meget hurtigt, sommetider på 40 dage eller mindre alt efter forholdene (Holm *et al.*, 1977). Arten producerer ca. 50–60 frø pr. cm akslængde og ca. 350–500 frø pr. aks (Vanden Born, 1971). På en enkelt plante kan der produceres 5.000–12.000 frø, men antallet afhænger meget af plantens størrelse (total biomasse), som igen afhænger af dyrkningsforholdene (Kawano & Miyake, 1983).

De små modhager, der sidder på børsterne, sætter sig let fast på dyr og mennesker, som derved kan medvirke til at sprede frøene. Frøene kan også let spredes med rindende vand, idet de kan holde sig flydende på vandoverfladen i op til 10 dage, (Ridley, 1930; Wilson, 1980). Frøspredning til nye landbrugsarealer foregår ofte med utilstrækkeligt rensede frøpartier (Holm *et al.*, 1977).

Frøene kan bevare levedygtigheden længe i uforstyrret jord og levedygtigheden tiltager, jo dybere de er begravet. Banting *et al.* (1973) fandt, at 50% af frø, som var begravet dybere end 7,5 cm i jorden, var levedygtige efter 3 år. Efter 15 år var 0,3% af frøene i 15 cm's dybde levende.

Frøene besidder spirehvile, som brydes, hvis de udsættes for fugtighed i 3–4 uger. Lys kan medvirke til at bryde spirehvilen. Frøene spirer bedst frem fra 1,5–2 cm dybde, og fremspiringen aftager derefter med tiltagende dybde indtil ca. 12 cm's dybde, hvorfra fremspiring ikke kan foregå (Dawson & Bruns, 1962). Lys kan inducere spiring. Fremspiringen sker hovedsagelig om foråret, men fremspiring kan ske løbende gennem vækstsæsonen og fremmes af varme (Banting *et al.*, 1973). Den optimale temperatur for frøspiring er 20–30 grader. Fremspiring kan godt foregå ved betydeligt lavere temperaturer (f.eks. 10 grader), men fremspiringshastigheden nedsættes betydeligt (Vanden Born, 1971).

Bekæmpelse

I majs kan Grøn Skærmaks (*S. viridis*) bekæmpes med atrazin (Parochetti, 1974), men da Grøn Skærmaks (*S. viridis*) ligesom majs er i stand til at detoxificere atrazin (Thompson, 1972), er virkningen ikke altid tilfredsstillende (Gasquez & Compoin, 1981, Maltais *et al.*, 1983). Biotyper fundet i Danmark har ligeledes vist sig vanskeligebekæmpertilfredsstillende med normaldosering af atrazin (Figur 2). Udprægede atrazinresistente biotyper er kendt fra udlandet (Darmency & Pernes, 1985; Gasquez & Compoin, 1981), og resistensgener

fra sådanne biotyper er forsøgt overført til kulturgræsset Kolbehirse (*Setaria italica*) for at gøre denne afgrøde atrazinresistent (Darmency & Pernes, 1985).

Grøn Skærmaks (*S. viridis*) kan bekæmpes med trifluralin i hvede, byg, raps og sennep (Rahman & Ashford, 1972; Douglas *et al.*, 1985), men også overfor dette herbicid kan der opstå resistente biotyper (Morrison *et al.*, 1989).

Bekæmpelse af Grøn Skærmaks (*S. viridis*) i rækkeafgrøder kan desuden foretages med radrensning. Optræder der kun ganske få planter, bør disse bortluges. Tidlig såning giver afgrøden en konkurrencemæssig fordel, da Grøn Skærmaks (*S. viridis*), som nævnt, er skyggefølsom og sent fremspirende. Ensidig dyrkning af majs og sent fremspirende afgrøder må frarådes. Indgår majs derimod i et sædskifte med kornafgrøder, som dækker jorden tidligt i foråret, vil arten næppe udvikle sig til noget større ukrudtsproblem.

Hanespore

Morfologi

Hanespore-slægten (*Echinochloa*) består af ca. 20 arter, hvoraf 4 arter er fundet i Danmark (Nielsen, 1986). I Danmark forekommer de to arter Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) og Amerikansk Hanespore (*E. muricata*) som ukrudt i marker. Arterne skelnes fra hinanden på den frugtbare blomsts dækblad (nedre inderavne), som ved modenhed er but hos Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) og langspidset ved modenhed hos Amerikansk Hanespore (*E. muricata*) (Nielsen, 1986) (Figur 1A). Hanespore (*Echinochloa*) har en nærmest topformet blomsterstand med duskformede samlede småaks. De 2 ovennævnte arter er kraftige planter, hvis vækst ofte tidligt i vækstsæsonen er nedliggende og siden opret. De kan blive op til 1,5 m høje. Bladskederne kan være hårede eller glatte. Skedehinden mangler. Bladpladerne har en bred bladbasis, er linieformede med en tilspidset bladspids. Bladpladerne er ofte uden hår, men kan have hår nær bladpladens basis. De er grønne, 5–50 cm lange og 5–20 mm brede, og de kan være ru. Blomsterstanden er opret eller nikkende, grøn til rødviolet og 5–20 cm. Småaksene er ensidigt stillede og sammentrykte fra ryggen. De består af en gold blomst, hvor dækbladet ofte er forsynet med stak og en tvekønnet, stakløs blomst. Yderavnerne er stivhårede og inderavnerne er glinsende glatte. Frøet er 2,5–3 mm langt med en længdegående forhøjning på den konvekse overflade. Tusindkornsvægten er ca. 1,7 g. Arten er meget variabel og er derfor ofte blevet opdelt i adskillige varieteter og former (økotyper) (Barrett & Wilson, 1981; Holm *et al.*, 1977).

Biologi og økologi

Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) og Amerikansk Hanespore (*E. muricata*) er enårige, sommerannuelle arter. Frøproduktionens størrelse varierer fra ca. 2.000–40.000 frø pr. plante alt efter dyrkningsforholdene. Frøenes spirehvil og levedygtighed varierer meget mellem økotyper. Opbevares frø tørt ved stuetemperatur, er der eksempler på, at

spireevnen ikke blev reduceret efter 6–8 år (Maun & Barrett, 1986). Dawson & Bruns (1975) nedgravede frø i henholdsvis 2,5, 10 og 25 cm dybde i fugtig og tør sandbladet lerjord. De viste, at frø opgravet fra 10–20 cm dybde spirede bedst efter 2 års nedgravning. Frø, der havde været nedgravet i 13 år, havde en spireprocent på 3, mens frø nedgravet i 15 år fuldstændigt havde mistet spireevnen. Frø, der var nedgravet i 20 cms dybde, bevarede spireevnen betydeligt længere end frø nedgravet i 10 cms dybde. Frøene er altså i stand til at bevare spireevnen i meget lang tid i jorden, hvis de får lov at ligge uforstyrret.

Den optimale fremspiringstemperatur er i Tyskland blevet bestemt til 20 grader, mens økotyper i andre dele af verden ligger på 32–37 grader. Generelt falder fremspiringsprocenten hurtigt ved temperaturer under 10 grader (Holm et al., 1977; Weise & Binning, 1987). Under tempererede forhold vil fremspiringen af frø især foregå fra de øverste jordlag på meget varme dage, forudsat at jordfugtigheden er tilstrækkelig. Spiringen foregår løbende gennem sommeren. Frøspiringen fremmes af lys og sammenpresset jord (Popova, 1979; Rahn et al., 1968).

Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) er kosmopolit og udgør et stort ukrudtsproblem både i subtropiske og tempererede klimaområder. Den er den absolut mest dominerende ukrudtsart i rismarker (Holm et al., 1977). Arten foretrækker fugtig jordbund og er i stand til fremspire og vokse i en længere periode under anaerobe forhold, f.eks. på oversvømmede arealer (Kennedy et al., 1983). Under tørre jordbundsforhold bliver planterne ikke så høje, og frøudbyttet reduceres. Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) vokser bedst på en næringsrig fugtig jord med højt nitrogenindhold, men kan også trives på mere sandede jordtyper. Den er i stand til at akkumulere store mængder af makronæringsstoffer som fosfor og kvælstof på bekostning af afgrøden. Nitrat kan endda akkumuleres i plantens væv i koncentrationer, der er toksiske for husdyr (Vengris et al., 1953; Schmutz, et al., 1968).

Fotoperioden er sandsynligvis den faktor, der har størst betydning for artens udbredelse og konkurrenceevne. Planterne udvikler betydelig større blade og blomsterstande i egne med lang daglængde (16 timer) end i områder med kort daglængde (8–13 timer), hvor planten meget tidligt overgår til den reproduktive fase. Den vegetative vækst er også stærkt påvirket af temperaturforholdene. I foråret er væksten langsom, men den er til gengæld hurtig i sommermånedene. Når planten udsættes for favorable vækstbetingelser og lange dage, vil den producere store konkurrenceedygtige planter, som eventuelt blomstrer og sætter mange frø (Holm et al., 1977; Keeley & Thullen, 1989). Under danske forhold vil kimplanter, der fremspirer om foråret og den tidlige sommer, have tid til at udvikle store planter, før den vegetative udvikling hæmmes af det reproduktive stadium. Da der endvidere er gode nærings- og fugtighedsforhold om foråret, kan planterne derfor blive meget store og ødelæggende for afgrøden. Hanespore (*Echinochloa*) er skyggefølsom, og de planter, der fremspirer midt på sommeren eller senere, vil derfor ikke kunne konkurrere med en veletableret majsafgrøde.

Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) er alternativ vært for en lang række plantesygdomme, heriblandt byg-stribemosaik, som kan optræde under danske forhold (Maun & Barrett, 1986).

Bekæmpelse

Udenlandske undersøgelser har vist, at en lang række herbicider kan bekæmpe Hanespore (*Echinochloa*). Blandt disse kan nævnes dicamba, diuron, linorun, atrazin og simazin (Maun & Barrett, 1986). Imidlertid er der opstået triazinresistente biotyper af Hanespore (Morin & Gasques, 1981; Schnappinger et al., 1981). Biotyper indsamlet i Danmark har også vist sig at være vanskelige at bekæmpe med atrazin (Figur 2), men de var ikke atrazinresistente. En absolut forudsætning for at få en tilfredsstillende virkning af en herbicidsprøjtning vil under alle omstændigheder være, at Hanesporeplanterne sprøjtes på et meget tidligt tidspunkt (Rahn et al., 1968).

Som for Grøn Skærmaks (*S. viridis*) gælder det, at radrensning samt sædskifte med tidligt fremspirende afgrøder kan anbefales som bekæmpelsesforanstaltninger.

Doseringsforsøg med danske biotyper

I juli/august 1991 blev 2 biotyper af henholdsvis Grøn Skærmaks (*S. viridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) samt majs undersøgt for atrazinfølsomhed. Forsøget blev udført på Landbohøjskolens forsøgsgård Højbakkegård i samarbejde med stud. agro. Mette Thorsen. Frø af Grøn Skærmaks (*S. viridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) blev venligst leveret af Botanisk Have (Københavns Universitet). Disse biotyper samt en biotype af henholdsvis Grøn Skærmaks (*S. viridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) indsamlet ved Hørve i Odsherred i en majsmark, som var sprøjtet med atrazin i en årrække, blev sammenlignet med fodermajssorten Jumbo i et doseringsforsøg. Forsøget var udlagt som et randomiseret blokforsøg med 3 blokke og 8 doseringer af atrazin for hver biotype.

Planterne blev udsået i 5 l pletter med tørvejord. Der blev tilstræbt plantetal på 25 pr. potte for Grøn Skærmaks (*S. viridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*), og 10 majsplanter pr. potte.

Planterne blev sprøjtet på 2-4 løvbladsstadiet (Hardi 4110-16 dyse, 4 bar, 210 l/ha). Doseringerne omfattede foruden kontrolbehandlingen 7 atrazindoser fordelt fra 0,15 kg v.s./ha til 19,2 kg v.s./ha. Der anvendtes det kommercielle produkt Gesaprim 500 FW (43% atrazin, 480 g/l), som blev udsprøjtet i blanding med olie (3 l Shell 11E olie/ha). Tre uger efter sprøjtningen blev planterne høstet, og friskvægten blev bestemt.

Resultater

Logistiske dosis-responskurver (Streibig, 1988; Streibig et al., 1992) blev brugt til at

beskrive doseringskurverne for de 3 arter. For begge ukrudtsarters vedkommende var der ingen signifikant forskel på biotypen fra Botanisk Have og biotypen fra majsmarken, og de 2 biotyper blev derfor behandlet under ét.

Figur 2 viser doseringskurver for de 3 arter. Majs viste kun en meget ringe reduktion i friskvægt ved dosering på ca. 20 kg v.s./ha, og en lineær dosis-responsfunktion blev anvendt for Majs.

Forsøget viste, at doseringskurverne for Grøn Skærmaks (*S. vtridis*) og Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) ikke var parallelle, når der blev anvendt log-skala for dosering. Grøn Skærmaks (*S. vtridis*) var betydelig mindre følsom end Alm. Hanespore (*E. crus-galli*). Ved normaldoseringen (0,72 kg v.s./ha) blev friskvægten reduceret med ca. 25% for Grøn Skærmaks (*S. vtridis*) og med 50% hos Alm. Hanespore (*E. crus-galli*). Den dosering, som gav 90% reduktion, var henholdsvis ca. 1,3 kg v.s./ha og 3,1 kg v.s./ha. (Tabel 2).

Det kan konkluderes, at bekæmpelsen af Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) og især Grøn Skærmaks (*S. vtridis*) med atrazin er vanskelig. En tilfredsstillende bekæmpelse kræver doseringer, der er flere gange højere end normaldoseringen. Sådanne doser er ikke forsvarlige i Danmark. Det skal bemærkes, at ubehandlede planters tørstofproduktion var dobbelt så stor hos Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) som hos Grøn Skærmaks (*S. vtridis*).

Tabel 2. ED₅₀ og ED₉₀ værdier for majs, *E. crus-galli* og *S. vtridis* ved sprøjtning med atrazin. Endvidere er procent reduktion i biomasse ved normaldosering (0.72 kg v.s./ha) angivet.

ED₅₀ and ED₉₀ values for maize, E. crus-galli and S. vtridis treated with atrazine. Per cent reduction in biomass at normal dosage (0.72 kg a.i./ha) is shown.

Art	ED ₅₀ kg v.s./ha	ED ₉₀ kg v.s./ha	% reduktion ved normaldosering
Species	ED ₅₀ kg a.i./ha	ED ₉₀ kg a.i./ha	% reduction at normal dosage
Majs, Jumbo <i>Maize, cultivar Jumbo</i>	>20	>>20	0-1
Alm. Hanespore <i>E. crus-galli</i>	0,7	1,3	49
Grøn Skærmaks <i>S. vtridis</i>	1,2	3,1	26

Responskurver

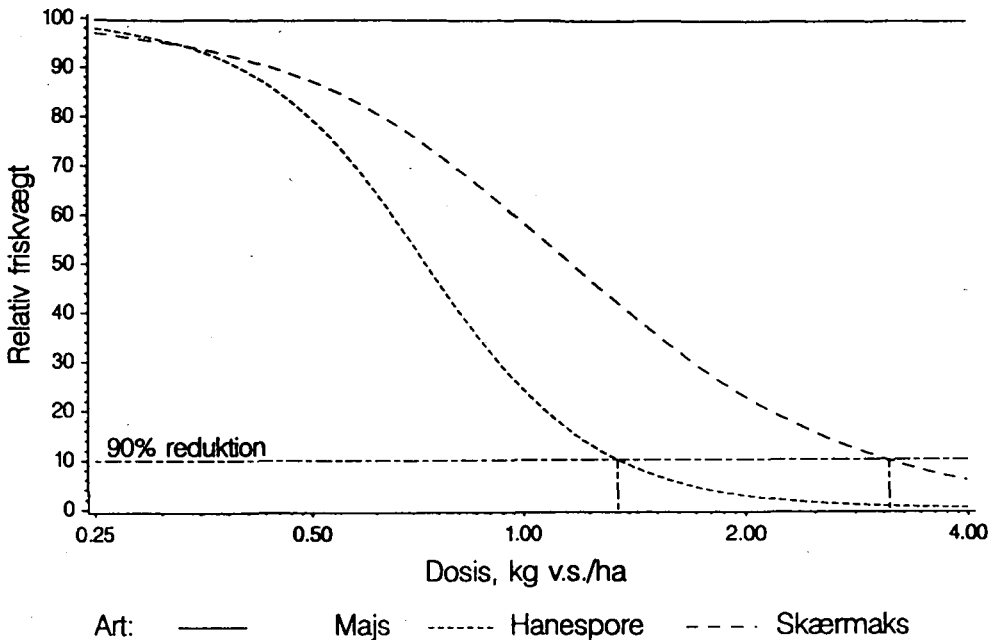


Fig. 2. Doseringskurver for Jumbo fodermajs, Alm. Hanespore (*E. crus-galli*) og Grøn Skærmaks (*S. vridis*) ved sprøjtning med atrazin. Planteproduktionen er angivet i procent af ubehandlet (relativ friskvægt). Den vandrette stiplede linje angiver doser svarende til 90% reduktion i friskvægt.

Dose-response curves for maize (cultivar Jumbo), barnyard grass (E. crus-galli) and green foxtail (S. vridis) treated with atrazine. The dose is expressed in kg a.i./ha. Plant production is shown in per cent of the untreated control (relative fresh weight). The horizontal line indicates dosages corresponding to 90% reduction in freshweight.

Konklusion

Grøn Skærmaks (*S. vridis*) og Hanespore (*Echinochloa*) er plantearter, som gennem mange århundreder er blevet indslæbt fra områder med varmere klima. Arterne er skyggefølsomme og varmekrævende og fremspirer relativt sent, og de har derfor ikke haft større betydning som ukrudtsarter i Danmark. Imidlertid har den ensidige majsdyrkning givet disse arter bedre muligheder for at etablere sig som ukrudtsarter. Arterne er relativt vanskelige at bekæmpe kemisk, og i varme somre som f.eks. 1990 kan disse arter give alvorlige problemer på arealer, hvor der har været dyrket majs i en længere årrække. Det kan derfor anbefales at etablere et sædskifte med mere konkurrencedygtige afgrøder, som dækker jordoverfladen tidligt i vækstsæsonen på disse arealer. Ligeledes kan radrensning indgå i bekæmpelsen.

Litteratur

- Banting J.D., E.S. Molberg & J.P. Gebhardt* 1973. Seasonal emergence and persistence of green foxtail. *Canadian Journal of Plant Science*, 53. 369–376.
- Barrett A.C.H. & B.F. Wilson* 1981. Colonizing ability in the *Echinochloa crus-galli* complex (barnyard grass). I. Variation in life history. *Canadian Journal of Botany*, 59 (10). 1844–1860.
- Bubar J. B. & I.N. Morrison* 1984. Growth responses of green and yellow foxtail (*Setaria viridis* and *S. lutescens*) to Shade. *Weed Science*, 32. 774–780.
- Danmarks Statistik* 1988. Landbrugsstatistik 1987. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 117.
- Danmarks Statistik* 1990. Landbrugsstatistik 1989. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 106.
- Danmarks Statistik* 1991. Landbrugsstatistik 1990. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 85.
- Darmency D. & J. Pernes* 1985. Use of wild *Setaria viridis* (L.) Beauv. to improve triazine resistance in cultivated *S. italica* (L.) by hybridization. *Weed Research*, 25. 175–179.
- Dawson J.H. & V.F. Bruns* 1962. Emergence of barnyard grass, green foxtail and yellow foxtail seedlings from various soil depths. *Weeds*, 10. 136–139.
- Dawson J.H. & V.F. Bruns* 1975. Longevity of barnyard grass, green foxtail, and yellow foxtail seeds in soil. *Weed Science*, 23. 437–440.
- Douglas B. J., A.G. Thomas, I.N. Morrison & M.G. Maw* 1985. The biology of Canadian weeds. 70. *Setaria viridis* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 65. 669–690.
- Gasquez J. & J. Compoint* 1981. Observation de chloroplastes résistants aux triazines chez une panicoidée, *Setaria viridis* L. *Agronomie*, 1 (10), 923–926.
- Hansen K.* 1981. Dansk feltflora red. af Kjeld Hansen. Nordisk Forlag A/S, København. 687 pp.
- Helbæk H.* 1958. Grauballemandens sidste måltid. KUML, Årbog for jysk arkæologisk selskab.
- Holm. L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho & J.P. Herberger* 1977. The World's worst weeds. Distribution and Biology, University of Hawaii, Honolulu. 609 pp.
- Holzer, W. & Forstner, W.* 1979. Ungräser im Österreichischen Maisbau. *Bodenkultur* 30. 399–400.
- Kawano S. & S. Miyake* 1983. The productive and reproductive biology of flowering plants. X. Reproductive energy allocation and propagule output of five congeners of the genus *Setaria* (Gramineae). *Oecologia*, 57. 6–13.
- Keeley P.E. & R.J. Thullen* 1989. Influence of planting date on growth of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed Science*, 37. 557–561.
- Kennedy R.T., M. E. Rumpho & D. VanderZee* 1983. Germination of *Echinochloa crus-galli* (barnyard grass) seeds under anaerobic conditions. *Plant Physiology* 72, 787–794.

- Maun M.A. & S.C.H. Barrett 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Canadian Journal of Plant Science. 66. 739–759.
- Mikkelsen V.M. 1978. Systematisk Botanik. 2. udg. DSR Forlag, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København.
- Maltais B., D. Doyon, P.Doré & C. Godin 1983. Action de l'atrazine sur les digitaires et les sétaires. Phytoprotection, 64. 23–26.
- Morrison I.N., B.G. Todd & K.M. Nawolsky 1989. Confirmation of trifluralin-resistant green foxtail (*Setaria viridis*) in Manitoba. Weed Technology 3. 544–551.
- Moyer J.R. & R. D. Dryden 1979. Wild oats, green foxtail and broadleaved weeds: control and effect on corn yield at Brandon, Manitoba. Canadian Journal of Plant Science, 59. 383–389.
- Nielsen H. 1986. Skærmaks og Hanespore — ukrudt på vej til Danmark? Urt, 1. 26–30.
- Parochetti J.V. 1974. Yellow nutsedge, giant green foxtail, and fall panicum control in corn. Weed Science, 22 (1). 80–82.
- Popova D. 1979. Effect of light at constant and variable temperature conditions on the germination of green amaranth (*Amaranthus retroflexus*) and barnyard grass (*Echinochloa crus galli*) seeds. Rasteniievudni-Nauki-Plant-Sci. ofia, Bulgarskata akademiia na naukite. 16 (6). 39–48.
- Rahn E.M., R.D Sweet, J. Vengris & S. Dunn 1968. Life history studies as related to weed control in the Northeast. 5. — barnyard grass. Agric. Exp. Sta. Univ. Delaware Bull. 368. 1–46. Citeret efter Maun M.A. & S.C.H. Barrett (1986).
- Rahman A. & R. Ashford 1972. Control of green foxtail in wheat with trifluralin. Weed Science, 20. 23–27.
- Ridley H.N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. L. Reeve and Co., Ashford, Kent, U.K. 744 pp.
- Schmutz E., B. Freeman & R. Reed 1968. The livestock poisoning plants of Arizona. University of Arizona Press, Tucson. 176 pp.
- Schnappinger M.G., J.R. Hensley, W.C. Bay, D.L. Greene & S.W. Pruss 1981. Triazine resistant barnyard grass *Echinochloa crus-galli* control in field corn in Maryland. Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Beltsville, Md., The Society. 36–40.
- Streibig J.C. 1988. Herbicide bioassay. Weed Research, 28. 479–484.
- Streibig J.C., M. Rudemo & J.E. Jensen 1992. Dose-response curves and statistical models. Chapter 3 in: P. Kudsk & J.C. Streibig (eds.): Herbicide Bioassay. CRC Press. In press.
- Thompson L. jr. 1972. Metabolism of chloro s-triazine herbicides by *Panicum* and *Setaria*. Weed Science, 20 (6). 584–587.
- Vanden Bom W.H. 1971. Green foxtail: seed dormancy, germination and growth. Canadian Journal of Plant Science. 51. 53–59.
- Vengris J., M. Drake, W.G. Colby & J.Bart 1953. Chemical composition of weeds and accompanying crop plants. Agronomy journal, 45. 213–218.
- Wiese M.A. & L.K. Binning 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. Weed Science, 35. 177–179.

- Williams R.D. & M.M. Schrieber* 1976. Numerical and chemotaxonomy of green foxtail complex. *Weed Science*, 24. 331-335.
- Wilson R.G. jr.* 1980. Dissemination of weed seeds by surface irrigation water in Western Nebraska. *Weed Science*, 28. 87-92.

Bekæmpelse af spildkorn i vinterraps

Control of volunteer cereals in winter oilseed rape.

Solvejg K. Mathiassen, Per Kudsk,
Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse
Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Results of English and German studies on thresholds for volunteer cereals in winter oilseed rape are presented and their validity under Danish conditions discussed. Pot trials showed that the efficacy of selective graminicides on winter barley, winter wheat and rye differed more at the 3-leaf stage than after tillering. The influence of the growth stage varied between species and herbicides. In field trials application of selective graminicides on rye at the 4 and 6-leaf stages resulted in better control than at the 2-leaf stage. Two years of field trials indicated that a satisfactory control could be obtained with all herbicides at normal dose while the efficacy at reduced doses varied dependent of climatic condition.

Indledning

Generelt er raps en afgrøde med god konkurrenceevne overfor ukrudt. En betingelse for at sikre en tilfredsstillende overvintring under danske forhold er, at afgrøden er veletableret ved vinterens start. Forudsætningerne herfor er et godt såbed, rettidig såning, tilstrækkelig forsyning af næringsstoffer samt bekæmpelse af generende ukrudt i efteråret. De arter, som det især er relevant at bekæmpe, er spildkorn, græsukrudt og visse tokimbladede arter, herunder specielt fuglegræs, kamille, agerkål og burrenerre.

I denne artikel diskuteres behovet for bekæmpelse af spildkorn i vinterraps samt hvilke løsningsmodeller, der er til rådighed. De seneste års forsøgsresultater fra kar- og markforsøg præsenteres.

Skadetærskel

Skadetærsklen for bekæmpelse af spildkorn i vinterraps er ikke undersøgt under danske forhold. Den generelle anbefaling har været, at bekæmpelse bør foretages, såfremt

spildkornet kan forventes at hæmme rapsens etablering.

Engelske og tyske undersøgelser har vist, at såtidspunktet er afgørende for rapsens konkurrenceevne overfor spildkorn (Lutman & Dixon,1986; Küst et al.,1988). Som skadetærskel angives i tyske undersøgelser et forhold mellem dækningsgrad af raps (på 4-6 bladstadiet) og spildkorn på 3:1 ved rettidig såning, mens forholdet stiger til 6:1 ved 10 dages udskydelse af såtidspunktet. I foråret ved vækstens start bør dækningsgradsforholdet mindst være 8:1, for at bekæmpelse kan udelades (Küst et al., 1990). Disse dækningsgradsforhold viser, at der skal være tale om meget store mængder spildkorn, for at det har nogen udbyttmæssig betydning, og understreger således den betydelige konkurrenceevne, som rapsen er i besiddelse af. DINGEBAUER (1990) fandt i slesvig-holstenske forsøg intet merudbytte ved bekæmpelse af ukrudt, hvor dækningsgradsforholdet i efteråret var større end 7:1. Forhold, som iøvrigt bør tages i betragtning ved vurdering af bekæmpelsesbehovet, er afgrødens tilstand, forventet udbytte, klima, såtermin, jordbundstype, næringsstofftilførsel samt eventuel risiko for opformering af gulmosaikvirus (Küst et al.,1988). De omtalte skadetærskler angiver, hvornår bekæmpelse bør foretages ud fra udbyttmæssige betragtninger, og skal således korrigeres under hensyntagen til bekæmpelsesomkostninger og værdi af merudbyttet, hvilket betyder, at den økonomiske skadetærskel er ved et lavere dækningsgradsforhold end de angivne.

Såvel engelske som tyske undersøgelser viser, at ved rettidig såning er en tidlig sprøjtning mod spildkorn, med henblik på at undgå konkurrence, i de fleste tilfælde ikke at foretrække fremfor en sen sprøjtning (Lutman & Dixon,1986, Roebuck & Flint,1985, DINGEBAUER,1990). Afgrøden er istand til at komme sig fra alvorlig væksthæmning i efteråret og vinteren, forudsat at væksten i foråret ikke hæmmes af spildkorn. Ved meget store bestandtætheder af spildplanter, sen såning eller dårlig vækst kan tidlig bekæmpelse med bladmidler dog være nødvendig (Roebuck & Flint,1990).

Ovenstående referencer beskriver konkurrenceforholdet under engelske og tyske forhold. I England er vinteren oftest mildere end i Danmark, ligesom væksten i efteråret fortsætter lidt længere. Alt i alt giver disse forhold rapsen bedre betingelser at gå vinteren i møde med. Skadetærsklen må under danske forhold derfor forventes at være lavere (større dækningsgradsforhold), men sandsynligvis af størrelsesorden som for Slesvig-Holsten dvs. et dækningsgradsforhold på 7:1 på rapsens 4-6 bladstadie. Det må dog understreges, at der i de refererede forsøg har været tale om en ensartet fordeling af spildplanter på arealerne, mens der i marken ofte vil findes striber af spildplanter efter mejetærskeren eller jordbearbejdningsredskaber. I sådanne striber vil plantetætheden ofte være meget stor og medføre en væsentlig reduktion af rapsens vækst.

I Danmark har vi i øjeblikket mulighed for en tidlig bekæmpelse af spildkorn ved anvendelse af Fusilade (fluazifob-butyl). Desuden kan bekæmpelse ske senere på efteråret med Kerb 50 F (propyzamid) eller Carbetamex 70 FW (carbetamid).

I det følgende beskrives forsøgsresultater fra kar- og markforsøg i 1990 og 1991 med bekæmpelse af spildkorn. I forsøgene indgår udover de godkendte midler en række nye midler. Det drejer sig om Focus (cycloxydim), Agil (propaquizafop) og Gallant (haloxyfob-ethoxy-ethyl).

Karforsøg

Effekten af forskellige bladmidler på vinterbyg, vinterhvede og rug på 2 forskellige udviklingstrin blev undersøgt i karforsøg i 1991.

Materialer og metoder

Vinterbyg (cv. Trixi), hvede (cv. Sleipner) og rug (cv. Petkus) blev sået i 8 l spande i en jord/sphagnum blanding (2:1 vægt%) indeholdende alle nødvendige makro- og mikro-næringsstoffer. Planterne blev sået i to hold med 10-14 dages interval for at opnå 2 forskellige udviklingstrin af hver art. Planterne var placeret udendørs.

Sprøjtningerne blev udført, da de de sidst såede planter havde udviklet 3 blade. I det først såede hold planter havde vinterbyggen på dette tidspunkt udviklet 4 sideskud, mens hveden havde 2 sideskud og rugen 3 sideskud. Sprøjtningerne blev udført i slutningen af september. Følgende herbicider blev anvendt i forsøget : Fusilade 12.5 EW + 0.1% Lissapol (n=1.5 l/ha), Agil (n=0.75 l/ha), Gallant (n=1.5 l/ha), Focus + 1% Actipron (n=1.5 l/ha) og Fervin + olie (1.5 + 1.0 l/ha). Udsprøjtning blev foretaget med en Hardi 4110-14 dyse, et tryk på 2.5 kPa og en hastighed på 4-5.5 km/t, hvilket gav en væskemængde på 188 l/ha. Der blev anvendt 4 doseringer af hvert herbicid og 3 gentagelser pr. behandling.

Planterne blev høstet ca. 4 uger efter sprøjtning, og frisk- og tørvægten blev målt.

Statistik

Resultaterne af forsøget blev analyseret ved hjælp af en "parallel-line assay" teknik (Kudsk, 1988), idet det blev antaget, at doseringskurverne for de forskellige arter og udviklingstrin var parallelle. Hypotesen om de parallelle doseringskurver blev testet ved hjælp af en test for "lack of fit". Hypotesen blev accepteret med undtagelse af resultaterne med Agil, hvor det var nødvendigt at analysere de to udviklingstrin hver for sig.

Resultater

De beregnede relative styrker er vist for hvert herbicid i figur 1. Overfor vinterbyg og rug var effekten af Fusilade og Fervin reduceret, når planterne havde busket sig, mens vinterhvedens udviklingstrin ikke havde nogen betydning for effekten af disse herbicider. Derimod var der en bedre effekt af Gallant og Focus på vinterhvede med 2 sideskud end på 3-bladsstadiet, mens der med Agil ikke var forskel på effekten overfor de to udvik-

lingstrin med nogen af kornarterne.

På 3-bladsstadiet var vinterbyg mere følsom overfor Fusilade og Fervin end de øvrige arter, mens vinterhvede var mindre følsom overfor Gallant, Focus og Agil end vinterbyg og rug. I buskningsstadiet var der ikke forskel på arternes følsomhed overfor disse herbicider. Rugen var generelt mere følsom overfor Focus end de øvrige arter.

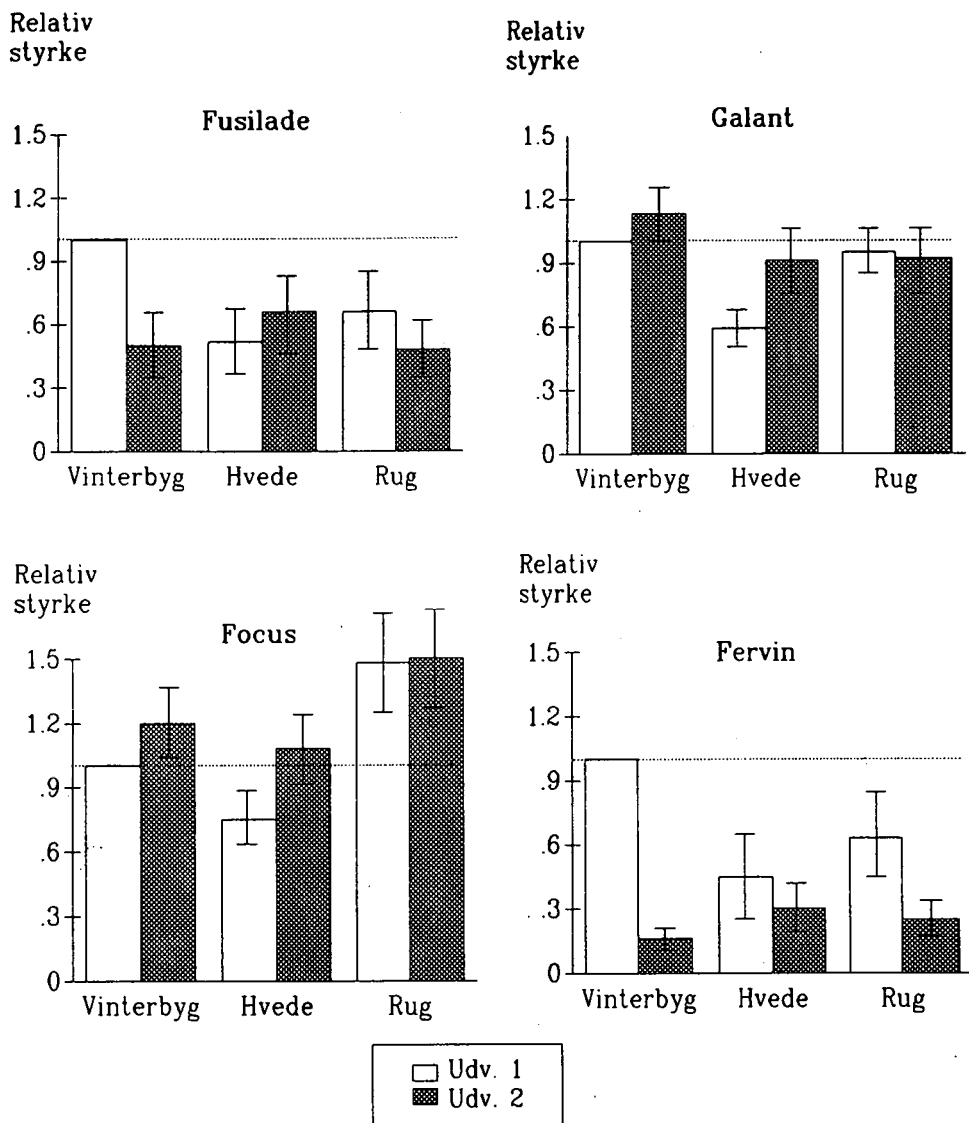


Fig. 1. Relative styrker af forskellige herbicider på vinterbyg, hvede og rug på forskellige udviklingstrin. Karforsøg 1991.

Relative potencies of different herbicides on winter barley, wheat and rye at different growth stages. Pot trial 1991.

Markforsøg

Effekten af forskellige bladmidler og Kerb blev sammenlignet i markforsøg i 1990 og 1991. I 1991 indgik desuden Carbetamex. I begge år blev der udført 2 forsøg (forsøgsrække 1). I 1991 blev betydningen af spildkornets udviklingstrin for effekten af nogle bladmidler desuden undersøgt i 2 forsøg (forsøgsrække 2). I alle forsøgene blev herbiciderne udsprøjtet i normaldosering (n) samt 1/2 og 1/4 normaldosering.

Materialer og metoder

Forsøgene blev udført i vinterraps sået i sidste halvdel af august. I forsøgsrække 1 blev bladmidlerne i 1989 udsprøjtet sidst i september og Kerb i slutningen af november. I 1990 blev herbiciderne udsprøjtet henholdsvis i begyndelsen af oktober og i starten af november. Forsøgleddene med bladmidler blev i 1991 desuden behandlet med 0.7 l/ha Benasalox SC og forsøgsled med Kerb blev behandlet med 0.7 l/ha Benasalox + 0.5 l/ha olie. Forsøgsrække 2 blev sprøjtet, da spildkornet havde udviklet 2 blade (midten af september), 4 blade (slutningen af september) og 6 blade (midten af oktober). Alle sprøjtninger blev udført med Hardi 4110-12 dyser, et tryk på 3.3 kPa og en hastighed på 4.1 km/t, hvilket gav en væskemængde på 200 l/ha. Antallet af ukrudtsplanter blev optalt i marts-april måned.

Statistik

Resultaterne blev analyseret ved hjælp af en variansanalyse og LSD₉₅ værdier blev beregnet.

Resultater

Resultaterne af forsøgsrække 1 er angivet i tabel 1. Resultaterne af de 2 forsøg fra 1990 er angivet som gennemsnitstal, mens resultaterne fra hvert forsøg i 1991 er vist.

Effekten af bladmidlerne var generelt dårligere i 1991 end i 1990. I 1990 var effekten af Fusilade og Agil overfor vinterbyg bedre end effekten af Focus og Fervin, når der ses på de reducerede doseringer. Ligeledes var der i 1991 tendens til en lidt ringere effekt af Focus og Gallant end af Fusilade og Agil.

Effekten af Kerb og Carbetamex var i normaldosering tilfredsstillende i begge år. I nedsatte doseringer blev effekten af begge midler væsentlig reduceret med en tendens til en lidt dårligere effekt af Carbetamex end Kerb.

Tabel 1. Effekt overfor spildkorn af forskellige herbicider. Markforsøg.
Effect of different herbicides on volunteer cereal. Field trials.

Herbicide	Dosering Dose (l/kg/ha)	Vinterbyg Barley (2 fsg. 1990)	Procent effekt Procent effect		
			Rug Rye (1 fsg. 1991)	Rug Rye (1 fsg. 1991)	Vinterbyg Barley (1 fsg. 1991)
Ubehandlet-antal/10 m ² <i>Untreated-plants/10 m²</i>		338	518	558	193
Carbetamex	0.75		51	43	49
70 WP	1.5		89	93	93
	3.0		96	100	100
Kerb 50 F	0.25	58	75	55	54
	0.5	68	93	85	93
	1.0	90	100	100	100
Fusilade EW ^{*1}	0.25	97	53	54	79
+ Lissapol	0.5	100	84	67	91
	1.0	100	93	82	79
Agil ^{*2}	0.125	100	77	59	77
	0.25	100	85	75	72
	0.5	100	94	92	79
Gallant	0.25		55	36	47
	0.5		75	81	91
	1.0		90	90	95
Focus+	0.25	57	48	37	45
Actipron	0.5	95	86	66	84
(2 l/ha)	1.0	100	94	85	82
Fervin+	0.25	53			
Schering S.	0.5	70			
Olie (1 l/ha)	1.0	93			
LSD ₉₅ (melm.dos,samme herb.)		<u>13.8</u>	<u>17.3</u>	<u>20.8</u>	<u>27.6</u>
LSD ₉₅ (melm.dos,samme herb.)		<u>23.2</u>	ns.	ns.	ns.

*1 I 1990 blev der anvendt en formulering med 12.5% aktiv stof i de anførte doseringer og udsprøjtning blev foretaget i blanding med 0.1% Lissapol. I 1991 var koncentrationen af aktivstof 25%, og der blev anvendt halv dosering af det i tabellen angivne. Udsprøjtning blev foretaget i blanding med 0.05% Lissapol Bio.

*2 I 1990 blev anvendt de angivne doseringer, i 1991 var doseringerne hhv. 0.19, 0.38 og 0.75 l/ha.

Resultaterne af forsøgene med bekæmpelse på forskellige udviklingstrin er vist i figur 2. I de ubehandlede parceller var antallet af spildkornsplanter i foråret mellem 375 og 420 planter/m². I normaldosering blev der fundet en tilfredsstillende effekt af alle midler med undtagelse af Focus på spildkorn med 2 blade. Effekten af Focus og Gallant blev væsentlig forringet i 1/4 normaldosering. Generelt var bekæmpelseeffekten på 4 og 6 bladsstadiet bedre end på 2-bladsstadiet.

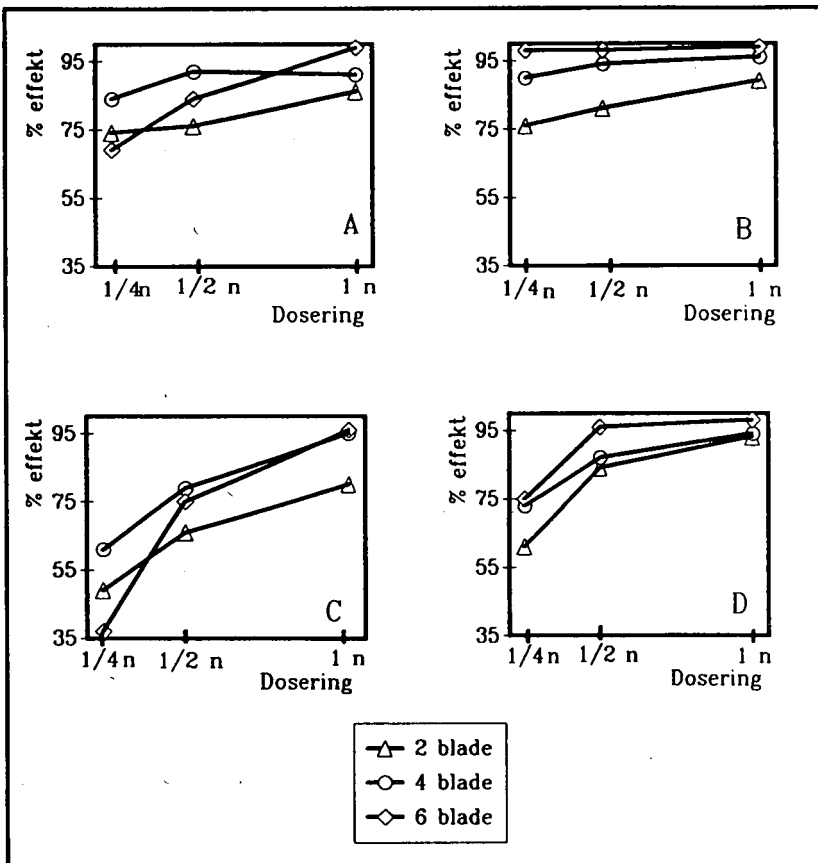


Fig. 2. Bekæmpelseeffekt af a) Fusilade 25 EW + Lissapol, b) Agil, c) Focus + Actipron og d) Gallant på rug på 3 udviklingstrin. Gennemsnit af 2 markforsøg i 1991. Effect of a) fluzifob-butyl, b) propaquizafop, c) cycloxydim and d) haloxyfob-ethoxyethyl on rye at different growth stages. Means of 2 field trials in 1991.

Diskussion

Resultaterne af karforsøget belyser det enkelte herbicids effekt overfor spildkorn af forskellige kornarter og på forskellige udviklingstrin. Markforsøgene i forsøgsrække 2 viser betydningen af rugens udviklingstrin for effekten af herbiciderne, mens forsøgsrække 1 sammenligner herbicidernes bekæmpelseseffekt under markforhold.

Fusilade og Fervin var i karforsøget de herbicider, hvor de største forskelle i effekt i relation til udviklingstrin blev konstateret. Forskellen var især markant overfor vinterbyg. De største forskelle i effekt overfor de 3 kornarter blev fundet på det tidlige udviklingstrin. Såvel Fervin som Fusilade havde således bedre effekt overfor vinterbyg end overfor de øvrige arter, og effekten overfor vinterhvede var med flere af herbiciderne dårligere end overfor de andre arter. Rug var mere følsom overfor Focus end de øvrige arter.

Markforsøgene (forsøgsrække 2) tyder på en bedre bekæmpelseseffekt med bladmidlerne på 4-6 bladsstadiet end på 2-bladsstadiet. Dette kan dog skyldes en nyfremspiring af spildplanter efter sprøjtning på det tidligste udviklingstrin. I såvel mark- som karforsøg blev der med alle herbiciderne opnået en tilfredsstillende bekæmpelse af spildkornet i normaldoseringen. I forsøgsrække 1 blev effekten i nedsatte doseringer væsentlig forringet i 1991, mens der i 1990 blev opnået en tilfredsstillende effekt med Fusilade og Fervin i 1/4 normaldosering. Denne forskel skyldes sandsynligvis de klimatiske betingelser under udsprøjtning, hvor der i 1989 var en temperatur på ca. 23°C, mens temperaturen i 1990 var ca. 10°C lavere. Forsøgene understreger således vigtigheden af at udføre bekæmpelse med bladmidlerne så tidligt, at de klimatiske betingelser for en optimal effekt er tilstede, mens udviklingstrinnet muligvis ikke har den store betydning, blot al spildkornet er spiret frem. Med de i øjeblikket markedsførte midler er byg ved tidlig sprøjtning den letteste art at bekæmpe, mens hveden er den vanskeligste. Ved bekæmpelse efter buskning er der ikke væsentlig forskel på arternes følsomhed.

Ved sammenligning af de forskellige bladmidler under markforhold (forsøgsrække 1) blev der i 1991 ikke fundet nogen signifikant forskel i effekten. I 1990 var effekten af Fusilade og Agil derimod signifikant bedre end effekten af Focus og Fervin i 1/4 normaldosering. Effekten af Kerb var i 1/2 normaldosering signifikant dårligere end Fusilade, Agil og Focus og i 1/4 normaldosering tillige dårligere end effekten af Fervin. I 1991 var der ikke signifikant forskel på effekten af Kerb og Carbetamex og bladmidlerne i nogen doseringer. Der var en tendens til en bedre effekt i fuld og halv normaldosering af Kerb end foregående år. Forskellen i effekt af Kerb mellem de to år kan skyldes temperaturen ved udsprøjtning, som i 1989 var ca. 3°C og i 1990 9-12°C. En anden årsag kan tænkes at være en dårligere jordstruktur i 1989, hvor der faldt store nedbørsmængder på Sjælland i august måned, hvor rapsen blev sået.

