



## 8. Danske Planteværnskonference

Ukrudt

Pesticider og miljø

*8<sup>th</sup> Danish Plant Protection Conference*

*Weeds*

*Side Effect of Pesticides*



Planteværnscentret, 1991

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

Beretning nr. S 2110 - 1991

Pris: 150,00 kr. ekskl. moms

Kan rekvireres hos:

Planteværnscentret  
Lottenborgvej 2  
DK-2800 Lyngby  
Tlf. 42 87 25 10



Planteværnscenter  
Løgstebølvej 12  
2800 Lyngby, 02 11 10 10

## 8. Danske Planteværnskonference

Ukrudt  
Pesticider og miljø

*8<sup>th</sup> Danish Plant Protection Conference*

*Weeds*

*Side Effect of Pesticides*

Planteværnscentret, 1991



## **Indholdsfortegnelse**

### **Ukrudtssektionen**

**Nyanerkendte herbicider til landbrugsafgrøder . . . . . 7-48**

*Newly approved herbicides for use in agricultural crops*

**Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl**

**Nyanerkendte herbicider og spirehæmmende midler til havebrugsafgrøder . . . . . 49-54**

*Newly approved herbicides and sprout inhibitors for use in horticultural crops*

**Georg Noyé**

**Konsekvens af revurdering af ukrudtsbekæmpelse i landbruget . . . . . 55-60**

*Consequences of reestimation of herbicides for weed control in agriculture*

**Hans Kristensen & H. Elbek-Pedersen**

**Konsekvens af revurdering for ukrudtsbekæmpelse i havebruget . . . . . 61-66**

*Consequences of reestimation of herbicides for weed control in horticulture*

**Georg Noyé**

**Konsekvenser af revurdering for ukrudtsbekæmpelse i skovbruget . . . . . 67-74**

*Consequences of reestimation of herbicides for weed control in forestry*

**Thomas Rubow**

**Nye virkestoffer til ukrudtsbekæmpelse . . . . . 75-80**

*New active ingredient for weed control*

**Peder Elbæk Jensen & Per Rydahl**

**Floraens artsdiversitet på danske sædskiftemarken . . . . . 81-92**

*The diversity of the weed flora in Danish arable fields*

**Christian Andreasen**

**Forekomsten af Alm. Kvik (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) i roer, ærter og  
vårrops, 1990 . . . . . 93-104**

*Occurrence of Couch (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) in beets, peas and spring  
rape, 1990*

**Lene Kjær Tvedegaard, Christian Andreasen & Jens C. Streibig**

**Celle-væskultur som hjælpemiddel i herbicidforskningen . . . . . 105-116**

*Cell and tissue culture as a tool in herbicide research*

**Maria Olofsdotter**

**Klimafaktorerens indflydelse på bladherbiciders virkning . . . . . 117-134**

*Influence of environment on the effect of foliage-applied herbicides*

**Jens Lindegaard Kristensen & Per Kudsk**

**Sprøjteteknik og tankblanding af herbicider/insekticider i ærter . . . . . 135-144**

*Application technique and tank mixtures of herbicides and insecticides in peas*

**Solvejg K. Mathiassen & Per Kudsk**

- Nyeste undersøgelser vedrørende sprøjtetyper . . . . . 145-166**  
*Newer investigations on types of field sprayers*  
**Ole Permin & Peter Kryger Jensen**
- Erfaringer med afdrift ved TWIN-systemet i relation til vandmængde . . . . . 167-176**  
*Spray drift experience using the TWIN system in relation to water rate*  
**Ole Carlsen**
- Væskeafsætningens omfang og ensartethed ved konventionel og luftassisteret sprøjtning . . . . . 177-188**  
*Deposition and uniformity by conventional and air assisted spraying*  
**Ebbe Nordbo, William A. Taylor & Erik Kirknel**
- Udbytteeffekter ved ukrudtsharvning - udvikling og anvendelse af en simuleringsmodel . . . . . 189-202**  
*Application of a model for prediction of yield response in weed harrowing*  
**Jesper Rasmussen**
- Perspektiver for udnyttelse af afgrødens konkurrenceevne . . . . . 203-214**  
*The possibility of utilizing the competitive ability of the crop*  
**Svend Christensen**
- Udnyttelse af ukrudtsfrø's behov for lysinduktion . . . . . 215-230**  
*Utilization of the demand for light induction in weed seeds*  
**Peter Kryger Jensen**
- Udvaskning af pesticider fra juletræskulturer . . . . . 231-244**  
*Leaching of pesticides from Christmas tree planting*  
**Gitte Felding**
- Udvaskning af pesticider fra landbrugsjord . . . . . 245-254**  
*Leaching of pesticides from arable land*  
**Betty Bügel Mogensen & Niels Henrik Spliid**
- Nedbrydning af herbicidet mechlorprop (MCPP) i jord. Indflydelse af jordtemperatur og jorddybde . . . . . 255-264**  
*Degradation of the herbicide mecoprop (MCPP) in soil. Influence of soil temperature and soil depth.*  
**Arne Helweg, Lisbeth Fomsgaard & Edna Gardshodn**
- Muligheder for at anvende mikroorganismer til at beskrive jordbundsforholdene i økologiske jordbrug . . . . . 265-276**  
*Is it possible to use microorganisms to describe soil conditions, related to organic farming?*  
**Susanne Elmholt**

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Fugle som indikatorer for pesticidanvendelse . . . . .</b>        | <b>277-282</b> |
| <i>Birds as indicators of environmental effects of pesticide use</i> |                |
| <b>Henning Nøhr</b>  |                |
| <br>   |                |
| <b>Mikrobielt producerede pesticider . . . . .</b>                   | <b>283-286</b> |
| <i>Microbially produced pesticides</i>                               |                |
| <b>Ole Skovmand</b>  |                |
| <br>   |                |
| <b>Kriterier og godkendelse af bekæmpelsesmidler . . . . .</b>       | <b>287-289</b> |
| <i>Criteria and approval of pesticides</i>                           |                |
| <b>Claus Hansen</b>  |                |





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

**Peder Elbæk Jensen og Per Rydahl**  
Afdeling for ukrudtsbekæmpelse  
Flakkebjerg  
4200 Slagelse

### *Summary*

*In 1989/90 Institute of Weed Control was requested to carry out test concerning 87 approvals. Some products were registered to various purpose why the number of products/combination of products were 43.*

*By the end of 1990 63 approvals were granted.*

### **Forsøgsbetingelser**

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

Forsøgene udlægges som 2-faktorielle split-plot forsøg (midler og doser), med 3 randomiserede blokke. Der anvendes primært 2 forsøgstyper:

- 1) Forsøg med midlerne i normal og dobbelt dosering, for at kunne bedømme eventuelle skader på kulturen (udbytteforsøg).
- 2) Forsøg med midlerne i hhv. 1/4, 1/2 og 1/1-normaldosering til belysning af midlernes effekt (effektforsøg).

Midlernes effekt er opgjort ved tælling og vejning af de enkelte ukrudtsarter på 3 tælleflader pr. parcel. Effekttallene præsenteres som forholdstal på basis af opgørelser fra ubehandlede forsøgsled.

## Resultat

I tabel 1 ses antal anmodninger om anerkendelse og antal tildelte anerkendelser, fordelt på afgrøder. Som det heraf fremgår, er anerkendelserne koncentreret omkring de afgrøder, som dyrkes på store arealer.

Tabel 1.

|            | Antal<br>anmodninger | Antal<br>anerkendelser |
|------------|----------------------|------------------------|
| bederoer   | 12                   | 9                      |
| kartoffel  | 3                    | 2                      |
| majs       | 1                    | 1                      |
| raps       | 7                    | 4                      |
| ærter      | 13                   | 7                      |
| vårsæd     | 15                   | 14                     |
| vintersæd  | 31                   | 25                     |
| frøgræs    | 1                    | 0                      |
| vedv. græs | 2                    | 0                      |
| kløver     | 1                    | 1                      |
| Ialt       | 87                   | 63                     |

I tabel 2 vises en oversigt over midler, som i år har opnået anerkendelse samt midler, der har fået ændret/udvidet en tidligere anerkendelse.

De med (\*) mærkede midler vil efter angivelse fra de respektive firmaer, næppe blive markedsført i 1991.

En komplet oversigt over anerkendte midler, som markedsføres i 1991 findes i Statens Planteavlsforsøgs årlige publikation: "Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop samt til vækstregulering 1991."

I figur 1-51 vises resultater over de nyanerkendte herbiciders effekt overfor de i forsøgene forekommende ukrudtsarter. Efter navnet på hver ukrudtsart i figurerne er med et tal angivet, hvor mange forsøg (lokaliteter) den pågældende art har forekommet. Histogrammerne medtager kun de ukrudtsarter, som har forekommet i effektforsøgene. Histogrammerne for hhv. 1/4 og 1/2 normaldosering vil dog for nogle arter være

understøttet af et færre antal forsøg end angivet i figurerne.