Forsøgene har vist, at det er muligt at opnå en tilfredsstillende bekæmpelse af spildkorn med såvel blad- som jordmidlerne. Alle midlerne har vist sig skånsomme overfor rapsen,

og udbyttet er ikke blevet påvirket af behandlingerne. Valg af herbicid kan derfor foretages ud fra overvejelse af, hvorvidt spildkornet allerede tidligt i efteråret hæmmer rapsens vækst. Tyske og engelske undersøgelser tyder på, at det afgørende punkt er, at rapsen er befriet for konkurrence i foråret, når væksten starter. Der mangler danske undersøgelser på dette område, men erfaringerne med dyrkning af vinterraps i Danmark viser, at afgrødens udvikling ved vinterens indtræden er af afgørende betydning for overlevelsen i visse år. Fjernelse af konkurrerende spildkornsplanter må umiddelbart formodes at give rapsen bedre betingelser. Behovet for bekæmpelse med bladmidlerne vil dog fortrinsvis være tilstede i pletter eller striber af marken. Ved anvendelse af bladmidlerne i de til spildkornsbekæmpelse anerkendte doseringer, kan der forventes nogen, men ikke fuld effekt, overfor enårige græsukrudsarter som agerrævehale og vindaks.

Såfremt bekæmpelsen kan udskydes til november måned, kan der opnås en tilfredsstillende effekt med Kerb eller Carbetamex. Der har i forsøgene været en tendens til lidt bedre effekt af Kerb end Carbetamex. Betingelserne for anvendelse af disse herbicider er et forholdsvis jævnt såbed og en jordtemperatur under 10°C. Desuden er det en fordel, at spildkornet inden rapsens såning er pløjet omhyggeligt ned, således at fremspiringen forsinkes. Foreløbige undersøgelser tyder på, at det også er muligt at opnå en tilfredsstillende effekt ved anvendelse af jordmidlerne i det tidlige forår. En ulempe ved anvendelse af jordmidlerne er begrænsninger i afgrødevalg ved eventuel udvintring af afgrøden.

Sammendrag

Engelske og tyske undersøgelser af skadetærsklen for bekæmpelse af spildkorn i vinterraps tyder på, at rapsen, ved rettidig såning, kan tolerere betydelige mængder spildkorn i efteråret uden udbyttetab, forudsat bekæmpelse er foretaget inden væksten starter i foråret. Gyldigheden af disse resultater under danske dyrkningsforhold diskuteres. Resultater af karforsøg viste, at der var større forskel på vinterbyg, vinterhvede og rugs følsomhed overfor bladherbicider på 3-bladsstadiet end efter buskning. Udviklingstrinnets betydning for bladherbicidernes effekt på den enkelte art varierede for herbicider og arter. I markforsøg blev der opnået en bedre bekæmpelseeffekt med bladherbiciderne på rug med 4 og 6 blade end på 2-bladsstadiet. Sammenligning af bekæmpelseeffekten med jord- og bladmidler i normaldosering og nedsatte doseringer viste, at en tilfredsstillende effekt kan opnås med alle midler i normaldosering, mens effekten i nedsatte doseringer varierede og afhang af bl.a. de klimatiske forhold.

Litteratur

Dingebauer G. 1990. Untersuchung zur tolerierbaren Verunkrautung in Winterrapskulturen. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh, XII, 315-328.

- Kudsk P.* 1988. The influence of volume rates on the activity of glyphosate and defenzoquat assessed by a parallel-line assay technique. *Pesticide Science*, **24**, 21-29.
- Küst G., Heitefuss R. & Wahmhoff, W.* 1988. Untersuchungen zur Ermittlung von Schadensschwellen für Ausfallgerste in Winterraps. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.* **XI**, 139-145.
- Küst G., Heitefuss R. & Wahmhoff, W.* 1990. Ein vorläufiges Modell zur Unkrautbekämpfung nach Schadensschwellen im Winterraps. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.* **XII**, 339-346.
- Lutman P.J.W. & Dixon F.L.* 1986. The effect of drilling date on competition between volunteer barley and oilseed rape. *Proc. EWRS Symposium*, 145-152.
- Roebuck J.E. & Flint C.E.* 1985. A review of agricultural development and advisory service trials for recently introduced specific grass weeds herbicides for winter oilseed rape and the effect on yields of the timing of removal of volunteer cereals, 1983-1985. *Brighton Crop Protection Conference -Weeds*, 199-216.

Strategi for ukrudtsbekæmpelse i raps med lavere produktpriser *Strategy against weeds in oilseed-rape with a new support system*

Hans Kristensen
Landbrugets Rådgivningscenter
Udkærsvvej 15, Skejby
8200 Aarhus N.

Summary

156 field-trials carried out in Denmark 1981-91 in winter- and spring oilseed-rape have shown, that weed-control only was profitable in about 30 per cent of the trials. There was no connection between weeds per sqm and "pay-back"

A new strategy against weeds is needed after the EEC-agreement on a new oilseed-rape support system.

Indledning

Når EF's støtte til dyrkning af raps omlægges fra at være et tilskud til afregningsprisen til at være et ha-tilskud til dyrkning af den pågældende afgrøde, må det medføre en kritisk vurdering af, om den hidtidige strategi for anvendelse af ukrudtsmidler bør ændres. Omlægning af støtten vil medføre, at det høstede frø bliver afregnet til verdensmarkedsprisen, som ligger væsentligt under den hidtidige opnåede pris. Det betyder, at rentabiliteten i ukrudtsbekæmpelsen (som i anden planteværnsindsats) bliver forringet.

Vårraps

Fig. 1. viser de udslag, der er opnået for bekæmpelse af ukrudt i 101 forsøg i vårraps i perioden 1981-91. Såvel positive som negative udslag er opnået for anvendelse af midler med effekt på tokimbladet ukrudt. Omkostningerne til middel og udbringning har i perioden ligget på ca. 150 kg frø pr. ha. Det betyder, at det kun har været rentabelt at gennemføre en ukrudtsbekæmpelse i ca. 1/3 af de gennemførte forsøg.

Der er ingen sammenhæng mellem merudbyttets størrelse og det totale antal af ukrudtsplanter. Derimod er der en god sammenhæng mellem merudbyttets størrelse og forekomsten af agersennep.

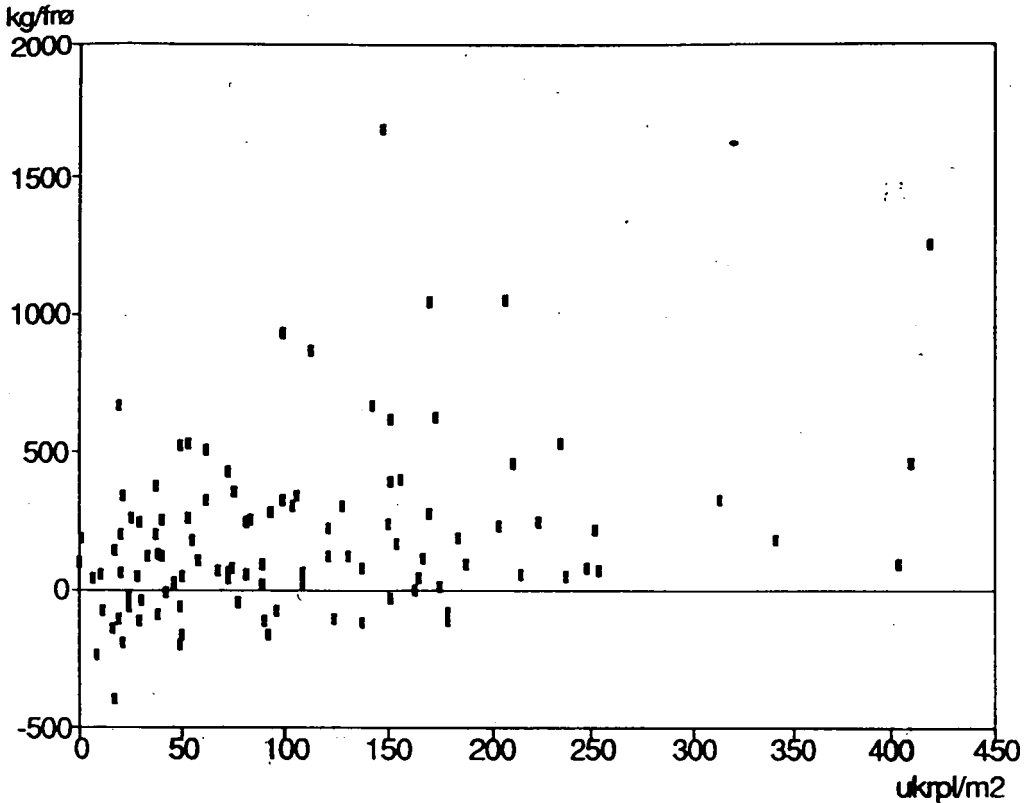


Fig. 1. Udslag for bekæmpelse af tokimbladet ukrudt generelt i 101 forsøg i vårraps med enten Benasalox, Benasalox+Bladex, Lontranyl, Lasso eller Teridox. (Landsforsøgene 1981-1991).

Response for treatments against dicotyledon weeds in spring rape with either Benasalox, Benasalox+Bladex, Lontranyl, Lasso or Teridox. 101 trials in local Farmers and Smallholders Unions 1981-1991.

Fig. 2 viser det merudbytte, der er opnået i 24 forsøg for bekæmpelse af en ukrudtsbestand, hvori der forekom agersennep. Med et omkostningsniveau på ca. 150 kg frø har det været rentabelt at gennemføre en bekæmpelse i 80 pct. af forsøgene. De forsøg, som er vist i fig. 2, indgår i den samlede mængde forsøg i fig. 1.

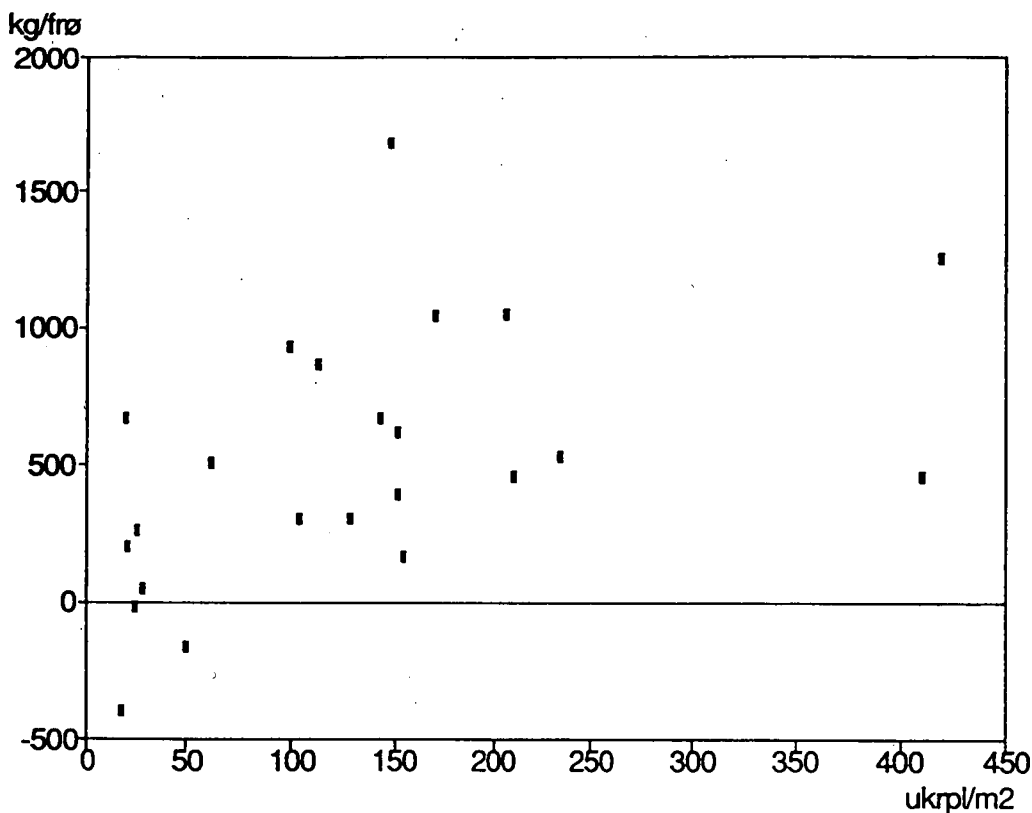


Fig. 2. Udslag for bekæmpelse af agersennep i 24 forsøg i vårraps med Benasalox+-Bladex (Landsforsøgene 1981-1991)
Response for treatments against Sinapis arvensis L. in spring rape with Benasalox+-Bladex. 24 trials in local Farmers and Smallholders Unions 1981-1991.

Vinterraps

Fig. 3 viser hvilke udslag, der er opnået for ukrudtsbekæmpelse i 55 forsøg i vinterraps i perioden 1981-91. Med en omkostning til ukrudtsbekæmpelsen på ca. 150 kg frø har det kun været rentabelt at gennemføre en bekæmpelse i ca. 1/4 af de gennemførte forsøg.

Der er ingen sammenhæng mellem de opnåede udslag og den mængde ukrudt, der forekom på arealet. I en stor del af forsøgene har udslaget tilmed været negativt for at gennemføre en bekæmpelse.

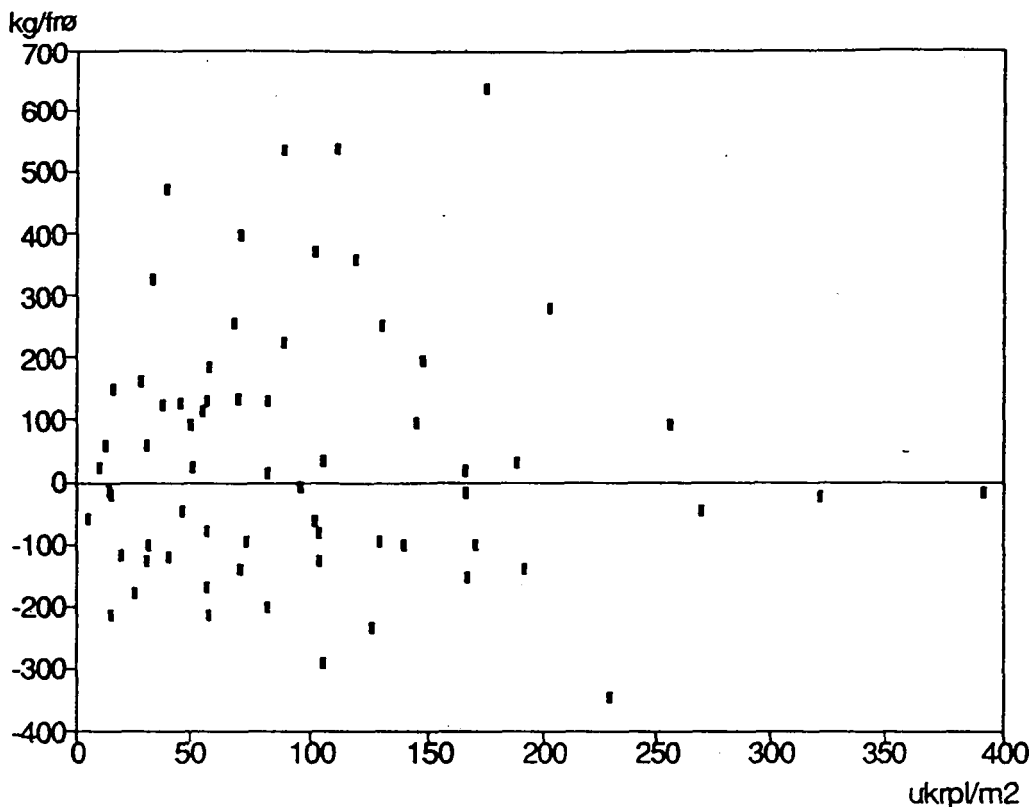


Fig. 3. Udslag for bekæmpelse af tokimbladet ukrudt generelt i 55 forsøg i vinterraps med enten Benasalox, Lontranyl, Lasso eller Teridox (Landsforsøgene 1981-1991). *Response for treatments against dicotyledon weeds in winter rape with either Benasalox, Lontranyl, Lasso or Teridox. 55 trials in local Farmers and Smallholders Unions 1981-1991.*

Lavere afregningspris fremover

Med en omlægning af EF-støtten til et fast beløb pr. ha vil frøet blive afregnet til verdensmarkedspris. Det betyder, at der skal en større mængde frø til at betale omkostningerne - eksempelvis også for en ukrudtsbekæmpelse. Fra et niveau på ca. 150 kg frø pr. ha, som hidtil har været et "rimeligt gennemsnit", vil omkostningerne til ukrudtsmiddel + udbringning øges til 2-300 kg frø pr. ha.

Såfremt dette niveau anvendes på figurene ovenfor, bliver rentabiliteten forringet så meget, at antal forsøg med rentable udslag bliver halveret.

Hidtidigt forbrug

Gennem de senere år er brugen af ukrudtsmidler i raps steget. Det hænger primært

sammen med, at arealet er ændret fra vårraps til mere vinterraps, hvor behovet for bekæmpelse af bl.a. spildkorn øger behovet.

Såvel vårraps som vinterraps kan yde en god konkurrence overfor de fleste ukrudtsarter, såfremt afgrøden etableres godt og kommer hurtigt i vækst. Generelt savnes viden om konkurrenceforholdet mellem de vigtigste ukrudtsarter og henholdsvis vår- og vinterraps under danske forhold.

I vårraps har primært bekæmpelsen af agersennep været lønsom. I vinterraps har bekæmpelsen af spildkorn ofte været lønsom, mens bekæmpelse af andre ukrudtsarter kun i få tilfælde har kunnet betale omkostningerne. Dog kan agersennep volde betydelige gener i begyndelsen af vækstsæsonen, i få forsøg, hvor bekæmpelse er gennemført, har denne været meget lønsom.

Tabel 1 viser, hvordan salget af midler til brug i raps har været i 1980'erne. Behandlingshyppigheden - som den beregnes af Miljøstyrelsen - viser, at ukrudtsbekæmpelsen i raps har været gennemført i et omfang, som overstiger det rentable set på kort sigt. Det må derfor antages, at brugerne har haft et ønske om (også i raps) at decimere ukrudtsbestanden på længere sigt.

Tabel 1. Behandlingshyppighed for herbicider i raps og i landbrug i alt.
(Miljøstyrelsen).

*Treatment frequency for herbicides in oil seed rape and in all farm crops.
(National Agency of Environmental Protection).*

År	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990*
Landbrug i alt	1.07	1.20	1.36	1.40	1.32	1.25	1.35	1.43	1.61	1.34
Raps	1.05	0.94	1.16	1.07	1.21	1.29	1.30	1.25	1.21	1.15

* Foreløbige tal

Ny strategi

Med faldende afregningspris og dermed ringere rentabilitet i ukrudtsbekæmpelsen må det

anbefales at anlægge en ny strategi for denne aktivitet.

Generelt må det anbefales at søge afgrøderne etableret bedst muligt med henblik på at opnå en hurtigt fremspirende, passende tæt og ensartet afgrøde, som ikke har behov for ukrudtsbekæmpelse.

I vårraps bør bekæmpelsen målrettes mod agersennep og andre meget tabvoldende arter. I vinterraps bør bekæmpelsen målrettes mod spildkorn og agersennep.

Såfremt bekæmpelse af ukrudt gennemføres for at opfylde et langsigtet mål om generelt at decimere ukrudtsbestanden, bør bekæmpelsen gennemføres med billigere løsninger end hidtil. Dyrere midler må tilpasses i dosis, og billigere midler vil afløse dyrere, hvor deres effekt er tilstrækkelig.

Sammendrag

I gennemsnit af 156 markforsøg med ukrudtsbekæmpelse i vinter- og vårraps i perioden 1981-91 har det kun i knapt en trediedel af forsøgene været rentabelt at bekæmpe ukrudt. Der har ikke været sammenhæng mellem merudbytte og antal ukrudtsplanter pr. m².

Med faldende afregningspris på raps må den fremtidige ukrudtsbekæmpelse målrettes mod de tabvoldende ukrudtsarter.

Ukrudtsbekæmpelse i æbler uden brug af herbicider

Weed control in apples without herbicides

Hanne Lindhard

Havebrugscentret

Afdeling for Frugt og Bær

Kirstinebjergvej 12

DK-5792 Årslev

Summary

The following weed control treatments were compared for five years: covering with asphalt paper, bark, plastic, barley- and rapestraw, burning and mechanical control. Herbicide treatment used as control.

*Covering with straw gave the highest yield compared to flame and bark treatments. Yields in chemical and mechanical treatments were in between, but not significantly different from any of the treatments. Fruitsize was significantly larger in plots with barley straw. Yield in plots covered with bark was low, because couch (*Elymus repens*) grew through the 10 cm coat of bark, and maybe because of spring frost damage. Yield per tree and crown volume were relative small in flame treatments. The flame treatment could not control annual meadow grass (*Poa annua*).*

The soil temperature 20 cm below the surface was 0.6-0.7 degrees higher in autumn and winter in plots covered with bark, compared to plots covered with plastic or cleaned with herbicides.

*The dominating weed species was couch (*Elymus repens*). Chickweed (*Stellaria media*) could not be controlled mechanically.*

Indledning

Bekæmpelse af ukrudt i træfrugt sker oftest ved brug af herbicider i træækken og eventuelt også i kørebanerne. For at reducere forbruget af herbicider er nogle alternative metoder til ikke kemisk ukrudtsbekæmpelse afprøvet. Effektiviteten af ukrudtsbekæmpelsen og virkningen på kulturen med hensyn til vækst og udbytte er sammenlignet.

Materialer og metoder

Træerne blev plantet i foråret 1985 som 2-års træer, med en afstand på 2x4 m. Tre

æblesorter indgår i forsøget. 'Rød Ingrid Marie' og 'Rød Belle de Bokoop' på grundstamme M26 og 'Filippa' på grundstamme MM106. Parcellerne består af tre træer, otte jordbehandlinger er randomiseret i to blokke for tre sorter.

I foråret 1987 blev der sået græsbaner, og jordbehandlingerne 1 m's bredde i træerækken blev påbegyndt.

Jordbehandlinger

- 1.sort plast
- 2.tagpap
- 3.barkflis
- 4.byghalm
- 5.mekanisk renholdelse
- 6.flammebehandling
- 7.kemisk renholdelse
- 8.rapshalm

1.Sort plast: Plasten er 0.07 mm tyk. Laget af plast blev udskiftet i foråret 1989, fordi det var revet i stykker af vinden i løbet af vinteren.

2.tagpap: Der må ikke trædes på tagpappen, idet den så går itu. Mus kan godt lide det beskyttede miljø under tagpappen.

Derfor er nogle træer, specielt af Filippa, døde på grund af musegnav på barken.

3.Barkflis: Barkflisen er lagt på i et 10 cm tykt lag og udskiftet i foråret 1989 og 1991.

4.Byghalm: Byghalm er lagt ud i et 10 cm tykt lag, og udskiftet i foråret 1989 og 1991. I 1991 blev der lagt rapshalm ud.

5.Mekanisk renholdelse: Behandlingen blev foretaget med en side forskudt tallerkenharve og fræser, og udført efter behov ca. hver 14. dag gennem sæsonen indtil august. En gang hakning ved stammen er nødvendig hvert år. I 1991 blev der holdt rent med en jordhøvl.

6.Flammebehandling: Udføres ca. hver 14. dag i sæsonen med en håndgasbrænder.

7.Kemisk renholdelse: Udføres to gange om foråret.

8.Rapshalm: Rapshalmen blev fornyet i foråret 1991.

Udbytte i kg pr. træ og frugtstørrelsen er registreret.

Jordtemperaturen i 20 cm's dybde blev målt ugenligt kl. 13.00 i tre forsøgsled fra foråret 1987 til 1990. Karakter for renholdelse blev givet på fire tidspunkter i 1990 og 1991 og dominerende ukrudtsarter registreret. Stammeomkredsen 50 cm over jorden blev målt i 1987 til 1991. Kronerumfanget blev målt i 1991 og estimeret som en keglestub.

Gødskningen blev udført efter bladanalyser, dog ens for hele arealet og bredspredt.

Resultaterne er blevet analyseret statistisk med 'General Linear Model (GLM)' metoden og sammenligningen af gennemsnit er foretaget med Duncans test.

Tabel 1. Udbytte i kg/tr og frugtstrrelse i g/frugt i 1987-1991, karakter for ukrudtsrenholdelse fra 1-9 (9 = helt rent) i 1990 og 1991 og kronerumfang i m³ i 1991 for 8 jordbehandlinger.

Yield in kg/tree and fruitsize in g/fruit in 1987-1991, rating of weed cleaning from 1-9 (9 = completely clean) in 1990 and 1991 and crown volume in m³ in 1991 for 8 soil treatments.

Behandling <i>Treatment</i>	kg/tr <i>kg/tree</i>	g/frugt <i>g/fruit</i>	kronerumfang/m ³ <i>crownvolume/m³</i>	renholdelse <i>weedcleaning</i>
Rapshalm <i>Rape straw</i>	14,8 a	151 b	2,90 a	4,6 d
Byghalm <i>Barley straw</i>	14,6 a	164 a	2,59 abc	4,8 d
Plast <i>Plastic</i>	14,0 ab	148 b	2,88 a	7,4 a
Tagpap <i>Asphalt paper</i>	13,4 abc	156 ab	2,24 c	5,6 c
Mekanisk <i>Mechanical</i>	13,3 abc	148 b	2,82 ab	3,6 e
Kemisk <i>Chemical</i>	12,8 abc	149 b	2,71 ab	6,8 b
Flamme <i>Flame</i>	11,9 bc	154 b	2,48 bc	2,9 f
Barkflis <i>Bark</i>	10,7 c	147 b	2,57 abc	4,6 d

Tal efterfulgt af samme bogstav i søjlerne er ikke signifikant forskellige for $P < 0,05$.

Numbers followed by the same letter in columns do not differ significantly for $P < 0,05$.

Resultater

Udbytte: Udbyttet i kg pr. træ har været signifikant større i parceller med raps- og byghalm, end i parceller med barkflis og flammebehandling (tabel 1). Udbytterne i kemiske og mekaniske behandlinger er ikke signifikant forskellige fra andre behandlinger. Træerne har givet et pænt udbytte. Men i 1990 var der frost i april, der skadede blomsterknopperne og reducerede udbyttet specielt i 'Belle de Boskoop'. 'Ingrid Marie' har ikke givet optimale udbytter, fordi der har været en del angreb af frugttrækræft (*Nectria galligena*).

Frugtstørrelse: Behandlinger med byghalm gav den bedste frugtstørrelse (tabel 1).

Vækst:Jordbehandlingens indflydelse på træernes vækst blev undersøgt ved måling af stammeomkredsen, rumfanget af kronen og bladenes indhold af næringsstoffer. Der var ingen signifikante forskelle på omkredsen af stammen ved forskellige jordbehandlinger. Derfor blev rumfanget af kronen målt i 1991, for at se om udbytte forskellene skyldes forskelle i krone størrelsen (tabel 1). Behandlingerne med rapshalm og plast gav store udbytter i kg pr. træ, og havde også de største kronerumfang, men udbyttet afhænger ikke kun af kronerumfanget.

Bladprøverne blev analyseret for det totale indhold af kvælstof, kalium, calcium, magnesium og fosfor i procent af tørstoffet. Behandlinger med byghalm viste det højeste indhold af kalium (tabel 2). Kalium er vigtig for frugtvæksten. Dette kan være årsagen til, at frugtstørrelsen var bedre i disse parceller. Mekanisk renholdelse gav det laveste indhold af kalium i løvet. Behandlingen med rapshalm bevirkede et højt indhold af magnesium. Bladene fra barkflis behandlingerne gav et højere indhold af fosfor end mekaniske, kemiske, plast og rapshalm parceller. Bladanalyserne lå inden for optimalområdet, dog blev indholdet af calcium højere end anbefalet (tabel 2).

Ukrudtsdækning: I 1990 og 1991 blev der givet karakter for graden af ukrudtsdækning (tabel 1), og de dominerende ukrudtsarter blev registreret. Det altdominerende ukrudt var kvik (*Elymus repens*). I parceller med flammebehandling var enårig rapgræs (*Poa annua*) dog mere udbredt. Enårig rapgræs (*Poa annua*) har ikke kunnet bekæmpes effektivt med en håndgasbrænder. Gasflammen gjorde skade på det nederste løv, og stammen måtte beskyttes mod forbrændinger. Resultatet blev et relativt lille kronerumfang og et ringe udbytte. Fuglegræs (*Stellaria media*) var dominerende ukrudt ved mekanisk renholdelse. Fuglegræs konkurrerede ikke så kraftigt om vand og næring med frugttræer som rod-ukrudt. Derfor betød den store ukrudtsdækning i parceller med mekanisk renholdelse mindre for udbyttets størrelse, end i parceller dækket af kvik (*Elymus repens*). De organiske jorddæknings materialer blev gemmengroet af kvik, og det nye lag, der blev lagt ud den 30. maj 1991, holdt ikke længe. I begyndelsen af juli 1991 var kvikken groet igennem lagene igen.

Tabel 2. Bladanalyser for total N, kalium, calcium, magnesium og fosfor i procent tørstof for 8 jordbehandlinger 1987-1990.

Leaf analysis for total N, potassium, calcium, magnesium and phosphor in procent dry matter for 8 soil treatments 1987-1990.

Behandling <i>Treatment</i>	Total N	K	Ca	Mg	P
Rapshalm Rape straw	2,27 a	1,41 ab	1,27 a	0,33 a	0,24 bc
Byghalm Barleystraw	2,21 a	1,44 a	1,27 a	0,24 b	0,28 ab
Plast Plastic	2,15 a	1,24 abc	1,33 a	0,25 b	0,24 bc
Tagpap Asphalt paper	2,18 a	1,28 abc	1,43 a	0,25 b	0,28 ab
Mekanisk Mechanical	2,28 a	1,18 c	1,34 a	0,26 b	0,21 c
Kemisk Chemical	2,28 a	1,20 bc	1,32 a	0,25 b	0,21 c
Flamme Flame	2,18 a	1,32 abc	1,34 a	0,24 b	0,38 ab
Barkflis Bark	2,18 a	1,40 ab	1,34 a	0,23 b	0,30 a
Optimalværdier af bladanalyser i % af tørstof <i>Optimal value of leafanalysis in procent dry matter</i>	2,0-2,5	1,2-1,6	0,7-1,2	0,20-0,40	0,18-0,26

Tal efterfulgt af samme bogstav i søjlerne er ikke signifikant forskellige for $P < 0,05$.

Numbers followed by the same letter in columns do not differ significantly for $P < 0,05$.

Jordtemperaturen blev målt i 20 cm's dybde hver uge i parcellerne med barkflis, plastik og kemisk renholdelse (tabel 3). Barkflisen isolerede jorden, således at den holdt længere på varmen fra jorden i efterårs- og vinter månederne.

Tabel 3. Jordtemperatur i 20 cm's dybde, gennemsnit af årstiderne for 3 jordbehandlinger 1987 - 1990.

Soil temperature 20 cm below the surface, average of the season for 3 soil treatments 1987 - 1990.

Behandling <i>Treatment</i>	Forår <i>Spring</i>	Sommer <i>Summer</i>	Efterår <i>Autumn</i>	Vinter <i>Winter</i>	Hele året <i>Whole year</i>
Barkflis Bark	7,95 a	16,08 a	10,75 a	4,10 a	10,02 a
Plast Plastic	8,70 a	16,46 a	10,11 ab	3,41 b	9,96 a
Kemisk Chemical	8,65 a	16,41 a	9,45 b	3,10 b	9,72 a

Tal efterfulgt af samme bogstav i søjlerne er ikke signifikant forskellige for $P < 0,05$.

Numbers followed by the same letter in columns do not differ significantly for $P < 0,05$.

Diskussion

Ved jordbehandling af 1 m's bredde i træækkerne, var udlægning af barkflis i 10 cm's tykkelse ikke tilstrækkeligt til at hæmme rodukrudt. Til praksis anbefales af Knoblauch (1988) en lagtykkelse på 10-15 cm og at jorden er fri for flerårigt ukrudt som fx kvik (*Elymus repens*). Det er vigtigt at bruge en grov flis (3-6 cm), således at materialet er løst og luftigt. Derved tørrer flisen hurtigere, og frøukrudtet har svært ved at etablere sig (Vester og Rasmussen 1988).

Arealer dækket af flis er mere udsatte for frost i forårsperioden end udækket jord (Knoblauch 1988). Dette kan give øget risiko for frostskafer på blomsterne, og dermed være en af årsagerne til et lavere udbytte i flisdækkede parceller. Jordtemperaturen øges 0,6-0,7 grader om efteråret og vinteren. Dette kan muligvis forsinke afmodningen af årsskudene, og give større risiko for frostskafer på vedet.

Flammebehandlingen kunne ikke bekæmpe enårig rapgræs (*Poa annua*) tilfredsstillende, dette bevirkede en vækstreduktion så kronrumfanget og udbyttet ligger lavt. Flammebehandling kan ifølge Vester og Rasmussen (1988) ikke anbefales til bekæmpelse af flerårig ukrudt i beplantninger, og bekæmpelsen skal udføres meget hyppigt for at være effektiv. Dækning af jorden med halm gav et godt udbytte. Muligvis kan det skyldes en bedre vandholdende evne, når jorden dækkes (Rasmussen 1958), (Groven 1968). Ifølge Grunnet og Dullum (1950) kan halmens positive effekt skyldes, at fordampningen nedsættes, og at rodudviklingen i de øverste jordlag er uforstyrret. Dækning med organisk materiale øgede tilførslen af kalium. Dette er også fundet for flis af Knoblauch (1988). Kalium stimulerer frugtveksten og øger derved udbyttet.

Mekanisk renholdelse gav et tilfredsstillende udbytte. Mekanisk renholdelse kan skade rødderne og derved udbyttet, især på frugtbuske (Groven 1968). I 1991 blev renholdelsen udført med en jordhøvl. Jordhøvlen går ikke så dybt i jorden og skåner derved rodnettet.

Dækning af jorden med sort plast havde en god virkning på ukrudtet og gav et pænt udbytte. Jordtemperaturen i 20 cm's dybde var ikke forskellig fra kemisk henholdt jord (tabel 3). Ifølge Måge (1982) har træer dækket med plast fra plantningstidspunktet en kraftig tendens til højere udbytte. Tilvæksten de første år var større end på renholdt jord. Jordtemperaturen i 20 cm's dybde var ca. 3 grader højere under plast, og jordfugtigheden var højere end på bar jord (Måge 1982).

Tagpap gav et udbytte svarende til mekanisk og kemisk renholdelse. Materialet blev ikke skiftet ud, og en del kvik (*Elymus repens*) groede igennem.

Kemisk renholdt jord var pænt fri for ukrudt, men havde ikke de positive effekter som, dækning af jorden gav. Udbyttet ved kemisk renholdelse af jord afveg ikke signifikant fra dækket jord, men der var tendens til et lavere udbytte. Fordelen ved kemisk renholdelse er, at den er billig.

Litteratur

1. Groven I. 1968. Jorddækning mellem frugtbuske. Tidsskr. Planteavl 71, 226-230.
2. Grunnet H. Ø. og Dullum N. 1950. Nogle kulturforsøg med frugttræer og frugtbuske. Tidsskr. Planteavl 53, 321-335.
3. Knoblauch F. 1988. Jorddækning med træ- og barkflis. Haven 88, 228-230.

4. *Måge F.* 1982. Black plastic mulching, compared to other orchard soil management methods. *Scientia Horticulturae* 16, 131-136.
5. *Rasmussen P.* 1958. Vandbalance, meteorologiske og jordbundsfysiske målinger i frugtplantage ved forskellige kulturmetoder. *Tidsskr. Planteavl* 61, 49-102.
6. *Vester J. og Rasmussen J.* 1988. Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse i grønne områder. 5. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, 168-184.

Integreret ukrudtsbekæmpelse i relation til IP-grøntsager.

Integrated weed control in relation to IP-vegetables.

Anette Binder

Planteværnscenteret

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

The interest for growing vegetables using "Integrated Plant Production" - methods, has increased during the last few years. The "Integrated Plant Production" - system includes plant protection, crop rotation, soil cultivation, fertilization, use of different varieties and consumption of energy.

Denmark and other European countries are working out growing manuals for use in integrated production systems of vegetables. Today each country have their own standards for growing IP-vegetables, but uniform standards could enhance the demand of these products. The intention is to start marketing some of the products in a few years.

It is important to develop new strategies for weed control for use in an integrated production system. In Denmark we have started a research program at the Department of Weed Control. The work has included the integration of chemical and non-chemical methods for weed control in onions. Eight combinations of bandsparing, inter-row cultivation and flaming have been tested in the growing season 1991. The efficiency of the weed control was relatively high in the experiment.

Indledning

Udgangspunktet for at dyrke afgrøder i et Integreret Produktionssystem (IP) stammer oprindeligt fra ønsket om at benytte integrerede metoder til plantebeskyttelse. I 1975 blev der fremsat følgende definition i FAO-regi: "Integreret Plantebeskyttelse er bekæmpelse af skadedyr, sygdomme og ukrudt med alle metoder, der er i overensstemmelse med økonomiske, økologiske og toksikologiske krav, idet hovedvægten lægges på naturlige reguleringsfaktorer og økonomiske skadetærskler i relation til behandling".

Nutidens begreb om en "Integreret Planteproduktion" inddrager hele bedriften herunder bl.a. sædskifte, jordbehandling og gødningsforbrug. Men selvom ideerne har eksisteret

længe, er det først de sidste par år, at der er opstået en øget interesse for at producere grøntsager efter IP-metoden. Interessen for IP kan ses som en naturlig følge af sundheds- og miljødebatten op gennem 1980'erne. Baggrunden for IP-konceptets aktualitet i 1990'erne er:

- **Handelspolitisk konkurrence:** I flere af de konkurrerende lande på grøntsagsområdet, som f.eks. Holland, Østrig og Tyskland, er der tiltag omkring en markedsføring af IP-grøntsager. Det er derfor vigtigt, at fastholde de indenlandske forbrugere samt styrke eksporten af grøntsager ved at tilbyde de samme produkter.
- **Miljø- og sundhedspolitisk** er der pres på erhvervet hen mod en reduceret anvendelse af plantebeskyttelsesmidler, hvilket giver sig udtryk i blandt andet pesticidhandlingsplanen og handlingsplanen for "Bæredygtigt Landbrug".
- **Revurderingen af pesticider** har medført, at der er færre midler til rådighed til anvendelse i havebrugsafgrøder. Det har medført et behov for en ændret dyrkningspraksis og anvendelse af kombinerede metoder til plantebeskyttelse.

Opstarten på en "Integreret Produktion" kan være en "Kontrolleret Produktion", som er et iso 9000 lignende dyrkningssystem, hvor alle arbejdsprocesser samt forbrug af kemikalier og gødning noteres ned. Derved bliver avleren mere opmærksom på hvorfor og hvornår, der skal sprøjtes og gødes eventuelt ved brug af skadetærskler. Ved en "Kontrolleret Produktion" bliver der mere åbenhed omkring, hvad der foregår på gartneri- og landbrugsbedrifterne, hvilket har til formål at gøre forbrugeren mere tryk. Filosofien er at kontrollere input i stedet for output.

Hovedformålet med en "Integreret Produktion" er at benytte biologiske eller tekniske metoder til plantebeskyttelse i samspil med nødvendige og acceptable kemiske metoder, som er med til at sikre produktets kvalitet og økonomiske bæredygtighed. Dyrkningsmæssigt lægges der vægt på at have et stabilt system, hvor forebyggelse i form af et afbalanceret sædskifte, jordbehandling, sortsvalg og planteværn spiller en fremtrædende rolle. IP-konceptet stiller store krav til metodeudvikling, forskning og miljøvurdering. IP-systemet er dynamisk, hvilket giver mulighed for at ændre reglerne for dyrkningspraksis, efterhånden som der udvikles bedre metoder.

Erfaringer fra udlandet

Holland

Har udarbejdet retningslinier for dyrkning af en del væksthuskulturer og vil fra 1992 sælge tomater, paprika og agurker mærket som "produceret miljøbevidst". På frilandsgrøntsagsområdet bliver der i 1992 lavet pilotprojekter med icebergsalat, porrer, kål, gulerødder,

kartofler og bønner. Markedsføringen forventes startet i 1993-94. Der er ingen forventninger om en højere pris, men man mener, at det vil resultere i en stærkere markedsposition. Der er intentioner om, at alle grøntsags- og frugtproducenter i løbet af 10 år skal overgå til "Integreret Produktion". Gartnerne er overvejende positive men samtidig meget interesserede i de økonomiske perspektiver, som en omlæggelse til en integreret produktion kan medføre.

Schweiz

I Schweiz har supermarkeds kæden Migros de sidste 10-15 år i samarbejde med avlergrupper produceret både grøntsager og frugt efter kontrollerede og integrerede principper. Alle de tilmeldte avlere besøges to gange før høst af neutrale fagfolk. I Schweiz er der taget initiativ til en udvidet dyrkning efter IP-konceptet, og der er udarbejdet nationale retningslinier, som udvikles og afprøves på demonstrationsbedrifter.

Østrig

I ét distrikt, Bundesland Steiermark, har man siden 1990 haft retningslinier for IP-dyrkning af tomater og kartofler. Varerne har mærke og er under offentlig kontrol. Derudover arbejdes der med udvikling af nationale retningslinier til flere afgrøder. En forbrugerundersøgelse viser en stor bevidsthed om fødevarernes sundhed. De østrigske avlere er overvejende positive over for en øget dyrkning efter IP-konceptet.

Tyskland

Har udviklet retningslinier for IP-dyrkning på en stor del af grøntsagsområdet. Man mener, at IP-dyrkede grøntsager vil spille en større rolle i afsætningen af frugt og grønt efterhånden som de bliver kendt af forbrugeren. Der forventes markedsføring af enkelte IP-grøntsagsprodukter i 1992.

Sverige

I Sverige er løg- og gulerodsavlere netop startet på at udarbejde retningslinier for en integreret produktion og har hér tilrettelagt pilotprojekter for de kommende sæsoner.

Hvad gøres i Danmark?

På grøntsagsområdet har DEG, Dansk Erhvervsgartnerforening, udarbejdet foreløbige retningslinier for "Integreret Produktion". Retningslinierne indeholder overordnede beskrivelser af dyrkningstekniske foranstaltninger samt en oversigt over hvilke metoder, der kan benyttes til en optimal plantebeskyttelse og gødningsanvendelse. Den eneste restriktion, der foreløbig er lagt på anvendelsen af kemikalier er, at de skal være medtaget i Miljøstyrelsens liste over godkendte bekæmpelsesmidler, hvilket svarer til den nuværende praksis. Følgende kulturer er beskrevet mere detaljeret: gulerod, løg, porre, kinakål, issalat og blomkål. Eksempelvis ser beskrivelsen for løg således ud:

Jordbehandling - Såbedstilberedning bør foretages i god tid før såning, for at sikre størst

mulig fremspiring af frøkrudt. Dette kan herefter bekæmpes optimalt med gasbrændere eller svidemiddel lige inden løgplanternes fremspiring.

Gødskning - Vejledende optimal N-forsyning er N-min (tilgængeligt kvælstof) i 50 cm's dybde: 140 kg N/ha.

Varsling - Avler skal være tilmeldt et varslingssystem for herved at kunne modtage informationsbreve om forekomst af skadevoldere, blandt andet knoporme.

Insektbekæmpelse - Angreb af løgfluens larver forebygges ved bejdsning af frø eller granulatudlægning i stikløg.

Ukrudtsbekæmpelse - Delt behandling med lave doseringer kan med fordel anvendes for bladmidlernes vedkommende. Se endvidere under jordbehandling. Flammebehandling med gasbrændere er med eksisterende teknik også mulig efter løgplanternes fremspiring.

Retningslinierne er udarbejdet, så de ligger tæt op ad det tyske regelsæt for IP-dyrkning. De foreløbige retningslinier afprøves og forsøges tilpasset ud fra erfaringer hos de gartnere, som er indgået i et pilotprojekt.

På frugtavssiden har man været i gang med IP-dyrkning af æbler og pærer de sidste par år. Markedsføringen af IP-kernefrugt forventes påbegyndt efteråret 1992.

Ukrudtsbekæmpelse i en "Integreret Produktion"

Både de danske og de udenlandske retningslinier for IP-produkter mangler konkrete beskrivelser for ukrudtsbekæmpelsen. Der nævnes hvilke metoder, man eventuelt kan bruge, men ikke noget om metodernes effektivitet eller hvilken metode, der kan eller skal benyttes under forskellige forhold. Der er derfor et udtalt behov for forsknings- og udviklingsarbejde på området. Ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse er der påbegyndt et forskningsprojekt med det formål at udvikle strategier for ukrudtsbekæmpelse i en IP-grøntsagsproduktion.

I vækstsæsonen 1991 er der arbejdet med integrering af kemiske og ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse i løg. Med udgangspunkt i de eksisterende erfaringer på det mekaniske og termiske område kombineret med båndsprøjtning, var det målet at udarbejde strategier for en minimal anvendelse af herbicider. Ukrudtsbekæmpelsen er dog kun en brik i en samlet "Integreret Produktion". Det er derfor vigtigt, at der også laves samkørforsøg, hvori de øvrige dyrkningsbetingelser implementeres.

Nedenstående oversigt viser de metoder til ukrudtsbekæmpelse, der kan anvendes i en integreret grøntsagsproduktion:

Direkte ukrudtsbekæmpelse

- Kemisk
 - a) optimering af udbringningsmetoder, hvilket betyder en større kontrol med kalibrering, justering og udskiftning af dyser.
 - b) båndsprøjtning
- Mekanisk
 - a) radrensning
 - b) børsterensning
 - c) ukrudtsharvning
 - d) fræsning
- Flammebehandling
 - a) fladebehandling før fremspiring
 - b) selektiv behandling senere i kulturforløbet

Indirekte ukrudtsbekæmpelse

- Biologisk
 - a) udnytte konkurrence mellem ukrudt/afgrøde
 - b) udnyttelse af ukrudtsfrø's behov for lysinduktion
 - c) brug af sygdomme/skadedyr som angriber ukrudt
- Kulturteknisk
 - a) sædskifte
 - b) jordbehandling

Kommentarer til de direkte metoder

I retningslinierne for IP-dyrkning må der forventes restriktioner i anvendelsen af herbicider. Når man ser på de foreløbige retningslinier for IP-frugt i Danmark og Tyskland, er der kun tilladt få herbicider, heraf enkelte med dosisrestriktioner. Begrænsningerne er foretaget med baggrund i herbicidets persistens og skånsomhed overfor nytte dyr, arbejdsmiljø samt kulturtolerance.

En effektiv måde at nedsætte kemikalieforbruget på er at benytte båndsprøjtning. Denne metode har tidligere været dominerende i roedyrkingen herhjemme og bruges stadig meget i f.eks. Tyskland til majs og i Sverige til sukkerroer. Ved båndsprøjtning kan der spares 60-70 % af kemikaliet, hvilket både er et plus for økonomien og miljøet.

Ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse forskes der i brugen af mekaniske og termiske metoder, og erfaringerne fra dette arbejde forsøges implementeret i modeller for integreret ukrudtsbekæmpelse. Der er stadig et stort behov for at arbejde videre med metodeudvikling, tilpasning af teknisk udstyr samt finde frem til det optimale behandlings-tidspunkt set i relation til afgrødetolerance og ukrudtets følsomhed.

Kommentar til de indirekte metoder

I de senere år er man blevet mere opmærksom på og har startet forskning op omkring udnyttelse af biologiske forhold, som f.eks. konkurrence mellem ukrudt/afgrøde, inducering af ukrudtsfrø's spiring ved hjælp af lyspåvirkning og hensyntagen til ukrudtets frøproduktion. Erfaringer med de indirekte metoder til ukrudtsbekæmpelse skal også indarbejdes i et integreret ukrudtsbekæmpelsesprogram.

Resultater fra forsøg med ukrudtsbekæmpelse i IP-sålg

I 1991 blev der ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse udført et pilotforsøg med integreret ukrudtsbekæmpelse i sålg. I forsøget indgik brugen af båndsprøjtning, radrensning og flammebehandling i 8 kombinationer. Ukrudtsoptællinger først på sommeren viste en ukrudtseffekt på ca. 85 % ved en kombination af båndsprøjtning og flammebehandling. Det var nødvendigt med én håndlugning midt på sommeren. Lige før høst viste en bedømmelse, at hos de kombinerede behandlinger var ca. 30 % af arealet dækket med ukrudt mod ca. 80 % dækket i den ubehandlede parcel.

Der er tendens til flere, men mindre løg i de flammebehandlede parceller end i de sprøjtede parceller. Det ser derimod ikke ud til, at en ekstra flammebehandling, når løgene er 2-3 cm har skadet mere end flammebehandling før fremspiring.

Forsøget viser, at der kan opnås en effektiv ukrudtsbekæmpelse ved en kombineret bekæmpelse. Der er dog stadig mange områder, hvor der er behov for en nærmere undersøgelse.

Diskussion og sammendrag

Interessen for at producere grøntsager i en "Integreret Produktion" er øget de senere år. Den integrerede produktion forudsætter at dyrkningen udføres inden for fastlagte regler, der omfatter plantebeskyttelse, sædskifte, jordbehandling, gødskning, sortsvalg og hensyn til energiforbrug. I Danmark og flere europæiske lande udvikles dyrkningskoncepter til brug i en integreret produktion af grøntsager, men det er ikke de samme koncepter, man når frem til. IP-systemet må gerne være dynamisk, men en vis form for ensretning vil øge troværdigheden hos forbrugeren og gøre det lettere at markedsføre IP-produktet.

Erfaringerne med ukrudtsbekæmpelse i "Integreret Produktion" udført i praksis er på nuværende tidspunkt meget små på grøntsagsområdet, både i Danmark og i udlandet. Den

internationale udvikling på området følges nøje, og ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse er der igangsat forsknings- og udviklingsarbejder med henblik på integrering af kemiske og ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse i blandt andet såløg. Resultater fra et orienterende forsøg med 8 kombinationer af henholdsvis båndsprøjtning, radrensning og flammebehandling viste, at der kunne opnås gode bekæmpelseseffekter.

Forsøget har desuden belyst, at der ved nedbørsoverskud kan opstå vanskeligheder med at gennemføre de planlagte radrensninger optimalt. Flammebehandlingen kan derimod foretages, så snart det er muligt at køre i marken. De indledende pilotforsøg viser, at der er et stort behov for videreudvikling af metoder og strategier inden for den integrerede ukrudtsbekæmpelse til et bredere afgrødesortiment, hvilket vil blive søgt igangsat i de kommende vækstsæsoner.

Litteratur

- DEG* 1991. Foreløbige retningslinier og regler for integreret produktion af frilands grøntsager. DEG Odense.
- Esbjerg, P.* 1983. Integreret bekæmpelse - principper og definitioner. Tidsskrift for Planteavl 87, 357-364.
- Fachgruppe Gemüsebau* 1990. Richtlinien für den Integrierten Anbau von Gemüse in der Bundesrepublik Deutschland. Braun-schweig, 12 pp.
- Fachgruppe Obstbau* 1990. Richtlinien für den Integrierten Anbau von Gemüse in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn, 14+4 pp.
- Gysi, C.* 1991. Integrierte Produktion International. Gb+Gw 91(17) : 1748-1751.
- Hauck, Y.* 1991. Standortbestimmung des Integrierten Gemüsebaus. Deutscher Gartenbau 45(50): 3106-3110.
- Hentschel, G.* 1991. NL - Ganz konkret kontrollierbar. Gb+Gw 91(32) : 1570-1571.
- Kursus Hg-4* 1991. Integriert plantebeskyttelse i grønsager.
- Olsson-Sörensson, M.* 1991. Erfarenheter av ny utrustning for radrensare. Betodlaren, nr.1.

Ændringer af frøpuljens størrelse i danske marker i perioden 1964-1989
Changes of the seed banks in Danish arable soil in the period 1964-1989

Hans Arne Jensen
Plantedirektoratet
Skovbrynet 20
2800 Lyngby

Gösta Kjellsson
Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Terrestrisk Økologi
Vejlsøvej 25
8600 Silkeborg

Summary

*The seed banks in 37 Danish fields, previously examined in 1964, were reexamined in 1989 in order to detect changes of seed content and species composition. Soil samples were collected from 0-20 cm depth. By flotation and germination in the laboratory, an average of 127,900 viable + dead seeds per m² were found (max. 707,900; min. 6,500) i.e. 21,300 seeds per m² less than in 1964. The mean number of viable seeds only was 27,400 (max. 120,400; min. 400) in 1989, i.e. a reduction of 29,200. By germination in the greenhouse 12,000 seeds per m² were found, i.e. 7,300 less than in 1964. *Juncus bufonius* represented approx. 56% of the viable seeds in both 1989 and 1964. *Poa annua* represented 20.5% in 1989, but only 8.5% in 1964. Viable seeds of *Poa annua* were present in 84% and 78% of the fields in 1989 and 1964, respectively. For *Juncus bufonius* the corresponding values were 65% and 70%. Several weed species recovered as viable seeds showed a significant decrease in the fields from 1964 to 1989, e.g. *Chenopodium album*, *Plantago major*, *Stellaria media*, and *Spergula arvensis*. The mean number of species per field, present as viable seeds, were reduced from 12.1 til 4.8 during the 25 year period.*

Indledning

Formålet med nærværende projekt var at undersøge indholdet af levende og døde frø i danske sædskiftemarket. Da undersøgelserne i 1989 blev gennemført i marker, som var analyseret for frøindholdet i 1964 (Jensen 1967, 1969), var der mulighed for at belyse, hvilke ændringer der var sket med frøindholdet og artssammensætningen i de undersøgte marker i perioden 1964-1989.

Forsøgsarealer og spørgeundersøgelse

Ved en undersøgelse af vegetation og frøindhold i pløjelaget i 57 danske marker (Jensen 1967, 1969) blev ejerens navn og adresse noteret. Desuden blev der tegnet en skitse over forsøgsarealernes beliggenhed med henblik på at kunne vende tilbage til disse af forsøgsmæssige eller andre årsager.

Formålet med 1989-undersøgelsen var at teste, om der er færre frø i pløjelaget end i 1960'erne. På grundlag af de udarbejdede skitser blev der derfor foretaget fornyet undersøgelse af frøindholdet i de pågældende marker.

Til trods for manglende oplysninger om vejnavne, vejnumre og postnumre lykkedes det at finde enten navn og adresse på de nuværende driftsledere (ejere/brugere) af arealerne, undersøgt i 1964, eller at få oplyst, om arealerne nu var bebygget eller på anden måde ude af landbrugsmæssig drift. Resultatet af henvendelsen var, at 37 marker kunne besøges og dermed indgå i undersøgelsen, medens resten måtte udgå af forskellige årsager.

For de 37 marker blev driftslederen i 1989 spurgt, hvor længe vedkommende havde haft ansvaret for den pågældende mark. Opgørelsen viste følgende:

Driftsledelse	Antal marker
1-5 år	2
6-15 år	8
16-25 år	10
> 25 år	17

I 17 af de 37 marker var driftsledelsen den samme som i 1964. Der blev endvidere indsamlet oplysninger om sædskiftet i årene 1987, 1988 og 1989. I undersøgelsesårene 1989 og 1964 dyrkedes følgende afgrøder i de 37 marker:

	Antal marker (pct.)	
	1989	1964
Byg	10 (27%)	17 (46%)
Græs	10 (27%)	0
Raps	6 (16%)	0
Roer	5 (14%)	12 (32%)
Byg med udlæg	3 (8%)	6 (16%)
Hvede	2 (5%)	0
Jordbær	1 (3%)	0
Havre med udlæg	0	1 (3%)
Rug	0	1 (3%)

Driftslederen blev også spurgt om sprøjtning mod ukrudt, svampesygdomme og skadedyr. Af svarene fremgår, at især kemisk bekæmpelse af ukrudt indgår som en integreret del af driften i næsten alle marker. Det må formodes, at en del af frøpuljen fra 1964-undersøgelsen er dannet i en periode, hvor der ikke anvendtes kemisk ukrudtsbekæmpelse. I 25 af de undersøgte marker var der i 1964 sprøjtet i kornafgrøder, medens der for de resterende 12 marker, der i 1964 dyrkedes med rodfrugter, ikke foreligger oplysninger om sprøjtning (Jensen 1967).

I spørgeundersøgelsen indgik driftslederens bedømmelse af markens gødningsniveau. På spørgsmålet: "Har gødningsniveauet ændret sig i den periode, du har drevet marken?" svarede:

- 19 (53%): Marken gødes kraftigere
- 4 (11%): Marken gødes mindre
- 13 (36%): Ingen ændringer

Da der via organisk gødning kan spredes ukrudtsfrø til markerne, blev der spurgt: "Bruges der organisk gødning?":

- 10 (27%) svarede: Aldrig
- 5 (14%) svarede: Sjældent
- 22 (59%) svarede: Ofte

Til trods for tilbagegangen i antal marker med roer viser svarene, at 59% af de undersøgte brug har husdyr. Relationen mellem de afgivne svar og det fundne frøindhold vil blive belyst i en kommende rapport (Jensen & Kjellsson 1992).

Forsøgsarealernes beliggenhed

De undersøgte markers beliggenhed er vist på fig. 1. Det ses af figuren, at alle marker er placeret på Fyn eller i Jylland. På figuren er endvidere markeret de marker, som undersøgtes i 1964, men som af forskellige grunde måtte udgå af 1989-undersøgelsen.

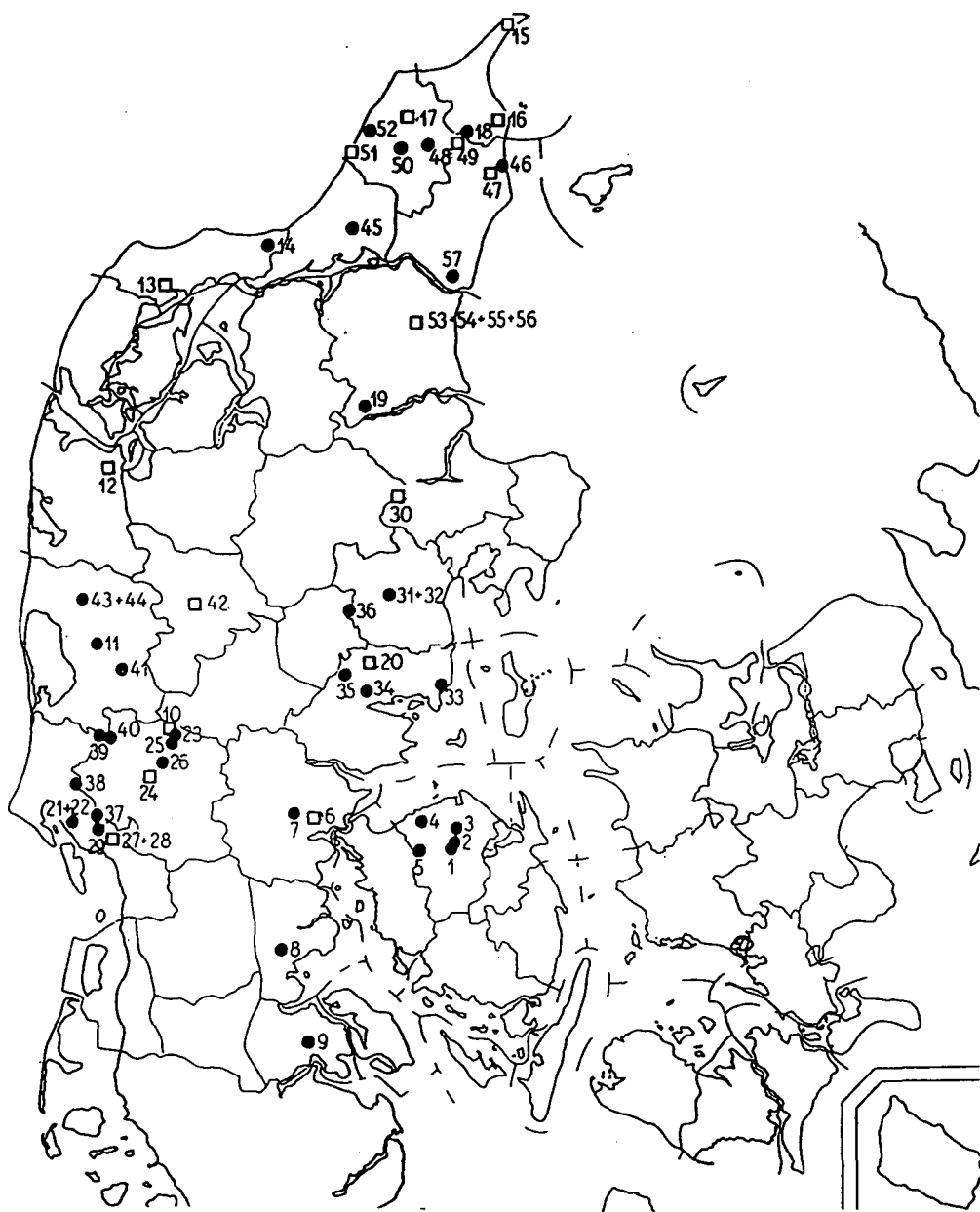


Fig. 1. De undersøgte markers beliggenhed.

The location of the examined fields.

● Undersøgt både i 1989 og i 1964 (*Examined both in 1989 and 1964*)

□ Kun undersøgt i 1964 (*Examined in 1964 only*)

Tabel 1. Antal frø pr. m² fundet i hver af de undersøgte marker ved analyse i 1989 samt differencen mellem tilsvarende værdier, bestemt ved analyse i 1964. Number of seeds pr. m² recovered in each of the examined fields in 1989 and the differences between the seed content, determined by analysis in 1964.

Mark nr.	Laboratoriet				Drivhus	
	Levende + døde frø		Levende frø		Spirede frø	
	1989	1989 ÷ 1964	1989	1989 ÷ 1964	1989	1989 ÷ 1964
1	99.800	21.900	27.900	- 4.700	6.900	- 18.400
2	72.300	59.700	4.000	1.400	2.400	- 7.700
3	88.500	25.900	17.400	10.000	15.200	4.800
4	47.700	- 11.800	400	- 7.000	1.400	- 5.800
5	152.300	138.800	41.600	39.400	34.700	28.100
7	12.100	- 8.400	2.400	- 2.400	2.600	- 4.400
8	27.500	- 2.200	4.800	- 4.200	6.100	100
9	161.600	79.200	39.600	18.000	32.300	21.500
11	75.600	8.500	23.400	- 800	20.000	7.100
14	88.900	- 84.600	36.000	- 38.600	6.500	- 26.900
18	152.700	- 14.300	35.600	4.700	37.200	22.000
19	348.300	202.400	8.500	- 12.400	13.500	- 3.600
21	65.900	- 20.900	800	- 24.200	2.000	- 27.800
22	67.100	- 1.500	800	- 16.500	1.200	- 12.900
23	154.700	- 64.200	23.400	- 72.200	7.300	- 19.500
25	109.900	- 10.000	42.400	- 8.700	4.800	- 17.500
26	242.000	43.400	120.400	7.100	11.300	- 14.400
29	707.900	-225.900	117.600	-378.600	51.500	6.400
31	90.900	-123.300	9.700	- 25.800	6.300	- 9.700
32	117.200	-144.500	3.200	- 30.600	5.500	- 8.400
33	6.500	- 26.000	400	- 3.800	1.000	- 9.100
34	103.400	- 87.300	29.100	- 16.000	15.200	- 3.500
35	139.000	- 85.300	12.500	- 87.000	20.600	- 46.200
36	52.100	- 21.900	5.700	- 2.500	3.600	- 3.400
37	67.500	- 23.000	18.200	- 43.700	3.200	- 36.600
38	85.300	7.800	1.200	- 18.400	800	- 17.000
39	243.200	160.900	64.600	10.600	5.700	- 14.200
40	122.800	-230.300	32.700	-123.300	9.100	- 27.300
41	109.500	89.800	21.000	9.400	17.600	7.400
43	81.200	-152.500	48.500	- 32.900	7.300	- 15.100
44	49.700	- 20.100	8.500	- 8.700	1.800	- 9.600
45	182.600	73.700	67.100	3.400	64.400	56.400
46	189.100	-135.000	67.500	- 76.000	6.500	- 6.900
48	70.300	- 66.600	7.700	- 5.300	2.400	- 12.600
50	41.600	- 48.100	8.100	- 28.800	3.200	- 9.800
52	149.500	- 37.000	34.700	- 38.000	8.500	- 16.600
57	154.700	- 56.900	27.100	- 73.200	4.400	- 18.100
Gennemsnit	127.900	- 21.300	27.400	- 29.200	12.000	- 7.300
Median	99.800		21.000		6.500	
Maksimum	707.900	202.400	120.400	39.400	64.400	56.400
Minimum	6.500	-230.300	400	-378.600	800	- 46.200

Metoder

Forsøgsarealerne var på 40 m² (oftest 2 x 20 m). Det blev tilstræbt at placere disse på nøjagtigt samme sted som i 1964, d.v.s. et stykke inde i marken, fri af skel og forager.

For hver mark blev der tegnet nye skitser over forsøgsarealernes beliggenhed og gennemført frekvensanalyser af vegetationen. Med et jordbor blev der fra 0-20 cm's dybde tilfældigt udtaget 30 jordsøjler, som blandedes til én prøve pr. mark.

Jordprøverne blev lufttørret og senere presset igennem en sigte med en maskevidde på 1 cm og opdelt i fraktioner ved hjælp af en prøvedeler: 2 x ¼ liter blev benyttet til slæmning, artsbestemmelse og spiring i laboratoriet og 2 x ½ liter til spiringsforsøg i drivhus.

Med henblik på at opnå sammenlignelige resultater blev det ved vegetationsanalyser og prøvetagning i marken samt ved frøanalyserne i laboratorium og drivhus tilstræbt at anvende samme metodik som i 1964-undersøgelsen (jfr. Jensen 1964, 1967).

Frøpuljens sammensætning 1989

Resultatet af frøanalyserne i laboratoriet og i drivhus er anført i tabel 1. Resultatet af vegetationsanalyserne indgår ikke i denne fremstilling, men behandles i en forsøgsrapport over de samlede resultater, som er under udarbejdelse (Jensen & Kjellsson 1992).

Det gennemsnitlige indhold af levende og døde frø, bestemt ved slæmning og spiring i laboratoriet, var 127.900 frø pr. m². Af disse var i gennemsnit 27.400 spiredygtige. Hvis Tudse-Siv (*Juncus bufonius*) udelades, reduceres det gennemsnitlige frøindhold af levende + døde frø til 12.100 frø pr. m².

Ved drivhusmetoden fandtes tilsvarende i gennemsnit 12.000 levende frø pr. m², og hvis Tudse-Siv udelades 11.400 frø pr. m².

Af tabellen ses, at der var meget betydelige forskelle i frøindholdet fra mark til mark. Dette kan illustreres ved følgende fordeling af markerne efter frøindholdet, bestemt ved laboratoriemetoden:

Interval	Levende + døde frø	Levende frø	Levende frø
	1989	1989	1989
> 200.000 frø pr. m ²	4	0	1
100.000-200.000 frø pr. m ²	14	2	4
50.000-100.000 frø pr. m ²	13	3	9
10.000-50.000 frø pr. m ²	5	17	15
5.000-10.000 frø pr. m ²	1	6	4
< 5.000 frø pr. m ²	0	9	4

Det højeste antal levende + døde frø (707.900 pr. m²) forekom i mark nr. 29, og det højeste antal levende frø (120.400 pr. m²) i mark nr. 26.

Relativ hyppighed

De almindeligste arters relative hyppighed i jordprøverne er anført i tabel 2. Beregningen er foretaget ved hjælp af formlen:

$$\text{Relativ hyppighed (art n)} = \frac{\text{Sum af antal frø af art n i 37 prøver} \times 100}{\text{Sum af alle arters antal frø i 37 prøver}}$$

Tabel 2. Den relative hyppighed af de almindeligst forekommende arter, fundet som levende frø ved laboratoriemetoden i 1989 og 1964.
Relative abundance of the most common species found as viable seeds by the laboratory method in 1989 and 1964.

Art	1989	1964
Tudse-Siv (<i>Juncus bufonius</i>)	55,7	55,6
Enårig Rapgræs (<i>Poa annua</i>)	20,5	8,5
Siv (<i>Juncus</i> sp.)	5,6	-
Mark-Ærenpris (<i>Veronica arvensis</i>)	2,3	0,3
Hyrdetaske (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	2,2	0,7
Ager-/Alm. Stedmoderblomst (<i>Viola arvensis/tricolor</i>)	2,4	2,2
Glat Vejbred (<i>Plantago major</i>)	1,4	2,8

Vej-Pileurt (<i>Polygonum aviculare</i>)	0,5	1,2
Alm. Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	0,4	4,1
Alm. Spergel (<i>Spergula arvensis</i>)	0,2	2,3
Fersken-Pileurt (<i>Polygonum persicaria</i>)	0,1	1,2
Alm. Firling (<i>Sagina procumbens</i>)	-	3,2
Sump-Evighedsblomst (<i>Gnaphalium uliginosum</i>)		3,2
Andre arter	8,7	14,7

- = <0,05%

Tudse-Siv udgjorde 55,7% af de levende frø bestemt ved laboratoriemetoden. Enårig Rapgræs udgjorde 20,5% og andre Siv-arter 5,6% af de levende frø. De resterende 18,2% af frøene er fordelt på en række arter, hvoraf de hyppigst forekommende er anført i tabellen. Siv-arter er kendt for at kunne dominere frøbanken, f.eks. i marker og skove, uden nødvendigvis at være til stede i vegetationen (Jensen 1969, Kjellsson 1992).

Arternes forekomst i procent af markerne (konstans)

Arternes konstans som udtryk for procent forekomst i markerne blev beregnet for levende frø, bestemt ved laboratoriemetoden. De hyppigst forekommende arter ved 1989-undersøgelsen var Enårig Rapgræs (84%), Tudse-Siv (65%), Hvidmelet Gåsefod (35%) og Hyrdetaske (35%).

Antal arter i alt

Antal arter, identificeret som henholdsvis levende + døde frø og som levende frø i 1989, er vist i fig. 2.

Af figuren kan aflæses, at andelen af marker med mindst 10 arter, repræsenteret som levende frø, udgjorde 27% (100-73). Endvidere, at der er en meget væsentlig forskel mellem kurverne for levende + døde frø og for levende frø.

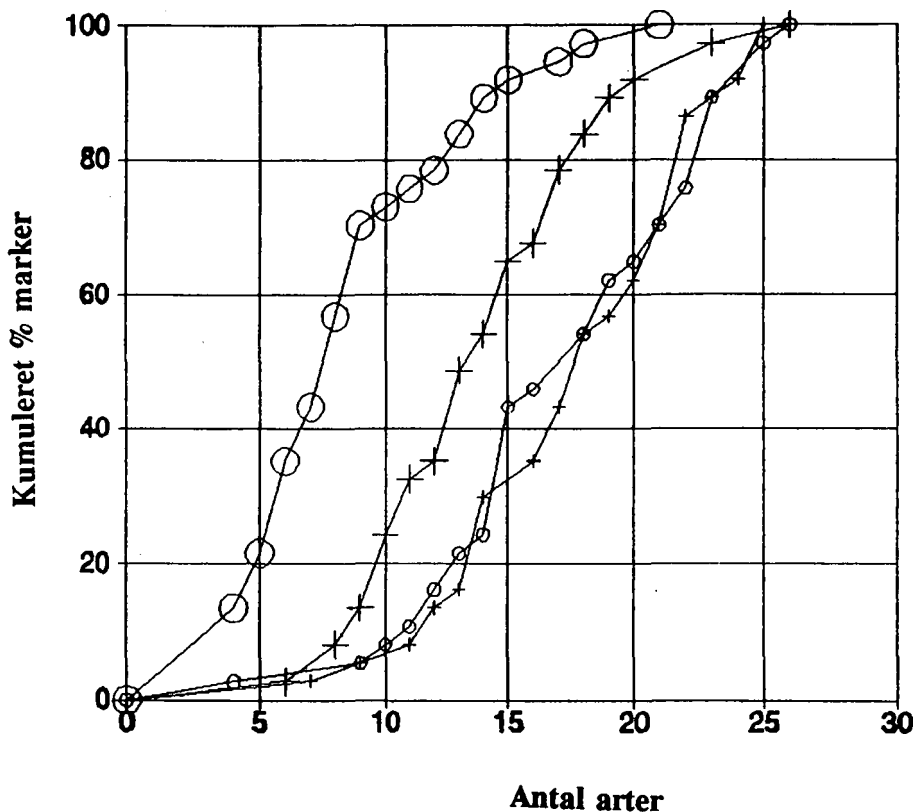


Fig. 2. Antal arter pr. mark i 1989 og 1964 afbildet som funktion af kumuleret procent marker.

Number of species per field recovered in 1989 and 1964 depicted as a function of cumulative percentage of fields.

o 1964 levende frø (*viable seeds*)

o 1989 levende frø (*viable seeds*)

+ 1964 levende + døde frø (*viable + dead seeds*)

+ 1989 levende + døde frø (*viable + dead seeds*)

Ændringer i frøpuljens størrelse i perioden 1964-1989

Differencen mellem frøpuljens størrelse, bestemt henholdsvis ved laboratoriemetoden og ved spiring i drivhus ved 1989- og 1964-undersøgelserne, er vist i tabel 1.

Antallet af levende + døde frø faldt i gennemsnit 21.300 frø fra 1964 til 1989. Ved en permutationstest (dobbeltsidig) blev der ikke fundet en signifikant forskel mellem antal levende + døde frø fra undersøgelserne i 1989 og 1964 ($n = 37$, diff.sum 7.896, $P = 0,169$; N.S.). I 12 marker steg frøindholdet, medens antallet af levende + døde frø var lavere i 25 marker.

Antallet af levende frø blev i løbet af de 25 år reduceret til under det halve, idet de 37 marker i 1964 i gennemsnit indeholdt 56.600 levende frø pr. m^2 med et gennemsnit på 27.400 ved 1989-undersøgelsen. Permutationstesten viste en signifikant forskel mellem antallet af levende frø fra de to undersøgelser ($n = 37$, diff.sum 10.803, $P < 0,001$). I 9 marker skete der en stigning og i 28 marker et fald i indholdet af levende frø.

Antallet af levende frø, bestemt ved drivhusmetoden, viste ligeledes et fald fra et gennemsnit på 19.300 til 12.000 frø pr. m^2 . Permutationstesten viste en signifikant forskel mellem de to sæt resultater ($n = 37$, diff.sum 2.692, $P < 0,05$). Ved denne metode fandtes ligeledes, at frøindholdet steg i 9 marker og faldt i 28 marker.

Arternes relative hyppighed i 1964-undersøgelsen er vist i højre kolonne i tabel 2. Det fremgår, at Tudse-Siv i begge undersøgelser var den dominerende art, idet den repræsenterede over halvdelen af de levende frø. Den næsthyppigste art, Enårig Rapgræs, udviser derimod i modsætning til de øvrige arter en betragtelig fremgang, idet den ved 1989-undersøgelsen repræsenterede 20,5% af frøpuljen imod 8,5% i 1964.

I tabel 2 er nævnt de arter, som enten i 1989 eller i 1964 repræsenterede mindst 1% af de fundne levende frø. Under den stiplede linie i tabellen er placeret de arter, som kun i 1964 udgjorde mindst 1% af frøpuljen. Markant er tilbagegangen i den relative hyppighed for Fuglegræs (3,7%), Alm. Firling (3,2%), Sump-Evighedsblomst (3,2%) og Alm. Spergel (2,1%).

Tabel 3 indeholder de arter, som ved mindst én af de to undersøgelser forekom i mindst 20% af prøverne. Enårig Rapgræs var den art, der forekom som levende frø i det største antal marker i de to undersøgelser. Tudse-Siv havde ligeledes en høj konstans i de to undersøgelser. Mange arter viste imidlertid en meget markant nedgang i konstans, f.eks. Hvidmelet Gåsefod (38%) og Glat Vejbred (52%).

Under den stiplede linie forekommer mange arter med en meget markant tilbagegang: Alm. Fuglegræs (81%), Ager-/Alm. Stedmoderblomst (32%), Alm. Spergel (44%), Fer-

sken-Pileurt (36%), Alm. Firling (40%), Snerle-Pileurt (46%).

Af fig. 2 fremgår, at der er sket en meget markant ændring i det totale antal ukrudtsarter fundet som levende frø i 1989 og i 1964. Dette kan illustreres ved, at det af figuren kan aflæses, at andelen af marker med mindst 10 arter (levende frø) i 1989 udgjorde 27% (100-73), men 92% i 1964.

Tabel 3. Konstans (forekomst i procent af markerne) af de hyppigst forekommende arter, fundet som levende frø ved laboriemetoden i 1989 og 1964.
Constancy (occurrence in percentage of fields) of the most common species, found as viable seeds by the laboratory method in 1989 and 1964.

Art	1989	1964
		Enårig
Rapgræs (<i>Poa annua</i>)	84	78
Tudse-Siv (<i>Juncus bufonius</i>)	65	70
Hvidmelet Gåsefod (<i>Chenopodium album</i>)	35	73
Hyrdetaske (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	35	24
Glat Vejbred (<i>Plantago major</i>)	24	76
Mark-Ærenpris (<i>Veronica arvensis</i>)	22	27
Siv (<i>Juncus</i> sp.)	22	5

Alm. Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	11	92
Ager-/Alm. Stedmoderblomst (<i>Viola arvensis/tricolor</i>)	11	43
Vej-Pileurt (<i>Polygonum aviculare</i>)	11	38
Alm. Spergel (<i>Spergula arvensis</i>)	5	49
Fersken-Pileurt (<i>Polygonum persicaria</i>)	5	41
Skive-Kamille (<i>Camomilla suaveolens (Matricaria matricarioides)</i>)	5	22
Alm. Firling (<i>Sagina procumbens</i>)	3	43
Mark-Forglemmigej (<i>Myosotis arvensis</i>)	3	35
Hvid-Kløver (<i>Trifolium repens</i>)	3	35
Snerle-Pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i>)		46
Storkronet Ærenpris (<i>Veronica persica</i>)		30

Ændringerne i antallet af levende + døde frø er mindre markant, hvilket er en naturlig følge af, at døde ukrudtsfrø ligger et antal år i jorden, inden de helt forsvinder. Det er bemærkelsesværdigt, at kurverne for levende + døde frø og for levende frø ligger meget

tæt, og antallet er ikke signifikant forskellige (Kolmogorov-Smirnov test, $N = 37$, $D = 0,135$, N.S.). Forklaringen skal søges i, at frøpuljens artsvisse sammensætning på dette tidspunkt er relativt konstant, hvorimod der er sket en markant ændring i perioden 1964-1989. Dette afspejles i en signifikant forskel mellem de to kurver fra 1989 (Kolmogorov-Smirnov test, $N = 37$, $D = 0,568$, $P < 0,001$).

Konklusion

Resultatet af den sammenlignende undersøgelse 1964-1989 viser klart, at der for de 37 marker, som indgik i undersøgelsen, generelt er sket en meget markant nedgang i såvel antal levende frø som antal arter pr. mark. Resultaterne viser endvidere, at der til trods for nedgangen stadig er en betydelig frøbank i mange marker.

Ved effektiv ukrudtsbekæmpelse og optimale vækstbetingelser for afgrøderne er det muligt at reducere frøpuljen, hvilket på længere sigt kan være grundlaget for et reduceret forbrug af kemikalier. Dette forhindrer dog ikke, at der kan opstå resistente racer af visse ukrudtsarter, eller der kan indføres nye arter, som er vanskelige af bekæmpe.

Den betydelige reduktion i artsantallet pr. mark er imidlertid mindre ønskværdigt set fra et naturforvaltningssynspunkt, idet det er vigtigt at bevare en genpulje hos ukrudtsarterne, og fordi mange ukrudtsplanter er vigtige fødeemner for den vilde fauna (f.eks. agerhøns og fasaner).

Reduktionen i markernes ukrudtsflora kan delvis modvirkes ved indførelse af sprøjtefrie randzoner og ved at egnsvis udvalgte marker med en karakteristisk og artsrig flora friholdes for sprøjtemidler og intensiv drift (artsrefugier).

Sammendrag

Forsøget beskriver ændringer af frøpuljens størrelse i danske marker gennem 25 år. I 37 marker, undersøgt for indhold af frø i 1964, blev der i 1989 udtaget jordprøver i 0-20 cm dybde. Ved slæmning og spiring fandtes i gennemsnit 127.900 levende + døde frø pr. m² (maks. 707.900, min. 6.500), d.v.s. en nedgang på 21.300 i forhold til 1964. Indholdet af levende frø var i 1989 i gennemsnit 27.400 (maks. 120.400; min. 400), en reduktion på 29.200. Ved spiring i drivhus fandtes i gennemsnit 12.000, hvilket er 7.300 lavere end i 1964. Tudse-Siv udgjorde i begge undersøgelser ca. 56% af frøpuljen af levende frø, Enårig Rapgræs 20,5% i 1989, men kun 8,5% i 1964. Enårig Rapgræs blev fundet i 84 og 78%, Tudse-Siv i 65 og 70% af prøverne henholdsvis i 1989 og 1964. Mange ukrudtsarter udviste en kraftig tilbagegang i forekomst som levende frø siden 1964, f.eks. Hvidmelet Gåsefod, Glat Vejbred, Alm. Fuglegræs, Alm. Spergel. Det gennemsnitlige antal arter pr. mark, fundet som levende frø, faldt fra 12,1 til 4,8 i løbet af de 25 år.

Litteratur

- Jensen H.A.*, 1967. Frøindholdet i agerjord, bestemt ved forskellige metoder, og dets relation til vegetationen på marken og nogle jordbundsfaktorer. Licentiaafhandling. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. 125 pp.
- Jensen, H.A.*, 1969. Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. - Dansk Bot. Arkiv 27(2):1-56.
- Jensen, H.A. & Kjellsson, G.*, 1992. Frøpuljens størrelse og dynamik i moderne landbrug. I: Ændringer af frøindholdet i agerjord 1964-1989 (in press).
- Kjellsson, G.*, 1992. Seed banks in Danish deciduous forests: Species composition, seed influx and distribution pattern in soil. Ecography 1 (in press).

Herbiciddosering i relation til kornarter og sorter

Herbicide doses in different cereals and cultivars

Svend Christensen

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

4200 Slagelse

Summary

Three years experiments with different cultivars of cereals showed significant varietal differences in weed suppression. Varying spaciuous light interception (shadiness) from stem elongation until heading caused the variation. The canopy heights of the cultivars were the main character of the competitive ability and a regression model was used to describe the correlation between straw length and weed biomass (U_{index}).

Experiments in spring barley and winter cereals showed that the dose-response curves of the cultivars could be derived from the weed biomass assessed in the untreated plots. Further, aiming at the same level of control (gram weed dry matter per m^2) the required herbicide dose could be calculated from the U_{index} . In strong competitive spring barley and winter wheat cultivars the herbicide doses could be reduced by 20 % compared to cultivars with a moderate competitive ability. In weak spring barley and winter wheat cultivars it was necessary to increase the doses by 10 and 30 % respectively to achieve the same level of control as in the moderate cultivars.

Indledning

Det har længe været kendt, at afgrødens evne til at konkurrere med ukrudtet påvirker behovet for bekæmpelse, men hidtil har ingen danske eller udenlandske forsøg belyst sammenhængen mellem afgrødens konkurrenceevne og herbicideffekten. I forbindelse med fastlæggelse af den optimale (minimale) dosering er det vigtigt at få kvantificeret afgrødens indflydelse på herbicideffekten.

En række dyrkningsfaktorer såsom afgrødetype, sortsvalg, udsædsmængde, såtid og kvælstoftilførsel bestemmer afgrødens konkurrenceevne. I det følgende redegøres for vårbyg- og vinterhvedesorters konkurrenceevne i relation til herbiciddosering.

Det ville være et uoverkommeligt forsøgsarbejde at fastlægge den optimale dosering i alle sorter, idet der hele tiden optages nye sorter på sortslisten. Et 3-årigt projekt støttet af Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd har derfor haft til formål at undersøge, hvilke morfologiske og fysiologiske karakteristika, der betinger en høj konkurrenceevne. På baggrund af disse undersøgelser benyttes der i denne artikel en simpel model til at indeksere vinterhvede- og vårbygsorters konkurrenceevne ved hjælp af strå længden. Endvidere udledes sammenhængen mellem konkurrenceevne og doseringskurverne for de undersøgte sorter. Resultaterne vil blive implementeret i PC-Planteværn.

Materialer og metoder

I artiklen vises resultater fra 2 forsøg med udvalgte vårbygsorter samt 2 forsøg med udvalgte vinterhvede-, vinterbyg- og vinterrugsorter. En samlet oversigt over undersøgte sorter er vist i tabel 1.

Vårbygforsøg I (1988-1990): Morfologiske og fysiologiske undersøgelser i et udvalg af vårbygsorter (tabel 1). En detaljeret metodebeskrivelse af disse undersøgelser findes i Christensen (1990A). Vårapps blev anvendt som testplante i det ene forsøgsled. I det andet forsøgsled blev ukrudtet bekæmpet. Plantetætheden af vårbyg og vårapps var henholdsvis 300 og 200 planter pr. m².

Vårappen blev jævnt fordelt på jordoverfladen, umiddelbart før sorterne blev sået. Sådybden var ca. 4 cm og rækkeafstanden 12 cm. Der blev gødet med 110 kg N, 21 kg P og 52 kg K. Tørstof af ukrudt blev bestemt flere gange i løbet af vækstperioden.

Vårbygforsøg II (1989-1990): Doseringsforsøg med 4 vårbygsorter (tabel 1). Plantetæthed, testplante, sådato, sådybde, rækkeafstand og gødningstilførsel var identisk med forsøg I. Forsøget blev sprøjtet med MCPA + dichlorprop i 0, 1/128, 1/64, 1/32, 1/16 1/8 og 1/4 af normaldosering (399 + 1.602 g virksomt stof pr. ha) på rapsens 2-4 løvbladstadiet i 1989 og 4-6 løvbladstadiet i 1990. Tørstof af ukrudt blev bestemt 1 uge før skridning. Den statistiske modelopbygning samt analyser er beskrevet i Christensen (1990B).

Vintersædsforsøg III (1989): Forsøg med 8 vinterhvede-, 2 vinterbyg- og 2 vinterrugsorter (tabel 1). Vinterraps blev anvendt som testplante i det ene forsøgsled. I det andet forsøgsled blev ukrudtet bekæmpet. Vinterrapsen blev jævnt fordelt på jordoverfladen, umiddelbart før sorterne blev sået i slutningen af september. Plantetætheden var henholdsvis 200 og 400 raps- og hvedeplanter pr. m². Sådybden var ca. 4 cm og rækkeafstanden 12 cm. Der blev gødet med 145 kg N, 28 kg P og 70 kg K. Tørstof af ukrudt blev bestemt 1 uge før skridning.

Vintersædsforsøg IV (1990-1991): Doseringsforsøg med 4 vinterhvedesorter, 1 vinterrugsort og 1 vinterbygsort. Plantetæthed, testplante, sådato, sådybde, rækkeafstand og

Tabel 1. Oversigt over undersøgte sorter i forsøg I-IV. Strållængdekarakter: MK = meget kort, K = kort, M = middel langt, L = langt, ML = meget langt.
A list of the investigated cultivars in trial I-IV. The straw length character: MK=very short, K=short, M=median length, L=long, ML=very long.

Vårbyg <i>Spring barley</i>					Vinterhvede <i>Winter wheat</i>				
	Strålgd.	1988	1989	1990	Strålgd.	1989	1990	1991	
	<i>Straw length</i>				<i>Straw length</i>				
1. Grit	M	I	I,II	I,II	1. Sleipner	MK	III	IV	IV
2. Lenka	M	I	I,II	I,II	2. Gawain	K	III	IV	IV
3. Formula	MK	I	I,II	I,II	3. Rektor	M	III	IV	IV
4. Ida	ML	I	I,II	I,II	4. Kosack	ML	III	IV	IV
5. Jenny	ML	I	I	I	5. Florida	K	III		
6. Tikko	L		I	I	6. Kraka	L	III		
7. Alis	MK	I	I	I	7. Urban	K	III		
8. Digger	K	I	I	I	8. Longbow	MK	III		
9. Gorm	L	I	I		Vinterbyg <i>Winter barley</i>				
10. Sewa	M		I	I	1. Trixi	K	III	IV	IV
11. Alexis	M		I	I	2. Marinka	L	III		
12. Regatta	L		I	I	Vinterrug <i>Winter rye</i>				
13. Harry	ML		I		1. Ketkus	127	III	IV	IV
14. Magnum	MK		I		2. Danko	120	III		
15. Corgi	K	I							
16. Jonna	L	I							
17. Cerise	L	I							
18. Apex	ML	I							
19. Semira	ML	I							
20. Fleet	MK	I							

gødningstilførsel var identisk med forsøg III. I 1991 var overvintringen af vinterraps ringe og det naturligt forekomne ukrudt blev derfor benyttet i analyserne. Forsøget blev sprøjtet med Ioxynil + Mechlorprop i 0, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 og 1/1 af normaldosering (240 + 720 g virksomt stof pr. ha) på rapsens 4 løvbladstadiet. Tørstof af ukrudt blev bestemt 1 uge før skridning.

Resultater og diskussion

Vårbygsorters konkurrenceevne

I fig. 1 er vist resultaterne af de grundlæggende undersøgelser af vårbygsorters skygge- og konkurrenceevne (forsøg I). Figuren viser, at biomassen af ukrudt aftog lineært med stigende optagelse af lys (skyggeevne) i hele afgrødestrukturen fra strækning til skridning. Sorten Grit er i fig. 1 benyttet som reference, idet intensiteten af konkurrence mellem ukrudt og afgrøde var forskelligt i de 3 år. Den statistiske modelopbygning samt analyser er beskrevet i Christensen (1990A).

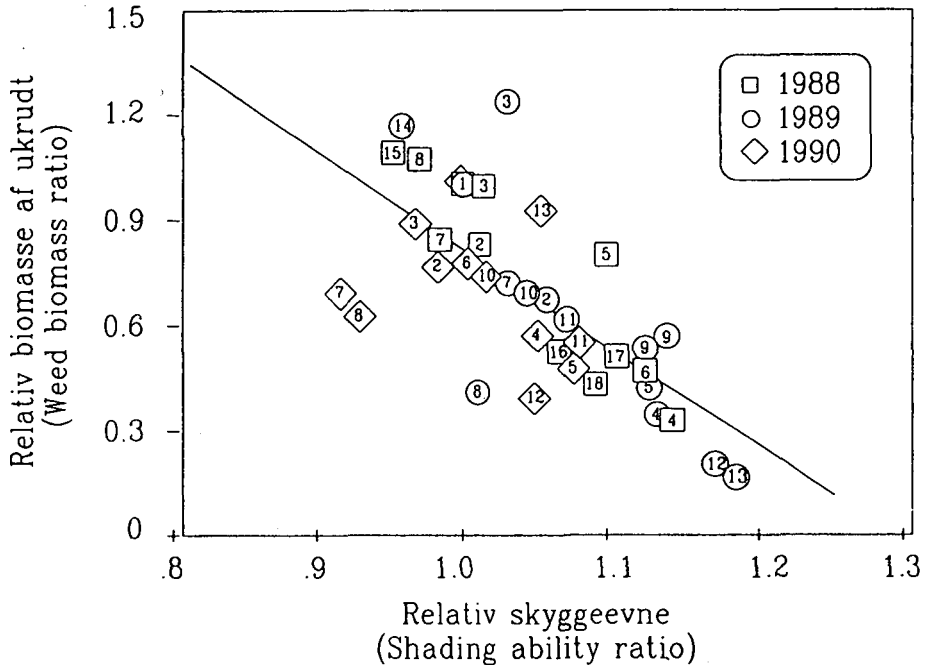


Fig. 1. Sammenhængen mellem relativ skyggeevne og biomasse af ukrudt i undersøgte vårbygsorter 1988-1990 (Grit=1.0) Sortsnummerering er angivet i tabel 1. Skyggeevnen er den statistiske parameter for sorterens dynamiske og rumlige optagelse af lys.

The correlation between relative shading ability and biomass ratio of weed for the investigated spring barley cultivars in 1988-1990 (Grit = 1.0). The cultivar numbers are given in table 1. Shading ability is the statistical parameter of dynamic and spacious interception of light of the cultivars.

Resultatet er i overensstemmelse med udenlandske undersøgelser (Wimschneider & Bachthaler 1979; Challaiah *et al.* 1986, Satorre 1988 og Verschwele 1991), der viser, at skyggeevnen er den egentlige årsag til sorters varierende konkurrenceevne. En bestemmelse af sorters skyggeevne er imidlertid arbejdskrævende, og det var derfor nærliggende at undersøge, om det var muligt at benytte andre egenskaber, der er korreleret med konkurrenceevnen.