I figur 52-55 vises resultater over effektivitet af nyanerkendte nedvisningsmidler.

De viste resultater er alle udvalgt blandt afprøvningsforsøg udført i 1988/89 og 1989/90 (Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P., 1990, Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P., 1989)

### **Sammendrag**

I 1989/90 blev Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse anmodet om at udføre afprøvning med henblik på 87 anerkendelser. Nogle midler blev anmeldt til flere formål, hvorfor antallet af midler/middelkombinationer blev 43. Ved udgangen af 1990 blev tildelt 63 anerkendelser.

### **Litteratur**

Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P. (1990): Resultater fra afprøvning, ukrudt 1 og 2. Statens planteavlsvforsøg, Planteværnscentret, Flakkebjerg, 772 sider.

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

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

| Midler, aktiv stof og firma  | Kultur                                  | Dosering   | Anerkendt imod  |
|--|---|--|---|
| Agil<br>Propaquizafop 100 g/l<br>Shell Kemi  | * Bederoer<br>* Vårraps<br>* Ærter      | 1,5 l/ha<br>Kvik 3-5 blade   | Kvik.   |
| Ariane S<br>Fluroxypur 40 g/l<br>Clopyralid 23,2 g/l<br>MCPA 266,6 g/l<br>Dow Elanco | Vårsæd                                  | 2,0 l/ha Vårsæd<br>2-5 blade   | Burresnerre, fuglegræs,<br>hanekro, kamille,<br>pileurt og ærenpris.  |
| Assert + Citowett<br>Imazamethabenz 300 g/l<br>BASF                                  | * Vårbyg<br>* Vårhvede<br>* Vinterhvede | 2,5 l + 0,1%/ha<br>Flyvehavre indtil<br>4 blade  | Flyvehavre.   |
| Assert<br>Imazamethabenz 300 g/l<br>BASF   | * Vinterhvede                           | 2,5 l/ha Tidlig<br>forår   | Vindaks.  |
| Avenge 150 + Citowett<br>Difenzoquat 216,8 g/l<br>BASF                               | Vårbyg                                  | 5,0 + 0,2 l/ha<br>Flyvehavre 4-6<br>blade indtil<br>strækning  | Flyvehavre.   |
|  | Vinterbyg                               | 7,0 l/ha Flyvehavre<br>4-6 blade<br>indtil strækning   | Flyvehavre.   |
| Basagran 480 + Stomp<br>SC<br>Bentazon 480 g/l<br>Pendimethalin 400 g/l<br>BASF      | Ærter                                   | 2 x 0,5 + 0,75<br>l/ha 1.spr. når<br>ukrudtet er i<br>kimbl.stadiet.<br>2.spr. på nyfrem-<br>spiret ukrudt | Alm. brandbæger,<br>fuglegræs, hvidmelet<br>gåsefod, hyrdetaske,<br>kamille, ferskenpileurt,<br>vejpileurt, raps, tvetand<br>og ærenpris. |

| Midler, aktiv stof og firma  | Kultur               | Dosering   | Anerkendt imod   |
|--|----------------------|--|--|
| Basagran M 75<br>Bentazon 480 g/l<br>MCPA 75 g/l<br>BASF   | * Vintersæd          | 4,0 l/ha Forår   | Forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, korsblomstret ukrudt og valmue.  |
|  | * Vårsæd             | 4,0 l/ha Ukrudt indtil 4 løvblade  | Fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, korsblomstret ukrudt og snerlepileurt.  |
| Basagran M 75+Stomp SC<br>Bentazon 480 g/l<br>MCPA 75 g/l<br>Pendimethalin 400 g/l<br>BASF       | * Ærter til modenhed | 2,0 + 1,5 l/ha Ukrudt indtil 4 løvblade  | Fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, korsblomstret ukrudt, svinemælk, tvetand og ærenpris.   |
| Basta<br>Glufosinat 200 g/l<br>Hoechst   | * Rødkløver          | 3,0 l/ha 10-14 dage før høst   | Nedvisning   |
| Betanal Plus+Goltix WG<br>Phenmedipham 160 g/l<br>Metamitron 700 g/l<br>Agro-kemi<br>Schering    | Bederoer             | 3,0 l + 3,0 kg/ha Tidligst når roernes 2 første blade er ærtestore                   | Hvidmelet gåsefod, pileurter, kamille, fuglegræs, agersennep, hyrdetaske, liden nælde, sort natskygge og enårig rapgræs.   |
| Betanal Progress<br>Phenmedipham 62 g/l<br>Desmedipham 16 g/l<br>Ethofumesat 128 g/l<br>Schering | * Bederoer           | 3 x 1,5 l/ha 1.spr. på ukrudt i kimbladstadiet. 2. og 3.spr. på nyfremspiret ukrudt. | Burresnerre, forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, natlimurt, hyrdetaske, kamille, korsblomstret ukrudt, pengeurt, fersken- og snerlepileurt, tvetand, valmue og ærenpris. |

| Midler, aktiv stof og firma  | Kultur                | Dosering  | Anerkendt imod   |
|--|-----------------------|---|--|
| Betanal Progress + Goltix<br>WG<br>Phenmedipham 62 g/l<br>Desmedipham 16 g/l<br>Ethofumesat 128 g/l<br>Metamitron 700 g/l<br>Schering<br>Agro-kemi | * Bederoer            | 3 x 1,0 l + 1,0<br>kg/ha 1.spr. på<br>ukrudt i kim-<br>bladstadie. 2. og<br>3.spr. på nyfrem-<br>spiret ukrudt. | Burresnerre, enårig<br>rapgræs, forglemmigej,<br>fuglegræs, hvidmelet<br>gåsefod, natlimurt,<br>hyrdetaske, kamille,<br>korsblomstret ukrudt,<br>liden nælde, pengeurt,<br>fersken- og snerlepile-<br>urt, sort natskygge,<br>stedmoder, tvetand,<br>valmue og ærenpris. |
| Bladex 500 SC + Shell M<br>750<br>Cyanazin 500 g/l<br>MCPA 750 g/l<br>Shell  | Ærter til<br>modenhed | 2 x 0,75 + 0,15<br>l/ha 1. spr. på<br>ukrudt i kim-<br>bladstadie. 2.<br>spr. på nyfrem-<br>spiret ukrudt.      | Fuglegræs, hvidmelet<br>gåsefod, kamille, kors-<br>blomstret ukrudt, nat-<br>limurt, fersken- og<br>snerlepileurt, rød tve-<br>tand og ærenpris.   |
| Cerbin<br>Dichlorprop-P 120 g/l<br>MCPA 300 g/l<br>Ioxynil 48 g/l<br>Bromoxynil 32 g/l<br>KVK  | * Vårsæd              | 2,5 l/ha Når<br>ukrudtet har 2-4<br>løvblade  | Fuglegræs, hv. gåsefod,<br>hanekro, hyrdetaske,<br>kamille, korsbl. ukrudt,<br>fersken-, snerle- og<br>vejpileurt, tvetand og<br>ærenpris.   |
| Dantril-d<br>Ioxynil 38 g/l<br>Bromoxynil 23 g/l<br>Dichlorprop 184 g/l<br>MCPA 235 g/l<br>R-P Agro Norden   | * Byg                 | 2,5 l/ha Når<br>ukrudt har 2-4<br>blade   | Fuglegræs, hanekro,<br>kamille, pileurt, sted-<br>moder og ærenpris.   |

| Midler, aktiv stof og firma   | Kultur  | Dosering  | Anerkendt imod   |
|---|---|---|--|
| Defolan<br>Fluazifop-butyl 250 g/l<br>Ciba-Geigy  | Rød-<br>svingel<br>Ærter<br>Raps<br>Roer<br>Kartofler | 1,5-3,0 l/ha Når<br>kvik har 3-4<br>blade   | Kvik   |
| EK 189<br>Buminafos 40%<br>EK   | * Ærter til<br>modenhed<br>* Kartofler                | 20,0 l/ha 8-10<br>dage før høst<br>20,0 l/ha ved<br>beg. naturlig<br>nedvisning                     | Nedvisning<br>Nedvisning   |
| EK 389<br>Phenmedipham 9,4%<br>Tri-allat 16,3%<br>EK  | * Bederoer  | 3 x 2,5 l/ha<br>1.spr. på ukrudt i<br>kimbladstadiet. 2.<br>og 3.spr. på<br>nyfremspiret<br>ukrudt. | Forglemmigej, fugle-<br>græs, hvidmelet gåse-<br>fod, hyrdetaske, nat-<br>limurt, pengeurt, fers-<br>ken- og snerlepilurt,<br>raps, stedmoderblomst,<br>tvætand og ærenpris. |
| Express<br>Tribenuron methyl 50%<br>Du Pont   | Vårsæd<br><br>Vintersæd                               | 2 tabletter<br>(15g)/ha Ukrudt<br>2-4 løvblade<br><br>2 tabletter<br>(15g)/ha<br>Tidlig forår       | Fuglegræs, hvidmelet<br>gåsefod, hanekro,<br>kamille, fersken- og<br>snerlepilurt.<br>Fuglegræs, hyrdetaske,<br>kamille og valmue.   |
| Express +<br>DLG M-propionat 50<br>Tribenuron methyl 50%<br>Mechlorprop 500 g/l<br>Du Pont<br>DLG | Vintersæd   | 2 tab.(15g) + 3,0<br>l/ha Tidlig forår  | Fuglegræs, hyrdetaske,<br>kamille, storkronet<br>ærenpris, tvætand og<br>valmue.   |
| Express + Duplosan MP<br>Tribenuron methyl 50%<br>Mechlorprop-P 600 g/l<br>Du Pont<br>BASF        | Vintersæd   | 2 tab.(15g) + 1,5<br>l/ha Tidlig forår  | Fuglegræs, hyrdetaske,<br>kamille, storkronet<br>ærenpris, tvætand og<br>valmue.   |