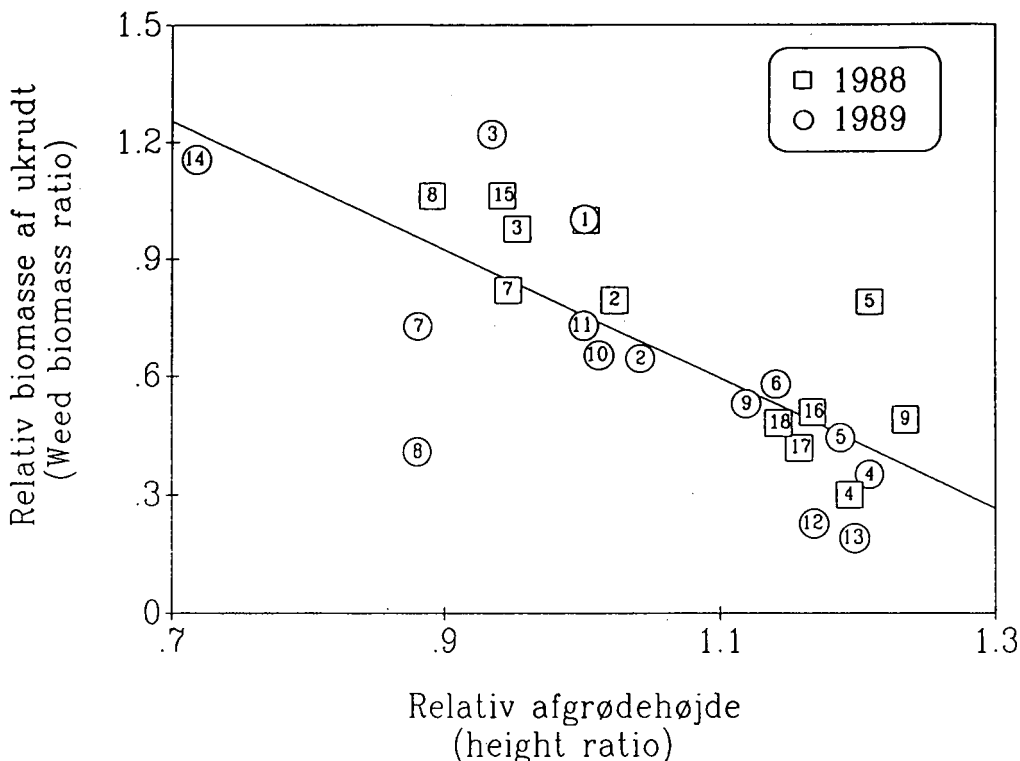


Fig. 2. Sammenhængen mellem relativ afgrøde højde og biomasse af ukrudt i undersøgte vårbygssorter 1988-1989 (Grit=1.0). Sortsnummerering er angivet i tabel 1. Afgrøde højden er den statistiske parameter for sorterens højdeudvikling. *The correlation between canopy height ratio and biomass ratio of weed for the investigated spring barley cultivars in 1988-1989 (Grit = 1.0). The cultivar numbers are given in table 1. Shading ability is the statistical parameter of canopy height development.*

I fig. 2 er vist sammenhængen mellem sortshøjden og biomassen af ukrudt. Årsvariation er som i fig. 1 elimineret ved anvendelsen af Grit som reference. Af figuren ses, at der er en lineær sammenhæng mellem biomassen af ukrudt og sortshøjden. Biomassen af ukrudt var derfor betydelig mindre i højere end i lavere sorter.

Spredningen omkring regressionslinien er i fig. 2 større end i fig. 1. Det skyldes, at den vertikale fordeling af bladmassen samt væksthastigheden, som er indeholdt i skyggeevnen, også påvirker sorterens konkurrenceevne. Indtil der foreligger en sikker og hurtig metode til bestemmelse af disse egenskaber, er højden imidlertid den eneste egenskab, der egner sig til en kvantitativ bestemmelse.

I forsøget blev sortshøjde estimeret ud fra gentagne målinger fra strækning til modning. I sortafprøvningen foretages der kun en registrering af sorterens strållængde efter skridning og en kvantitativ beskrivelse af konkurrenceevne må nødvendigvis baseres på disse registreringer.

I fig. 3A og 3B er vist sammenhængen mellem vårbyg- og vinterhvedesorters strållængde målt i observationsparcellerne i sortsafrøvningen og biomasse af ukrudt bestemt i de foreliggende forsøg. Begge variable er som fig. 1 og 2 vist i en relativ skala, men i fig. 3 er den relative strållængde udtrykt i forhold til den gennemsnitlige strållængde af de undersøgte sorter. Tilsvarende er den relative biomasse af ukrudtet (U_{indeks}) sat i forhold til den gennemsnitlige biomasse af ukrudt. Da de undersøgte sorter repræsenterer den potentielle variation i strållængden, er dette en rimelig fremgangsmetode.

Af fig. 3A fremgår det, at en lineær model giver en tilpas beskrivelse af data. Sort nr. 3 (Formula) og nr. 8 (Digger) afveg dog markant fra regressionslinien i 1989. I det pågældende år afveg de samme 2 sorter ligeledes fra den lineære sammenhæng i fig. 1 og 2, og der må formodes at være sket en fejl ved bestemmelsen af ukrudtets biomasse. Det bør bemærkes, at de 2 sorter afveg symmetrisk omkring linien og derfor ikke påvirker regressionskoefficienterne.

Sort nr. 1 (Grit) og sort nr. 12 (Regatta) afveg systematisk fra linien, hvilket formentlig skyldtes, at strållængden ikke var tilstrækkelig til at beskrive disse sorters konkurrenceevne. Grit har en meget udbredt vækstform, der giver en ugunstig position af bladmassen i forhold til aggressive ukrudtsarter med strækningsvækst.

På trods af ovennævnte afvigelser er det rimeligt at benytte regressionsmodellen fra fig. 3A til at indeksere vårbygsorters konkurrenceevne. I fig. 4A er vist ukrudtsindekset (U_{indeks}) for et udvalg af vårbygsorter. Et højt U_{indeks} = ringe konkurrenceevne og et lavt U_{indeks} = god konkurrenceevne.

Indekset for de undersøgte sorter varierede fra 0.5 til 1.3, men som det fremgår af sortsfordelingen i 1991, dyrkes de konkurrencedygtige sorter Apex, Jenny og Ida kun i ringe omfang.

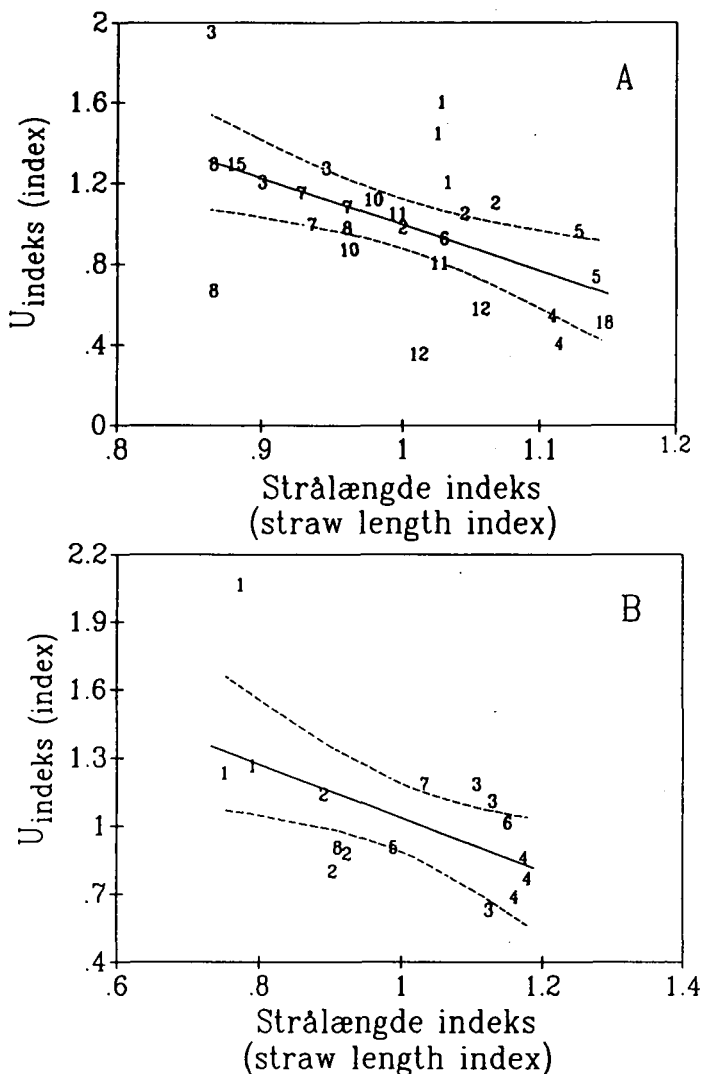


Fig. 3. Korrelationen mellem strårlængdeindeks og ukrudtsindeks (U_{indeks}) for udvalgte vårbygsorter i 1988-1990 (A) og vinterhvedesorter i 1989-1991 (B). Sortsnummering er angivet i tabel 1. Den gennemsnitlige ukrudtsbiomasse og strårlængde af undersøgte sorter = 1.0.

Regressionligninger A: $y = 3.40 - 2.41 \cdot x$; B: $y = 2.36 - 1.31 \cdot x$. Konfidensintervaller for regressionlinierne er angivet som stiplede linier.

The correlation between straw length ratio and weed index (U_{index}) for different spring barley cultivars in 1988-1990 (A) and winter wheat cultivars in 1989-1991 (B). The cultivar numbers are given in table 1. The mean biomass of weed and straw length of the investigated cultivars = 1.0.

Regression models A: $y = 3.40 - 2.41 \cdot x$; B: $y = 2.36 - 1.31 \cdot x$. The confidence intervals of the regression lines are shown as dotted lines.

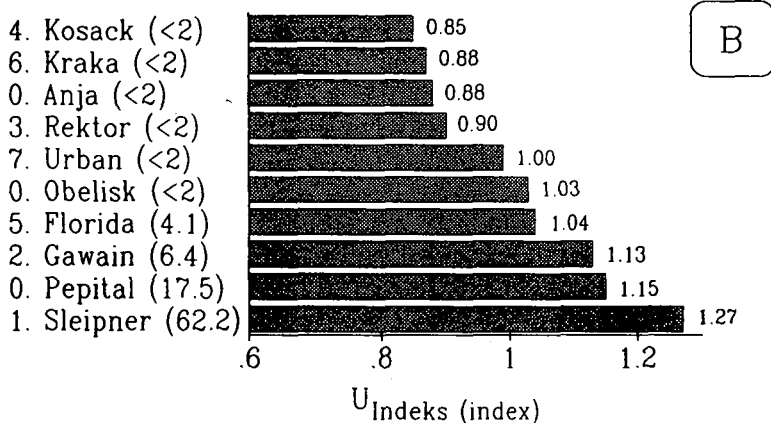
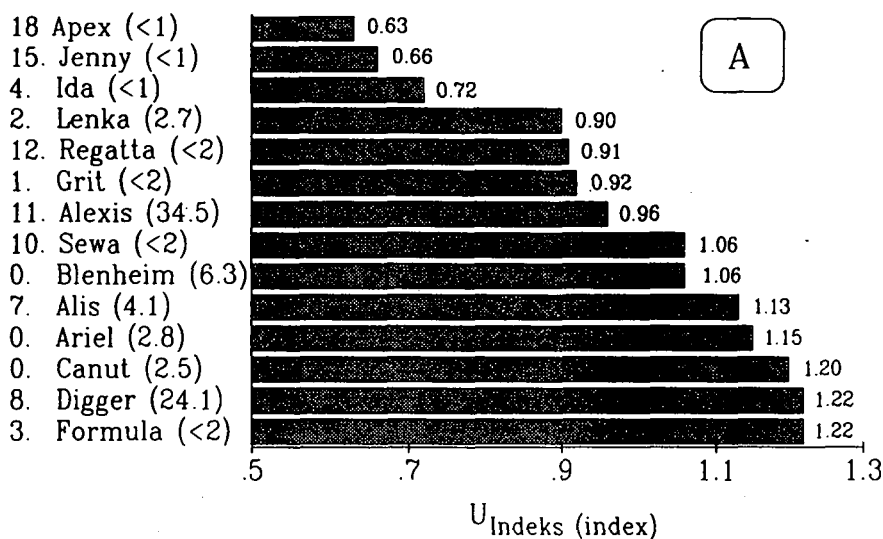


Fig. 4. Estimeret og predikteret U_{Indeks} for dyrkede vårbygsorter (A) og vinterhvedesorter (B). U_{Indeks} for sorter med nummerering <0 er predikteret ved hjælp af regressionligningerne i fig. 3. Tallene i parentes angiver sortens procentvise andel af det samlede dyrkede areal af henholdsvis vårbyg og vinterhvede i 1991.

Estimated and predicted U_{index} of grown spring barley cultivars (A) and winter wheat cultivars (B). U_{index} of cultivars with numbers <0 are predicted from the regression models in fig. 3. The percentage parts of the grown barley and winter wheat cultivars in 1991 are given brackets.

Vinterhvedesorters konkurrenceevne

Fig. 3B viser sammenhængen mellem strållængdeindekset bestemt i sortsafprøvningen og den relative biomasse af ukrudt (U_{indeks}) i de undersøgte vinterhvedesorter (forsøg III og IV). Som i fig. 3A giver en lineær model en rimelig beskrivelse af data, selvom nogle afvigelse indikerer, at strållængden ikke er tilstrækkelig til at beskrive alle sorters konkurrenceevne.

I fig. 4B er vist U_{indeks} for et udvalg af sorter estimeret ved hjælp af regressionsligningen i fig. 3. Indekset varierede fra 0.85 i Kosack, Anja og Kraka til 1.3 i Sleipner. Af sortsfordelingen fremgår det, at der i 1991 overvejende blev dyrket konkurrencesvage sorter, såsom Sleipner og Pepital.

Doseringskurver i vårbygsorter

Resultatet af forsøg med doseringer af MCPA + dichlorprop i vårbyg (forsøg II) viste, at forskellen mellem sorter var mest markant i det ubehandlede forsøgsled (fig. 5). Med stigende dosering aftog forskellen mellem sorterne. I 1989 var 1/4 dosering tilstrækkelig til at opnå 100 % effekt, hvorimod der i 1990 skulle anvendes normaldosering for at opnå samme i effekt. Dette skyldes et senere sprøjtetidspunkt i 1990. Formen på kurvene er derfor ikke ens i de 2 forsøgsår.

Som det fremgår af fig. 5 var sortforskellene ikke så stor i 1990 som i 1989. Årsagen til dette var formentlig et samspil mellem en sen sprøjtning og klimatiske forhold, der ændrede intensiteten af konkurrence mellem afgrøde og ukrudt. Forskellen i sorterne konkurrenceevne må derfor antages at vokse med stigende konkurrence fra ukrudtet.

Af det ubehandlede forsøgsled fremgår det, at Formula og Grits konkurrenceevne i begge år var ringere end Lenka og Idas konkurrenceevne. Dette er i overensstemmelse med resultaterne i forsøg I.

Doseringskurver i vintersæd

Fig. 6 viser doseringskurverne for Ioxynil + Mechlorprop i 4 vinterhvedesorter og 1 vinterbygssort samt 1 vinterrugsort i 1990 og 1991 (forsøg IV). Som det fremgår af figurerne var forskellen i sorterne evne til at undertrykke vinterrapsen, både i de ubehandlede (dosering=0) og de sprøjtede forsøgsled, størst i 1990. En mulig forklaring er, at overvintringen af vinterraps var dårlig, og at ukrudtet derfor fortrinsvis bestod af konkurrencesvage arter som fuglegræs og hyrdetaske. Resultaterne tyder derfor på, at stigende konkurrence fra ukrudtet forøger sortforskellene som i forsøg II. Courtney (1991) fandt i engelske forsøg, at det var nødvendig at forhøje herbiciddoseringen med stigende konkurrecestryk fra ukrudtet for at opnå samme effekt, hvilket underbygger ovennævnte fremstilling.

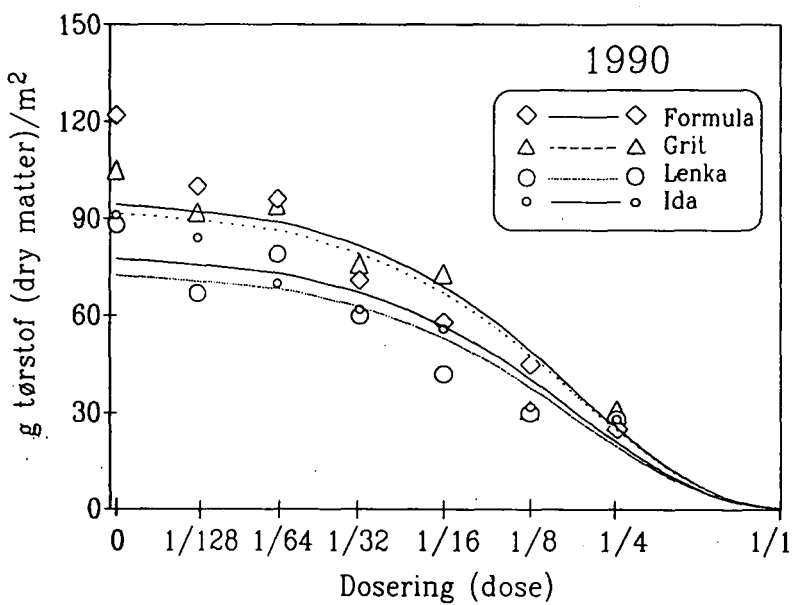
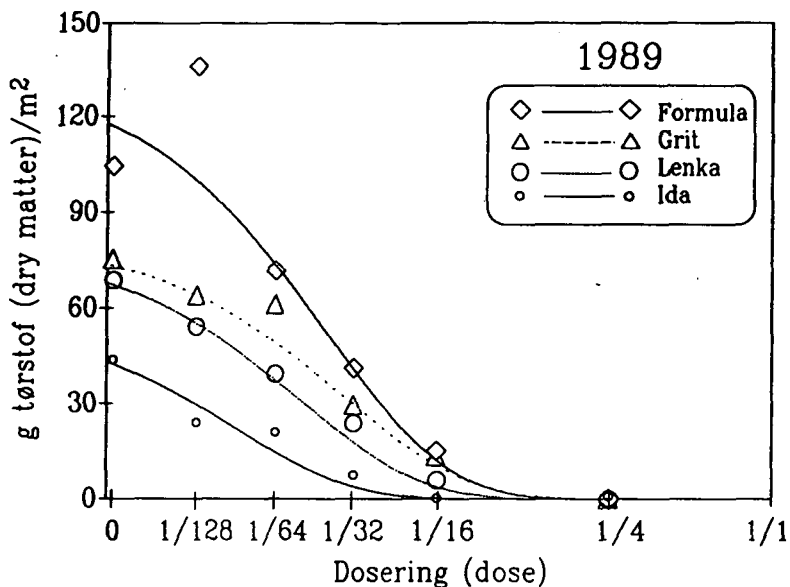


Fig. 5. Doseringkurver for 4 vårbygsorter. Sammenhængen mellem ukrudtstørstof og doseringer af MCPA + dichlorprop. Kurverne er fastlagt statistisk ud fra de viste data.

Dose-response curves for 4 spring barley cultivars: The correlation between dry matter of weed and doses of MCPA + dichlorprop. The curves are fitted statistically to the shown data.

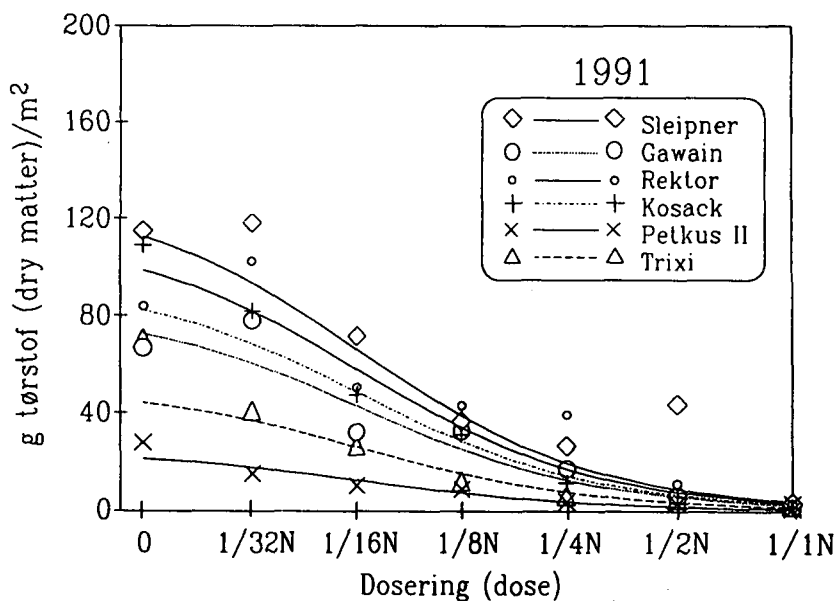
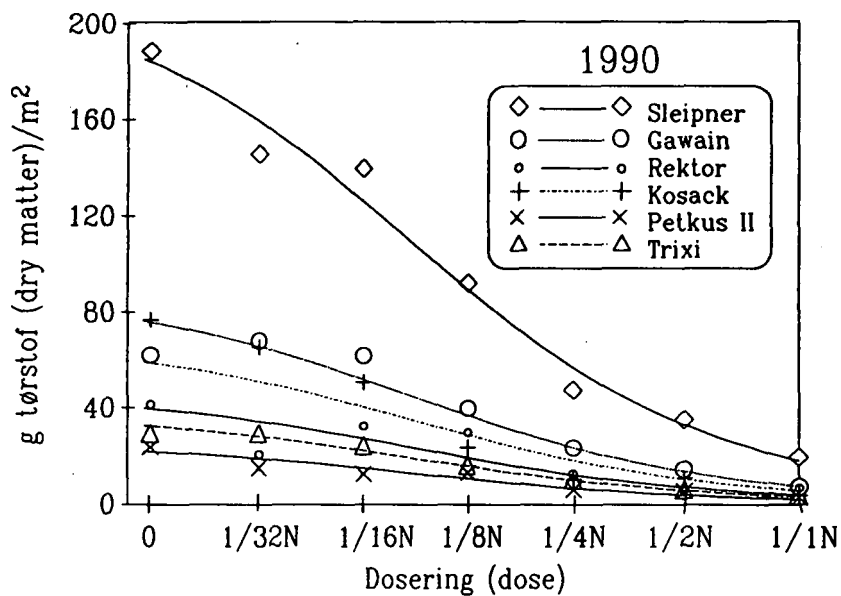


Fig. 6. Doseringkurver for 4 vinterhvede-, 1 vinterbyg- og 1 vinterrugsort. Sammenhængen mellem ukrudtstørstof og doseringer af Ioxynil + Mechlorprop. Kurverne er fastlagt statistisk ud fra de viste data.

Dose-response curves for 4 winter wheat 1 winter barley and 1 winter rye cultivars. The correlation between dry matter of weed and doses of Ioxynil + Mechlorprop. The curves are fitted statistically to the shown data.

Forskellen mellem Sleipner og vinterrug samt vinterbyg var mest markant i 1990. Sleipner var den svageste afgrøde i begge år. De øvrige hvedesorters konkurrenceevne var bedre end Sleipners. Tyske forsøg har ligeledes vist, at Sleipners konkurrenceevne er betydelig dårligere end Krakas konkurrenceevne (Verschwele 1991).

Med stigende dosering af Ioxynil + Mechlorprop aftog forskellen mellem sorterne. I 1990 var Sleipner den eneste sort, hvor ukrudtet ikke var bekæmpet effektivt i normaldoseringen.

Sammenhængen mellem U_{indeks} og herbiciddosering

Den statistiske bearbejdning af forsøg II og IV, der er beskrevet i Christensen (1990B), viste at doseringskurverne for de undersøgte sorter kunne fastlægges ud fra afgrødens evne til at konkurrere med ukrudtet i det ubehandlede forsøgsled (den øvre asymptote). Statistisk kunne det ikke påvises, at varierende konkurrenceevne ændrede kurvens form og dermed også herbicidets virkningsmekanisme. Det relative forhold mellem sorter var derfor det samme i ubehandlede parceller og i alle de anvendte herbiciddoseringer.

Dette er et bekvemt resultat, idet parameteren for sorterens øvre asymptote i fig. 5 og 6 kan estimeres ved ukrudtsindekset (U_{indeks}) bestemt i de foregående afsnit. Tilstræbes et bekæmpelsesniveau på 9 og 5 gram ukrudtstørstof pr. m^2 i henholdsvis vårbyg og vinterhvede, hvilket svarer til 90% bekæmpelseseffekt af den gennemsnitlige biomasse af ukrudt i de ubehandlede parceller i forsøg II og IV, kan sammenhængen mellem U_{indeks} og den absolutte dosering beregnes. Resultatet af disse beregninger viste, at den absolutte dosering var årsafhængig.

I vårbyg elimineres årsvariationen imidlertid helt, når den beregnede dosering ved $U_{\text{indeks}} = 1.0$ sættes til 1.0 (fig. 7A). Med stigende U_{indeks} skulle der i begge år anvendes samme korrektionsfaktor for at opnå det fastlagte bekæmpelsesniveau. Denne generelle sammenhæng kan derfor benyttes til at regulere herbiciddoseringen i forskellige sorter. I gennemsnit over de 2 år kunne doseringen i konkurrencestærke sorter (Apex, Jenny og Ida) med et $U_{\text{indeks}} = 0.65$ reduceres med ca. 20 % i forhold til sorter med en middel konkurrenceevne ($U_{\text{indeks}} = 1.0$). I konkurrencesvage sorter (Formula og Digger) med et $U_{\text{indeks}} = 1.2$ skulle der anvendes 10 % højere dosering i forhold til sorter med $U_{\text{indeks}} = 1.0$.

I vinterhvede blev årsvariationen tilnærmelsesvis elimineret, når den beregnede dosering ved $U_{\text{indeks}} = 1.0$ blev sat til 1.0 (fig. 7B). Sammenlignes 7A og 7B var udslaget for varierende konkurrenceevne (hældningskoefficienten) større i hvede end i vårbyg. I konkurrencestærke sorter (Kosack, Anja og Kraka) med et $U_{\text{indeks}} = 0.85$ kunne doseringen reduceres med ca. 20 % i forhold til sorter med en middel konkurrenceevne ($U_{\text{indeks}} = 1.0$). I den konkurrencesvage sort Sleipner ($U_{\text{indeks}} = 1.3$) skulle der anvendes 30 % højere dosering i forhold til sorter med $U_{\text{indeks}} = 1.0$.

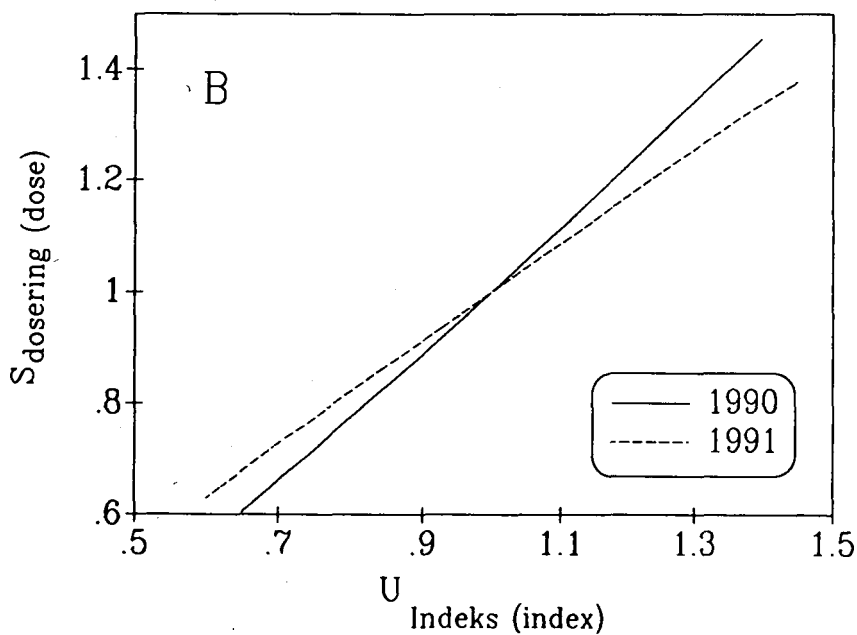
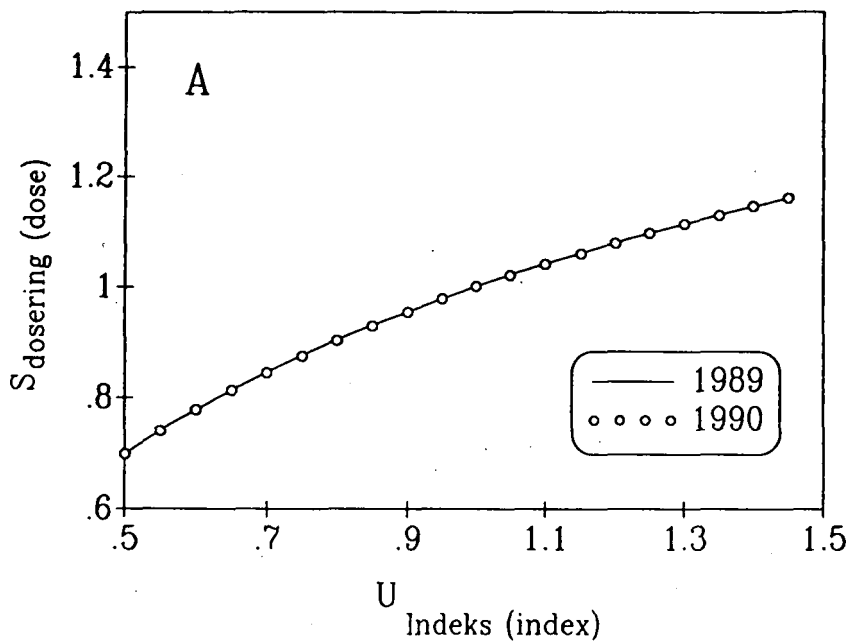


Fig. 7. Sammenhængen mellem U_{indeks} og doseringsindeks (S_{dosering}) for MCPA + dichlorprop i vårbyg (A) og Ioxynil + Mechlorprop i vinterhvede (B).
The relationship between U_{index} and the dose index (S_{dose}) of MCPA + dichlorprop in spring barley (A) and Ioxynil + Mechlorprop in winter wheat (B).

I de foreliggende beregninger er der benyttet et bekæmpelsesniveau, hvor der "efterlades" 9 og 5 gram ukrudtstørstof pr. m² i henholdsvis vårbyg og vinterhvede ved skridning. På nuværende tidspunkt findes der kun begrænset viden om, hvor meget eller hvor lidt ukrudtstørstof, der kan accepteres uden det får indflydelse på afgrødens udbytte eller opformeringen af ukrudt. Dette er et område, som vil blive undersøgt nærmere i de kommende år.

Sammendrag

Forsøg med kornsorter i 3 år viste, at der var betydelig forskel på sorterens evne til at konkurrere med ukrudtet. Dette skyldtes varierende optagelse af lys (skyggeevne) i hele afgrødestrukturen fra strækning til skridning. Sortshøjden gav en rimelig beskrivelse af konkurrenceevnen, og i artiklen anvendes en lineær model til at beskrive sammenhængen mellem sorters strå længde og biomassen af ukrudt (U_{indeks}).

Resultatet af forsøg i vårbyg og vintersæd viste, at doseringskurverne i de undersøgte sorter kunne fastlægges ud fra sorterens konkurrenceevne i ubehandlede parceller. Tilstræbes samme bekæmpelsesniveau (gram ukrudtstørstof pr. m²) i alle sorter kunne doseringen for de 2 herbicider justeres efter sorterens U_{indeks} . I konkurrencesvage vårbyg- og vinterhvedesorter kunne doseringen reduceres med ca. 20 % i forhold til sorter med middel konkurrenceevne. I konkurrencesterke vårbyg og vinterhvedesorter skulle der anvendes henholdsvis 10 og 30 % højere dosering for at opnå sammen effekt som i en sort med middel konkurrenceevne.

Erkendtlighed

Videnskabelig medarbejder Jesper Rasmussen takkes for kommentarer og kritik af manuskriptet.

Litteratur

- Challaiah, Burnside O.C., Wicks G.A., Johnson V.A. 1986. Competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and Downy Brome (*Bromus tectorum*). *Weed Science* 34: 689 - 693.
- Christensen S. 1990A. Kvantificering af vårbygsorters konkurrenceevne overfor ukrudt. 11^e Nordiska Forskerutbildningskurs i växtodlinglära/plantekultur: Ogräs och ogräsbekämpning, Garpenberg, Sverige, 4-9 marts 1990: 15 s.
- Christensen S. 1990B. Statistisk modellering af ikke lineære sammenhænge. Ph.D. bifagsopgave vedrørende i Statistik. KVL: 41 s.
- Courtney A.D. 1991. The role of competition in developing an appropriate rate strategy for weed control in spring barley. Brighton Crop Protection Conference. Weeds: 1217 - 1224.

- Satorre E. H.** 1988. The competitive ability of spring cereals. Ph.D. thesis. University of Reading: 262 s.
- Verschwele A.** 1991. Personlig meddelse.
- Wimschneider W. & Bachthaler G.** 1979. Untersuchungen über die Lichtkonkurrenz zwischen *Avena fatua* L. und verschiedenen Sommerweizensorten. Proceedings. EWRS Symposium Mainz, 1979: 249 - 256.

Bekæmpelse af burresnerre (*Galium aparine*) i korn i relation til udviklingstrin og klimatiske faktorer som jordfugtighed og regnfasthed. Control of Cleavers (*Galium aparine*) in cereal in relation to growth stage and climatic conditions including soil moisture and rainfastness.

Solvejg K. Mathiassen & Per Kudsk

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

In pot trials the efficacy on Galium aparine of mecoprop-p formulated as an amine and ester and fluroxypyr in relation to growth stage, temperature and soil moisture was examined. In general, the activity of mecoprop-p ester was lower compared to the amine and fluroxypyr.

The efficacy at plants which had developed 2-3 whorls was higher than at plants with 1-2 whorls and 6-8 whorls. At a temperature of 18°C the performance of the 3 herbicides was similar while at 4°C the efficacy of mecoprop-p ester was significantly lower compared to the amine and fluroxypyr. Low soil moisture significantly reduced the activity of the herbicides. Whereas the mecoprop-p ester was rainfast 2 hours after application, rain applied 5 hours after application reduced the efficacy of mecoprop-p amine.

Indledning

Burresnerre er en generende ukrudtsart, som optræder i såvel forårs- som efterårssæde afgrøder. Arten er hyppigst forekommende i sukkerroer, vårbyg, vinterhvede og rug og forekommer med stigende frekvens ved øget lerindhold i jorden (Andreasen *et al.*, 1991).

Burresnerre har en klatrende vækst og kan blive op til 1 m høj. Planten er i stand til at vokse ovenud af en kornafgrøde, og dens udbyttereducerende effekt skyldes bl.a. konkurrence med afgrøden om lys, vand og kvælstof. Desuden kan planten besværliggøre høsten, idet de lange stængler "filtrer" afgrøden sammen og forårsager lejesæd.

Ved bekæmpelse af burresnerre i vintersæd kan der anvendes midler indeholdende virkestofferne mechlorprop eller fluroxypyr. Ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse blev

effekten af en salt- og esterformulering af mechlorprop-p sammenlignet med fluroxypry i karforsøg under forskellige betingelser. Formålet med forsøgene var at undersøge, hvilken betydning planternes udviklingstrin, temperaturen og jordfugtigheden havde for midlernes effekt. Desuden blev regnfastheden af midlerne undersøgt.

Materialer og metoder

Forsøgene er udført som karforsøg i væksthushuset, dog blev planterne til regnfasthedsforsøget fremdrevet udendørs. Planterne blev dyrket i 1 eller 2 l's pletter i en jord/sphagnum blanding (2:1 vægt%) tilsat alle nødvendige makro- og mikronæringsstoffer. I forsøget med jordfugtighed blev planterne dog dyrket i ren markjord (JB 6). Planterne blev vandet fra bunden ved hjælp af et automatisk vandingsanlæg, dog blev planterne i forsøget med jordfugtighed vandet med næringsopløsning.

I alle forsøgene indgik midlerne mechlorprop-p som saltformulering med 600 g as./l (Duplosan MP) og esterformulering med 667 g as./l (Herbaprop 667, ikke markedsført) samt fluroxypry (ester) med 250 g as./l (Starane Mixer). De anvendte doseringer varierede for mechlorprop-p mellem 44.4 og 1600 g as./ha og for fluroxypry mellem 3.7 og 200 g as./ha. Sprøjtningerne blev udført i en pottesprøjte forsynet med 2 Hardi 4110-14 dyser. Der blev anvendt et tryk på 2.5 kPa og en hastighed på 5.1-5.2 km/t, hvilket resulterede i væskemængder på 155-170 l/ha. Forsøgene blev udført efter følgende planer:

Forsøg 1: Udviklingstrin

Planterne blev sået forskudt, således at sprøjtning af de forskellige udviklingstrin blev udført på samme dag. Der blev anvendt 4 doseringer af hver af de 3 midler på burresnerre på 3 udviklingstrin : 1 bladkrans, 3-4 bladkranse og 6-8 bladkranse. Doseringerne var forskudt, således at planter med 1 bladkrans blev behandlet med et doseringstrin lavere end de øvrige udviklingstrin.

Forsøg 2: Temperatur

Midlernes effekt ved tre forskellige gennemsnitstemperaturer blev undersøgt i klimakamre. Temperaturen blev styret efter sinuskurver med minimum- og maximumtemperaturer i klima 1 på henholdsvis 2 og 6°C (gns. 4°C), i klima 2 på 7 og 15°C (gns. 11°C) og klima 3 på 10 og 26°C (gns. 18°C). Mætningsdeficit var tilnærmelsesvis ens i alle kamre. Daglængden var på 18 timer. Planterne blev flyttet til klimakamrene 3 dage før sprøjtning.

I forsøget indgik 5 doseringer af hvert middel, og sprøjtningen blev udført, da planterne havde 3-4 bladkranse. Planterne stod under de 3 klimaforhold indtil 8 dage efter sprøjtning, hvorefter ens klimaforhold blev indført i de 3 kamre svarende til klima 2.

Forsøg 3: Jordfugtighed

Planterne blev placeret i klimakamre ved klima 3 ca. 1 uge før sprøjtning. Halvdelen af planterne blev i denne periode dagligt opvandet til ca. 80% markkapacitet, mens den øvrige del ikke fik tilført vand med henblik på at etablere tørkestress. Sprøjtningen blev udført, da planterne havde udviklet 6-8 bladkranse, og kraftig tørkestress var etableret i de uvandede pletter. Der blev anvendt 4 doseringer af hvert produkt. To dage efter sprøjtningen blev alle planter opvandet til 80% markkapacitet.

Forsøg 4: Regnfasthed

Sprøjtningen blev udført, da planterne havde 3-4 bladkranse. Der blev anvendt 5 doseringer af hvert produkt. Regnbehandlingerne blev udført i regnsimulator ved en intensitet på 9 mm/t. Planterne blev udsat for 3 mm regn henholdsvis 1, 2 og 5 timer efter sprøjtning, og effekten sammenlignet med planter, som ikke fik regn.

Alle forsøg blev udført med 3-4 gentagelser. Planterne blev høstet 3-4 uger efter sprøjtning, hvor frisk- og tørvægt blev målt.

Resultater og diskussion

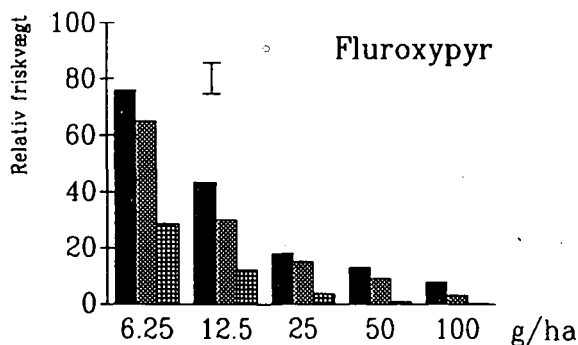
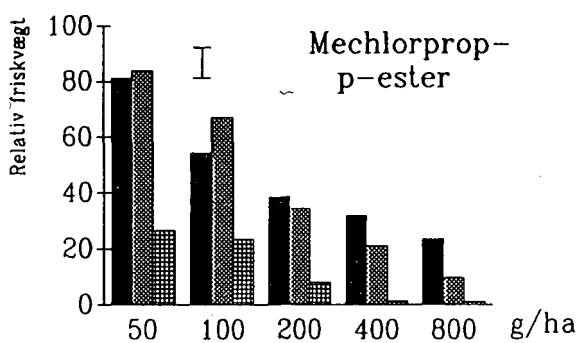
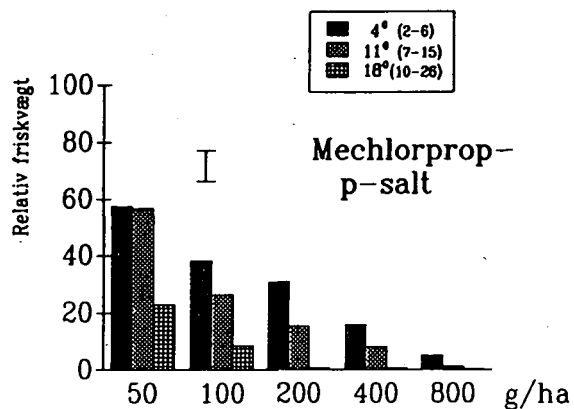
Udviklingstrin

Resultaterne er vist grafisk i figur 1. Friskvægtsresultaterne er omregnet relativt til de ubehandlede ved hvert udviklingstrin. Generelt var planter med 3-4 bladkranse udviklet mere følsomme overfor herbiciderne end planter på de øvrige udviklingstrin. Følsomheden overfor mechlorprop-p-salt var ens på de to øvrige udviklingstrin, hvorimod der med mechlorprop-p-ester og fluroxypyr blev opnået signifikant bedre bekæmpelse på planter med 1-2 bladkranse end planter med 6-8 bladkranse i 2 af 3 doseringer. I højeste dosering af mechlorprop-p-salt og fluroxypyr blev der ved alle udviklingstrin opnået en tilfredsstillende effekt, mens effekten med mechlorprop-p-ester ved højeste udviklingstrin knap var tilstrækkelig. Mechlorprop-p-ester havde generelt en væsentlig dårligere effekt end saltformuleringen.

Sanders *et al.* (1985) fandt på burrenerre en forholdsmæssig større retention og optagelse af fluroxypyr fra 2. bladkrans end kimbladene og 1. bladkrans. Stoftransporten fra 2. bladkrans var hovedsagelig rettet mod skudspidsen, mens kimbladene transportererede det optagne stof til sideskuddene, og 1. bladkrans transportererede begge veje. Den bedre effekt på planter med 3-4 bladkranse kan således muligvis forklares udfra en større retention end på det tidligste udviklingstrin samt en transport mod skudspidsen, som er et mere effektivt virkested end sideskuddene.

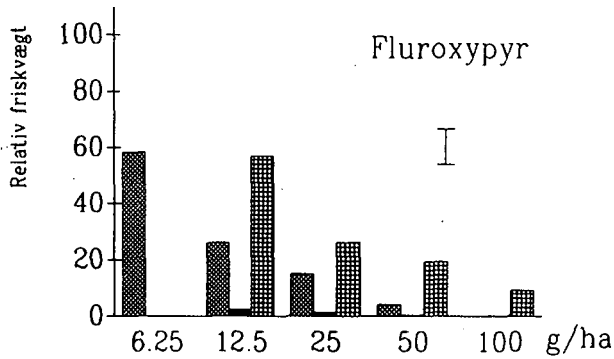
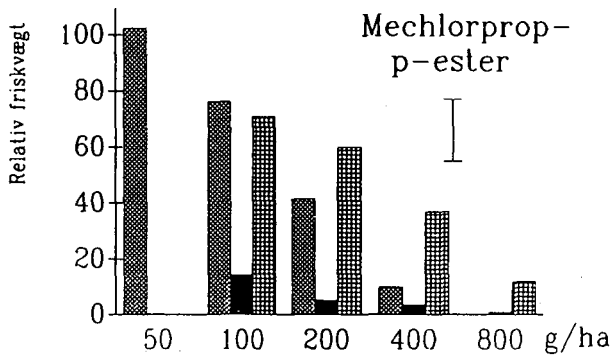
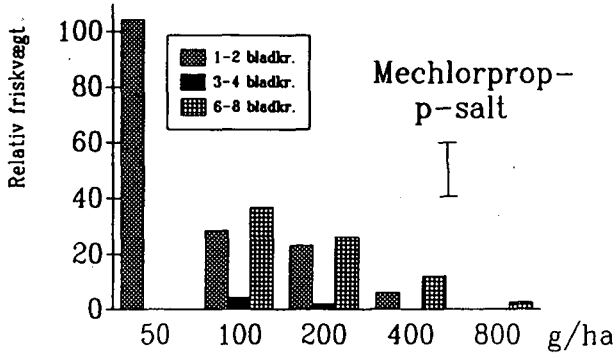
Temperatur

Friskvægtsresultaterne er omregnet relativt til de ubehandlede ved hver gennem-



Figur 1. Effekt af mechlorprop-p salt og ester samt fluroxypyr på burresnerre på forskellige udviklingstrin.

The efficacy of mecloprop-p formulated as amine and ester on Galium aparine at different growth stages.



Figur 2. Effekt overfor burresnerre af mechlorprop-p salt og ester samt fluroxypyr ved forskellig temperatur.

The efficacy on Galium aparine of mecoprop-p formulated as an amine and ester and fluroxypyr at different temperatures.

snitstemperatur. Resultaterne er vist i figur 2. Med mechlorprop-p-salt blev der opnået en effektforbedring med stigende temperatur. I 3 af 5 doseringer var der signifikant forskel på effekten ved 4 og 11°C samt ved 11 og 18°C, mens der ved alle doseringer var signifikant forskel i effekten ved 4 og 18°C. Derimod var der kun lille forskel på effekten af mechlorprop-p-ester og fluroxy pyr ved gennemsnitstemperaturer på 4 og 11°C, mens en temperaturstigning til 18°C forbedrede effekten af begge midler signifikant i 4 af 5 doseringer. Den stærkt forøgede effekt af mechlorprop-p-ester ved 18°C medførte, at effekten blev på linie med mechlorprop-p-salt i 3 af doseringerne.

Effekten af mechlorprop-p-salt og fluroxy pyr har i forsøget været sammenlignelige ved alle 3 temperaturer. Derimod har man i engelske markforsøg fundet en mere svingende effekt af mechlorprop-salt end fluroxy pyr ved lave temperaturer (Tottman *et al.*, 1989, Sansome, 1989). Tottman *et al.*, (1989) konkluderede ud fra 3 års markforsøg, at mechlorprop-salt krævede en jordtemperatur (10 cm's dybde) på 8°C for at give tilstrækkelig effekt, mens fluroxy pyr havde god effekt ned til 4°C.

Det må således konkluderes, at der ved høje temperaturer kan opnås lige gode effekter af de 3 undersøgte midler, hvorimod fluroxy pyr, ud fra disse og engelske undersøgelser, må anbefales ved lave temperaturer.