| Midler, aktiv stof og firma   | Kultur             | Dosering                                    | Anerkendt imod   |
|---|--------------------|---|--|
| Express + Herbaprop ES 667<br>Tribenuron methyl 50%<br>Mechlorprop-P 667 g/l<br>Du Pont<br>KVK                    | * Vintersæd        | 2 tab.(15g) + 1,2 l/ha Tidlig forår         | Fuglegræs, hyrdetaske, kamille, storkronet ærenpris, tvetand og valmue.  |
| Express + Optica MP<br>Tribenuron methyl 50%<br>Mechlorprop-P 600 g/l<br>Du Pont<br>DK Petro Kemi                 | Vintersæd          | 2 tab.(15g) + 1,5 l/ha Tidlig forår         | Fuglegræs, hyrdetaske, kamille, storkronet ærenpris, tvetand og valmue.  |
| Express + Oxitril<br>Tribenuron methyl 50%<br>Ioxynil 200 g/l<br>Bromoxynil 200 g/l<br>R-P Agro Norden<br>Du Pont | Vintersæd          | 2 tab.(15g) + 1,0 l/ha Tidlig forår         | Burresnerre, forglem-migej, fuglegræs, hyrde-taske, kamille, storke-næb, tvetand, valmue og ærenpris.            |
|   | Vårsæd             | 1 tab.(7,5g) + 0,5 l/ha Ukrudt 2-4 løvblade | Burresnerre, hvidmelet gåsefod, hanekro, kamille, fersken- og snerlepilurt, tvetand og ærenpris.                 |
| Express + Starane Mixer<br>Tribenuron methyl 50%<br>Fluroxypur 250 g/l<br>Du Pont<br>Dow Elanco                   | Vintersæd          | 2 tab.(15g) + 0,4 l/ha Tidlig forår         | Burresnerre, forglem-migej, fuglegræs, hyrde-taske, kamille, storke-næb, storkronet ærenpris, tvetand og valmue. |
| FL 110 7712 A<br>Sulfosate 640 g/l<br>ICI   | * Vårraps          | 3,0 l/ha 10 dage før høst                   | Nedvisning   |
|   | * Ærter            | 4,0 l/ha 10 dage før høst                   | Nedvisning   |
|   | * Korn             | 3,0 l/ha 10 dage før høst                   | Kvik   |
|   | * Ærter            | 3,0 l/ha 10 dage før høst                   | Kvik   |
|   | * Stub efter korn  | 4,0 l/ha Kvik 3-4 blade                     | Kvik   |
|   | * Stub efter ærter | 4,0 l/ha Kvik 3-4 blade                     | Kvik   |