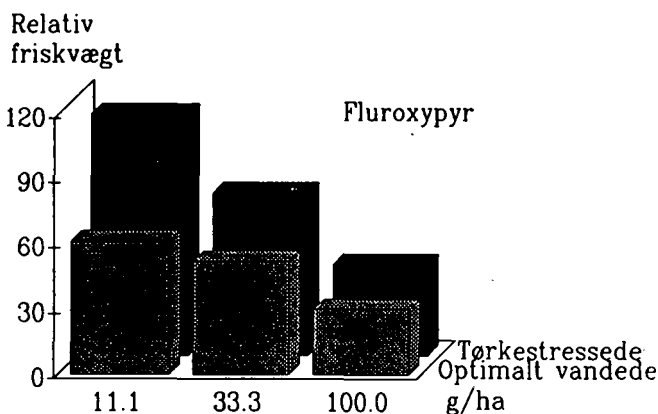
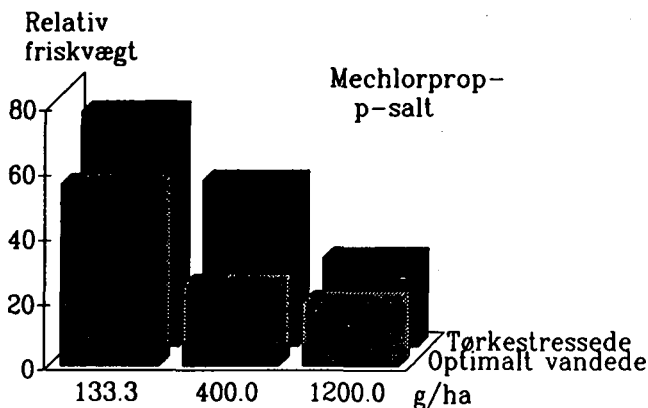
Jordfugtighed

Resultaterne af frisk- og tørvægt blev omregnet relativt til de ubehandlede indenfor hver jordfugtighed. I figur 3 er resultaterne af 3 doseringer af mechlorprop-p-salt og fluroxy pyr vist grafisk.

Alle midlerne havde en ringere effekt på de tørkestressede planter end på de optimalt opvandede. Den største forskel i effekt var tilstede ved de laveste doseringer, hvorimod der ikke var signifikant forskel på effekten ved de to jordfugtigheder i den højeste dosering af midlerne. Der var ingen forskel i de 3 herbiciders respons overfor tørkestress.

Årsagen til en forringet effekt af herbicider på tørkestressede planter kan dels skyldes en mindre retention, dårligere optagelse og translokation samt forringet reaktion mellem aktivstof og virkested.

Forsøg har vist at betydningen af tørkestress forsvinder ret hurtigt efter en regnperiode. (Basler *et al.*, 1961, Kristensen & Kudsk, 1991), og sprøjtning på tørkeprægede planter bør derfor udsættes ved udsigt til regn.



Figur 3. Effekt af mechlorprop-p salt og fluroxypyr på optimalt vandede og tørkestressede planter af burresnerre.

The influence of water stress on the activity of mecoprop-p amine and fluroxypyr on Galium aparine.

Regnfasthed

Forsøget blev analyseret ved hjælp af en "parallel-line assay" teknik (Kudsk, 1988), idet doseringskurverne for det enkelte herbicid med og uden regn blev antaget at være parallelle. Da virkemekanismen af salt- og esterformuleringen af mechlorprop-p er den samme, blev doseringskurverne for disse to formuleringer ligeledes antaget at være parallelle. Hypotesen om de parallelle doseringskurver blev testet ved en test for "lack of fit". Af tabel 1 fremgår de beregnede relative styrker ved regnbehandling efter forskellige tidsintervaller for henholdsvis mechlorprop-p-salt, mechlorprop-p-ester og fluroxypyr.

Tabel 1. Effekt overfor burrester af mechlorprop-p formuleret som salt og ester samt fluroxypyr med og uden regn (3 mm ved en intensitet på 9 mm/t). Tallene i parentes angiver 95% konfidensinterval.

The influence of 3 mm rain (at an intensity of 9 mm/h.) on the relative potency of mechlorprop-p formulated as amine and ester and fluroxypyr. Figures in parenthesis are approximate 95% confidence intervals.

Herbicide	Regnbehandling <i>Rain regime</i>	Rel. styrke : <i>Rel. potency:</i>
Meklorprop-p-salt	uden regn	1.00
	regn efter 1 t.	0.22 (0.16-0.28)
	regn efter 2 t.	0.30 (0.22-0.37)
	regn efter 5 t.	0.42 (0.32-0.52)
Meklorprop-p-ester	uden regn	0.56 (0.43-0.69)
	regn efter 1 t.	0.44 (0.34-0.55)
	regn efter 2 t.	0.49 (0.37-0.60)
	regn efter 5 t.	0.46 (0.35-0.57)
Fluroxypyr	uden regn	1.00
	regn efter 1 t.	0.73 (0.57-0.88)
	regn efter 2 t.	0.69 (0.54-0.83)
	regn efter 5 t.	0.79 (0.62-0.96)

Som det fremgår af resultaterne var regnfastheden af mechlorprop-p-salt ringe. Regn 5 timer efter sprøjtning resulterede således i en relativ styrke på 0.42 svarende til, at doseringen skulle øges ca. 2.3 gange for at opnå samme bekæmpelseeffekt som uden regn. Regnfastheden af mechlorprop-p-ester var betydelig bedre. Regn henholdsvis 2 og 5 timer efter sprøjtning reducerede ikke effekten signifikant, mens der netop var signifikant nedsat effekt ved regn 1 time efter sprøjtning.

Effekten uden regn af esterformuleringen var, som det også blev fundet i de øvrige forsøg, betydelig dårligere end saltformuleringen med en beregnet relativ styrke på 0.56. Dette betyder, at der skal anvendes ca. 1.8 gange mere aktivstof af den anvendte esterformulering end af saltformuleringen for at opnå samme effekt. Den lavere aktivitet af

esterformuleringen er i overensstemmelse med resultater af undersøgelser udført på andre plantearter (upubl.1991). Det skal bemærkes, at den anvendte esterformulering ikke er markedsført.

Med fluroxypr blev der ikke fundet signifikant forskel på effekten ved regn henholdsvis 1, 2 og 5 timer efter sprøjtning. Derimod var effekten på alle 3 tidspunkter signifikant lavere end effekten uden regn. Den manglende effektforøgelse ved udsættelse af regn fra 1 til 5 timer efter sprøjtning tyder på, at der ikke er sket nogen yderligere optagelse i dette tidsrum.

Regnfastheden af et herbicid er afhængig af, hvor hurtigt midlet optages i planterne, og hvor let det skylles af overfladen. Optagelseshastigheden af esterformuleringer er generelt langt hurtigere end af saltformuleringer (Richardson,1977). Desuden er salte letopløselige i vand, mens esterformuleringer er mindre vandopløselige. Den bedre regnfasthed af mechlorprop-p-esterformuleringen i forhold til saltformuleringen er således ikke overraskende, og resultaterne er i overensstemmelse med resultater af tidligere udførte undersøgelser af regnfastheden af salt- og esterformuleringer af hormonmidler (Kudsk & Kristensen,1989). Eftersom fluroxypr i Starane Mixer er formuleret som en ester, skulle man forvente en bedre regnfasthed af dette herbicid, end der er fundet i forsøget. Yderligere undersøgelser af fluroxypr's regnfasthed bør således tages.

Regnfastheden vil altid være afhængig af dosering. Vælges doseringen tilstrækkelig høj vil alle midler være regnfaste, og derfor er de parallelle kurver, hvor man ikke blot ser på en enkelt dosering men på hele doseringskurven, en god måde at bedømme et middels regnfasthed på. De beregnede doseringer af de enkelte midler til opnåelse af 90% effekt er henholdsvis 270 g/ha for mechlorprop-p-salt, 482 g/ha af mechlorprop-p-ester og 30 g/ha af fluroxypr. Der er altså tale om doseringer, som ligger væsentlig under de anbefalede doseringer, og ved anvendelse af fuld dosering er det således sandsynligt, at alle midlerne vil fremstå som regnfaste efter 1 time. Derimod vil man ved anvendelse af reducerede doseringer risikere en nedsat effekt af mechlorprop-p-salt selv ved regn 5 timer efter sprøjtning.

Sammenfattende kan det konkluderes, at den bedste effekt overfor burresnerre er opnået ved sprøjtning på planter med 2-4 bladkranse og ved høje temperaturer. Såfremt bekæmpelsen udføres ved lave temperaturer (jordtemperatur under 8°C) bør fluroxypr ifølge engelske undersøgelser foretrækkes. Sprøjtning på tørkestressede planter bør undgås. Ved sprøjtning i en ustabil periode bør man være opmærksom på, at regnfastheden af mechlorprop-p-ester er væsentlig bedre end mechlorprop-p-salt.

Sammendrag

Effekten overfor burresnerre af mechlorprop-p formuleret som ester og salt og fluroxypr blev sammenlignet i karforsøg. Betydningen af planternes udviklingstrin, temperatur og jordfugtighed på sprøjtetidspunktet for effekten af herbiciderne blev undersøgt, ligesom deres regnfasthed blev sammenlignet.

Forsøgene viste generelt en bedre effekt af fluroxypyr og mechlorprop-p-salt end mechlorprop-p-ester. Derimod var regnfastheden af mechlorprop-p-ester bedre end af de øvrige herbicider. Planterne var mere følsomme på 3-4 bladkransstadiet end på 1-2 og 6-8 bladkransstadiet. Ved en temperatur på 18°C var effekten af herbiciderne ens, mens mechlorprop-p-salt og fluroxypyr virkede bedre end mechlorprop-p-ester ved 4 og 11°C. Ved sprøjtning på tørkestressede planter blev effekten af alle midlerne signifikant reduceret.

Litteratur

- Andreasen C., Streibig J.C. & Haas H.* 1991. Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*, 31, 181-187.
- Basler E.; Todd G.W. & Meyer R.E.* 1961. Effects of moisture stress on absorption, translocation and distribution of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in bean plants. *Plant Physiology*, 573-576.
- Kristensen J.L. & Kudsk P.* 1991. Klimafaktorerens indflydelse på bladherbiciders virkning. 8. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 117-133.
- Kudsk P.* 1988. The influence of volume rates on the activity of glyphosate and defenzoquat assessed by a parallel-line assay technique. *Pesticide Science*, 24, 21-29.
- Kudsk P. & Kristensen J.L.* 1989. Herbiciders regnfasthed. 6. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 196-203.
- Richardson, R.G.* 1977. A review of foliar absorption and translocation of 2,4-D and 2,4,5-T. *Weed Research*, 17, 259-272.
- Sander G.E., Thompson L.M. & Pallett K.E.* 1985. The influence of morphology of *Galium aparine* on the uptake and movement of clopyralid and fluroxypyr. Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 419-426.
- Sansome G.* 1989. Factors affecting the control of *Galium aparine* (Cleavers) in winter wheat in early and late spring. Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 119-124.
- Tottman D.R., Steer P.M., Orson J.H. & Green M.C.E.* 1989. The effect of weather conditions in three seasons on the control of *Galium aparine* (Cleavers) in winter wheat with fluroxypyr ester and mecoprop salt. Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 125-130.

Effekt af forskellige herbicider på hundepersille.

Effect of various herbicides on Fool's Parsley.

Peder Elbsk Jensen & Per Rydahl (markforsøg)

Per Kudsk & Solvejg K. Mathiasen (karforsøg)

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Fool's Parsley has become a problem in some regions in Denmark in beet crops. Trials in pots and in the field with Fool's Parsley have shown, that a fairly satisfying effects can be achieved in beet crops by tankmixing and splitting several herbicides and oil.

Field trials conducted years ago in beet have shown, that treatment at very early stages of Fool's Parsley is essential for the achievement of satisfying effect. In fieldtrials conducted this year, the Fool's Parsley plants germinated before the beets, and germination continuously went on until about 1st June. The trials showed, that the use of Goltix WG (metamitron) or Pyramin DF (chloridazon) worked into the soil before sowing had only little effect on the germination of Fool's Parsley.

Indledning

Hundepersille (*Aethusa cynapium*) er gennem de senere år blevet et stigende problem i visse egne af landet. Især Vestsjælland synes at være plaget af store forekomster af denne ukrudtsart i marker med bederoer.

At forekomsten af hundepersille er lokal, fremgår af det antal registreringer, der er foretaget i afprøvningsforsøgene med nye midler, som omfatter ca. 200 markforsøg pr. år. Disse forsøg udføres fortrinsvis i den vestlige del af Sjælland, men også på en række lokaliteter på Langeland og i Syd- og Østjylland.

Fra Landsforsøgene angives samstemmende hermed, at hundepersille hovedsagelig optræder egnsvis, især på øerne (Skriver, K., 1991).

I årene 1989-1991 er hundepersille ikke registreret i afprøvningsforsøgene i korn og raps. I ærter er hundepersille registreret i få forsøg, og i bederoer forekommer en del registreringer, men alle med en utilfredsstillende bekæmpelse.

En effektiv kontrol af hundepersille kræver hensyntagen til artens biologi og afgrødens konkurrenceevne. Hundepersille spirer frem kontinuerligt over en meget lang periode i foråret og planterne bliver hurtigt nogle store og aggressive konkurrenter om vækstfaktorerne. Derfor kræves en meget intensiv bekæmpelsesindsats, især i åbne afgrøder.

Planteværnscentret besluttede derfor at gennemføre 2 forsøgsserier i 1991, én serie i potter og én serie i marken.

Ideen med pottforsøgene var at undersøge et større antal herbiciders effekt på hundepersille. Markforsøgene skulle tilstræbe optimering af bekæmpelsen af hundepersille i bederoer.

Metode, pottforsøg

Forsøgsplaner

Nedenstående forsøgsplaner (P1, P2 og P3) blev alle udført som 2-faktor forsøg: Faktor 1: Herbicider og Faktor 2: Doseringer. Doseringerne af herbicider var i alle tre forsøgsplaner hhv. 1/1, 1/2, 1/4 og 1/8 n. Dosering af spredemidler var konstant, uanset dosering af herbicid.

Forsøg P1:

Faktor 1: Herbicider	n (dos/ha)	
1: Basagran 480	3.0	1
2: Bladex 500 SC	1.0	1
3: Basagran 480 + Bladex 500 SC	1.0	1
4: Basagran 480 + Stomp SC	1.0	1
5: Basagran MCPA + Bladex 500 SC	1.0	1
6: Matrigon	1.5	1
7: Ally 20 DF	20.0	g
8: Glean + Lissapol 0.1 %	20.0	g
9: Ekspress + Lissapol 0.1 %	10.0	g
10: Benasalox SC + Lissapol 0.1%	0.7	1

Forsøg P2:

Faktor 1: Herbicider	n (dos/ha)	
1: Basagran 480	0.5	l
2: Basagran MCPA 75	0.96	l
3: Basagran 480 + Stomp SC	0.5 1.0	l l
4: Ally 20 DF	25.0	g
5: Glean + Lissapol 0.1%	25.0	g
6: Express + Lissapol 0.1%	25.0	g
7: Betaron	3.0	l
8: Betaron + Matrigan	3.0 0.2	l l

Som det fremgår, indeholder forsøgsplan P1 og P2 midler, som kan anvendes i ærter, raps og korn.

Forsøg P3:

Faktor 1: Herbicider	n (dos/ha)	
1: Betanal	6.0	l
2: Betanal Progress	6.0	l
3: Goltix + olie 2.0 l/ha	6.0	l
4: Betaron	6.0	l
5: Pyramin + olie 2.0 l/ha	4.0	kg
6: Betaron + Goltix	3.0 3.0	l kg
7: Betaron + Goltix + olie 2.0 l/ha	3.0 3.0	l kg
8: Betaron + Goltix + Matrigan	3.0 3.0 0.2	l kg l
9: Betaron + Goltix + olie 2.0 l/ha	3.0 3.0	l kg
10: Betaron + Pyramin	3.0 2.0	l kg
11: Betaron + Pyramin + olie 2.0 l/ha	3.0 2.0	l kg
12: Betaron + Pyramin + Matrigan	3.0 2.0 0.2	l kg l
13: Betaron + Pyramin + olie 2.0 l/ha	3.0 2.0	l kg

Forsøg P3 indeholder alene midler, som anvendes i bederoer.

Der blev således udført ialt 3 pottforsøg med hundepersille i renbestand.

Forsøgsbetingelser

Forsøg nr. P1 og P2 blev udført med 2 l's potter, forsøg nr. P3 i 8 l's potter. Dyrkningerne foregik i væksthuss.

Alle forsøg blev sprøjtet med Hardi 4110-14 dyser, et tryk på 2.0 bar og en væskemængde på ca. 170 l/ha, når planterne havde 1-2 blivende blade.

Planterne blev høstet ca. 3 uger efter sprøjtning og friskvægt pr. potte blev bestemt. Alle forsøg blev udført i 3 gentagelser.

Metode, markforsøg

Forsøgsplaner

Der er udført 2 forsøg efter nedenstående forsøgsplan i bederoer, hvor hundepersille forekom som dominerende ukrudt blandt de øvrigt forekommende 2-kimbl. arter.

Forsøg M1:

Faktor 1: Grundbehandlinger

Midler:	Doser/ha:	Tid:
a: Ubehandlet		
b: Reglone + Lissapol 0.1 %	2.5 l	Før roernes frem.
c: Goltix WG	3.0 kg	Nedh. før såning
d: Pyramin DF	2.0 kg	Nedh. før såning

Faktor 2: Herbicidblandinger

Herbicider	Grundbehandling (kg-l/ha)	
	a: og b:	c: og d:
1. Ubehandlet		
2. Betanal DF + Goltix WG + Sunoil	3*1.5 3*1.5 3*2.0	3*1.5 1*1.5 3*2.0
3. Betanal DF Goltix Matrignon Sunoil	3*1.5 3*1.5 3*0.2 3*2.0	3*1.5 1*1.5 3*0.2 3*2.0
4. Betaron Goltix WG Sunoil	3*1.5 3*1.5 3*2.0	3*1.5 1*1.5 3*2.0
5. Betaron Goltix WG Matrignon Sunoil	3*1.5 3*1.5 3*0.2 3*2.0	3*1.5 1*1.5 3*0.2 3*2.0
6. Expander Actipron	3*2.0 3*1.5	3*2.0 3*1.5
7. Expander Matrignon Actipron	3*2.0 3*0.2 3*1.5	3*2.0 3*0.2 3*1.5
8. Betanal DF Betaran Matrignon	1*3.0 1*3.0 1*0.5	1*3.0 1*3.0 1*0.5

Note: I grundbehandlingernes led c: og d: blev Goltix WG udeladt i led 2-5 ved de første 2 sprøjtninger.

Som det fremgår ovenfor, blev der - bortset fra led 8 - udelukkende anvendt blandinger af midler, alle tilsat olie. Der blev således anvendt op til 4 behandlinger ialt, incl.

grundbehandlingerne.

For at begrænse forsøgsomfanget var det nødvendigt at lægge flere faktorer fast på forhånd. Hundepersille-planternes størrelse ved sprøjtning, som erfaringsmæssigt har stor betydning for roemidlernes effektivitet, indgik derfor ikke som faktor i forsøgsplanen. Strategien var derimod at udføre alle behandlinger på artens kimbladsstadiet.

Forsøgsbetingelser

De 2 forsøg blev sået henholdsvis den 28/3 og den 12/4. I det tidlige såede forsøg blev en fremspiret bestand af hundepersille dræbt af frost midt i april.

I begge forsøg er 1. sprøjtning gennemført 7/5. 2. og 3. sprøjtning er begge gennemført på nyfremspiret hundepersille.

Bestanden af hundepersille i de to forsøg var henholdsvis 193 planter pr. m² og 50 pr. m² 3-4 uger efter sidste sprøjtning.

Størrelsen af hundepersille i ubehandlede parceller var i begge forsøg:

1. sprøjtning 7/5 kimbladsstadiet
2. sprøjtning 24/5 2-3 blade
3. sprøjtning 4/6 4-5 blade

Alle sprøjtningerne er udført med en Hardi 4110-12 dyse, 3,3 bar, 4,1 km/t, hvilket giver 200 l væske pr. ha ved dobbelt overlappning.

Ukrudtsoptællingerne er foretaget henholdsvis 3 og 4 uger efter sidste sprøjtning i de to forsøg. Forsøgene er udført med 3 gentagelser (blokke).

Resultater

Roeherbicider

På basis af én sprøjtning i pottforsøgene, blev dels en række enkelt-midler og dels en række midler i blanding screenet for effekt på hundepersille. I tabel 1 vises effektresultater, udelukkende efter "normaldosering".

De lavere doseringer er udeladt, idet effekterne heraf er utilfredsstillende lave, og dermed mindre interessante her.

Det ses, at ét middel alene ikke kan bekæmpe hundepersille tilfredsstillende. Blandt enkeltmidlerne er Betanal Progress dog det middel, der klarer sig bedst.

Tabel 1 vises i 3 afdelinger a), b) og c). Under a) de rene midler i en høj dosering, under b) og c) vises blandinger, hvor enkeltmidlerne er doseret lavere, men hvor midlerne tilsammen når samme dosering i kg- eller l/ha, som enkeltmidlerne.

Tabel 1. Effekt på hundepersille. Pottforsøg 1991.
Effect on Fool's Parsley. Pot trials 1991.

a) Enkeltmidler

Herbicider	Dosering/ha	Eff. (%)
Betanal	6 l	76
Betanal Progress	6 l	94
Betaron	6 l	87
Goltix WG+olie	6 kg+2 l	85
LSD.95		15

b) Blandinger med Goltix WG

Herbicier	Dosering/ha	Eff. (%)
Goltix WG+Betaron	3kg+3l	72
Goltix WG+Betaron+olie	3kg+3l+2l	93
Goltix WG+Betaron+Matrignon	3kg+3l+0.2l	87
Goltix WG+Betaron+Matri.+olie	3kg+3l+0.2l+2l	99
LSD.95		17

c) Blandinger med Pyramin DF

Herbicider	Dosering/ha	Eff. (%)
Pyramin DF+Betaron	2kg+3l	54
Pyramin DF+Betaron+olie	2kg+3l+2l	90
Pyramin DF+Betaron+Matrignon	2kg+3l+0.2l	(52)
Pyramin DF+Betaron+Matri.+Ol.	2kg+3l+0.2l+2l	94
LSD.95		38

Forsøgene viser, at Goltix WG har en lidt bedre effekt på hundepersille end Pyramin DF. Endvidere ses, at olietilsætning til sprøjtevæsken hæver effekten ganske meget, uafhængig af middelvalget iverigt. Tilsætning af Matrigon øger også effekten, men ikke helt så meget som olietilsætningen. Blandingen Betanal+Pyramin DF+Matrigon har givet en lavere effekt end forventet, og da dette led er årsag til den store LSD i tabel 1 c), må netop dette effekttal tages med nogen forbehold.

Tabel 2 viser, at grundbehandlingerne i markforsøgene kun havde en ringe eller slet ingen effekt på antal hundepersilleplanter pr. m² ved opgørelsen sidst i juni.

Tabel 2. Effekt på hundepersille af grundbehandlingerne alene. Gennemsnit af 2 markforsøg 1991.

Effect on Fool's Parsley due to basic treatments alone. Mean of 2 field trials 1991.

	Antal planter pr. m ²	
	Forsøg 1	Forsøg 2
Ubehandlet	57	193
Reglone+Lissapol 2.5 l+0.1%	-	131
Goltix WG 3.0 kg	50	165
Pyramin DF 2.0 kg	52	133

I tabel 3 er størrelsen af hundepersilleplanterne vist ved 1., 2. og 3 sprøjtning i de parceller, der kun har fået grundbehandling. Hundepersillen synes ikke nævneværdigt påvirket af grundbehandlingerne.

Effekten på hundepersille af middelkombinationerne er vist i tabel 4. Der er generelt opnået en god bekæmpelse, hvor Goltix WG er brugt i tankblandingerne ved alle 3 sprøjtetider. Forsøgene viser klart, at sprøjtning og nedharvning af jordmiddel før såning giver en betydelig dårligere bekæmpelse af hundepersille end brug af samme mængde Goltix WG i tankblandingerne ved de 2 første sprøjtninger. Anvendelsen af Reglone før fremspiring bekæmpede et fremspiringshold af hundepersille, men indflydelsen på det

endelige resultat var ikke stor.

Tabel 3. Størrelse af hundepersille i grundbehandlede parceller. Markforsøg 1991.
Size of Fool's Parsley in plots, basic treatments. Field trials 1991.

	Antal blade på		hundepersille	
	Forsøg 1		Forsøg 2	
	7/5 4/6	24/5	7/5 14/5	29/5
Ubehandlet	kimbl. 5	2-3	kimbl. 2-4 1 bl.	2
Reglone+Lissapol 2.5 l+0.1%	- -	-	kimbl. 2-4	2
Goltix WG 3.0 kg	kimbl. 5	2-3	kimbl. 2-4 1 bl.	2
Pyramin DF 2.0 kg	kimbl. 5	2-3	kimbl. 2-4	2

Betaron var bedre end Betanal i blandingerne og tilsætning af Matrigon gav en yderligere forbedring af effekten.

I forsøg 2 tog en kraftig bestand af hvidmelet gåsefod (*Chenipodium album*) overhånd, hvorfor en bedømmelse senere på sommeren ikke var mulig. I forsøg 1 blev effekten på hundepersille bedømt den 23/8, resultaterne er vist i tabel 5. I de grundbehandlede led er bedømt dækningsgrad af hundepersille i led 2-8 er effekten bedømt i forhold til ubehandlet. Effekttallene er meget nær de samme, som blev fundet ved optællingen i slutningen af juni.

**Tabel 4. Effekt (%) 26/6 på hundepersille (antal planter). Gns. af 2 markforsøg 1991.
Effect (%) 26/6 on Fool's Parsley (no. of plants). Mean of 2 fieldtrials 1991.**

Midler:	Ingen for- behandling	2.5 l Reglone for roernes fremspiring	2.0 kg Pyramin nedharvet før såning*	3.0 kg Goltix ned- harvet før såning*
2: 3 x Betanal 1.5+ Goltix 1.5+ Sunoil 1.0	95	93	87	72
3: led 2 tilsat 3 x Matri. 0.2 l	97	98	94	87
4: led 2, Betaron i stedet for Betanal	95	94	89	85
5: led 4, tilsat 3 x Matri. 0.2 l	98	99	96	95
6: 3 x Expan.2.0 l+ Actip. 1.5 l	26	32	57	54
7: led 6, +3 x Matri. 0.2 l	65	74	68	73
8: 2 x Betanal 3.0l +0.5l Matri. sidste spr.	73	73	85	85

* I led 2-5 er Goltix udeladt i de 2 første sprøjtninger. Den totale mængde jordmiddel bliver således enten 2.0 kg Pyramin + 1.5 kg Goltix eller 4.5 Goltix.

Tabel 5. Visuel effekt 23/8 (%) på hundepersille. Ét markforsøg 1991.
Visual effect 23/8 (%) on Fool's Parsley. One fieldtrial 1991.

Grundbehandlinger:

Midler:	Ingen forbehandling	2.0 kg Pyramin nedharvet før såning*	3.0 kg Goltix nedharvet før såning*
1: Ubeh. #)	60	77	53
2: 3 x Betanal 1.5+ Goltix 1.5+ Sunoil 1.0	87	77	63
3: led 2 tilsat 3 x Matri. 0.2 l	93	87	77
4: led 2, Betaron i stedet for Betanal	95	80	73
5: led 4, tilsat 3 x Matri. 0.2 l	99	95	94
6: 3 x Expan.2.0 l+ Actip. 1.5 l	15	18	22
7: led 6, tilsat 3 x Matri. 0.2 l	47	40	47
8: 2 x Betanal 3.0l +0.5l Matri. sidste spr.	80	75	75

#) Tallene for ubehandlede parceller angiver dækningsgrad i %.

*) I led 2-5 er Goltix udeladt i de 2 første sprøjtninger. Den totale mængde jordmiddel bliver således enten 2.0 kg Pyramin + 1.5 kg Goltix eller 4.5 Goltix.

Andre herbiciders effekt på hundepersille

I 2 pottforsøg er en række midlers effekt overfor hundepersille undersøgt, se forsøg P1 og P2 i det foregående. Resultaterne er vist i tabel 6, ikke som direkte effekt, men som forfatterens skøn ud fra flere års kendskab til relationerne mellem væksthushorsøg uden konkurrence fra afgrøden til markforsøg.

Tabel 6. Effekt på hundepersille. Pottforsøg 1991.
Effect on Fool's Parsley. Pot trials 1991.

<u>God effekt kan forventes af</u> Basagran 480 Ally 20 DF Express + spredemiddel Glean 20 DF + spredemiddel
<u>God effekt kan formodentlig forventes af</u> Matrigon Benasalox SC + spredemiddel
<u>Utilstrækkelig effekt kan forventes af</u> Bladex 500 SC Betaron Betaron + Matrigon

Diskussion

Den manglende effekt af de 2 jordmidler nedharvet før såning kan ikke forklares med baggrund i disse forsøg, men må indtil videre accepteres som en kendsgerning.

hundepersille kan være en voldsom konkurrent til bederoer. I et forsøg med 57 hundepersilleplanter pr. m² blev bederoerne, og andet ukrudt i øvrigt, overgroet og dermed totalt udkonkurreret i ubehandlede parceller.

Hundepersille kan således volde megen skade i en roemark og er, med de her anviste bekæmpelsesmetoder, dyr at bekæmpe. I de gennemførte potte- og markforsøg findes ikke nogen antydning af, at bekæmpelsen af hundepersille i roemarken kan gøres enklere eller billigere. Tværtimod viser forsøgene, at det er nødvendigt at kombinere både flere midler og flere sprøjtninger for at opnå tilstrækkelig effekt.

De forhold, der gør hundepersille så vanskelig at bekæmpe i roemarken, kan hovedsagelig henføres til 3 egenskaber hos planten

1. den er ikke rigtig følsom overfor et enkelt virkestof blandt de, der kan anvendes i roer.
2. den spirer frem over en meget lang periode fra før roerne spirer frem, og hvis forholdene er gunstige, resten af foråret og sommeren.
3. den er vanskelig eller umulig at bekæmpe, hvis den bliver for stor.

I andre afgrøder end roer er mulighederne for at bekæmpe hundepersille langt bedre. Basagran 480 og andre blandinger, hvor Bentazon indgår, er meget effektive overfor hundepersille. Det samme gælder de 3 sulfonylurea herbicider Ally 20 DF, Express og Glean 20 DF. Matrigon og Benasolox SC hører til i en mellemgruppe, begge midler har en effekt, men om den er stor nok under markforhold kan ikke med sikkerhed vurderes ud fra pottforsøgene. Ud over de gode muligheder for bekæmpelse i ærter, majs, korn og raps er hundepersille ikke nogen stor konkurrent til disse hurtigt voksende afgrøder.

Konklusion

Med baggrund i et års forsøgsarbejde gives her nogle foreløbige løsningsmuligheder til bekæmpelse af hundepersille.

Der vises en liste over midler, som kan anvendes i ærter, majs, korn og raps med en forventelig god effekt imod hundepersille.

I bederoer er det vigtigt at sprøjte, hver gang et nyt fremspiringshold af hundepersille står med kimblade. Sprøjtevæsken bør altid tilsættes olie, og der bør anvendes en mid-delkombination.

Litteratur.

Skriver, K. 1991. Oversigt over Landsforsøgene. Landsudvalget for Planteavl, Skejby. s. 248.

Sulfonylurea-resistens i fuglegræs

*Resistance to sulfonylurea herbicides in *Stellaria media**

Per Kudsk & Solvejg K. Mathiasen

Planteværnscentret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Erling F. Petersen

Du Pont de Nemours (Agro) A/S

Park Allé 292

DK-2605 Brøndby

Summary

*A sulfonylurea-resistant biotype of *Stellaria media* L. was found in a spring barley field that had been treated with chlorsulfuron+MCPA from 1984 to 1988, with metsulfuron+MCPA in 1989 and with chlorsulfuron+MCPA in 1990 and 1991. Whole plant bioassays and in vitro assays with acetolactat synthase (ALS) confirmed the apparent sulfonylurea herbicide resistance. The resistant biotype was more resistant to chlorsulfuron than to the other sulfonylurea herbicides. The degree of cross-resistance to imazapyr was much lower than to the sulfonylurea herbicides. No cross-resistance to herbicides with different sites of action was observed.*

Indledning

Der har i de senere år været en kraftig stigning i antallet af rapporter om herbicid-resistente ukrudtspopulationer. Mens det tidligere hovedsageligt var overfor triazinerne, der blev fundet resistens, er der nu flere og flere tilfælde af resistens overfor andre herbicidgrupper (7). En af disse herbicidgrupper er sulfonylurea herbiciderne (12).

De hidtil rapporterede tilfælde af resistens som følge af anvendelsen af sulfonylurea herbicider stammer primært fra USA og Canada, og i ca. 90% af disse tilfælde er der tale om ukrudtsarten *Kochia scoparia* (Cotterman, pers. med.). De øvrige ukrudtsarter, der er fundet resistens hos i USA og Canada er *Lactuca serriola*, *Salsola iberica*, alm. rajgræs (*Lolium perenne*) og fuglegræs (*Stellaria media*) (Cotterman, pers. med.). Sulfonylurea herbiciderne blokerer for enzymet acetolactat synthase (ALS) og dermed for dannelsen af aminosyrene valin, leucin og isoleucin (14). I de tilfælde, hvor årsagen til resistensen

er undersøgt, har det vist sig, at den skyldes, at ALS i de resistente planter er mindre følsomt overfor sulfonylurea herbiciderne end ALS i de normale planter (3,15). Foruden resistens opstået som følge af anvendelsen af sulfonylurea herbicider er der fundet 2 tilfælde, hvor biotyper, der er resistente overfor andre herbicidgrupper, også udviser krydsresistens overfor sulfonylurea herbicider (5,6). I begge tilfælde skyldes resistensen ikke en nedsat følsomhed overfor sulfonylurea herbiciderne men sandsynligvis en forøget metabolisering i de resistente planter (2,6).

I denne artikel vil vi rapportere om et tilfælde af sulfonylurea resistens hos fuglegræs. Såvidt det er forfatterne bekendt, er der tale om det første tilfælde af resistens i Europa som følge af anvendelsen af sulfonylurea herbicider.

Materialer og metoder

Indsamling af frø

Frø af resistente fuglegræs planter blev indsamlet i midten af juli 1991 i en vårbyg mark i Gyrstinge i nærheden af Ringsted. Der er tale om et lavtliggende, kunstigt afvandet areal, som for størstedelens vedkommende har været dyrket kontinuerligt med vårbyg siden 1984. Arealet er ikke blevet pløjet i disse år. I årene 1984 til 1988 blev der sprøjtet med 4 g chlorsulfuron/ha, i 1989 med 4 g metsulfuron/ha plus 375 g MCPA/ha og i 1990 og 1991 med 4 g chlorsulfuron/ha plus 375 g MCPA/ha. I 1990 blev der observeret en utilfredsstillende effekt overfor fuglegræs, og det var nødvendigt at sprøjte med glyphosat før høst, for at kunne tærse afgrøden problemfrit. I 1991 blev der igen observeret en utilstrækkelig effekt overfor fuglegræs, der nu var meget dominerende i store dele af marken. En omsprøjtning med henholdsvis 7.5 og 15 g tribenuron/ha i hver sin halvdel af marken gav ingen synlig effekt.

Bioassays med planter

Frø af henholdsvis den resistente og en følsom biotype af fuglegræs blev sået i 2 liters pletter i jord-sphagnum blanding (2:1 vægt%) indeholdende alle nødvendige makro- og mikronæringsstoffer. Frøene fra den resistente biotype blev lagt i støb i en 0.2% KNO₃ opløsning i et døgn og sået 4 til 7 dage tidligere end den følsomme biotype, da den resistente biotype spirede noget langsommere end den følsomme biotype. Pletterne var placeret i et væksthuse både før og efter sprøjtningen. Sprøjtningerne blev udført på 2-4 bladsstadiet. I alle forsøg havde den resistente biotype 1-2 blade mere end den følsomme biotype på sprøjtetidspunktet. Der blev anvendt en Hardi 4110-14 eller 4110-16 dyse og henholdsvis 156 og 190 l vand/ha. Planterne blev sprøjtet med en doseringsrække af de forskellige herbicider. Hvis der var formodning om resistens overfor det pågældende herbicid, blev der anvendt højere doseringer overfor den resistente end overfor den følsomme biotype. Sulfonylurea herbiciderne blev udsprøjtet uden tilsætning af additiv. I forbindelse med såningen blev der lagt et tyndt lag småsten på jordoverfladen, og da der efter sprøjtningen kun blev vandet fra neden af, har der ingen jordefekt været af de

anvendte herbicider.

In vitro undersøgelser med ALS

Ekstraktion af ALS fra fuglegræs planter samt bestemmelse af de forskellige herbiciders effekt på enzymaktiviteten blev udført som tidligere beskrevet (14,15). Der blev høstet frø på planter indsamlet på 4 forskellige datoer. *In vitro* undersøgelser blev gennemført med planter fra hver af de 4 frøpartier. Effekten af de undersøgte herbicider på enzymaktiviteten er angivet som I_{50} koncentrationer, det vil sige den koncentration, der reducerer enzymaktiviteten med 50%.

Statistik

Resultaterne med hvert enkelt herbicid blev analyseret ved hjælp af en "parallel-line assay" teknik, idet det blev antaget, at doseringskurverne for den følsomme og resistente biotype var parallelle. Fordelen ved denne metode er, at den relative styrke direkte udtrykker resistensfaktoren, som angiver hvor mange gange doseringen skal forøges for at opnå samme effekt overfor den resistente som overfor den følsomme biotype (10). Hypotesen om parallelle doseringskurver blev testet ved hjælp af en test for "lack of fit". I de tilfælde, hvor det ikke var muligt at anvende denne metode, f.eks hvis doseringskurven for den resistente biotype ikke blev tilstrækkelig godt bestemt, blev ED_{50} værdien for den følsomme biotype bestemt og sammenholdt med de doseringer, der blev anvendt overfor den resistente biotype.

Resultater

I tabel 1 er resultaterne fra 2 forsøg vist, hvor effekten af forskellige sulfonylurea herbicider samt imazapyr, der tilhører imidazolinonerne, blev undersøgt overfor de to biotyper. Imidazolinonerne er ikke kemisk beslægtet med sulfonylurea herbiciderne, men virker som disse ved at blokerer ALS.

Tabel 1. Doseringer (g/ha) nødvendige for at opnå 50% reduktion i tørvægten af en sulfonylurea-følsom (S) og en sulfonylurea-resistent (R) biotype af fuglegræs. *Dose rates (g/ha) required for 50% reduction in dry weight of a sulfonylurea-susceptible (S) and a sulfonylurea-resistant (R) biotype of Stellaria media L.*

ED ₅₀						
Herbicide	Forsøg 1 <i>Exp. 1</i>			Forsøg 2 <i>Exp. 2</i>		
	S	R faktor R/S	Resistens- <i>Resistance</i>	S	R faktor R/S	Resistens- <i>Resistance</i>
<i>Herbicide</i>		<i>factor</i> R/S			<i>factor</i> R/S	
Chlorsulfuron	0.040	>10.8	>270	0.035	>19.2	>545
Metsulfuron methyl	0.028	2.48	89(53-126) ^a	0.016	8.33	520(368-673)
Tribenuron methyl	0.025	1.57	63(46-80)			
Triasulfuron	0.019	1.45	76(50-102)	0.014	6.22	434(289-580)
DPX-E9636	0.297	23.75	80(44-116)			
Imazapur				0.12	0.56	4.6(2.3-6.9)

^a95% konfidensinterval
95% confidence interval

Der er fundet resistens overfor alle de afprøvede sulfonylurea herbicider. Resistensen overfor chlorsulfuron synes dog at være mere udtalt end overfor de øvrige sulfonylurea herbicider. Forskellen i de to biotypers respons overfor imazapyr er betydelig mindre end overfor sulfonylurea herbiciderne.

I tabel 2 er vist resultaterne fra tilsvarende forsøg med herbicider med en anden virkemåde end sulfonylurea herbiciderne.

Tabel 2. Doseringer (g/ha) nødvendige for at opnå 50% reduktion i tørvægten af en sulfonylurea-følsom (S) og en sulfonylurea-resistent (R) biotype af fuglegræs. *Dose rates (g/ha) required for 50% reduction in dry weight of a sulfonylurea-susceptible (S) and a sulfonylurea-resistant (R) biotype of Stellaria media L.*

	ED ₅₀	
	Forsøg 1 <i>Exp. 1</i>	Forsøg 2 <i>Exp. 2</i>
Herbicide	Resistensfaktor <i>Resistance factor</i>	Resistensfaktor <i>Resistance factor</i>
Fluroxypyr	1.47 (1.18-1.75) ^a	1.13 (0.60-1.66)
Mechlorprop	1.09 (0.70-1.47)	1.33 (1.04-1.61)
Bentazon	2.19 (1.84-2.55)	1.13 (0.95-1.31)
Ioxynil	1.37 (0.73-2.02)	
Dinoseb	1.25 (0.82-1.69)	
Methabenzthiazuron		1.75 (0.82-2.68)

^a95% konfidensinterval
95% confidence interval

I begge forsøg er der med alle herbicider fundet en mindre effekt overfor den resistente end overfor den følsomme biotype. Forskellen er dog kun signifikant for fluoxypyr og bentazon i forsøg 1 og mechlorprop i forsøg 2.

I tabel 3 er vist resultaterne fra *in vitro* undersøgelserne med isoleret ALS enzym.

Tabel 3. Forholdene mellem I_{50} værdier for en sulfonyleurea-resistent og sulfonyleurea-følsom biotype af fuglegræs. Resultaterne er gennemsnit af 4 forsøg.
*Ratios of I_{50} values of a sulfonyleurea-resistant and a sulfonyleurea-susceptible *Stellaria media* L biotypes. Average of 4 experiments.*

Herbicide	R:S I_{50} forhold R:S I_{50} ratio
Chlorsulfuron	20.8 (10.5) ^a
Metsulfuron methyl	8.7 (3.0)
Triasulfuron	7.7 (3.1)
DPX-E9636	12.6 (3.9)
Imazapyr	1.4 (0.2)

^aStandard afvigelse
Standard error

ALS fra resistente var mindre følsom overfor alle de undersøgte sulfonyleurea herbicider end ALS fra den følsomme biotype. Derimod var der kun lille forskel i følsomheden overfor imazapyr.

Diskussion

Forsøgene med hele planter har bekræftet, at årsagen til den utilfredsstillende effekt af chlorsulfuron og tribenuron methyl overfor fuglegræs i den pågældende mark i 1991 er resistens (Tabel 1), og *in vitro* undersøgelserne med ALS viser, at årsagen til resistensen er en nedsat følsomhed af ALS overfor sulfonyleurea herbiciderne (Tabel 3). Der er imidlertid stor forskel på de estimerede resistensfaktorer i de to forsøg med hele planter

(Tabel 1). Det er bemærkelsesværdigt, at mens ED₅₀ værdien for den følsomme biotype stort set var den samme i de to forsøg, var ED₅₀ værdien for den resistente biotype betydeligt større i det andet end i det første forsøg. En mulig forklaring på denne forskel kan være, at effekten af herbiciderne er afhængig af både tid og vækstforhold (15). Mens det første forsøg blev udført i sensommeren, blev det andet forsøg udført sent i efteråret. Vækstforholdene var derfor meget forskellige, og i det andet forsøg stod planterne betydeligt længere efter sprøjtningen inden de blev høstet end i det første forsøg på grund af den mindre væksthastighed. *In vivo* effektens afhængighed af tid og vækstforhold er måske også årsagen til de mindre resistensfaktorer i ALS undersøgelserne end i forsøgene med hele planter, en forskel der også er observeret i en anden undersøgelse (15).

Trods disse forskelle i resistensniveau blev der i begge forsøg samt i undersøgelserne med isoleret ALS, fundet en større resistens overfor chlorsulfuron end overfor de øvrige sulfonylurea herbicider, mellem hvilke der ingen signifikante forskelle blev fundet. En nærliggende forklaring på dette er, at det primært er chlorsulfuron, der er anvendt i marken, og dermed er det først og fremmest overfor chlorsulfuron, at selektionen er sket. I en anden undersøgelse er der fundet en tilsvarende tendens til en mere udbredt resistens overfor det anvendte end overfor de øvrige sulfonylurea herbicider (15). Derimod er der ikke fundet nogen signifikante forskelle mellem de øvrige sulfonylurea herbicider i vores forsøg, mens der med andre resistente plantearter er fundet markante forskelle (8,13,15)

Undersøgelser med en sulfonylurea-resistent biotype af fuglegræs fra Canada viste et resistensfaktor på mellem 150 og 330 overfor forskellige sulfonylurea herbicider (16), hvilket er af samme størrelsesorden som i Tabel 1. Derimod var resistensfaktoren overfor imazapyr 60 for den canadiske biotype, hvilket er signifikant højere end for biotypen fra Gyrstinge. Denne forskel i krydsresistens indikerer, at det ikke er den samme mutation i ALS genet, der er sket i de to biotyper.

Det er ikke overraskende, at der er fundet krydsresistens overfor herbicider tilhørende imidazolinonerne, da de ligesom sulfonylurea herbiciderne virker ved at blokere ALS. Endvidere er det kendt fra undersøgelser med både sulfonylurea-resistente og imidazolinon-resistente mutanter af forskellige plantearter, at der ofte er krydsresistens (1,11). Den betydelig mindre grad af resistens overfor imazapyr og andre imidazolinoner end overfor sulfonylurea herbiciderne er i overensstemmelse med resultater fra andre undersøgelser (4,8,13,15) og indikerer, at det ikke er helt det samme sted på proteinet, at de to herbicidgrupper bindes (15).

Foreløbige undersøgelser har vist, at sulfonylurea-resistensen nedarves via et semi-dominant gen (9). Det må derfor forventes, at resistensniveauet i homozygote planter er højere end i heterozygote planter. De 4 ALS forsøg er udført med frø udtaget på 4 forskellige datoer, og den observerede variation kan sandsynligvis tilskrives, at andelen af henholdsvis homo- og heterozygoter har været forskellig ved de 4 udtagninger (Cotterman, pers. med.).

Der er kun fundet små forskelle i følsomheden overfor herbicider med en anden virkemåde end sulfonyleurea herbiciderne (Tabel 2). I det første forsøg er forskellene dog signifikante med fluoxypyr og bentazon, mens det kun var med mechlorprop, der blev fundet en signifikant forskel i det andet forsøg. Da de resistente planter i begge forsøg havde 1 til 2 blade mere end de sulfonyleurea-følsomme skyldes denne forskel sandsynligvis snarere forskelle i udviklingstrin end en reel forskel i følsomhed overfor disse herbicider. I undersøgelser med sulfonyleurea-resistente biotyper af *Lactuca serriola* og *Kochia scoparia* blev der ligeledes kun fundet meget små forskelle i følsomheden overfor herbicider med anden virkemåde (8,13). Markforsøg viste ligeledes, at den sulfonyleurea-resistente fuglegræs biotype blev tilfredsstillende bekæmpet med mechlorprop og fluoxypyr.