| Midler, aktiv stof og firma  | Kultur                           | Dosering   | Anerkendt imod  |
|--|----------------------------------|--|---|
| FL 110 7713 + Frigate<br>Sulfosate 640 g/l<br>ICI  | * Vårraps<br>og ærter            | 2,0 l + 0,5%/ha<br>10 dage før høst                            | Nedvisning  |
|  | * Korn og<br>ærter               | 2,0 l + 0,5%/ha<br>10 dage før høst                            | Kvik  |
|  | * Stub efter<br>korn og<br>ærter | 2,5 l + 0,5%/ha<br>Kvik 3-4 blade                              | Kvik  |
| Flexidor + Tillox<br>Ioxaben 500 g/l<br>Mechlorprop 420 g/l<br>Bromoxynil 95 g/l<br>Benazolin 25 g/l<br>Schering | Vinterbyg<br>Vinter-<br>hvede    | 0,1 + 1,0 l/ha<br>Efterår når af-<br>grøden har 1-2<br>blade.  | Forglemmigej, fugle-<br>græs, hyrdetaske, læge-<br>jordrøg, kamille, penge-<br>urt, korsblomstret<br>ukrudt, storkenæb,<br>tvemand og ærenpris.                       |
|  | Vinterbyg<br>Vinter-<br>hvede    | 0,15 + 1,5 l/ha<br>Efterår når af-<br>grøden har 1-2<br>blade. | Forglemmigej, fugle-<br>græs, hyrdetaske, læge-<br>jordrøg, kamille, penge-<br>urt, korsblomstret<br>ukrudt, storkenæb,<br>tvemand, stedmoder,<br>valmue og ærenpris. |
| Foxtril-P<br>Bifenox 250 g/l<br>Ioxynil 77 g/l<br>Mechlorprop-P 292 g/l<br>R-P Agro-Norden                       | * Vintersæd                      | 3,0 l/ha Ved<br>begyndende<br>vækst i marts-<br>april          | Stedmoder, hyrdetaske,<br>tvemand, ærenpris,<br>burrenerre, kamille og<br>fuglegræs.  |
|  | * Byg                            | 2,0 l/ha Ukrudt<br>2-4 blade                                   | Fuglegræs, hanekro,<br>kamille, pileurt, burre-<br>nerre, stedmoder,<br>tvemand og ærenpris.  |

| Midler, aktiv stof og firma                                      | Kultur      | Dosering   | Anerkendt imod   |
|--|-------------|--|--|
| Fusilade EW 25%<br>Fluazifob-p-butyl 250 g/l<br>ICI              | Kommen      | 0,75-1,5 l/ha  | Kvik.  |
|  | Raps        | Når kvik har 3-4 blade   |  |
|  | Rød-svingel |  |  |
|  | Ærter       |  |  |
|  | Bederoer    | 2 x 0,75 l/ha  | Kvik.  |
|  | Kartofler   | Når kvik har 3-4 blade   |  |
|  | Kommen      | 0,5-0,75 l/ha  | Flyvehavre og spildkorn.   |
|  | Raps        | Når flyvehavre eller spildkorn har 3-4 blade   |  |
|  | Rød-svingel |  |  |
|  | Ærter       |  |  |
|  | Bederoer    |  |  |
|  | Kartofler   |  |  |
| Herbaprop ES 667<br>Mechlorprop-P 667 g/l<br>KVK                 | * Vintersæd | 0,8 l/ha Efterår når afgrøden har 1-2 blade  | Fuglegræs, kamille, korsblomstret ukrudt og burresnerre.   |
|  | * Vintersæd | 1,0 l/ha Efterår når afgrøden har 2-3 blade  | Fuglegræs, kamille, korsblomstret ukrudt og burresnerre.   |
|  | * Vintersæd | 1,2 l/ha Tidlig forår  | Fuglegræs, kamille, korsblomstret ukrudt og burresnerre.   |
| KFJ 21 764<br>Cloridazon 240 g/l<br>Phenmedipham 120 g/l<br>BASF | * Bederoer  | 3 x 2,0 l/ha 1.spr. på ukrudt i kimbladstadiet. 2. og 3.spr. på nyfremspiret ukrudt. | Forglemmevej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, natlimurt, pengeurt, fersken- og snerlepileurt, hyrdetaske, korsblomstret ukrudt, tvetand, valmue og ærenpris. |
|  |             |  |  |
|  |             |  |  |
| Marksman<br>Dicamba 132 g/ha<br>Atrazin 252 g/ha<br>Sandoz       | * Fodermajs | 2,5 l/ha Når afgrøden har mindst 3 og højst 5 blade                                  | Fuglegræs, hvidmelet gåsefod, sort natskygge, fersken- og snerlepileurt.   |
|  |             |  |  |
|  |             |  |  |