Mens resistens i USA og Canada, bl.a. hos fuglegræs, ofte er opstået efter 4 til 5 års kontinuerlig anvendelse af et sulfonyleurea herbicid, typisk chloresulfuron, tog det altså 7 til 8 år i Danmark. Denne forskel skyldes sandsynligvis, at selektionstrykket har været betydelig større på de lokaliteter i USA og Canada, hvor der er fundet resistens, end på marken i Gyrstinge. Selektionstrykket bestemmes af doseringen og persistensen. Mens den anbefalede dosering af chloresulfuron i Danmark er 4 g/ha, er den i USA og Canada 20 til 25 g/ha. Endvidere forløber nedbrydningen ofte langsommere end i Danmark på grund af de tørrere somre og koldere vintre, ligesom jordens pH ofte er højere, hvilket ligeledes reducerer nedbrydningshastigheden. Alt i alt vil disse forhold bevirke, at selektionstrykket under danske forhold vil være betydeligt mindre, og at resistente biotyper derfor vil opformeres meget langsommere.

Et andet forhold, der kan påvirke en resistent biotypes opformering, er jordbearbejdningen (3). En overfladisk jordbearbejdning medfører, at kun en lille del af jordens frøreserve af de følsomme biotyper vil kunne spire. Det betyder, at den buffereffekt, som jordens frøreserve besidder overfor opformeringen af resistente biotyper, er mindre og hurtigere bliver udtømt, det vil sige opformeringen af en resistent biotype vil foregå hurtigere. Det faktum, at den pågældende mark i Gyrstinge ikke er blevet pløjet siden 1984, må formodes at have fremmet opformeringen af den resistente biotype.

Den mest effektive måde at forebygge resistens på er, at anvende herbicider med forskellige virkemåder fra år til år samt at anvende produkter eller tankblandinger indeholdende to eller flere aktivstoffer med forskellige virkemåder. Det første er typisk hvad der automatisk sker idag, hvis sædskiftet består af både en- og tokimbladede afgrøder. Hvis det ikke er tilfældet, f.eks i kornrige sædskifter, bør man for at undgå resistens overfor sulfonyleurea herbiciderne anvende disse herbicider i tankblanding med andre herbicider. Tankblandinger mindsker kun risikoen for resistens overfor de ukrudtsarter, hvor begge aktivstoffer er virksomme. F.eks vil en tankblanding med MCPA, som blev anvendt i marken ved Gyrstinge i årene 1989-1991, ikke reducere opformeringsraten af den sulfonyleurea-resistente fuglegræs biotype, da MCPA i den anvendte dosering stort set er uden effekt overfor fuglegræs. Det er derfor vigtigt, at der tankblandes med et herbicid, der er aktivt overfor de dominerende ukrudtsarter i marken.

Foreløbige undersøgelser tyder på, at de sulfonylurea-resistente biotyper ikke besidder en mindre fitness end de sulfonylurea-følsomme biotyper, som det er tilfældet for de fleste triazin-resistente biotyper (15). Endvidere er der endnu ikke fundet tilfælde af negativ krydsresistens, det vil sige større følsomhed hos den resistente end hos den følsomme biotype overfor herbicider med en anden virkemåde. Tilsammen betyder dette, at hvis først en sulfonylurea-resistent biotype er opformeret, er det tvivlsomt om det er muligt at reducere dens andel af populationen ved at undlade at anvende sulfonylurea herbicider, hvilket teoretisk set skulle være muligt med triazin-resistente biotyper. Det er derfor væsentligt, at opformeringen ikke finder sted.

Sammendrag

En sulfonylurea-resistent biotype af fuglegræs blev fundet i en vårbygmark, hvor der var blevet sprøjtet med chlorsulfuron i årene 1984 til 1988, med metsulfuron + MCPA i 1989 og med chlorsulfuron + MCPA i 1990 og 1991. Bioassays med hele planter samt *in vitro* undersøgelser med ALS konfirmerede, at der var tale om resistens. Den resistente biotype var mere resistent overfor chlorsulfuron end over for de øvrige sulfonylurea herbicider. Resistensniveauet overfor imazapyr, der tilhører en anden herbicidgruppe men virker på samme måde i planterne som sulfonylurea herbiciderne, var betydeligt mindre end overfor sulfonylurea herbiciderne. Der blev ikke observeret krydsresistens af betydning overfor herbicider med andre virkemåder.

Litteratur

1. Chaleff, R.S. & T.B. Ray. 1984. Herbicide-resistant mutants from tobacco cell cultures. *Science*, 223, 1148-1151.
2. Christopher, J.T., S.B. Powles, D.R. Liljegren & J.A.M. Holtum. 1990. Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). II. Chlorsulfuron resistance involves a wheat-like detoxification system. *Plant Physiology*, 95, 1036-1043.
3. Gressel, J. & L.A. Segel. 1982. Interrelating factors controlling the rate of appearance of resistance: The outlook for the future. I: LeBaron, H.M. & J. Gressel. *Herbicide Resistance in Plants*, p. 325-348. John Wiley & Sons, New York.
4. Hall, L.M. & M.D. Devine. 1990. Cross-resistance of a chlorsulfuron-resistant biotype of *Stellaria media* to a triazolopyrimidine herbicide. *Plant Physiology*, 93, 962-966.
5. Heap, I.M. & R. Knight. 1986. The occurrence of herbicide cross-resistance in a population of annual ryegrass, *Lolium rigidum*, resistant to diclofop-methyl. *Aust. J. Agric. Res.*, 37, 149-156.
6. Kemp, M.S., S.R. Moss & T.H. Thomas. 1990. Herbicide resistance in *Aleopecurus myosuroides*. I: Green, M.B., H.M. LeBaron & W.K. Moberg. *Managing Resistance to Agrochemicals*, ACS Symposium Series No. 421, 376-393. American Chemical Society, Washington DC.

7. **LeBaron, H.M. & J. McFarland.** 1990. Herbicide resistance in weeds and crops. An overview and prognosis. I: *Green, M.B., H.M. LeBaron & W.K. Moberg.* Managing Resistance to Agrochemicals, ACS Symposium Series No.421, p. 337-352. American Chemical Society, Washington DC.
8. **Mallory-Smith, C.A., D.C. Thill & M.J. Dial.** 1990. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology*, 4, 163-168.
9. **Mallory-Smith, C.A., D.C. Thill, M.J. Dial & R.S. Zemetra.** 1990. Inheritance of sulfonylurea herbicide resistance in *Lactuca* spp. *Weed Technology*, 4, 787-790.
10. **Mathiassen, S.K. & P. Kudsk.** 1991. The response of atrazine-resistant and susceptible biotypes of *Chenopodium album* to other herbicides assessed by a parallel-line assay. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 56/3a, 695-699.
11. **Newhouse, K.E., D.L. Shaner, T. Wang & R. Fincher.** 1990. Genetic modification of crop responses to imidazolinone herbicides. I: *Green, M.B., H.M. LeBaron & W.K. Moberg.* Managing Resistance to Agrochemicals, ACS Symposium Series No. 421, p. 474-481. American Chemical Society, Washington DC.
12. **Petersen, E.F.** 1990. Resistens mod ALS-hæmmende herbicider. 7. Danske Plante værnskonference-Ukrudt, 107-115.
13. **Primiani, M.M., J.C. Cotterman & L.L. Saari.** 1990. Resistance of kochia (*Kochia scoparia*) to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. *Weed Technology*, 4, 169-172.
14. **Ray, T.B.** 1984. Site of action of chlorsulfuron. *Plant Physiology*, 75, 827-831.
15. **Saari, L.L., J.C. Cotterman & M.M. Primiani.** 1990. Mechanism of sulfonylurea herbicide resistance in the broadleaf weed, *Kochia scoparia*. *Plant Physiology*, 93, 55-61.
16. **Saari, L.L., J.C. Cotterman, W.F. Smith & M.M. Primiani.** 1992. Sulfonylurea herbicide resistance in common chickweed, perennial ryegrass, and russian thistle. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 42, 110-118.

Orientering om EF-lovgivningens betydning for den danske godkendelse af pesticider, samt status for revurderingen af pesticider
EEC-legislation and registration of pesticides in Denmark and status for national regulation

Gunver Bennekou & Jens Mossin,
Miljøstyrelsen
Bekæmpelsesmiddelkontoret
Strandgade 29
1401 København K.

Summary

During the latest years the environmental regulation of pesticides in Denmark has been concentrated on two scopes: 1) replacement of products hazardous to health and to the environment with less hazardous products and 2) an agreement of a reduction of the application of pesticides in agriculture, measured partly as used quantities and partly as treatment frequencies.

In future the Danish regulation of pesticides will be strongly affected by the new EEC regulations on pesticides.

The paper is partly a status of the national regulation in Denmark, and partly an evaluation of the influence of the adopted EEC Directive on plant protection products on the Danish regulation of pesticides.

Indledning

Miljøreguleringen af pesticider har i Danmark i de seneste år været koncentreret om 2 områder, substitution af mere miljø- og sundhedsskadelige midler med mindre miljø- og sundhedsskadelige midler samt en aftale om, at reducere anvendelsen af pesticider i landbruget, anvendelsen målt dels som mængde anvendt og dels som behandlingshyppighed.

Den danske regulering af pesticider vil i fremtiden blive stærkt præget af de nye EF-reguleringer på området.

I dette indlæg vil der først være en status over, hvor langt man i Danmark er nået med den nationale regulering, og dernæst vil der være en vurdering af, hvilken indflydelse det vedtagne EF-direktiv om plantebeskyttelsesmidler vil få på den danske regulering af pesticider.

Status for den danske regulering af pesticider.

I maj 1987 vedtog Folketinget en ændring af kemikalieloven, som trådte i kraft den 1. september 1987. I den nye lov var der bl.a. en hjemmel til at revurdere alle ældre bekæmpelsesmidler, som var godkendt af Giftnævnet før 1. oktober 1980. Revurderingen af midlerne skulle starte i 1988, og i løbet af de kommende 5 år skulle de forskellige midler indsendes til revurdering efter en plan, der er anført i bekendtgørelse om kemiske bekæmpelsesmidler.

Ved revurderingen skal producenterne, såfremt de stadig ønsker at markedsføre det pågældende middel, indsende ansøgning samt en omfattende dokumentation til Miljøstyrelsen. Kravene til denne dokumentation svarer til de krav, der stilles når producenter ønsker at markedsføre helt nye stoffer. Såfremt producenter ikke ønsker at indsende denne dokumentation, vil produktet ikke længere kunne markedsføres i Danmark.

For produkter, hvortil der indsendes dokumentation, skal der foretages en evaluering af det indsendte dokumentationsmateriale. Dels skal det vurderes, hvorvidt dokumentationen er udført i overensstemmelse med de undersøgelsesmetoder, der er anført i bekendtgørelsen. Dernæst skal det vurderes, hvorvidt midlet og det indeholdte aktivstof, har en miljø- og sundhedsmæssig effekt, som overskrider de kriterier Miljøstyrelsen har stillet for at kunne godkende et stof og et middel. Når Miljøstyrelsen har vurderet materialet kan det enten betyde, at midlet og stoffet bliver godkendt på de hidtil gældende vilkår, at der kan meddeles en godkendelse på ændrede vilkår eller, at godkendelsen ikke kan meddeles.

Da revurderingen startede i 1988 var det et stort arbejde, både for firmaerne, der skulle fremskaffe dokumentation, men også for Miljøstyrelsen, der skulle evaluere den fremsendte dokumentation. Der er nu blevet opbygget en ekspertise samt en praksis, som betyder, at hastigheden hvormed der bliver truffet afgørelser i Miljøstyrelsen er stigende. Målet er at alle plantebeskyttelsesmidler skal være færdige fra Miljøstyrelsen inden sommeren 1993. Dette er et ambitiøst mål, men et mål som vi gør en meget stor indsats for at nå.

Tabel 1 er en oversigt over, hvilke stoffer, der allerede nu er blevet vurderet af Miljøstyrelsen, og resultatet af denne vurdering.

1988 er stort set færdig, et enkelt middel, som skal diskuteres i Bekæmpelsesmiddelrådet, mangler stadig.

Tabel 1. Oversigt over revurderingen 1988, 1989, 1990 og 1991 (Miljøstyrelsen).

1988

Aktivstoffer, der ikke er ønsket revurderet
DINOTERB

Aktivstoffer, der udgår på grund af manglende svar
CHLOROXURON DALAPON
DNOC NATRIUMCHLORAT
TCA

Aktivstoffer der afvises
AMITROL Manglende dokumentation
DINOSEB
METOXURON
MINERALSK TERPENTIN
MCPB Manglende dokumentation/Anket

Aktivstoffer under vurdering
BENTAZON Under behandling

Aktivstoffer, hvor der er truffet afgørelse
BROMOFENOXIM Tilbagekaldt/kriterier/Anket/Stadfæstet
BROMOXYNIL Tilbagekaldt/kriterier/Anket
CYANAZIN Tilbagekaldt/kriterier/Anket
2,4-D Tilbagekaldt/alternativer/Anket
IOXYNIL Tilbagekaldt/kriterier/Anket
PARAQUAT Tilbagekaldt/kriterier/Anket
ATRAZIN 1) 2) Godkendt
CARBETAMID Godkendt
CLORPROPHAM 1) Godkendt
CLOPYRALID Godkendt
DICAMBA Godkendt
DICHLOBENIL Godkendt
DICHLORPROP Godkendt
DIFENZOQUAT 2) Godkendt
DIURON 1) 2) Godkendt
FLAMPROP-M-ISOPROPYL 2) Godkendt
GLYPHOSAT Godkendt
ISOPROTURON Godkendt
JORDLIEDESTILLAT Godkendt
LINURON Godkendt
MCPA 1) Godkendt
MECHLORPROP Godkendt
METHABENZTHIAZURON Godkendt
PENDIMETHALIN 2) Godkendt
SIMAZIN 1) 2) Godkendt
TERBUTHYLAZIN 2) Godkendt
TRI-ALLAT 2) Godkendt
TRIFLURALIN 2) Godkendt

1) Godkendt med begrænsninger.
2) Afstendskrav til vandleb.

1989

Aktivstoffer uden godkendte midler
BROMOPHOS FERRISULFAT
CHINOMETHIONAT CYHEXATIN
TRICHLORONAT

Aktivstoffer, der ikke ønskes revurderet
ALLOXYDIM CHLORBUFAM
DIMETHACHLOR FOSAMIN
HEPTENOPHOS METHIDATHION
SULFOTEP TETRASUL
THIOMETON TRIAZOPHOS

Aktivstoffer, der udgår på grund af manglende svar
CYCLOAT

Aktivstoffer, der afvises på grund af manglende dokumentation
ACEPHAT Manglende dokumentation
ALDICARB
ASULAM Anket/Stadfæstet
LENACIL Anket/Stadfæstet

Aktivstoffer under vurdering
AZINPHOS-METHYL BENAZOLIN
CARBOFURAN CHLORFENVINPHOS
CHLORIDAZON DIAZINON
DICOFOL DIQUAT

EPTC
ISOFPENPHOS
MERCAPTODIMETHUR
MEVINPHOS
PROPACHLOR
TERBACIL
HEXAZINON
METRIBUZIN
METAMITRON
OXYDEMOTON-METHYL
PROPYZAMID
TETRADIFON

Aktivstoffer, hvor der er truffet afgørelse
AMITRAZ 2) Godkendt
ETHOFUMESAT 2) Godkendt
FENBUTATIN OXID Godkendt
FERROSULFAT Godkendt
NAPROPAMID Godkendt
METHOMYL Godkendt
OXAMYL Tilbagekaldt
PHENMEDIPHAM 2) Godkendt

1990

Aktivstoffer uden godkendte midler
ANTHRANILSYRE-3,4-DICHLORANILID DIELDRIN
N-METHANSULFONYL-N-METHYL-3,5-DICHLOR-NAPHTALEN
PARATHION-METHYL PARATHION

Aktivstoffer, der udgår på grund af manglende svar
JODFENPHOS MONOCROTOPHOS
MONOSULFIRAM 4,5,2,4,6-PENTACHLOR

Aktivstof i produkt udgået ved revurdering 1989
MUSCALURE

Aktivstoffer, der afvises
CALCIUMCYANID Mangler i dokumentation
DIENOCHLOR Mangler i dokumentation/Anket/Stadfæstet
FORMOTHION Mangler i dokumentation
HYDROGENCYANID Manglende dokumentation
SULCOFURON-NA Mangler i dokumentation
TRICHLORFON Mangler i dokumentation
5-BENZYL-3-FURYL METHYL (+)CIS(1R,3S,E-2,2-DIMETHYL-3-(2-OXO-2,3,4,5-TETRAHYDROTHIOPHENYL-IDENMETHYL)-CYCLOPROPAN-CARBOXYLAT Mangler i dokumentation

Aktivstoffer under vurdering
PIRIMICARB D-TRANS ALLETHRIN
ALUMINIUMPHOSPHID BIORESMETHRIN
BUTOXYCARBOXIM CHLORPYRIFOS
CYPERMETHRIN DICHLORVOS
DIFLUBENZURON DIMETHOAT
ETHIOFENCARB ETRIMFOS
FENITROTHION FENVALERAT
FORMOTHION LINDAN
MALATHION METALDEHYD
METHOPREN METHYLBROMID
PERMETHRIN PHOSPHAMIDON
PHOXIM PROPOXUR
PYRETHRUM ROTENON

Aktivstoffer, hvor der er truffet afgørelse
TETRACHLORVINPHOS Godkendt til 1.9.95

1991

Aktivstoffer uden godkendte midler
METHOXYCHLOR

Aktivstoffer, der ikke ønskes revurderet
DINOCAP ETRIDIAZOL
FENTINHYDROXID NITROTAL-ISOPROPYL
NUARIMOL TRIDEMORPH

Aktivstoffer, der udgår på grund af manglende svar
ZINEB

Aktivstoffer, der afvises
KVIKSØLVFORBINDELSER EF-forbudsdirektiv
OXYCARBOXIN Mangler i dokumentation

Aktivstoffer, hvor der er truffet afgørelse
TRIADIMENOL Godkendt til 1995
NATRIUM-N-DIMETHYLDITHIOCARBAMAT Godkendt til 1995

Af oversigten kan det ses at der var en del stoffer, hvor der ikke var noget ønske om revurdering. For 6 stoffer mente Miljøstyrelsen, at dokumentationen var for mangelfuld til at de kunne godkendes. For de resterende midler var der 6 stoffer, som Miljøstyrelsen anså for at være særligt farlige for sundheden eller særligt skadelige for miljøet, hvorefter de ikke kunne godkendes. De øvrige stoffer er blevet godkendt. Visse af disse stoffer er dog godkendt med en begrænsning i anvendelsen. De 6 stoffer, som Miljøstyrelsen har tilbagekaldt, fordi de anses for at være særligt skadelige for miljø- og sundhed, er alle anket til Miljøklagenævnet, som indtil nu har stadfæstet en af Miljøstyrelsens afgørelser.

Da en anke til Miljøklagenævnet har opsættende virkning, betyder anken, at de øvrige midler stadig kan markedsføres i Danmark.

Af oversigten fremgår det, at vi nu har afgjort ca. halvdelen af de stoffer, der skulle indsendes i 1989. Også dette år var der aktivstoffer, der ikke blev ønsket revurderet af producenterne. Der var 4 stoffer der blev afvist af Miljøstyrelsen på grund af manglende dokumentation. Af listen fremgår det også, at der allerede nu er godkendt flere aktivstoffer, men der er også tilbagekaldt aktivstoffer.

Da vi i øjeblikket udsender mange afgørelser, er det ikke muligt helt at være up to date med hensyn til, hvilke aktivstoffer der i givet fald er blevet påklaget til Miljøklagenævnet. Listen vil derfor indeholde stoffer, der på grund af anke muligvis vil være på markedet i en længere periode.

For de stoffer der er indsendt i 1990 og 1991 er der udgået stoffer enten på grund af manglende svar eller på grund af manglende dokumentation.

En opsummering af revurderingen viser således, at revurderingen indtil nu hovedsageligt har medført, at stoffer er udgået fra markedet på grund af manglende dokumentation, eller fordi firmaerne ikke har ønsket de pågældende stoffer revurderet. De midler som Miljøstyrelsen efter en vurdering af den fremsendte dokumentation har fundet miljø- eller sundhedsskadelige er i hovedsagen stadig på markedet på grund af klageadgangen.

Alle bekæmpelsesmidler, også de der er godkendt i Danmark, har en større eller mindre effekt på miljøet, afhængig af de enkelte midlers egenskaber. Ud over bekæmpelsesmidlernes direkte effekt på miljøet, har de en indirekte effekt på miljøet, idet de fjerner insekter og planter, hvorved fødegrundlaget for andre arter reduceres. Problemerne med bekæmpelsesmidler løses altså ikke alene gennem revurderingen af de gamle midler, og heller ikke gennem godkendelsesordningen for nye midler.

Den kommende EF-regulering af bekæmpelsesmidler.

I juli 1991 blev EF-direktiv om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler vedtaget. Direktivet skal senest være omsat til dansk lovgivning fra juli 1993. Markedsføring i EF-landene vil derefter være baseret på 2 hovedprincipper, dels skal der opstilles en fælles EF-positivliste for aktivstoffer der kan indgå i bekæmpelsesmidler, dels skal der være en national godkendelse af de enkelte produkter. Denne nationale godkendelse skal dog ses i sammenhæng med, at der i EF skal være en gensidig anerkendelse medlemsstaterne imellem, en anerkendelse, hvor der dog kan være visse undtagelsesmuligheder.

Vurderingen af, hvorvidt de enkelte aktivstoffer skal optages på positivlisten, vil foregå i EF-regi i en komité, hvor der vil være repræsentanter fra de enkelte medlemslande. Når et aktivstof er optaget på positivlisten skal produkter indeholdende disse aktivstoffer, vurderes i de lande, hvor de søges godkendt. Som hovedregel gælder, at produkter godkendt i et medlemsland også skal godkendes i de øvrige medlemslande, med mindre forholdene med hensyn til klima, med hensyn til landbrugsdyrkning og med hensyn til miljø er forskellige. Aktivstoffer indeholdt i produkter, der er markedsført indenfor EF-området, før direktivet er trådt i kraft, skal i løbet af en 12-årig periode gennemgå en revurdering med henblik på en evt. optagelse på positivlisten. Denne revurdering betyder, at der i EF skal revurderes ca. 90 aktivstoffer årligt. Kriterierne for optagelse af aktivstoffer på positivlisten er stadig ikke kendte.

For at iværksætte den gensidige anerkendelse medlemsstaterne imellem skal der udformes ensartede principper for, hvorledes medlemsstaterne godkender et middel. Disse ensartede principper er i øjeblikket ved at blive udarbejdet og i følge direktivet skal de være godkendt af Rådet i sommeren 1992.

Hvis denne tidsfrist ikke overholdes betyder det, at dele af direktivet ikke vil træde i kraft i sommeren 1993.

Beskyttelsesniveauet med hensyn til godkendelse af pesticider er stadig uafklaret. Beskyttelsesniveauet vil dels hænge sammen med, hvilke kriterier der vil blive udformet, dels vil det afhænge af, hvordan den praksis, hvorefter aktivstoffer optages på positivlisten vil blive. Beskyttelsesniveauet og herunder EF-lovgivningens betydning for den danske godkendelse af pesticider vil således først være kendt i løbet af en årrække.

Pesticidafgiftsmidlerne - oversigt over støttede forskningsprojekter og deres betydning for Miljøstyrelsen.

Pesticide-fee-funds - an overview of supported research projects and their importance to the Danish Environmental Protection Agency

Henning Clausen
Miljøstyrelsen/Institut
for Økologisk Botanik
Strandgade 29
DK-1401 København K

Summary

In 1989 the Danish Ministry of Environment initiated a research programme on the environmental and health effects of pesticides. The programme is financed by fees on pesticide products with a total of about 12 million Danish kroner per year.

Research projects fall within four main groups:

A. Measures pertaining to agricultural management.

Including e.g. side effects from use of pesticides, and computer models for crop protection.

B. Ecotoxicology.

Including e.g. laboratory and field studies on the effects of pesticides on living organisms, monitoring of pesticides in ground and surface waters, and studies on degradation and mobility of pesticides in soil.

C. Management of nature.

Including e.g. studies on the effects of and dynamics in spray-free margins in fields, and bird monitorprojects.

D. Health.

Including e.g. re-entry studies in green-houses, and analysis of the possibility of assessing the exposure of the human population via the food.

A greater number of the projects finished work in 1991, and the results will be published in 1992.

The research programme gives back-ground information about the complex interrelationships in agro-ecosystems which is necessary in order to design environmentally sustainable crop growing strategies, and to assess hazards and risks

concerning the use of pesticides.

The results of the research projects also give a basis for the ministrys international work on uniform principles for the acceptance of pesticides.

For the coming period the Ministries of Environment and Agriculture are working out a strategy for the general pesticide research in Denmark, coordinating the different research programmes and the capacities of the different research institutions and centres. In this work relevant researchers and administrators will be involved. Also, persons from the other Nordic countries will be asked to participate.

Indledning

Miljøministeriet igangsatte i 1989 et forskningsprogram finansieret med ca. 12. mio. kr. årligt af afgiftsmidlerne fra salg af bekæmpelsesmidler.

Forskningsprogrammets formål er at belyse bekæmpelsesmidlers effekt på miljøet, således at der opnås en bedre forståelse af pesticidernes miljøpåvirkning, samt opnås et bedre grundlag for regulering af forbruget af bekæmpelsesmidler.

Forskningsmidlerne fordeles af Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, efter drøftelse i et rådgivende udvalg med deltagelse af Miljøstyrelsen, Landbrugsministeriet, landbrugsorganisationerne og bekæmpelsesmiddelbranchen.

Da bekæmpelsesmidlers direkte indvirkning på sundheden bliver rimeligt godt belyst med de undersøgelser, som kemikaliefirmaerne indsender ved ansøgning om godkendelse af bekæmpelsesmidler er de miljømæssige aspekter opprioriteret i forhold til sundhedsmæssige aspekter.

Forskningsområder

Forskningsindsatsen har været centreret om 4 hovedområder:

A. Miljømæssige effekter af forbrugsbegrænsende anvendelsestekniske foranstaltninger. Dette område dækker for en stor del den forskning i regulering af forbruget af bekæmpelsesmidler, som er omtalt i miljøministerens handlingsplan, og skal bl.a. danne grundlag for rådgivning og information til jordbrugere. Som eksempel kan følgende projektyper nævnes:

Tilvejebringelse og indarbejdelse af miljødata og miljøvejledning i informationsdatabase.

Undersøgelse af den miljømæssige effekt af brugen af informationsdatabaser.

Fastsættelse af skadetærskler.

Årsager og sammenhænge i relation til bekæmpelsesbehov.

Samspil mellem pesticider, afgrøder og skadevoldere.

Samspil mellem dyrkningsteknikker og skadevoldere.

B. Økotoxikologi

Dette område omfatter bekæmpelsesmidlers direkte og indirekte påvirkning af organismer på populations- såvel som økosystemniveau, midlernes transport, nedbrydning og evt. ophobning i miljøet samt testmetoder til vurdering af bekæmpelsesmidlers miljøeffekter. Eksempler på projekttyper er:

Jordfauna og flora:

Udvikling og feltvalidering af laboratorietests.

Kvantificering af bekæmpelsesmidlers effekt på faunaen og floraen i felten i relation til dosis.

Vandprojekter:

Belastningen af og effekten på småbække og vandhuller i agerlandet relateret til bekæmpelsesgrad.

Nedsivning af pesticider gennem jorden under marker.

Sammenligning mellem kolonneforsøg og lysimeter-/markforsøg.

Fugle og pattedyr:

Tilgængelighed og effekt af granulater og bejdsemidler for/på fugle og pattedyr i felten.

C. Naturforvaltning

Dette område dækker projekter, der sigter mod at bevare og fremme et alsidigt dyre- og planteliv i og omkring det dyrkede land.

Som eksempler på projekttyper kan nævnes:

Udvikling og afprøvning af metoder til modvirkning af bekæmpelsesmidlers negative virkninger på plante- og dyreliv.

Monitering af agerlandets fugle.

D. Sundhed

Dette område dækker projekter, der belyser bekæmpelsesmidlers effekt på menneskers sundhed. Eksempler på projektyper er:

Udvikling af test-metoder med størst mulig prædiktivitet under anvendelse af færrest mulige forsøgsdyr - helst in-vitro forsøg.

Re-entry problematik.

Pesticidbelastning via fødevarer.

SAR og forudsigelighed af toksiske effekter af pesticider.

Igangsatte forskningsprojekter ved årsskiftet 1991/-92:

A.

Ukrudtsarters økonomiske betydning i relation til ekstensiv ukrudtsbekæmpelse.
Afsluttes i 1993.

Pesticiders utilsigtede effekter på forekomsten af meldug og bladlus i korn.
Afsluttes i 1992.

Integreret frugtproduktion.
Afsluttes i 1992.

Databaseprojekter (PC-planteværn)

Virulens-overvågning af kornarternes bladpatogener.
Afsluttes i 1992.

Etablering af operationelle informationsdatabaser for sygdomme og skadedyr.
Afsluttes i 1992.

Faktorkorrigerede doseringer af bladherbicider.
Afsluttet i 1991.

Informationsdatabase for ukrudt - Etablering og afprøvning.
Afsluttes i 1992.

Behovsbestemt svampebekæmpelse i korn.
Afsluttet i 1990.

B.

Terrestrisk fauna

Sublethale strukturelle, metaboliske og adfærdsmæssige effekter af pesticider på edderkopper.
Afsluttet i 1991.

Regnorme-migration som indikator for fungiciders sideeffekter i markøkosystemer.
Afsluttet i 1991.

Anvendelse af regnorme som økotoxikologiske testorganismer.
Afsluttet i 1991.

Bioakkumulering af pesticider hos regnorme. Validering af Q-sar.
Afsluttet i 1991.

Pesticiders påvirkning af faunaen tilknyttet omsætningen af organisk stof i agerjord.
Afsluttet i 1991.

Pesticiders påvirkning af snyltehvepse knyttet til insekter på og i agerjord.
Afsluttet i 1993.

Udvikling og udnyttelse af testmetoder til bestemmelse af pesticiders effekt på nyttedyr.
Afsluttet i 1991.

Pesticiders effekter på meso- og mikrofaunaen i jorden.
Afsluttet i 1992.

Teststrategier vedrørende fugle- og pattedyrtoksicitet.
Afsluttet i 1991.

Vandorganismer

Fødekædeaspekter af bekæmpelsesmidler på akvatiske planter og dyr.
Afsluttet i 1993.

Undersøgelse over den biologiske virkning af pesticider på Tetrahymena.
Afsluttet i 1992.

Undersøgelse af pesticiders effekter på fytoplanktonsamfund ved hjælp af PICT - et nyt økotoksikologisk redskab.
Afsluttet i 1991.

Biotilgængelighed af bekæmpelsesmidler i ferskvand/sedimentsystemer og interaktioner mellem biotilgængelighed og næringsalte.
Afsluttet i 1991.

Effects of pesticides in estuarine, soft-bottom ecosystems.
Afsluttet i 1991.

Omsætning, transport og forekomst i jord og vand

Bekæmpelsesmidler i overfladevand - tilførsel og forekomst.
Afsluttet i 1991.

Pesticiders forekomst og effekt i ferskvandsrecipienter.
Afsluttet i 1991.

Pilotprojekt: Kortlægning af udvalgte pesticider i jord og jordvand under umættede og mættede forhold.
Afsluttet i 1991.

Bekæmpelsesmidlers transport fra landbrugsarealer til vandmiljøer.
Afsluttet i 1991.

Overfladisk afstrømning af pesticider fra landbrugsjord til vandløb og søer.
Afsluttes i 1993.

Udvaskning af pesticider og deres metabolitter fra landbrugsjord i omdrift og fra nyplantet skov.
Afsluttet i 1991.

Nedbrydning og transport af pesticider i jord belyst ved lysimeterforsøg med ¹⁴C-mærkede pesticider.
Afsluttet i 1991.

Transport og nedbrydning af pesticider i moræner.
Afsluttes i 1993.

Matematisk modellering af pesticidtransport og nedbrydning i jord og grundvand.
Afsluttes i 1993.

C.

Anvendelse af herbicider på befæstede arealer.

Afsluttet i 1990.

Kvantificering af overvintrende bladluspredatorer i nyetablerede biotoper på større dyrket mark.

Afsluttes i 1992.

Fugle

Pesticidfaktorens indvirkning på levevilkårene hos sanglærke i intensivt dyrkede kornmarker.

Afsluttes i 1993.

Ynglesucces for agerlandets fugle i relation til brugen af bekæmpelsesmidler.

Afsluttes i 1993.

Pesticiders indflydelse på sanglærkens føderesource.

Afsluttet i 1991.

Monitering af agerlandets fugle i relation til pesticidforbruget.

Afsluttes i 1994.

Sprøjtefri randzoner

Frøpuljens størrelse og dynamik i moderne landbrug samt dens tilgængelighed for faunaen med og uden sprøjtefri randzone.

Afsluttes i 1992.

Storskalaprojekt - landsforsøg med sprøjtefri randzoner.

Afsluttes i 1992.

Afdrift og kantbiotoper

Afdrift af pesticider, afsætning på kantbiotoper og fjerntransport.

Afsluttet i 1990.

Pesticidanvendelsens indvirkning på lavfloraen på sten.

Afsluttet i 1991.

D.

Pesticidbelastningen af gartnerimedhjælpere og baggrundsbeholdningen.

Afsluttet i 1991.

International Collaborative Immunotoxicity Study.
Afsluttet i 1991.

Forundersøgelse af mulighederne for at vurdere normalbefolkningens belastning med pesticider via kosten.
Afsluttet i 1991.

En vurdering af mængden af hjælpestoffer og toksikologisk viden om disse i ukrudtsmidler.
Afsluttet i 1991.

Som det ses af ovenstående er et antal af projekterne afsluttet i 1991, dvs. resultaterne for de første tre års forskning forventes at blive publiceret i løbet af foråret og sommeren 1992.

Betydning for Miljøadministrationen

I regeringens handlingsplan for bæredygtigt landbrug er det målet at reducere brugen af pesticider mest muligt for derigennem at mindske miljøbelastningen. Den totale mængde bekæmpelsesmidler brugt (lavaktive + højaktive) er faldet noget siden 1986 mens bekæmpelsesgraden og dermed miljøbelastningen er steget.

Driftsformen kan have stor indflydelse på pesticidernes effekt på miljøet samt på mængden og arten af pesticider brugt. Projekterne under A bidrager til den kvantificering af sammenhænge mellem driftsformer/tiltag og utilsigtede sideeffekter/miljøeffekter, der er vigtig for at kunne udforme de mest skånsomme bekæmpelses- og forebyggelsesstrategier herunder udvikling af mere skånsomme dyrkningsmetoder og belysning af sammenhænge mellem dyrkningspraksis og bekæmpelsesbehov.

I forbindelse med godkendelse af bekæmpelsesmidler foretager Miljøstyrelsen sundhedsmæssige og økotoksikologiske vurderinger af stofferne, ud fra relativt få og simple laboratorietests indleveret af firmaerne i henhold til de dokumentationskrav, der er opstillet i bekendtgørelsen om kemiske bekæmpelsesmidler. Specielt de økotoksikologiske tests er mangelfuldt udviklet i lyset af problemstillingernes kompleksitet, og ofte mangler der internationalt godkendte retningslinier for udførelse af testene. Til vurdering af stofferne er der blevet udviklet en række kriterier for, hvornår et bekæmpelsesmiddel skal betragtes som særligt farligt for miljøet eller sundheden, men især på miljø siden er der dog endnu kun relativt få og mangelfuldt validerede kriterier.

En gruppe af Forskningsprojekterne indenfor område B bidrager til en styrkelse af arbejdet med udvikling af økotoksikologiske og toksikologiske laboratorietestmetoder, retningslinier for forsøg, kriterier, tolknings- og ekstrapoleringsmetoder (laboratorie ---> felt) m.v..

Grundvand er en fundamental ressource set ud fra en sundhedsmæssig såvel som fra en miljømæssig synsvinkel, og derfor er beskyttelsen af grundvand særlig højt prioriteret. De få pesticider, man har ledt efter i dansk grundvand, er alle blevet fundet i målbar men varierende mængde. Der er også noteret pesticider dybt nede, som man ikke havde ventet ud fra det kendskab, man havde til mobilitet og nedbrydningsforhold. En række af projekterne under B belyser pesticidernes transport og omsætning i agerlandet og tilgrænsende områder, og giver større forståelse af sammenhænge mellem bl.a. stoffernes struktur, nedbrydningshastighed, mobilitet, jordbundsforhold, klima m.m.. De vil øge sikkerheden, hvormed stoffernes opførsel i felten kan forudsiges ud fra mere simple laboratorieforsøg, bl.a. ved udvikling af mere troværdige modeller. En del af projekterne er endvidere monitoreringsprojekter, der bidrager til en kortlægning af den nuværende pesticidbelastning i forskellige vandmiljøer.

Ved vurdering af nye bekæmpelsesmidler og ved planlægning af evt. tiltag for at mindske miljøpåvirkningen af pesticidanvendelse kræves viden om og indsigt i de komplekse strukturelle sammenhænge og populationsdynamiske forhold i økosystemerne.

Det vides, at floraen og faunaen i det dyrkede land (terrestrisk og akvatisk) forarmes ved det nuværende brug af bekæmpelsesmidler; men det er i dag ikke muligt, eller yderst vanskeligt, at kvantificere de komplekse sammenhænge mellem pesticidforbrug og miljøeffekter i felten. En gruppe af projekterne under B og C omhandler sammenhænge mellem pesticidforbrug og effekt på flora og fauna samt udvikling af modeller til forudsigelse af sådanne effekter i agroøkosystemer.

På sundhedsområdet (D) får Miljøstyrelsen gennem de igangværende projekter bl.a. en bedre basis for vurdering af reentry-problematikken i væksthuse og vurdering af sundhedsaspekter i forbindelse med pesticidrester i fødevarer.

Internationalt arbejde

Miljøstyrelsen anvender også forskningsresultaterne i sit internationale arbejde i forbindelse med arbejdet i EF og Norden vedrørende kriterier for godkendelse af pesticider og udvikling af test-guidelines. Da Danmark ligger på EF's nordgrænse er miljøforholdene ofte væsentligt forskellige fra gennemsnitsforholdene i EF, og det er derfor vigtigt, at Danmark er med til at præge udviklingen med miljøundersøgelser fra vore himmelstrøg som ballast.

Fremtidige arbejde

I Forskningspolitisk Råds indstilling til regeringens forskningsudvalg vedrørende "Det Strategiske Miljøforskningsprogram" blev det foreslået, at Miljøministeriet og Landbrugsministeriet skulle tage initiativ til en koordinering af pesticidforskningen. Der bør herved ske en koordinering mellem de forskellige forskningsprogrammer på området, herunder

"Miljøstyrelsens Pesticidforskningspakke" og "Forskningspakken Bæredygtigt Landbrug" samt enkeltinstitutioners egen indsats m.v..

Miljøministeriet og Landbrugsministeriet har i fællesskab lavet et forslag til udarbejdelse af en beskrivelse af og strategi for pesticidforskningen i Danmark og der er i den forbindelse nedsat en rådgivende koordinationsgruppe samt tre rådgivende fagudvalg.

Formålet med udvalgene er faglig rådgivning vedrørende overordnet strategi for pesticidforskningen, herunder definering og vurdering af forskningstemaer, projekttemaer, organisation og tidsrammer. Fagudvalgene skal således udarbejde et forslag til forskningsstrategi for hver deres delområde:

Koordineringsgruppen har til opgave at koordinere indstillingerne fra de tre fagudvalg.

Fagudvalg A for området fare- og effektvurdering af pesticider har som område forskning, der vedrører udvikling og validering af procedurer og metoder til fare- og effektvurdering af pesticider.

Fagudvalg B for området driftsmæssig anvendelse af pesticider har som område forskning, der primært vedrører udvikling af metoder til en mere skånsom bekæmpelsesstrategi.

Fagudvalg C for området påvirkninger af miljøet har som område forskning, der primært vedrører pesticiders transport, omsætning og virkning i og på miljøet.

Fagudvalgene sammensættes af administratorer med forskningsmæssig indsigt og relevante aktive forskere fra forskningsinstitutioner i Danmark. Endvidere deltager folk fra andre nordiske lande.

De første udkast til strategi for forskningsområderne forventes at foreligge omkring medio marts 1992. Der vil i overvejelserne selvsagt bl.a. blive taget hensyn til de foreliggende resultater fra forskningspakken.

Der vil endvidere i 1992/-93 blive arrangeret en konference, hvor forskningspakken vil blive præsenteret og evalueret.

Pesticidrester i grundvand - resultater fra Miljøstyrelsens overvågning af grundvandskvaliteten

Pesticide residues in groundwater - results from monitoring of the groundwater quality by the National Agency of Environmental Protection

Henning Kristiansen

Danmarks Geologiske Undersøgelse

Thoravej 8

2400 København NV

Summary

In groundwater samples taken from wells in the Danish monitoring system the herbicides Dichlorprop, MCPA, Mechlorprop, DNOC, Dinoseb, Atrazine and Simazine were determined.

The groundwater monitoring system comprises 1029 sample points (screens) in wells placed in 67 catchment areas all over the country, thus covering all counties. These sample points represent typical aquifers and different depths under varying geological conditions.

In 1990 137 groundwater samples were analysed for pesticides, and concentrations exceeding the limit of detection (0.010-0.015 µg/l) were found in 21 of those.

It was concluded that groundwater polluted by pesticides is present in some shallow aquifers in Denmark, but an estimate of the extension of the polluted groundwater needs further analyses from a number of the remaining sample points.

Indledning

Pesticidrester i grundvand stammende fra landbrugsdrift kendes fra undersøgelser i udlandet med lignende klimaforhold som i Danmark, f.eks. fra Vesttyskland og USA (Nygaard (red.), 1991). Pesticidrester er endvidere påvist i jordvand, drænvand og vandløbsvand ved nyere undersøgelser i Danmark (Mogensen og Spliid, 1991).

Grundvandsforurening med pesticider i Danmark har også været kendt i form af enkelttilfælde, men en systematisk undersøgelse af forureningen af det danske grundvand med pesticidrester er først igangsat med grundvandsmonitoringssystemet, som er et led i overvågningen af vandmiljøet, og som blev sat i drift i 1989.

Denne artikel handler om resultaterne af pesticidbestemmelserne på grundvandsprøver indsamlet i 1990 fra monitoringsnettet, og som blev afrapporteret samlet af Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) med udgangen af november 1991 (Nygaard (red.), 1991).

Resultaterne omfatter endnu kun bestemmelse af rester af herbiciderne dichlorprop, MCPA, mechlorprop, DNOC, dinosep, atrazin og simazin i en mindre del af grundvandsmonitoringsnettets filtre (ca. 150 af ialt 1029 filtre). Resultaterne kan derfor kun give et foreløbigt billede af forureningssituationen med pesticider af danske grundvandsforekomster.

Det er planen, at der skal udtages vandprøver til pesticidbestemmelse fra alle egnede filtre i grundvandsmonitoringsnettet i løbet af en 3 til 5-årig periode regnet fra starten i 1989, og at analyserne skal omfatte også andre end de førnævnte udvalgte 7 herbicider. Senere resultater kan derfor give anledning til en ændret vurdering i forhold til de konklusioner, der kan drages på det nuværende grundlag.

Faktorer af betydning for forurening af grundvandet med pesticider

De faktorer, som er af betydning for risikoen for forurening af grundvandet med pesticider, kan opdeles i to hovedgrupper.

Den første gruppe er de faktorer, som vil være af direkte betydning for restkoncentrationer i det vand, som siver ned fra rodzonen. Det er faktorer som afgrødevalg og mængden af anvendte bekæmpelsesmidler, regler for godkendelse og dermed arten af bekæmpelsesmidler, anvendelsespraksis og -tider m.v. Forskelle mellem udbredelse af pesticidforurening i grundvand i udlandet og i Danmark kan alene være forårsaget af disse faktorer.

Den anden gruppe er de naturlige faktorer, som bestemmer grundvandsdannelse og strømretninger, de kemiske forhold i den umættede zone og i grundvandszonen og endelig grundvandets alder i forskellige magasiner.

De geologiske forhold i Danmark betinger store forskelle i grundvandets karakter. På øerne og i Østjylland findes grundvand i dybe artesiske magasiner, såvel som i sekundære overfladenære grundvandsmagasiner, som kan være artesiske eller med frit vandspejl.

Jordlagene vil som hovedregel indeholde kalk (CaCO_3), som medfører, at grundvandets kemiske sammensætning er karakteriseret ved relativt høje pH-værdier (7-8), middelhøj

til høj alkalinitet (3-8 mækv. HCO_3^- pr. l). Endvidere vil forholdene i grundvandszonen som hovedregel være anaerobe, således at grundvandet ikke indeholder opløst ilt (O_2) eller nitrat (NO_3^-). Dertil kommer, at grundvandet i de dybe artesiske magasiner kan være meget gammelt (måske stedvis flere hundrede år).

I de sandede områder syd og vest for sidste istids hovedopholdslinie findes ofte grundvand i magasiner med frit vandspejl, og jordlagene i den umættede zone og i grundvandszonen vil være kalkfrie eller kalkfattige, således at grundvandets kemiske sammensætning er karakteriseret ved relativt lave pH-værdier (5-7), lav alkalinitet (<1-2 mækv. HCO_3^- pr. l). I den umættede zone og den øverste del af grundvandszonen vil forholdene som hovedregel være aerobe, og grundvandet i denne del af magasinerne vil indeholde opløst ilt og nitrat. I denne del af landet vil en stor del af grundvandet være af yngre dato (1-50 år), (Miljøstyrelsen, 1991).

Disse forskelle i karakteren af grundvandet i Danmark indebærer tillige forskelle i transportveje og -tid og mulighed for nedbrydning af pesticidrester i det nedsivende vand og må tages med i betragtning, når forureningssituationen skal vurderes.

Grundvandsmoniteringssystemet

Grundvandsmoniteringssystemet i Danmark består af 67 statslige og amtskommunale overvågningsområder fordelt over hele landet, således at typiske grundvandsmagasiner i de forskellige egne søges repræsenteret (Nygaard (red.), 1991).

Hvert område er i princippet bygget op, så det kan anvendes til overvågning af grundvandsstand og -kvalitet i strømningssystemet inden for et indvindingsopland. Boringerne nærmest vandskellet betegnes som punktmoniteringsboringer, boringerne i strømningssbanerne inden indvindingsboringerne som liniemoniteringsboringer og selve indvindingsboringen som volumenmoniteringsboring (Andersen, 1987).

Punktmoniteringsboringer og liniemoniteringsboringer vil som hovedregel have korte filtre (0.5 m) i op til 3 niveauer, medens indvindingsboringen har længere filtre, som dækker et større dybdeinterval.

Figur 1 viser i et vertikalt snit principperne for opbygningen af et af de 67 overvågningsområder, som betegnes som GRUMO-områder.

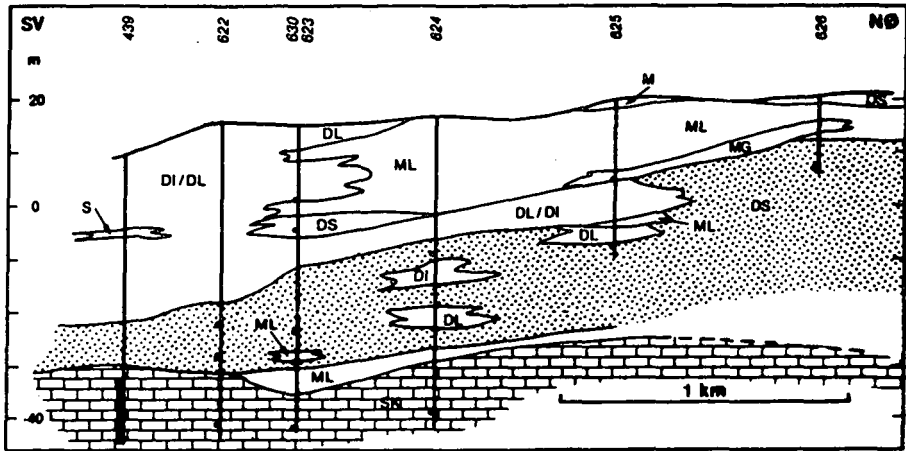


Fig. 1. Vertikalt snit gennem et GRUMO-område med forskellige monitoringsboringer.
Cross-section of a catchment area (GRUMO) with different types of monitoring wells.

DI: Smeltevandssilt, <i>Meltwater silt</i>	ML: Moræneler, <i>Clayey till</i>
DL: Smeltevandsler, <i>Meltwater clay</i>	MG: Morænegrus, <i>Gravelly till</i>
DS: Smeltevandssand, <i>Meltwater sand</i>	SK: Skrivekridt, <i>White chalk</i>

Grundvandstyper

Hovedbestanddelene, som bl.a. omfatter de kationer og anioner, der forekommer i koncentrationsniveauer målt i mg pr. l, og som karakteriserer grundvandet, bestemmes i første omgang 4 gange årligt. Dette giver et meget stort antal analyser (ca. 4000 årligt). For at lette karakteriseringen af de forskellige grundvandsprøver er der på DGU udarbejdet et hydrokemisk klassifikationssystem, som i forenklet form tillader en numerisk karakterisering af de forskellige grundvandstyper.

Systemet består af 4 cifre, som tilsammen karakteriserer de vigtigste forhold i den generelle kemiske sammensætning af forsk grundvand i Danmark som anført:

Første ciffer (alkalinitet, mækv. HCO_3 pr. l):		
1. lav	0-2.5	mækv. HCO_3 pr. l
2. middel	2.5-5	mækv. HCO_3 pr. l
3. høj	over 5	mækv. HCO_3 pr. l

Andet ciffer (forvitningsgrad, mækv. $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{HCO}_3^-$):		
1. høj	over 1.5	mækv. $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{HCO}_3^-$
2. middel	1-1.5	mækv. $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{HCO}_3^-$
3. lav	under 1	mækv. $\text{Ca} + \text{Mg}/\text{HCO}_3^-$

Tredje ciffer (aggressiv CO_2/kalkbalance):	
1. underskud	agg. CO_2 tilstede
2. balance/overskud	agg. CO_2 ikke tilstede

Fjerde ciffer (redoxforhold):	
1. højt redoxpotentiale	NO_3 over 1 mg pr. l
2. middel	NO_3 under 1 mg pr. l
3. lavt	NO_3 under 1 mg pr. l + CH_4 eller H_2S

Klassificeringssystemet er nærmere beskrevet i (Nygaard *red.*, 1991).

I det følgende er det anvendt som støtte til en vurdering af resultaterne af pesticidfund i grundvandsprøver udtaget i 1990 fra monitoringsfiltre.

Resultater af bestemmelse af pesticider i 1990

Fra 1990 er der i DGU's grundvandskemiske database registreret pesticidbestemmelse i vandprøver fra ialt 137 monitoringsfiltre. I 21 tilfælde er der fundet rester af et af de 7 udvalgte herbicider, som er bestemt i 1. runde.

På figur 2 er pesticidholdige grundvandsprøver plottet i forhold til dybden af filtrets top under terræn, og på figuren er endvidere indtegnet en linie, som markerer det højeste tilladte indhold af et enkelt pesticid i drikkevand.

Figuren viser resultatet af et større antal forurenede vandprøver (ca. 37), end de 21 tilfælde, som er registreret i den grundvandskemiske database. Årsagen er, at figuren er udarbejdet på grundlag af et større antal analyser, idet der er suppleret med resultater fra amsrappporter, som endnu ikke er inddateret.

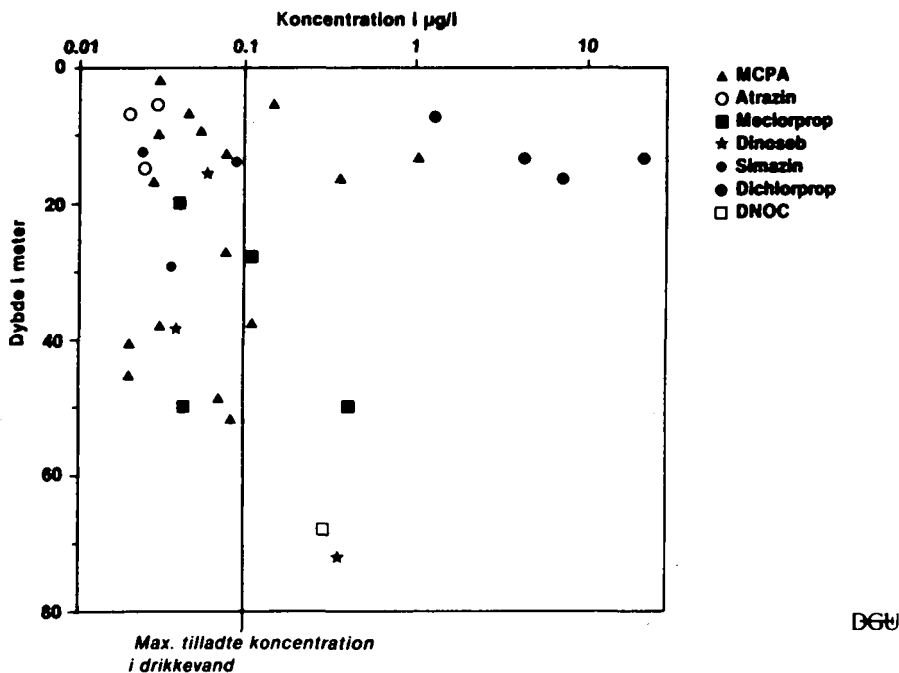


Fig. 2. Pesticidfund i grundvandsprøver fra monitoringsnettet
Pesticides found in groundwater samples from the monitoring network

Det ses af figuren, at de fleste prøver ligger under den højst tilladte værdi for indholdet af et enkelt pesticid. Det ses også af figuren, at antallet af fund falder med dybden, men at der er spredte fund fra et stort dybdeinterval. Dybden alene er imidlertid ikke et entydigt udtryk for grundvandets alder og påvirkningsgrad fra overfladen, idet forskellige hydrogeologiske forhold og resulterende strømningsmønstre kan medføre, at grundvand fra ringe dybde kan være relativt gammelt og modsat - grundvand fra større dybde kan være relativt ungt.

I tabel 1 er de registrerede pesticidfund fra den grundvandskemiske database opstillet sammen med informationer om lokalitet (GRUMO-område), dybde, grundvandstype og resultater af tritiumbestemmelser.

Tabel 1. Fund af forskellige pesticidrester i grundvandsprøver udtaget i 1990 fra monitoringsfiltre.

Different pesticide residues found in groundwater samples taken from monitoring screens in 1990.

GRUMO-område	Boring	Dybde top m u.t.	Pesticidfund		Grund- vands- type	Triti- um T.U.	Anm.
			Art	µg/l			
Nordjylland 80.01 Tornby	5.398	37.9	MCPA	0.11	2.1.2.1	27	?
	5.428	49.0	MCPA	0.069	2.1.2.3	28	?
80.02 Råkilde	5.918	5.5	MCPA	0.15	3.2.2.2	0	?
	34.1603	51.5	MCPA	0.084	2.2.2.2	0	?
	34.1718	13.4	MCPA	0.078	1.1.2.1	23	?
	34.1718	27.0	MCPA	0.078	2.2.2.1	0	?
	34.1024	8.4	MCPA	0.056	2.2.2.1	0	?
	Viborg 76.11 Viborg	56.891	72.0	Dinoseb	0.35	1.2.1.2	Ej best.
Århus 70.12 Fillerup	99.473	19.95	Dinoseb	0.058	2.1.1.1	Ej best.	
70.11 Nordsamsø	100.75	12.7	Simazin	0.023	2.1.1.1	Ej best.	
Ribe 60.11 Thyregod	105.602	40.8	MCPA	0.020	1.1.1.1	Ej best.	
	105.1273	33.5	MCPA	0.028	1.1.1.1	Ej best.	
	105.1380	6.6	MCPA	0.045	1.1.1.1	Ej best.	
	105.1395	37.7	MCPA	0.030	1.1.1.1	Ej best.	
Vejle 60.01 Egebjerg	107.632	8.0	MCPA	0.030	3.2.1.2	Ej best.	
	107.1207	68.1	DNOC	0.294	2.3.1.2	Ej best.	?
Ribe 55.11 Bramming	131.1052	11.5	Mechlorprop	0.011	1.1.1.1	Ej best.	
Fyn 42.12 Nørre Søby	155.763	50.0	Mechlorprop	0.43	3.3.1.2	1.2	?
	155.764	14.4	Mechlorprop	0.11	2.1.2.2	29	
Bornholm 40.01 Smålyng	247.380	15.0	Simazin	0.60	3.2.2.1	37	
	247.	30.0	Simazin	0.20	3.2.2.1	Ej best.	

En opstilling af denne art giver større mulighed for vurdering af de enkelte fund end dybden alene.

Den numeriske angivelse af grundvandstypen giver mulighed for at vurdere, om forvitningsgraden er høj (2. ciffer), og om prøven er oxideret og indeholder nitrat (4. ciffer), som omtalt i afsnittet om grundvandstyper.

Tritiumindholdet kan give et indtryk af grundvandets alder. Bombetritium blev introduceret ved brintbombsprængninger i atmosfæren i halvtredserne og nåede sit maximum i nedbøren i Danmark i 1963. Halveringstiden for den radioaktive brintisotop tritium er 12.43 år. Men indholdet i grundvand, der har sin oprindelse fra den nedbør, der faldt omkring 1963, er stadig langt højere end i den aktuelle nedbør (Kristiansen et al., 1991).

Grundvand, der faldt som nedbør i 1954 eller før, har et indhold af tritium omkring bestemmelsesgrænsen, men det kan ikke afgøres, om grundvand med et indhold af tritium på 20-50 T.U. stammer fra perioden 1954-1963, eller om der er tale om meget ung grundvand.

Vurdering af de enkelte pesticidfund

Bestemmelse af små koncentrationer af pesticidrester (0.1-0.01 µg/l) kræver stor omhyggelighed, hvis fejkilder som følge af kontaminering af udstyr o.l. skal undgås.

I tabel 1 er sandsynlige usikre resultater markeret med et ? i yderste højre kolonne. Denne vurdering er baseret på de øvrige informationer i tabel 1. F.eks. er fundene af rester af MCPA i de 7 prøver fra Tornby og Råkilde i Nordjyllands amtskommune vurderet som et resultat af en kontaminering.

Tornby og Råkilde ligger henholdsvis i den nordvestlige del af Vendsyssel og i Himmerland, og der er tale om helt forskellige grundvandsmagasiner.

Desuden er der fundet MCPA i alle prøverne fra de 2 områder uanset dybde, nitratindhold eller alder (tritiumværdier).

Det eneste, de 7 prøver fra de 2 områder har til fælles, og som tillige adskiller dem fra de øvrige resultater fra amtet, er, at de stammer fra en prøveserie udtaget 22.-23. oktober 1990. Nordjyllands amtskommune har selv været opmærksom på muligheden for fejl og har taget den pågældende prøveserie om uden at genfinde rester af MCPA i de nye prøver.

Fund af henholdsvis dinoseb, DNOC og mechlorprop i GRUMO-områderne 76.11 Viborg, 60.01 Egebjerg og 42.12 Nørre Søby er også vurderet som usikre. Denne vurdering er

baseret på, at der er tale om høje koncentrationer fundet i dybe borer (50-72 m u.t.) med reduceret nitratfrit grundvand, og i boringen i Nørre Søby tillige med et lavt indhold af tritium (1.2 T.U.), som indikerer, at der er tale om gammelt grundvand. Forekomst af pesticidrester i grundvand af denne karakter kan dog ikke udelukkes, f.eks. hvis der er tale om forurening fra en kraftig punktkilde.

Konklusion

Resultaterne af den første runde af pesticidbestemmelser i prøver fra grundvandsmoniteringsnettet viser, at grundvandet stedvis er forurenede med svage koncentrationer af pesticidrester, og at der er brug for en indsats i fremtiden med forebyggelse for at undgå en udbredt alvorlig forurening senere, som kan true vandforsyningerne.

Der er fundet pesticidrester i 21 tilfælde af 137 prøver, hvoraf knap halvdelen må anses for usikre resultater.

De 137 grundvandsprøver kan ikke anses for et repræsentativt udsnit af det samlede grundvandsmoniteringsnet, idet der i de fleste amtskommuner er foretaget en udvælgelse med henblik på at gennemføre prøvetagning og analyse først fra filtre, som repræsenterer de grundvandsforekomster, som anses for mest truede af forurening med pesticidrester.

Denne prioritering er dog ikke gennemført efter samme kriterier overalt. I Fyns amtskommune repræsenterer prøverne fra 1990 fortrinsvis dybe borer med relativ ringe risiko for forurening. I 14 filtre udtaget senere fra overfladenære grundvandsmagasiner er der fundet pesticidrester i ca. halvdelen af prøverne (Jørgensen, 1992).

En endelig konklusion med hensyn til udbredelse af pesticidforurenede grundvand i Danmark kan ikke baseres på det foreliggende grundlag, men må afvente gennemførelse af analyser på et langt større prøveantal. Der er endvidere et behov for en indsats med henblik på opsporing og eliminering af fejkilder i forbindelse med prøvetagning og analyse i den nærmeste fremtid.

Sammendrag

Som et led i overvågningen af grundvandets kvalitet i Danmark er der siden starten af grundvandsmoniteringsprogrammet i 1989 udtaget vandprøver til bestemmelse af herbiciderne dichlorprop, MCPA, mechlorprop, DNOC, dinoseb, atrazin og simazin. Det danske grundvandsmoniteringssystem omfatter 1029 filtre i borer i 67 indvindingsoplande i alle amtskommuner. De 1029 filtre repræsenterer forskellige dybder og grundvandsmagasiner under varierende geologiske forhold.

I 1990 er der i DGU's grundvandskemiske database registreret analyseresultater af grundvandsprøver fra 137 filtre. Af disse resultater er der i 21 tilfælde fundet rester af et

af de 7 herbicider.

Det konkluderes, at pesticidrester forekommer stedvis i grundvandet, men en nærmere belysning af udbredelsen af pesticidforurenede grundvand forudsætter analyser af prøver fra et betydeligt større antal af grundvandsmonitoringssystemets filtre og en indsats til eliminering af mulige fejlkilder ved prøvetagning og analyser.

Litteratur

1. *Andersen, L.J.*, 1987. Grundvandsmonitoringsnet af 1. orden i Danmark (Groundwater monitoring network of 1st order in Denmark). Grundvandsmonitoring, ATV-komiteen vedrørende grundvandsmonitoring, Vingstedcentret, 5-6 oktober 1987, 1-17.
2. *Jørgensen, T.H.*, 1992. Personlig kommunikation.
3. *Kristiansen, H., W. Brülch, P. Gravesen & S. Genders.* 1990. Transport og omsætning af N og P i Rabis bæks opland. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. B5.
4. *Miljøstyrelsen*, 1990. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, Samlerapport. Kvælstof og fosfor i jord og vand. Transport, omsætning og effekt.
5. *Mogensen, B.B. & N.H. Spliid.* 1991. Udvaskning af pesticider fra landbrugsjord. Leaching of pesticides from arable land. 8. Danske Planteværnskonference 1991. Pesticider/Miljø.
6. *Nygaard, E. (red.)*, 1991. Grundvand. Overvågning og problemer. Danmarks Geologiske Undersøgelse, DGU Serie D nr. 8, 1991.

Pesticider i nedbør, et review.
Pesticides in precipitation, a review.

Erik Kirknel
Planteværnscentret,
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi.
Flakkebjerg.
DK-4200 Slagelse.

Summary

Global contamination with pesticides was discovered as early as 1965 and has shown to include air, water, soil and a variety of living organisms from arctic to antarctic.

The pesticides are released from the sprayed fields as vapors and particles as well. It is estimated that 90% of the pesticides in US (total used amount was in 1988 1.5 mill. tons active ingredient) is used on fields. The warmer the more vaporization. In tropic areas is estimated a 90% evaporation to the atmosphere of the total applied chlorinated hydrocarbon pesticides.

The pesticides transported in the atmosphere are exposed to decomposition, mainly photo decomposition but also reactions with ozone, hydroxy radicals, ground state atomic oxygen and hydro peroxy radicals.

The chlorinated hydrocarbon pesticides are relatively stable molecules, compared to organo phosphates. This is the main reason why most reports are dealing with DDT, isomers of HCH (as the gamma isomer Lindane), Toxaphene and PCB. The last mentioned is not a pesticide, but mainly a decomposition product originating from other sources. Most organophosphates decomposes very fast, within hours or days.

Decomposition products of organophosphate pesticides are often more toxic than their parent compound (P-S conversion to P-O, called activation). It has been suggested to analyse for metabolites rather than the parent compounds when evaluating the magnitude of transportation of organo phosphates in the atmosphere.

It has been demonstrated, that stopping the use of DDT in local areas, influence the level of these compounds. But it seems likely that there will exist a background level

as long as DDT is used in other parts of the world.

Seasonal fluctuations of concentrations of pesticides in rain, are demonstrated for all types of pesticides.

In german investigations, pesticides in rain, are shown to exceed the limits of tolerance of pesticides in drinking water.

Concentrations of pesticides in rain, are highest in the beginning of the shower or rain period, and decrease gradually thereafter.

Indledning

Anvendelse af pesticider i USA blev for 1988 anslået til 1.5 mill. tons aktiv stof (42). Anvendelsen af herbicider blev fra 1966 til 1981 forøget med 280% (1). Mængden af insekticider forøgedes også men kun med ganske få procent. Hvor havner disse uhyre mængder af plantebeskyttelsesmidler? De afsættes dels på planter, dels på jorden eller fjernes ved afdrift til vandområder samt direkte og indirekte i atmosfæren. Det er i tropiske områder anslået, at 90% af pesticider hørende til de klorerede kulbrinter fordamper til atmosfæren (46), dog mindst fra tørre jorder (49,50).

Sammenlignet med tidligere er nutidige herbicider mindre persistente og viser mindre tendens til bioakkumulering, men er mere opløselige i vand og derfor mere mobile i miljøet (1).

Der eksisterer en lang række af oplysninger om forekomst af snart sagt alle mulige typer af stoffer i atmosfæren, fra metabolitter af naturligt forekommende, til moderne syntetiske produkter (60). Er stofferne først indgået i atmosfæren, har de en god chance for at blive transporteret over endda meget lange afstande. Normalt ofres dette ikke den store opmærksomhed, men kan dog observeres med det blotte øje ved f.eks. røgfordeling fra skorstene. Men det nukleare uheld i Chernobyl, som resulterede i alvorlig atmosfærisk transport af radioaktive stoffer, som blev sporet meget langt fra uheldsstedet (47,48), gjorde det pludselig mere klart at atmosfærisk forurening af biologisk aktive stoffer er et problem af global interesse.

Dette er også tilfældet med pesticider.

Introduktion af moderne pesticider efter Den anden Verdenskrig, medførte ikke en øjeblikkelig opmærksomhed omkring miljøforurening. Det tog næsten tyve år før bivirkningerne gik op for offentligheden, ikke at forglemme Rachel Carsons bog "Det tavse forår" først i tresserne. Dette er et eksempel på hvor svært det ofte er at vurdere omfanget af ny teknologi/opfindelser. Et nyere review over emnet er publiceret i 1990 (41).

De første rapporter om pesticider i nedbør dukkede op i 1960'erne. Britiske forskere fandt således i 1965 lindan, dieldrin og DDT i nedbør (4,5,6). Næsten samtidigt blev der fra USA rapporteret atmosfærisk fjern-transport af klorerede kulbrinter, inklusiv p,p'-DDT (15,16).

Rapporter om pesticider og PCB (Polyklorerede bifenyl, som ikke er pesticider men ligner DDT) fra det åbne Atlanterhav og fra de West Indiske Øer samt fra fjerne tropiske øer, indikerede at en global forurening var sket (10, 11, 12, 13, 14, 45). Selv på polerne kunne disse stoffer findes i sne og i dyrevæv.

Analyse af antarktisk sne i 1969 viste DDT (7), og blev efterfulgt af positive fund af klorerede insekticider i luft i 1982 og 1983 (35,36). Nylige undersøgelser viser klorerede insekticider og PCB i sne og dyrevæv (43,44). I 1974 blev der fundet PCB i arktiske pattedyr (8) og 1975 i marine arktiske og subarktiske områder blev PCB fundet i marine fødekæder (33,34).

Forurening af det nordamerikanske søområde

I prøver fra The Great Lake Area der i 1976 fundet PCB i området 0.01 til 0.1 μg (en milliontedel gram)/L (17). Disse resultater startede et flow af rapporter om dette emne. PCB i regn og sne blev fundet i 1977 og i 1978 (18,19) og i 1979 konstaterede man klorerede insekticider i regn (20).

Nedbør fra to små øer i Lake Superior, den ene i den østlige den anden i den vestlige ende af søen, indeholdt i faldende koncentrationer α -HCH, lindan (γ -HCH), PCB, metoxyklor samt mindre mængder af andre klorerede insekticider. Koncentrationerne aftog fra vest til øst. Dette er sandsynligvis begrundet i de fremherskende vestlige vinde og udvaskning af pesticider over åbent vand uden ny tilgang til atmosfæren (22).

Samme forfatter fortsætter undersøgelserne og rapporterer i 1988 (23) 0.0009-0.066 $\mu\text{g}/\text{L}$ α -HCH, 0.001-0.034 $\mu\text{g}/\text{L}$ lindan, dieldrin -0.0009 $\mu\text{g}/\text{L}$, endrin -0.005 $\mu\text{g}/\text{L}$ og p,p'-DDT -0.001 $\mu\text{g}/\text{L}$. Lindan og α -HCH blev her påvist i omtrent samme koncentrationer på to lokaliteter, den ene i Great Lake Area og den anden tæt ved Nova Scotia, indtil midt i september. Men efter september ses en øgning i den nordlige lokalitet der tyder på tilgang, lokal eller fjern, af disse stoffer (fig.1 og 2). α -HCH er en forurening i lindan produkter.

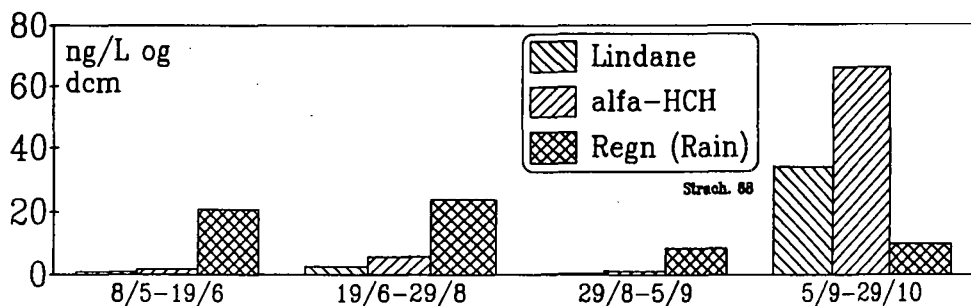


Fig. 1. Lindan og α -HCH i nedbør på Agawa Bay, Canada 1984.
Lindane and α -HCH in precipitation on Agawa Bay, Canada 1984.

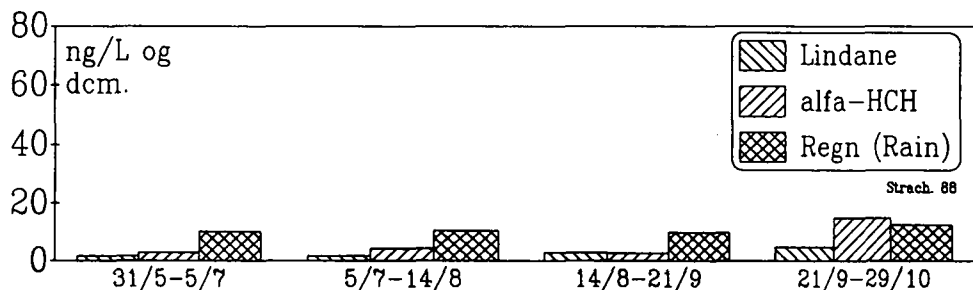


Fig. 2. Lindan og α -HCH i nedbør på Kouchibouguac, Canada 1984.
Lindane and α -HCH in precipitation on Kouchibouguac, Canada 1984.

I 1988 publiceres et review (3) over forurening af atmosfæren i Canada med klorerede pesticider. I et review fra 1981 af litteratur om pesticid forurening af Great Lake Area (21), konkluderes for DDT at afsætning i tør tilstand, partikler enten knyttet til andre partikler eller ren krystallinsk, er anslået til 1.5 til 5 gange højere end våd deponering.

Hvorfor finder vi mest de klorerede pesticider i atmosfæren?

De er hyppigt anvendt på verdensbasis, er stabile med halveringstider på op til flere år. Sollys nedbryder atmosfærens indhold af organiske molekyler (54, 55), særligt organofosfater. Omdannelse af P-S til P-O analogen (aktivering, ofte til mere giftige forbindelser), foregår hurtigt i kraftig U.V. belysning. Ved vurdering af disse kortlivede stoffers tilstedeværelse i atmosfæren, bør der også ledes efter metabolitter.

Men i 1981 ændredes billedet noget. Fra kun at have påvist klorerede insekticider, fandt man (2) endog meget høje mængder af atrazin i regnvand, 2.19 $\mu\text{g/L}$.

Analyser af partikler i luft i Delft i Holland 1982, viste tilstedeværelsen af fungicidet rovrål og et syntetisk pyrethroid, permethrin (24). Koncentrationen af rovrål var 4 ng/m^3 luft, cis- og trans permethrin omkring 2 ng/m^3 . Disse analyser udviste sæsonvariation, højest for alle pesticider i begyndelsen af juli. Permethrin kunne detekteres så sent som december i op til 0.5 ng/m^3 (fig. 3.)

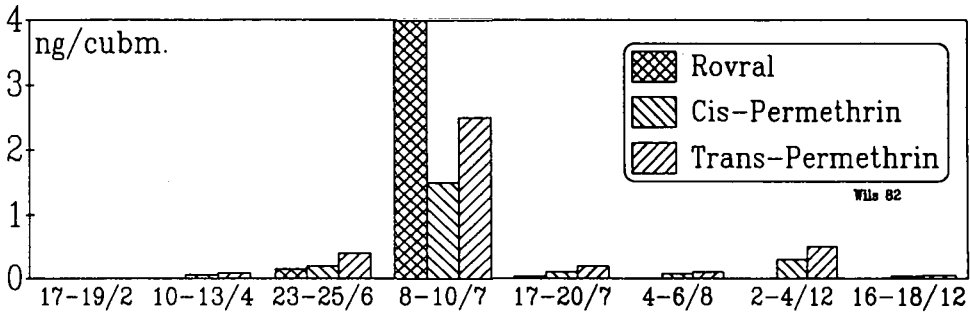


Fig. 3. Luftbåret partikelfiltrat i Delft, Holland 1981.
Airborne particulate matter sampled at Delft, Holland during 1981.

I Tyskland, nær Köln, på et 0.3 ha beskyttet område, men omgivet af traditionelt jordbrug, indeholdt regnprøver atrazin, desethylatrazin, simazin, mecoprop, dichlorprop, lindan og γ -HCH, men ikke desethylsimazin og terbutylazin (26) (fig. 4). Koncentrationen af især mecoprop var høj, 1.2-1.5 $\mu\text{g/l}$. En sæsonvariation var observeret med maximum i slutningen af april til begyndelsen af maj, hvorefter det aftog. På fig. 4 ses en nedgang i begyndelsen af maj. Der er ikke oplysninger om nedbør i denne periode som måske kunne forklare det med udvaskning.

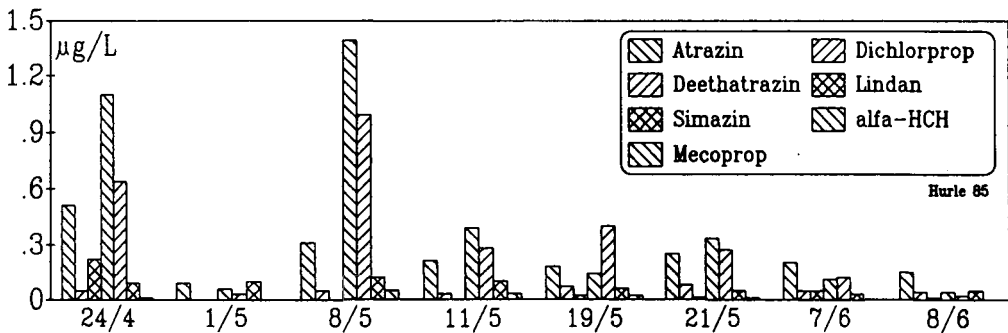


Fig. 4. Pesticider i nedbør indsamlet i et 0.3 ha ikke behandlet område, omgivet af traditionelt landbrug, Hailfingen, Tyskland 1985.
Pesticides in precipitation collected in a 0.3 ha protected field, surrounded by agriculture, Hailfingen, Germany 1985.

Sæsonvariationer i nedbørs indhold af pesticider, især i landbrugsområder, er der flere beretninger om. Dette kan illustreres ved rapport fra Ohio i 1985 (1) (fig. 5). Her ses en tidsforskudt koncentration af de to pesticider to gange i vækstperioden.

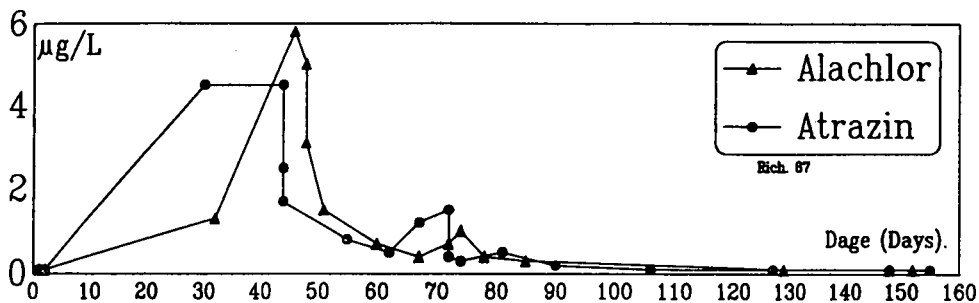


Fig. 5. To pesticider i nedbør indsamlet fra 1. april i Ohio, USA 1985.
Two pesticides in precipitation samples collected from the first of april in Ohio, USA 1985.

Udvaskning af pesticider fra atmosfæren giver sig udslag i mindre koncentrationer af pesticider i prøvetagninger efter regn (1).

Ved måling af baggrundsforurening er det vigtigt at indsamle prøver langt fra traditionelt dyrkede landbrugsområder, da vinddrift fra sprøjtemateriel kan udgøre en fejlkilde af betydelig grad. Denne fejl er meget afhængig af vindhastighed, sprøjte-type, tryk o.s.v. (38,39,40). Yderligere har det vist sig i flere danske undersøgelser (61), at der i sprøjte-tekniske undersøgelser kun kan gøres rede for, hvor ca. 90% af det udsprøjtede havner. En del af resten bliver sandsynligvis hængende i atmosfæren.

I Tyskland er indført såkaldte Wasserschutzgebiet, hvor der er pålagt strengere regler for pesticidanvendelse end i normale landbrugsområder. Analyse af nedbør fra et sådant område i første halvdel af juli, viste forekomst af en række pesticider (25), (fig. 6). Summen af pesticider på en lokalitet var $0.368 \mu\text{g/L}$ (fig. 7). Den lokale indflydelse var selvsagt begrænset og giver måske et fingerpeg om baggrunds-niveaueet i området. Ingen oplysninger om nedbør forekommer i denne rapport.

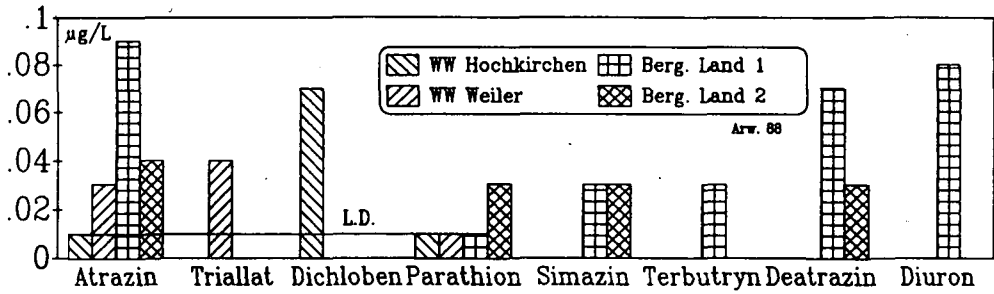


Fig. 6. Pesticider i nedbør fra "Wasserschutzgebiet" i Tyskland, 1.-15. juli 1988.
Pesticides in rain collected in water protection areas in Germany 1988.

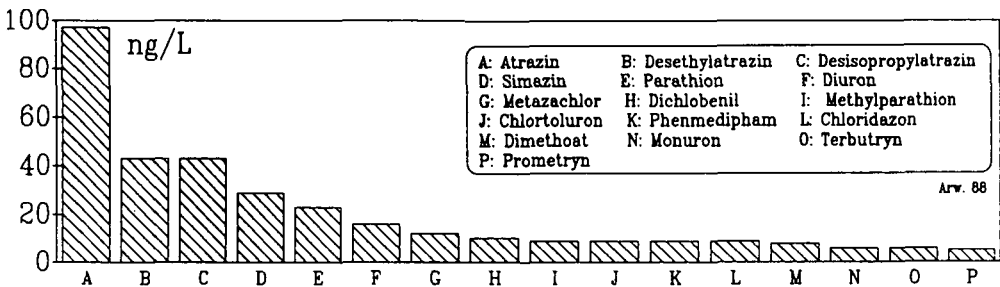


Fig. 7. Pesticider i nedbør fra Weiler, Köln, Tyskland opsamlet maj til august 1988.
Pesticides in precipitation from Weiler, Cologne, Germany collected may to august 1988.

Skandinaviske undersøgelser

hvor klorerede insekticider blev konstateret i vandområder samt på landjorden, blev præsenteret første gang i 1972 (28) og senere i 1973/74 (30), 1981 (31) og 1987 (32). Indsamling af våd og tør deponering fra atmosfæren (29), resulterede i påvisning af PCB, DDT og DDE på de 11 stationer, der var placeret fra Nord- til Sydsverige med 1600 km's afstand. Største mængder blev fundet i syd og vest, laveste i den nordlige del af Sverige.

11 år senere blev en lignende undersøgelse foretaget (27). Det blev konkluderet, at summen af DDT var signifikant reduceret. PCB niveauet var næsten det samme. Det samme fordelingsmønster som set tidligere, kunne bekræftes. Fordelingen antyder fjerntransport fra sydlige kilder uden for Sverige. DDT indholdet i den lavere del af

atmosfæren fulgte samme mønster. DDT, DDE og PCB var næsten udelukkende tilstede i gasfasen, kun et par procent var at finde i partikelfiltrene. Desuden var niveauet højere i den varme sommer og lavere om vinteren.

Fordeling imellem gas- og partikelfase for DDT og andre klorerede pesticider er vist af (32) (fig.8).

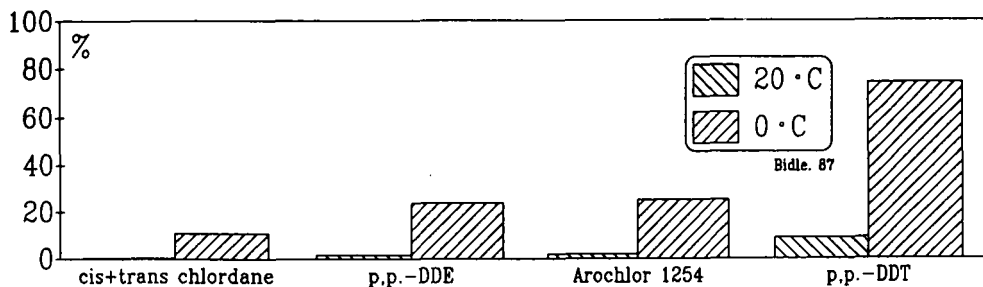


Fig. 8. Gennemsnitlig procent af partikulære organokloriner i Stockholm, Denver og Columbia 1986.

Average percent filter retained organochlorines in urban air, Stockholm, Denver and Columbia 1986.

Diskussion i litteraturen om gas/partikelfordeling er intens (56,57,58,59), men der er ret god enighed om det vanskelige i at bestemme denne fordeling i atmosfæren, mest på grund af selve opsamlings teknikken.

Luftprøver taget i Stockholm midt i firserne 100 km syd for byen (32) viste bl.a., at summen af p,p'-DDT og p,p'-DDE var 7.2 pg(picogram, en milliontedel mikrogram)/m³, HCH 489 pg/m³ og chlordan 8.4 pg/m³. Ti år tidligere blev den samme type undersøgelse foretaget (30) på 10 lokaliteter fra syd (Skurup) til nord (Kiruna). Detaildata foreligger ikke, men den gennemsnitlige koncentration (aritmetisk gennemsnit) af p,p'-DDT på hver lokalitet spændte fra 50 til 350 pg/m³. Højeste niveau om sommeren. Aritmetisk gennemsnit af alle prøver var 142 pg/m³.

Brugen af DDT er blevet indskrænket i mange lande de sidste 20 år, men det bruges og er nødvendigt i mange tropiske områder. DDT anvendes stadig i Afrika, Mellem Østen, Syd-Øst Asien til malaria bekæmpelse og i landbruget (52,53).

De svenske resultater viser, at forbud mod DDT 10 år tidligere resulterede i signifikant lavere niveauer, men stadig høje nok til at influere negativt på zooplankton i feltundersøgelser (37).

Det er tankevækkende, at se den positive korrelation der er imellem produktion og brug af lindan, DDT og toxafen og indhold af disse stoffer i tørvejord i den nord-østlige del af USA (51). Selv mange år efter produktion og brug af disse pesticider kan vi finde dem i miljøet.

Sammendrag.

Global forurening med pesticider blev konstateret allerede i 1965 og har vist sig at omfatte luft, vand, jord samt en række organismer lige fra arktiske til antarktiske områder.

Pesticiderne frigøres fra jord og planter både i dampform og bundet til partikler. Jo varmere des mere fordampning. I tropiske områder anslås, at ca. 90% af de klorerede pesticider fordamper til atmosfæren.

Pesticider som transporteres i atmosfæren er udsat for nedbrydning, hovedsagelig fotonedbrydning men også reaktioner med ozon, hydroxy radikaler, fri ilt og brintoverilte radikaler.

Klorerede pesticider er relativt stabile sammenlignet med organofosfatpesticider. Dette er hovedårsagen til, at pesticider som DDT, isomerer af HCH, herunder gamma-isomeren Lindan og Toxaphen oftest optræder i litteraturen. De fleste organofosfater nedbrydes relativt hurtigt - indenfor timer eller dage. Organofosfaters nedbrydningsprodukter er på den anden side ofte mere giftige end det primære molekyle, hvilket taler for analyse af disse metabolitter ved nedbørsanalyser.

Svenske undersøgelser viser, at DDT-niveauet i atmosfæren er reduceret ved lokal ophør af brug af DDT. Men alt tyder på, at der vil være målelige mængder af DDT så længe det overhovedet anvendes i en vis størrelsesorden andre steder i verden.

Sæsonvariationer for pesticider i regn er vist for alle pesticidgrupper.

Pesticidkoncentration i regn er højest i begyndelse af regnperioden og derefter gradvist aftagende.

I tyske undersøgelser er der konstateret pesticider i nedbør, der overskrider grænseværdierne anvendt til drikkevand.

Litteratur.

- 1 Richards, R. Peter *et al.* 1987. Nature, Vol. 327, no. 6118, pp 129-131.
- 2 Wu, T.L. 1981. Wat. air soil pollut 15, 173-181
- 3 Strachan, William M.J. 1988. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 7, 871-877
- 4 Abbott, D.C. *et al.* 1965. Nature 208:1317-1318

- 5 *Wheatly, G.A. et al.* 1965. *Nature* 207:486-487
- 6 *Tarrant, K.R. et al.* 1968. *Nature* 219:725-727
- 7 *Peterle, T.J.* 1969. *Nature* 224:620
- 8 *Clausen, J. et al.* 1974. *Bull. Environ. Sci. Technol.* 12:529-534
- 9 *Bowes, G.W. et al.* 1975. *J. Fish. Res. Board Can.* 32:2111-2123
- 10 *Risebrough, R.W. et al.* 1968. *Science* 159:1233-1236
- 11 *Seba, D.B. et al.* 1971. *Atmos. Environ.* 5:1043-1050
- 12 *Harvey, G.R. et al.* 1974. *Atmos. Environ.* 8:777-782
- 13 *Bidleman, T.F. et al.* 1974. *Science* 183:516-518
- 14 *Bidleman, T.F. et al.* 1975. *Nature* 257:475-477
- 15 *Cohen, J.M. et al.* 1966. In R.F. Gould, ed. *Organic Pesticides in the Environment. Adv.in Chem.Ser.60. Am. Chem.Soc. Wash.DC pp.163-176*
- 16 *Antommaria, P. et al.* 1965. *Science* 150:1476-1477
- 17 *Sanderson, M. et al.* 1976. *Backgr.to the reg.of PCB in Canada.Rep.on the task force on PCB to the Joint.Dep.of Env.and Nat.Health and Welf.Comm.on Env.-Con.*
- 18 *Murphy, T. J. et al.* 1977. *J. Great Lakes Res.* 3:305-312
- 19 *Swain, W.R.* 1978. *J. Great Lakes Res.* 4:398-407
- 20 *Strachan, W.M.J et al.* 1979. *J. Great Lakes Res.* 5:61-68
- 21 *Eisenreich, S.J. et al.* 1981. *Environ. Sci. Technol.* 15:30-38
- 22 *Strachan, W.M.J.* 1985. *Environ. Toxicol. Chem.* 4:677-683
- 23 *Strachan, W.M.J.* 1988. *Environ. Toxicol. Chem.* 7:871-877
- 24 *Wils, E.R.J.* 1982. *Chemosphere, Vol. 11/6.* 585-589
- 25 *ARW,* 1988. *Statm.of Ass.of Germ.Water Works al.the Rhine Riv.(ARW).Semn on the EEC dir.80/778 on the Qual.of Wat.int.f.hum.cons.Como Nov.*
- 26 *Hurle, K. et al.* 1987. *Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Luft hygiene, 68, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.169-190*
- 27 *Larsson, P. et al.* 1989. *Atmos. Environ. Vol 23 no. 8,1699-1711*
- 28 *Sødergren, A.* 1972. *Nature* 236,395-397
- 29 *Sødergren, A.* 1975. *Env. Qual. Safety, Supplement III, 803-810*
- 30 *Ekstedt, J. et al.* 1973/74. *Grundforbatring* 26, 3-10
- 31 *Sundstrøm, G.* 1981. *17 th Nordic Symp. Water Res. 1, 331*
- 32 *Bidleman, T.F. et al.* 1987. *Atmos. Environ.* 21, 641-654 33 *Oehme, M. et al.* 1982. *Frez.Z. Analyt. Chem.* 311,665-673
- 34 *Oehme, M. et al.* 1984. *Frez.Z. Analyt. Chem.* 319,141-146
- 35 *Tanabe, S. et al.* 1982. *Glob. distr.and atm.transp.of chl.hydr.:HCH isom.and DDT comp.in the W.Pac.,Eastern India and antarc.ocean J.Ocean.Soc.Japan.*
- 36 *Tanabe, S. et al.* 1983. *Chemosphere* 12, 277-288
- 37 *Larsson, P.* 1989. *Atmos. Envir. Vol.23, No 10, 2151-2158*
- 38 *Permin, O.* 1983. *Tidsskr. f. Planteavl, 87,69-96*
- 39 *Permin, O.* 1982. *Tidsskr. f. Planteavl, 87,151-165*
- 40 *Permin, O. et al.* 1989. *6th Danish Plant Protection Conference, Side Effects of Pesticides, Weeds.204-220*

- 41 *Majewski, S. M.* 1990. Pesticide Chemistry, Helmut Frehse. Proc.of the 7th international congress of pesticide chemistry.(IUPAC) Hamburg,307-317
- 42 *Anonymous,* 1989. Econ.Analysis Branch, Biolog. and Econ. Anal. Div., Office of Pest. Progr., Env. Prot. Agency, Washington, D.C. Dec. 1989
- 43 *Gregor, D.J. et al.* 1989. Environ. Sci. Technol. 23, 561-565
- 44 *Luke, B.G. et al.* 1989. Chemosphere, 19, 2007-2021
- 45 *Atlas, E. et al.* 1981. Science, 211, 163-165
- 46 *Edwards, C.A.* 1985. Benjt,von Hofesten(Eds.),Contr.of Pestic.Application and Resid.in Food-A Guide and Directory,Geo.Ekstrom.Swedish Sci.Press,1-20
- 47 *Rosner, G. et al.* 1990. Sci. Total Environ. 90, 1-12
- 48 *Raes, F. et al.* 1990. Atmos. Environ. 24A, 909-916
- 49 *Glofelty, D.E. et al.* 1984. J. Agr. Food Chem., 32, 638-43
- 50 *Majewski, M.S. et al.* 1991. In Press
- 51 *Rappaport, R.A. et al.* 1988. Environ. Sci. Technol. 22, 931-947
- 52 *Goldberg, E.D.* 1975. Proc. R. Soc. London, B 189, 277-289
- 53 *Chapin, G. et al.* 1981. Nature 293, 181-185
- 54 *Klisenko, M.A.* 1979. Gig. Tr. Prof. Zabol.,(6), 56-8. Through Chem. Abstr. 94, 1979, 126596h
- 55 *Woodrow, J.E. et al.* 1977. Arch. Environm. Contam. Toxicol. 6, 175-191
- 56 *Bidleman, T.F. et al.* 1987. Sourc.and fate of aq.pollutants, Adv. in Chem. Ser.,Vol 216, American Chemical Society, 1087, 27-56
- 57 *Pankow, J.F.* 1987. Atmos. Envir. Vol 21, No.11,2275-2283
- 58 *Caultreels, K. et al.* 1978. Atmos. Environ. Vol 12, No 5, 1133-1141
- 59 *Droppo, J.G.* 1985. J. Geophys. Res. 90, 2111-2118
- 60 *Duce, R.A. et al.* 1983. Rev. Geophysics Space Physics, 21, 921-952
- 61 *Permin, O.* Personal communication

Måling af pesticidnedvaskning i lysimeterforsøg. Forsøgsdesign og foreløbige resultater med efterårsanvendt mechlorprop (K-salt) på grovsandet jord

Leaching of autumn used ^{14}C -mecoprop (K-salt) in lysimeterstudies

Arne Helweg & Peder Odgaard
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi
Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

Lysimeter experiments have been carried out to elucidate leaching of autumn used mecoprop (K-salt). The lysimeters contain undisturbed soil columns with a surface area of 0.5 m², taken to a depth of 1.0-1.1 m. Two lysimeters with coarse-sandy soil (JB1) were used for the experiment. They were grown with winter wheat.