| Midler, aktiv stof og firma  | Kultur                         | Dosering  | Anerkendt imod   |
|--|--------------------------------|---|--|
| Meteor-d<br>Isoproturon 300 g/l<br>Bifenox 150 g/l<br>Mecchlorprop-P 145/l | * Vintersæd                    | 4,0 l/ha Ved<br>beg. vækst i<br>marts-april   | Kamille, stedmoder,<br>hyrdetaske, valmue,<br>fuglegræs og enårig<br>rapgræs.  |
| Optica MP<br>Mecchlorprop-P 600 g/l<br>DK Petro Kemi                       | * Vintersæd                    | 3,0 l/ha Tidlig<br>forår  | Fuglegræs, ærenpris og<br>burresterre.   |
| Puma S 75 EW + Gena-<br>pol<br>Fenoxaprop-ethyl 60 g/l<br>Hoechst          | * Vinter-<br>hvede             | 1,0 + 0,4 l/ha<br>Tidlig forår  | Agerrævehale, vindaks<br>og flyvehavre.  |
| Ravine<br>Trifluralin 240 g/l<br>Napropamid 190 g/l<br>ICI                 | * Ærter til<br>modenhed        | 2,5 l/ha<br>Nedharves   | Enårig græsukrudt,<br>hvidmelet gåsefod,<br>pileurt, ærenpris og<br>fuglegræs.   |
| Roundup 2000 + Teamup<br>Glyphosat 400 g/l<br>Monsanto                     | Korn<br><br>Stub efter<br>korn | 2,0 + 2,0 l/ha 10<br>dage før høst<br><br>2,0 + 4,0 l/ha<br>Når kvik har 3-4<br>blade                             | Kvik<br><br>Kvik   |
| Starane 180<br>Fluroxypur 180 g/l<br>Dow Elanco                            | * Vintersæd                    | 0,8 l/ha Når<br>afgrøde og<br>ukrudt er i vækst<br>i marts-april  | Burresterre, forglem-<br>migej, fuglegræs, hyrde-<br>taske og tvetand.   |
| Starane Mixer<br>Fluroxypur 250 g/l<br>Dow Elanco                          | Vintersæd<br><br>Vårsæd        | 0,6 l/ha Når<br>afgrøde og<br>ukrudt er i vækst<br>i marts-april<br><br>0,5 l/ha Når<br>afgrøden har 2-5<br>blade | Burresterre, forglem-<br>migej, fuglegræs, hyrde-<br>taske og tvetand.<br><br>Burresterre, fuglegræs,<br>hanekro, pileurt og<br>tvetand. |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Treflan Plus<br>Trifluralin 240 g/l<br>Napropamid 190 g/l<br>ICI | Vårraps<br>* Ærter til<br>modenhed<br>Vinterraps | 2,5 l/ha<br>Nedharves<br>2,5 l/ha<br>Nedharves<br>3,5 l/ha<br>Nedharves | Enårig græsukrudt,<br>hvidmelet gåsefod,<br>pileurt, ærenpris og<br>fuglegræs. |
|--|--|---|--|

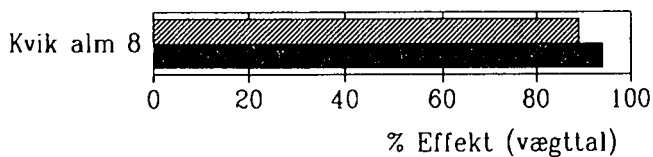
Signaturforklaring til figur 1 - 51

□ 1/4 dosering

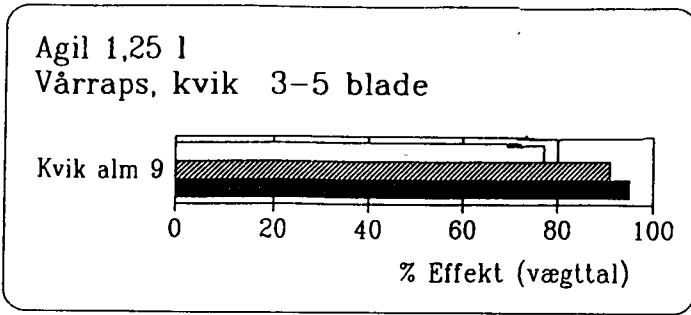
▨ 1/2 dosering

■ 1/1 dosering

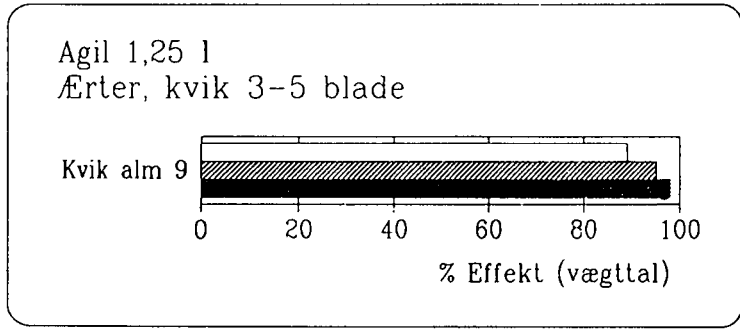
Agil 1,25 l  
Bederoer, kvik 3-5 blade



Figur 1.