^{14}C -mecoprop as potassium salt 2 kg a.i./ha was applied on 13th November 1990 Bromide and ^3H was applied as tracers to determinate penetration of rain water through the soil profile.

At intervals percolated water is sucked up, and sub-samples analyzed for bromide, ^3H , total ^{14}C and $^{14}\text{CO}_2$. Dichloromethane extracts of water samples are analyzed for total ^{14}C and for ^{14}C -mecoprop. Weather data are recorded.

In water samples taken 3 weeks after the treatment there were small concentrations of both water-tracers and ^{14}C , the last one being present mainly as $^{14}\text{CO}_2$. This rapid appearance in the percolated water could be due to diffusion. By the following sampling 4 weeks later, the water-tracers had reached the bottom of the lysimeters in high concentrations.

Until mid-March, i.e. 4 months after the treatment, the accumulated ^{14}C amounts found in the leachate were 15% (lys. 1) and 25% (lys. 2) of applied amounts. On subsequent sampling dates decreasing ^{14}C concentrations were found in the water.

Samples from January to March contained most of the total leached ^{14}C and 60-95% of leached ^{14}C was identified as mecoprop. Concentrations in most of these samples were 150 to 440 μg mecoprop per l of percolated water.

The total amounts of mecoprop leached to a depth of 1 m between December and May is 13% in lysimeter 1 and 20% in lysimeter 2. This corresponds to 260 and 400 g respectively from 1 ha when 2000 g a.i. is applied per ha.

Indledning

Godkendelse af et pesticid indebærer bl.a. en vurdering af om, at pesticidet kan blive vasket ud af jorden og ende som forurening i drænvand eller grundvand. Hvis et pesticid kun bindes svagt til jordpartikler, kan det følge nedadgående vandbevægelser i jorden. Hvis stoffet yderligere nedbrydes langsomt, forøges nedvaskningsrisikoen.

Ved udbringning af et pesticid om efteråret er faren for udvaskning større end ved forårs- og forsommerudbringning, fordi vandbevægelsen primært er nedadgående i hele vinterhalvåret. Yderligere sker nedbrydningen af pesticidet langsommere, i efterårs- og i vinterperioden som følge af den lave jordtemperatur.

Nedbrydningsforsøg med mechlorprop i jord har vist, dels at stoffets nedbrydning til CO_2 sker væsentlig langsommere ved 5 og 10°C end ved 20°C , dels at en nedbrydning i jorden under pløjelaget vil forekomme, men den starter på et - i forhold til nedbrydningen i pløjelaget - meget lavt niveau og accelererer kun langsomt (Helweg, Fomsgaard & Gardshodn 1991, Helweg 1991). Er stoffet først nedvasket til under pløjelaget, vil muligheden for nedbrydning oftest være betydelig nedsat, og en videre nedsivning til dræn eller grundvand kan blive følgen.

Ved en målestation etableret af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) på landbrugsjord på Lolland er mechlorprop fundet i drænvand i vinterperioden (Mogensen & Spliid 1991).

Reglerne for godkendelse af pesticider i Danmark er i dag sådan, at hvis laboratorieforsøg i 30 cm høje jordsøjler viser, at mere end 2-5% af stoffet udvaskes med 200 mm nedbør i løbet af 2 dage, så skal udvaskningsrisikoen tillige undersøges under naturlige anvendelsesforhold ved mark- eller lysimeterforsøg.

Ønskes forsøg uden for laboratoriet gennemført med radioaktivt mærkede pesticider, er brugen af lysimetre en forudsætning. For at kunne simulere, hvad der sker under markforhold, skal jorden i lysimetrene være i naturlig lejring, og overfladearealet må ikke være for lille. Brug af ^{14}C -mærkede pesticider i nedvaskningsforsøg kan give værdifulde informationer om forekomsten af pesticiderne (og deres nedbrydningsprodukter) i jordprofilen og det vand, som løber igennem (Kubiak *et al.* 1988).

Lysimeterforsøg med pesticider er i 15-20 år udført ved Kernforschung-Anlage Jülich i

Tyskland (Führ et al. 1991). På grundlag af erfaringer derfra har vi i afdelingen opbygget 6 lysimetre indeholdende uforstyrrede jordsøjler på 100-110 cm's dybde med et overfladeareal på 0.5 m².

Forsøg med ¹⁴C-mærket mechlorprop blev startet i 2 lysimetre i efteråret 1990. Når mechlorprop blev valgt, skyldes det, at midlet her i landet har opnået en stigende anvendelse de senere år, især på grund af dets egnethed til efterårsbekæmpelse af ukrudt i vintersæd. Anvendelsen af mechlorprop er steget fra 208 tons i 1979 til 621 tons i 1990. Vi har valgt først at undersøge en af de vandopløselige forbindelser (salte), der må frygtes at kunne udvaskes med overskudsnedbør.

Materialer og metoder

Lysimetre og jord:

Lysimeterkarrene er opbygget af rustfrit stål, som dobbelte kasser med et kvadratisk tværsnit. Som skitseret i figur 1 er den yvendige kasse nedgravet og hviler på et betonfundament. Kassen har skrå bund. Rummet under bæringerne til den indvendige kasse tjener til opsamling af drænvandet. Et påsvejet rør fører til bunden i den laveste side. Den indvendige kasse rummer en jordsøjle med et overfladeareal på 0.5 m², en dybde på lidt over 1 m og med jorden i naturlig lejring.

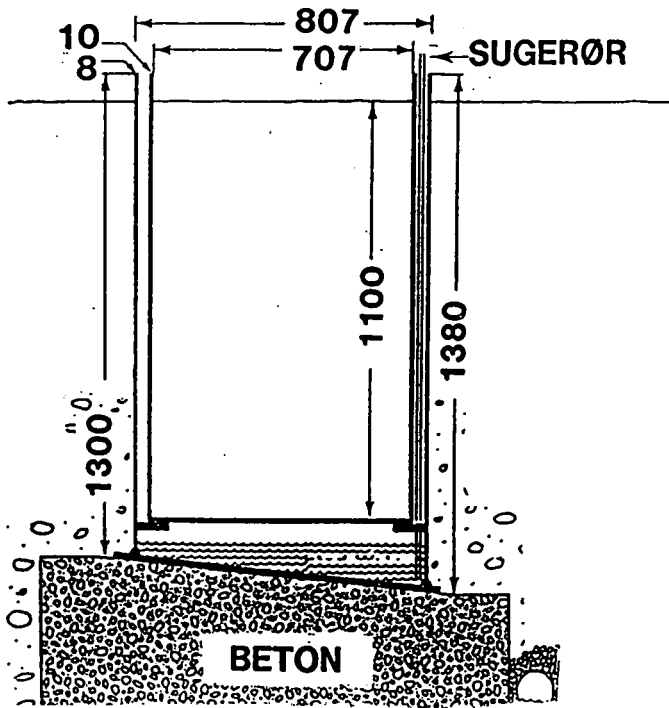


Fig. 1. Lodret snit af lysimeter. De anførte mål er i mm.
Cross section through a lysimeter. Measures shown in mm.

Udtagning af jordsøjler foregår på den måde, at den indvendige kasse, som er uden bund og med skarpslebne kanter, presses ned i jorden. Derefter påmonteres en bund med huller, kassen med jord transporteres hjem og anbringes i den udvendige kasse.

Nedtrængning af vand mellem ud- og indvendige kasse imødegås ved forsegling af mellemrummet foroven med silikone-fugemasse.

I november 1989 blev der ved St. Jynde vad udtaget jordsøjler til 4 lysimetre, til en dybde på 107-108 cm. De består af grovsandet jord, type JB1. Resultatet af en teksturanalyse er vist i tabel 1. Til forsøget er 2 af disse lysimetre anvendt.

Tabel 1. Teksturanalyse af jordprofil på lokaliteten i St. Jynde vad, hvor jordsøjler til lysimetrene er udtaget.
Texture analysis of a soil profile from the locality in St. Jynde vad, where the soil blocks for the lysimeters was taken.

Dybde Depth cm	pH-H ₂ O	%					
		Humus <i>Humus</i>	Ler <i>Clay</i>	Silt <i>Silt</i>	Grovsilt <i>Coarse silt</i>	Finsand <i>Fine sand</i>	Grovsand <i>Coarse sand</i>
0 - 25	6.6	2.4	4.0	3.8	2.8	20.4	66.5
25 - 50	6.8	1.0	3.1	2.4	1.0	11.4	81.1
50 - 75	6.5	0.5	3.1	1.0	1.0	9.7	84.8
75 - 100	5.9	0.3	5.1	0.9	1.4	37.7	54.6

Dyrkningsdata og forsøgskemikalier:

For at sikre, at forholdene i lysimetrene afspejler markforholdene mest realistisk, foregår dyrkningen efter god landbrugsmæssig praksis. Det vil sige, at der bliver tilført gødning som normalt, og der sprøjtes med insekt- og svampemidler ved tegn på angreb. Eventuelle ukrudtsproblemer klares ved håndlugning. Den samme afgrøde som i lysimetrene dyrkes på arealet omkring dem.

De 2 lysimetre blev tilsæt med vinterhvede i efteråret 1990, og forsøgsbehandlingen udførtes den 13/11 1990.

¹⁴C-mechlorprop-syre, ringmærket, blev indkøbt fra Amersham Inc. Specifik aktivitet 47 mCi/mmol. Radiokemisk renhed 98%. Før udsprøjtning blev syren omdannet til K-saltet ved tilsætning af KOH. Den tilførte aktivitet til hvert lysimeter var 1.8 mCi.

Inden udsprøjtning blev den radioaktive mechlorprop suppleret op med handelsvaren DLG-propionat 50, indeholdende mechlorprop som K-salt, således at der opnåedes en dosering i lysimetrene svarende til 2,017 kg mechlorprop-syre pr. ha = 100,0 mg mechlorprop pr. lysimeter. Såvel handelsvaren som det ^{14}C -mærkede stof var en blanding af de 2 isomere former (L og D) af mechlorprop. Begge er medregnet i doseringen.

Foruden mechlorprop blev der sprøjtet med isoproturon, 1.0 kg/ha, i form af Tolkan L, 2 l/ha.

Som sporingstoffer til bestemmelse af vandets gennemløbstid blev der samtidig med herbiciderne tilført både ^3H -mærket vand og bromid. ^3H -vandet blev udsprøjtet i en dosering svarende til 1.5 mCi i hvert lysimeter.

Bromid blev tilført som en vandig opløsning af KBr, 372 mg pr. lysimeter. En tilsvarende mængde KBr var tillige udsprøjtet den 16/2 1990.

Jordtemperatur, nedbør og vandgennemstrømning:

Nedbør og øvrige klimaforhold registreres kontinuerligt af den automatiske klimamålestation ved Planteværnscentret, Flakkebjerg.

Jordtemperaturen i 10 cm's dybde er i figur 2 vist som månedsgennemsnit af 3 år. Tabellen giver et indtryk af de dårlige betingelser for nedbrydning, som hersker i pløjelaget i vinterhalvåret. De aktuelle jordtemperaturer i forsøgsperioden var: Nov. 1990: 5.6°C, Dec.: 2.5°C, Jan. 1991: 2.1°C, Feb.: 0.2°C, Marts: 4.4°C, April: 7.2°C.

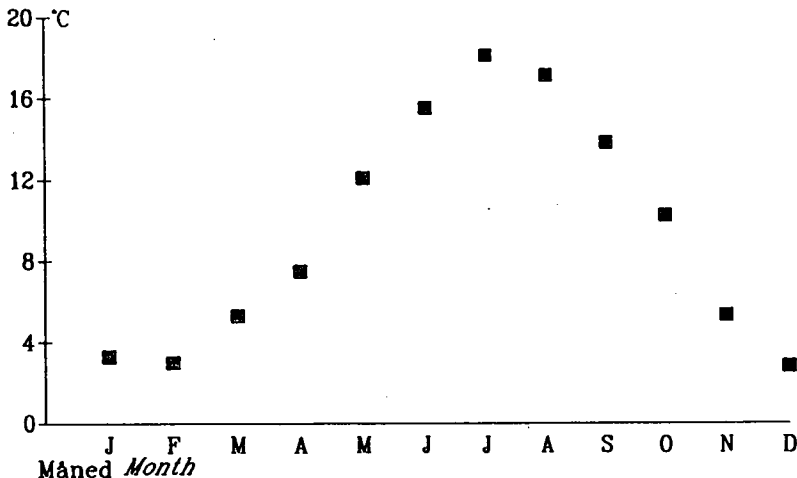


Fig. 2. Middel jordtemperatur målt 10 cm under kort græs ved Flakkebjerg. Gennemsnit af årene: 1989, 1990 og 1991.

Mean soil temperature 10 cm below short grass at Flakkebjerg. Average from continuous measurements in the years 1989, 1990 and 1991.

Normalnedbøren for Askov, der med en gennemsnitlig årsnedbør på 790 mm ligger i den regnrigeste del af landet, er valgt som en standard, der søges opnået ved tilskudsvanding. Den svarer til de tyske krav til nedvaskningsforsøg (Biologische Bundesanstalt).

Vandstanden i lysimeterkarrene registreres og oppumpning foretages via teflonslange til glasflasker, forbundet til en vakuumpumpe.

Nedbør og vanding fra sprøjtetidspunktet og indtil den 31. juli er i figur 3 opsummeret for hver måned. Normalnedbøren for Askov er tillige opsummeret. Det ses, at den aktuelle nedbør stort set har været på linie med den ønskede i de første vintermåneder. Fra februar til maj er underskuddet vokset til mere end 80 mm, men atter udlignet dels ved vanding i maj, dels af store nedbørmængder i juni.

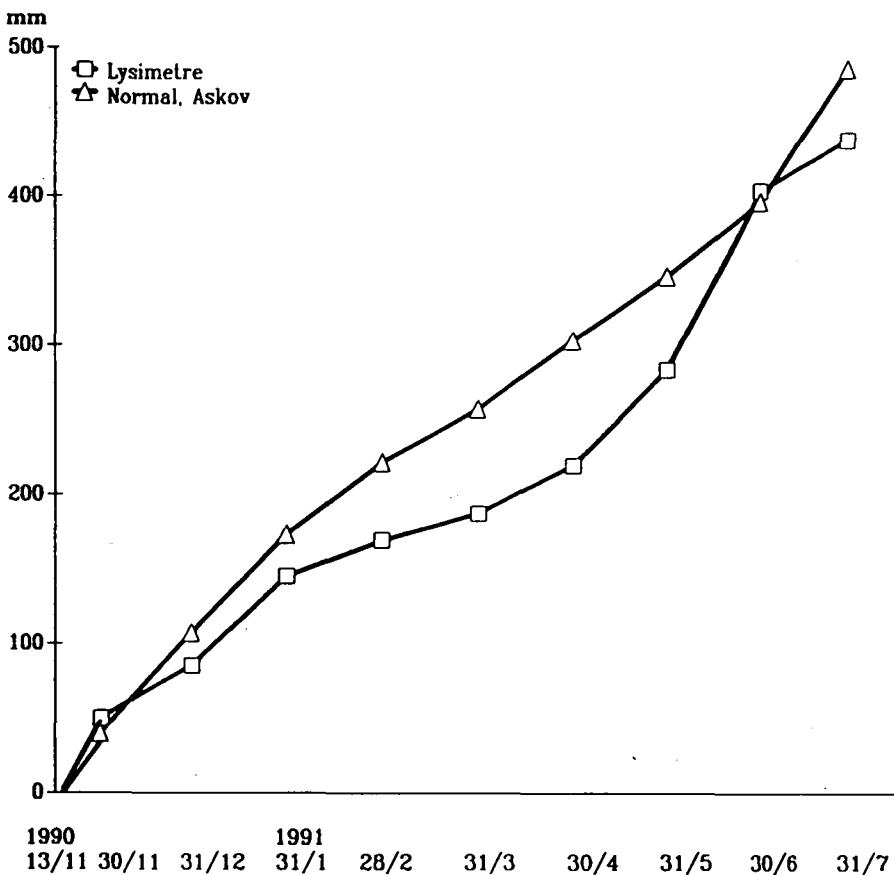


Fig. 3. Akkumuleret nedbør + vanding i lysimeter 1 og 2 efter sprøjtning den 13. november.

Accumulated precipitation + irrigation in lysimeter 1 and 2 from the day of treatment, compared to normal precipitation for Askov, which was chosen as standard.

Den månedlige nedbør (inklusive vanding) er i figur 4 sammenstillet med den beregnede, potentielle fordampning.

Dette giver et tilnærmet billede af, hvilke måneder der har været overskudsnedbør. Men da den reelle fordampning sjældent er så stor som den potentielle, har nedbørsoverskuddene i virkeligheden været større (og nedbørsunderskuddene mindre), end figuren viser. At dette er korrekt, fremgår af figur 5, som viser den afdrænede vandmængde. Denne mængde er selvsagt den reelle overskudsnedbør. Den vil imidlertid i nogle tilfælde (ved frost og efter udtørring) blive registreret med en vis forsinkelse.

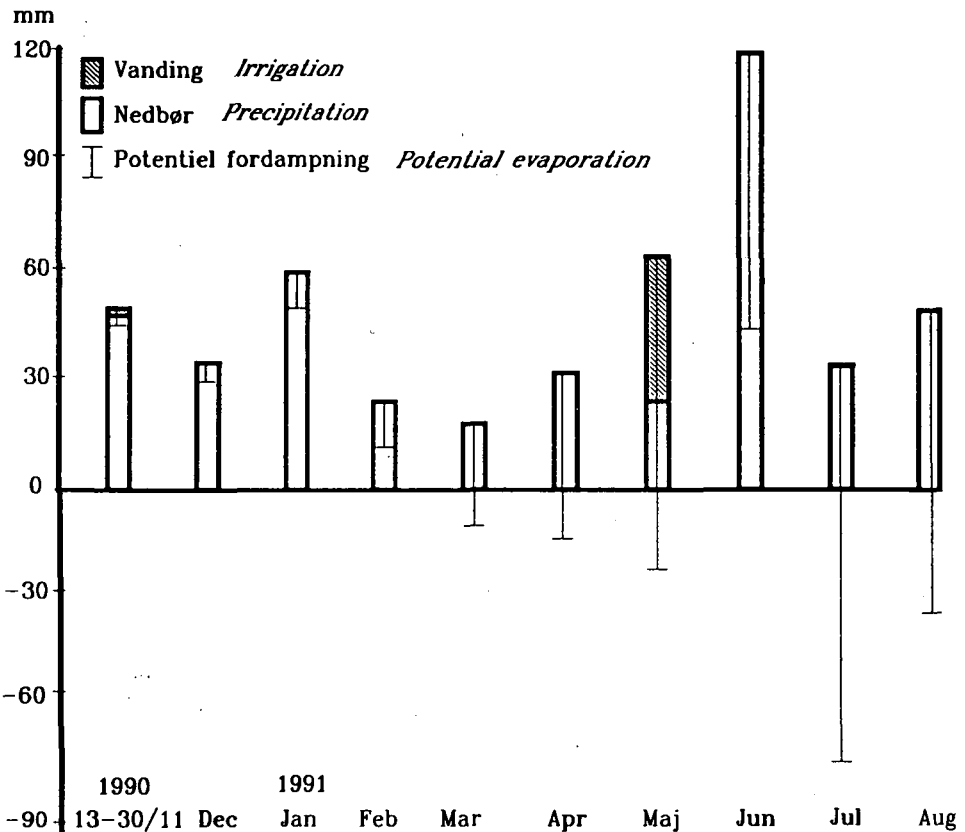


Fig. 4. Nedbør + vanding i lysimeter 1 og 2 samt potentiel fordampning efter sprøjtning den 13. november.

Monthly precipitation + irrigation in lysimeter 1 and 2, and potential evaporation, from the day of treatment.

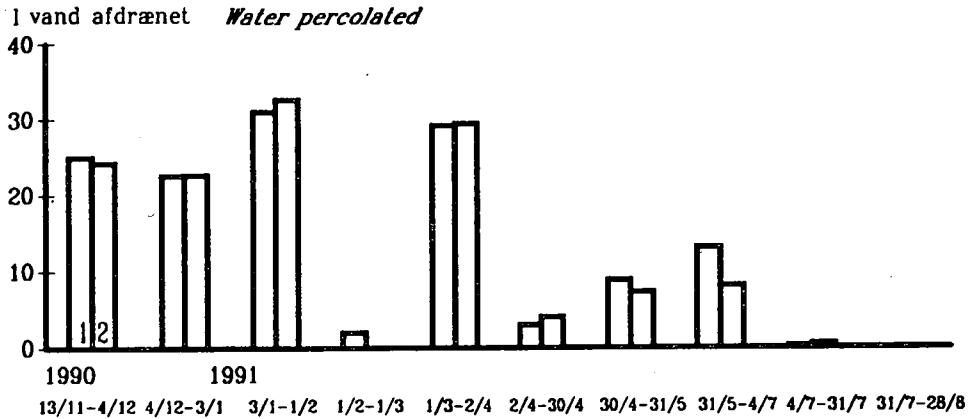


Fig. 5. Nedsivning i lysimeter 1 og 2, beregnet på grundlag af oppumpet mængde og vandstandsmåling. 1 l svarer til 2 mm nedbør.
Percolate in lysimeter 1 and 2, based on the amounts sucked up and water level determinations. One l is equal to 2 mm of precipitation.

Udtagning, opbevaring og analysering af vandprøver:

Drænvandet pumpes op ca. 1 gang pr. måned eller når 15-20 l er løbet igennem (svarende til 30-40 mm overskudsnedbør). Vandmængden registreres, og der udtages prøver til målinger og analyser som skitseret i figur 6.

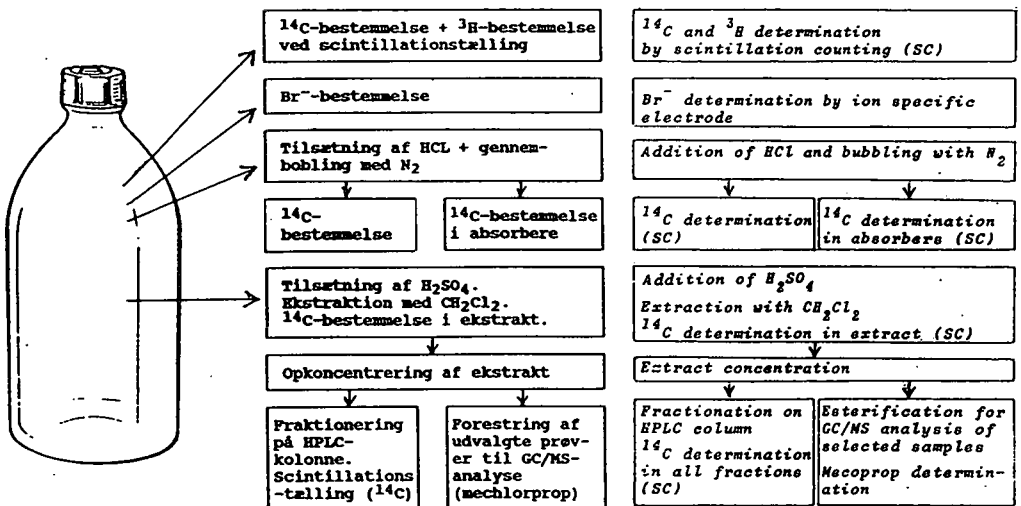


Fig. 6. Procedure for analyser af vand optaget fra lysimeter 1 og 2.
Analytical procedures for percolated water samples from lysimeter 1 and 2.

Måling af indhold af bromid-ion (Br^-), ^3H og ^{14}C foretages direkte på prøver af oppumpet vand. Til måling af Br^- anvendes en ionspecifik elektrode (Onken *et al.* 1975) forbundet til et voltmeter. ^3H og ^{14}C måles på scintillationstæller. Den tilstedeværende ^{14}C repræsenterer her summen af mechlorprop og nedbrydningsprodukter i drænvandet.

For at påvise ^{14}C , der eventuelt er til stede i vandet i form af CO_2 , bliver en vandprøve tilsat saltsyre og gennemboblet med N_2 . Den derved udskilte CO_2 opsamles i absorberer, hvis indhold af ^{14}C derefter måles. Desuden måles tilbageværende ^{14}C i den gennemboblede vandprøve.

Til analyser for ekstraherbart ^{14}C , udtages prøver fra hver oppumpning. Disse prøver stabiliseres ved tilsætning af H_2SO_4 og CH_2Cl_2 inden opbevaring, der sker ved 4°C . Ekstraktionen foretages med CH_2Cl_2 og indhold af ^{14}C i ekstraktet måles direkte på scintillationstæller.

Til bestemmelse af, hvor meget af det ekstraherede ^{14}C , der er til stede som uomdannet mechlorprop, foretages en HPCL-analyse af alle ekstrakter. Ekstraktet opkoncentreres, og en lille prøve indsprøjtes på HPLC, hvor den elueres med vand/methanol over en C-18 reverse phase kolonne. Herved adskilles prøvens bestanddele, der opsamles med eluatet i en række fraktioner. I alle fraktionerne kvantificeres ^{14}C på scintillationstæller. ^{14}C repræsenterer i en samlet gruppe af fraktioner den uomdannede mechlorprop, i de øvrige fraktioner nedbrydningsprodukter.

En egentlig identifikation af mechlorprop er foretaget ved hjælp af GC/MS (gaskromatografi med efterfølgende massespektrometri) efter forestring af enkelte af de opkoncentrerede prøver. Denne analyse er også kvantitativ, således at mechlorprop-koncentrationen fundet ved de 2 analysemetoder kan sammenlignes (Felding 1991).

Resultater og diskussion

Vandbevægelse

I 7 uger forud for sprøjtningen den 13/11 faldt der kun moderate nedbørsmængder, men der var stadig lidt afdræning i de pågældende 2 lysimetre på behandlingstidspunktet. Den ubrudte nedadgående vandbevægelse fortsatte frem til udgangen af januar.

Figur 7 viser Br^- -koncentrationen i en serie af vandprøver fra lysimetrene. I efterårs-månederne ses en næsten uændret koncentration, hidrørende fra det i februar udsprøjtede KBr . Af det nytillførte Br^- (fra 13/11) er hovedmængden og dermed nedbøren fra omkring sprøjtetidspunktet nået til lysimetrenes bund i tidsrummet mellem 4/12 og 3/1. Der er ikke udført Br^- -måling i vandprøver udtaget senere end 11/1.

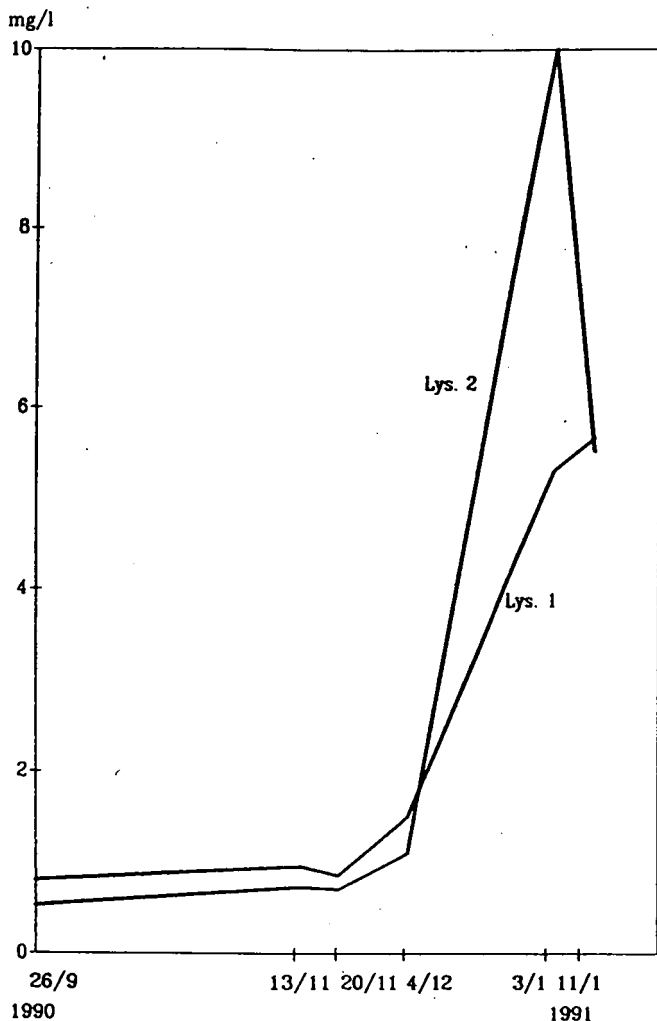


Fig. 7. Bromid-koncentration i drænvand fra lysimeter 1 og 2. KBr var tilført den 16. februar og 13. november 1990, hver gang 372 mg/lysimeter.

Bromide concentration in percolated water from lysimeter 1 and 2. KBr was applied 16th February and 13th November 1990, 372 mg per lysimeter each time.

^3H -indholdet er målt i alle prøver. Figur 8 viser den akkumulerede mængde som % af tilført. Der kunne påvises en ganske lille mængde ^3H , svarende til 0.02 og 0.01% for lysimeter 1 og 2, i vandet allerede den 4/12. Der var samtidig en lille stigning i Br^- -koncentrationen. Disse små mængder må nok antages at være en følge af diffusion i vandfasen foran den egentlige front. For ^3H vil en diffusion tillige kunne forekomme i form af vanddamp i de luftfyldte porer.

En anden mulig forklaring på den tidlige påvisning af sporingsstoffer kunne være hurtig vandtransport gennem makroporer. Den vil forekomme, når jorden er helt eller næsten

vandfyldt på grund af ekstreme nedbørsforhold. Regnmængderne har imidlertid været moderate i den pågældende periode.

Totalt er der fundet mest ^3H i drænvandet fra lysimeter 2. Det samme forhold gør sig gældende for Br^- . Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på disse forskelle.

Mechlorprop og nedbrydningsprodukter

Mængden af ^{14}C i det afdrænedede vand er opsummeret i figur 9. Tilsyneladende har en del af det tilførte ^{14}C fulgt det nedsivende vand på samme måde som ^3H , idet ligheden mellem figur 8 og 9 er påfaldende, også når der ses på hvert lysimeter for sig. Nedsivningen er dog for ^{14}C ophørt mere brat end for ^3H . Kun forholdsvis små mængder er målt efter 15. marts, hvor et niveau på ca. 15% for lysimeter 1 og ca. 25% for lysimeter 2 var nået.

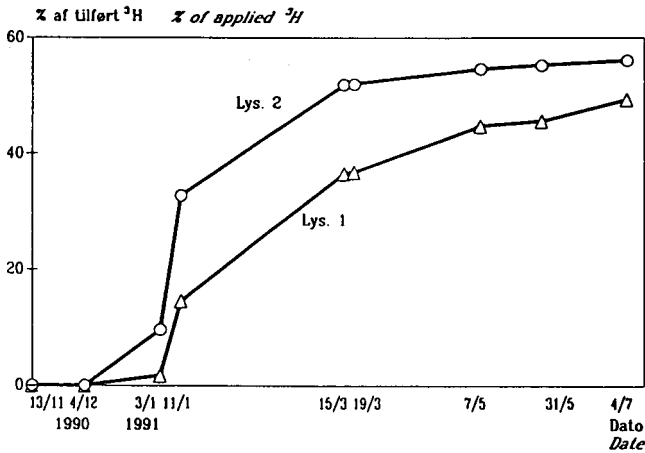


Fig. 8. Tritium (^3H) målt i drænvand fra lysimeter 1 og 2. Sumkurver. *Accumulated tritium determined in percolated water from lysimeter 1 and 2.*

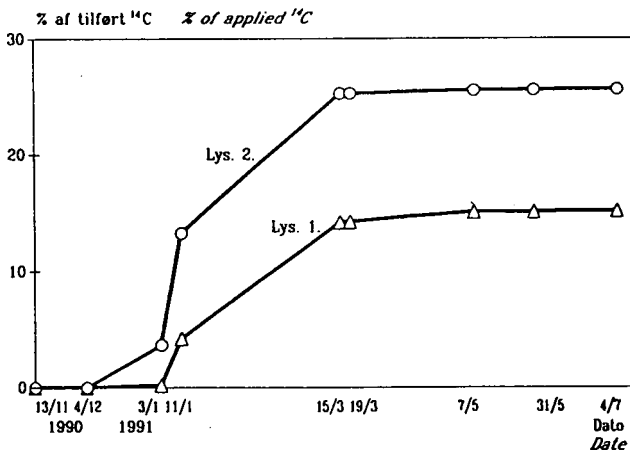


Fig. 9. Kulstof 14 (^{14}C) målt i drænvand fra lysimeter 1 og 2. Sumkurver. *Accumulated carbon 14 determined in percolated water from lysimeter 1 and 2.*

Tabel 2. Total mængde ^{14}C i drænvandet i hver oppumpning (% af tilført) samt mechlorprop, udtrykt dels i % af total ^{14}C , dels som $\mu\text{g/l}$ drænvand. Total ^{14}C found in percolated water at each sampling (% of applied), and mechlorprop in $\mu\text{g/l}$.

Dato for oppumpning Date of sampling	Lysimeter nr. Lysimeter no.	Vandmængde Amount of water l	^{14}C ialt i vandet, % af tilført Total ^{14}C in water, % of applied	Mechlorprop i % af ^{14}C ialt Mecchlorprop in % of total ^{14}C in percolate	Mechlorprop, $\mu\text{g/l}$ bestemt ved HPLC Mecchlorprop, $\mu\text{g/l}$ detected by HPLC	Mechlorprop, $\mu\text{g/l}$ bestemt ved GC/MS Mecchlorprop, $\mu\text{g/l}$ detected by GC/MS	
1990	20/11	1	7.6	0.00			
		2	6.6	0.00			
	4/12	1	17.3	0.006	9	0.03	
		2	17.6	0.003	16	0.03	
1991	3/1	1	22.5	0.18	54	4.4	
		2	22.6	3.66	95	155.4	
	11/1	1	18.4	4.04	95	209.9	
		2	17.5	9.60	80	440.9	
	15/3	1	37.3	10	85	228.9	230
		2	38.9	12	73	226.1	
	19/3	1	0.3	0.03	-	-	
		2	0.3	0.01	-	-	
	7/5	1	15.5	0.79	60	30.6	
		2	12.6	0.24	40	7.8	
	31/5	1	2.3	0.02	3	0.3	
		2	3.6	0.03	3	0.2	
	4/7	1	13.1	0.08	25	1.6	
		2	8.1	0.04	8	0.4	

- = ikke analyseret

- = not analyzed

Tabel 2 giver en oversigt over, hvor stor en del af det tilførte ^{14}C , der er fundet i drænvandet for hver optagning, og hvor meget der er til stede som mechlorprop. Det ses, at meget ^{14}C findes som mechlorprop, når store mængder ^{14}C er nedvasket. Dette har været tilfældet i januar, februar og marts. Som en konsekvens af de nævnte høje værdier har koncentrationen af mechlorprop ($\mu\text{g/l}$) i det nedsivende vand været særdeles høj i den samme periode.

De totale mængder mechlorprop, som er udvasket findes ved at multiplicere vandmængden (kolonne 3) med den tilsvarende koncentration (kolonne 6). Mellem december og maj er der i lysimeter 1 og 2 udvasket henholdsvis 13 og 20 mg af de tilførte 100,9 mg mechlorprop pr. lysimeter. Dette svarer til, at henholdsvis 260 og 400 g mechlorprop ville være udvasket ved anvendelse af 2 kg aktivt stof pr. ha.

De foretagne GC/MS-analyser af prøverne fra 15. marts stemmer overens med HPLC-analyserne. Sidstnævnte må således betragtes som en pålidelig metode til kvantificering af mechlorprop i ekstrakter af vandprøver.

En del ^{14}C , er påvist som andre ekstraherbare stoffer end mechlorprop eller som CO_2 . I vandprøverne fra 31. maj og 4. juli var andelen af mechlorprop faldende.

Tabel 3. ^{14}C -kuldioxyd fundet i drænvand fra lysimetrene.
 ^{14}C carbon dioxide found in percolated water from the lysimeters.

Dato for oppumpning <i>Date of sampling</i>		Lysimeter nr. <i>Lysimeter no.</i>	$^{14}\text{CO}_2$ i % af tilført <i>$^{14}\text{CO}_2$ in % of applied</i>
1990	4/12	1	0.01
		2	0.002
1991	3/1	1	0.04
		2	0.07
	11/1	1	0.59
		2	0.36
	15/3	1	-
		2	-
	19/3	1	-
		2	0.004
	7/5	1	0.09
		2	0.07

- = ikke målt

- = not analyzed

I tabel 3 ses, at mængden af $^{14}\text{CO}_2$ i drænvandet var stærkt stigende de første udtagningsperioder for derefter at falde. En stigning igen den 7. maj kunne tyde på en accelererende omsætning i jorden på grund af stigende jordtemperatur om foråret.

Den meget lille mængde $^{14}\text{CO}_2$ den 4. december repræsenterer nær 100% af det fundne ^{14}C i denne oppumpning. Det støtter formodningen om, at de i drænvandet konstaterede stoffer på det tidlige tidspunkt, det vil sige 3 uger efter tilførslen, mere skyldes diffusion end egentlig nedvaskning.

Konklusion

I lysimeterforsøg er der udvasket uacceptabelt store mængder af K-saltet af mechlorprop i vinterperioden efter udsprøjtning af 2 kg aktivt stof pr. ha i efteråret 1990. Forsøget er udført som "worst case" (grovsandet jord med høj dosering af mechlorprop om efteråret), men resultaterne giver anledning til at fraråde anvendelsen af vandopløselige mechlorprop salte om efteråret. Vi udfører for øjeblikket forsøg med en ester af mechlorprop for at se om dette er en alternativ mulighed.

Sammendrag

En undersøgelse af nedsivning af ^{14}C -mechlorprop (K-salt) efter anvendelse om efteråret er gennemført i lysimetre. Lysimetrene rummer uforstyrrede jordprøver med et overfladeareal på 0.5 m^2 , udtaget til en dybde af $1.0\text{-}1.1 \text{ m}^2$. Til forsøget er anvendt 2 lysimetre med grovsandet jord (JB1), tilsået med hvede.

Der er udsprøjtet ^{14}C -mærket mechlorprop som kaliumsalt (2 kg aktivt stof pr. ha) den 13. november 1990. Samtidig blev der udsprøjtet kaliumbromid og ^3H -mærket vand, som springstoffer til bestemmelse af nedbørsvandets gennemløbstid.

Oppumpet vand er analyseret for bromid, ^3H , ^{14}C og ^{14}C som $^{14}\text{CO}_2$. Dichlormethanekstrakter af vandprøverne er analyseret for totalt indhold af ^{14}C samt for ^{14}C -mechlorprop. Nedbør, nedsivet vand og temperatur er registreret.

I vandprøver udtaget op til 3 uger efter sprøjtningen var der en lille koncentration af både springstoffer og ^{14}C . Sidstnævnte var hovedsagelig til stede som $^{14}\text{CO}_2$. Denne tidlige forekomst i drænvandet skyldes sandsynligvis diffusion. Ved den næste oppumpning (efter yderligere 4 uger) var fronten af springstoffer tydeligt nået til lysimetrenes bund.

Den totale ^{14}C -mængde fundet i drænvandet var indtil midten af marts, det vil sige 4 måneder efter sprøjtningen, 15% (lys. 1) og 25% (lys. 2) af den tilførte mængde. Ved de efterfølgende oppumpninger var koncentrationen af ^{14}C stærkt aftagende.

I vandprøver udtaget mellem januar og marts blev 60-95% af det udvaskede ^{14}C

genfundet som mechlorprop. Koncentrationerne var i de fleste tilfælde mellem 150 og 440 μg mechlorprop/l vand.

De totale mængder mechlorprop som er udvasket gennem lysimetrene fra december til maj er henholdsvis 13 og 20% i lysimeter 1 og 2. Det svarer til at henholdsvis 260 og 400 g mechlorprop ville være udvasket ved anvendelse af 2 kg aktivt stof pr. ha.

Erkendtlighed

Laborant Kirsten Heinrichson takkes for et meget selvstændigt og omhyggeligt arbejde ved forsøgenes udførelse. Desuden takkes cand. scient. Gitte Felding for GC/MS analyser og laboranterne Merete Petersen og Hanne-Louise Krasilnikoff for hjælp ved arbejdets udførelse. Projektet er støttet af Miljøministeriet via afgiftsmidlerne fra salg af bekæmpelsesmidler.

Litteratur

Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Foulum. EDB-udskrifter for 1991.

Felding G. 1991. Personlig kommunikation.

Führ, F., Steffens, W., Mittelstaedt, W. & Brunhard, B. 1991. Lysimeter Experiments with ^{14}C -Labelled Pesticides - "An Agroecosystem Approach In "Pesticide Chemistry" Proc. 7th Int. Congr. Pestic. Chem. (IUPAC)" Hamburg 1990. H. Frehse, ed., VCH, Weinheim, 37-48.

Helweg A., Fomsgaard, L., & Gardshodn, E. 1991. Nedbrydning af herbicidet mechlorprop (MCP) i jord. Indflydelse af jordtemperatur og jorddybde. 8. Danske Planteværnskonference, Pesticider og Miljø, 255-264.

Helweg A. 1991. Degradation and adsorption of ^{14}C -mecoprop (MCP) in surface soils and in subsoil. Influence of temperature, moisture content, sterilization and concentration on degradation. In Proc. "3rd Workshop on Chemistry and Fate of Modern Pesticides".

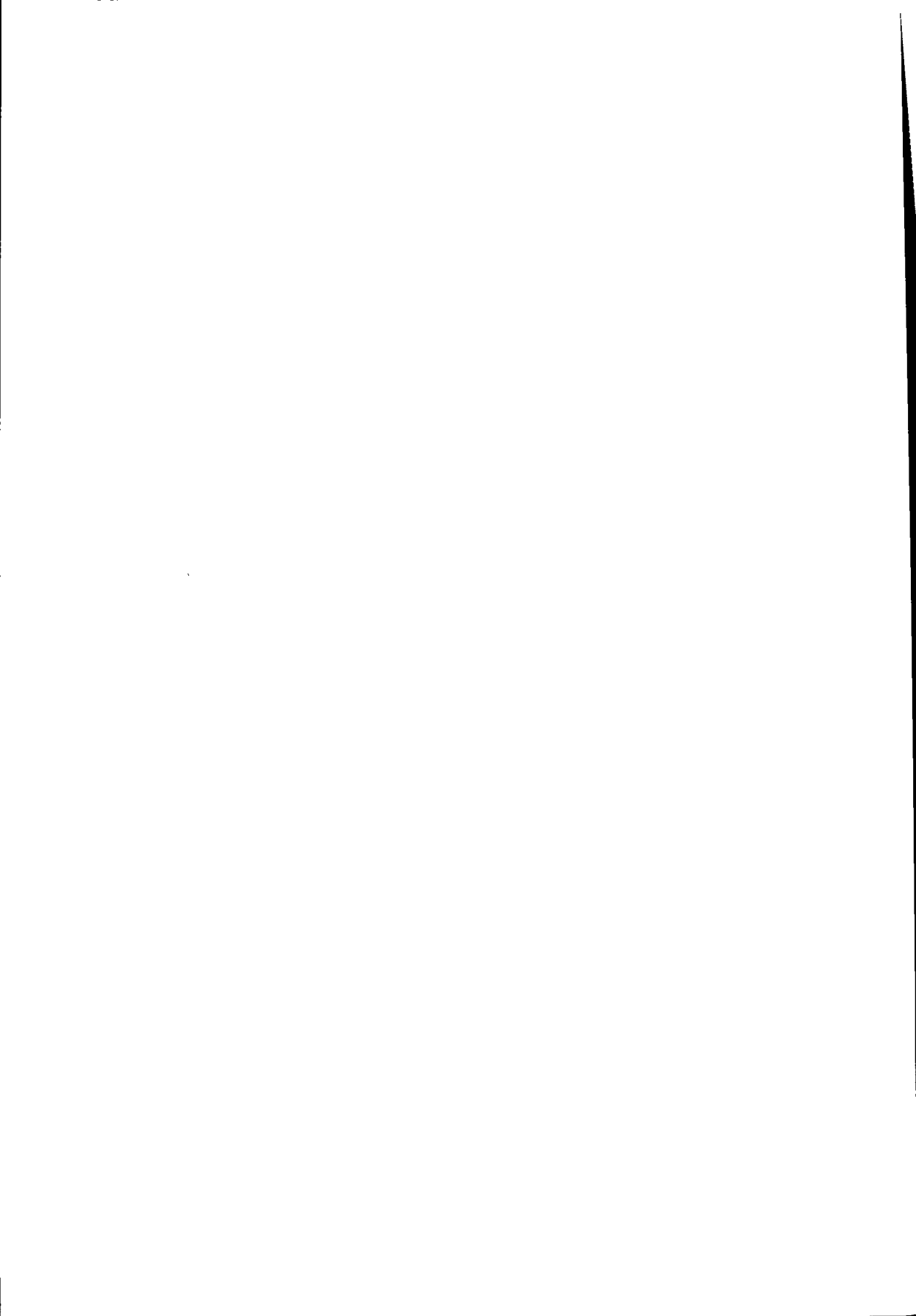
Kubiak, R., Führ, F., Mittelstaedt, W., Hansper, M. & Steffens, W. 1988. Transferability of Lysimeter Results to Actual Field Situations, Weed Sci., 36, 514-518.

Mogensen, B. B. & Spliid, N. H. 1991. Udvasning af pesticider fra landbrugsjord. 8. Danske Planteværnskonference, Pesticider og Miljø, 245-254.

Olesen, J. E. 1990. Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1989. Tidsskr. Planteavl, B. nr. S 2055.

Olesen, J. E. 1991. Jordbrugsmeteorologisk årsoversigt 1990. Tidsskr. Planteavl, B. nr. S 2130.

Onken, A. B., Hargrove, R. S. Wendt, C. W. & Vilke, O. C. 1975. The use of a specific ion electrode for determination of bromide in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39, 1223-1225.





Afdelinger mv. under Statens Planteavlsvforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postbox 21, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, Tystofte, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, Jyndeved, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Vejervej 55, Askov, 6600 Vejen	75 36 02 77
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Lundgård Forsøgsstation, Kongeåvej 90, 6600 Vejen	75 36 01 33
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartneriteknik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele	86 65 25 00
--	-------------