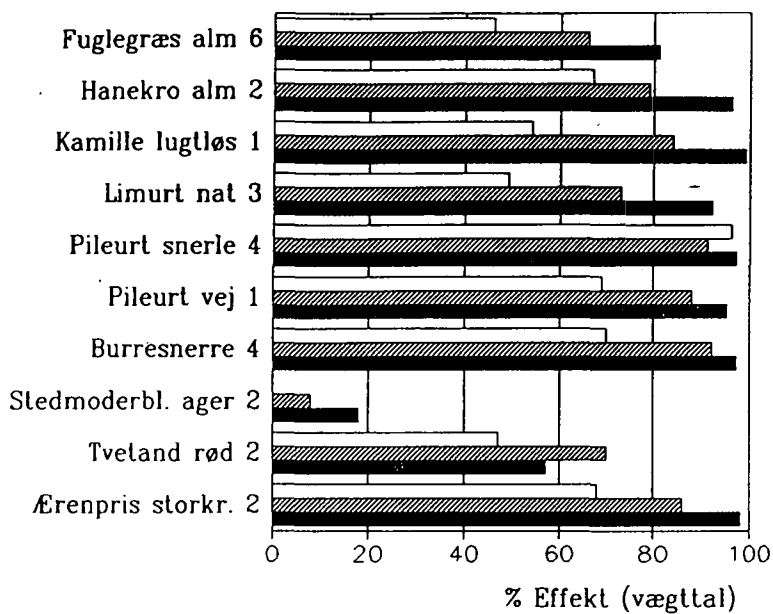


Figur 2.



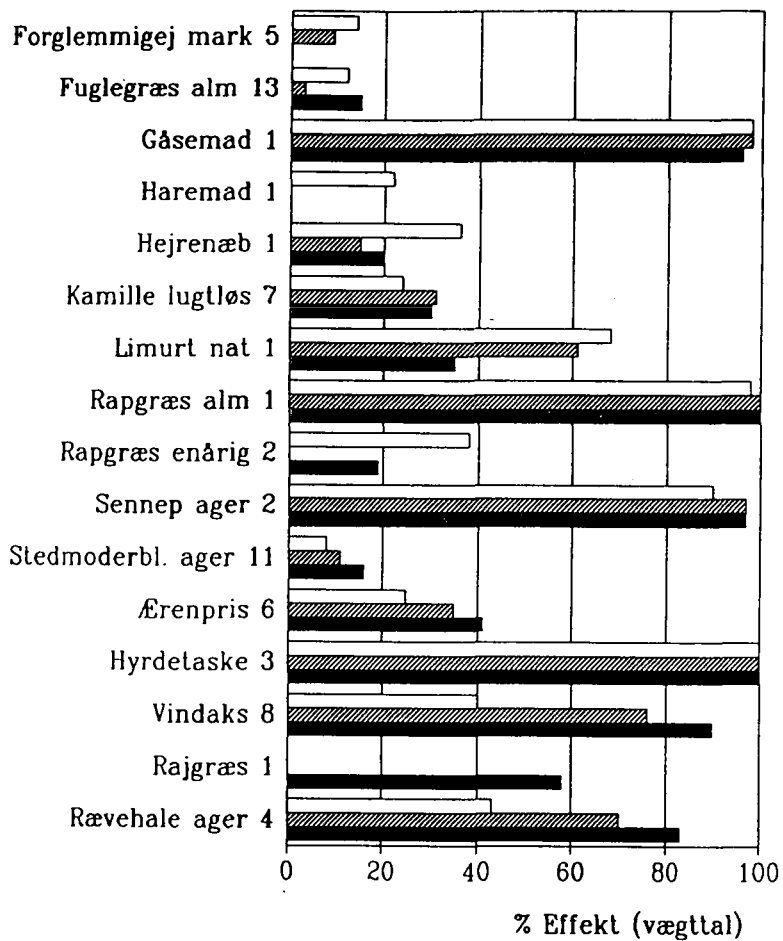
Figur 3.

Ariane EF 1060 2,0 1  
 Vårbyg, st 12-15



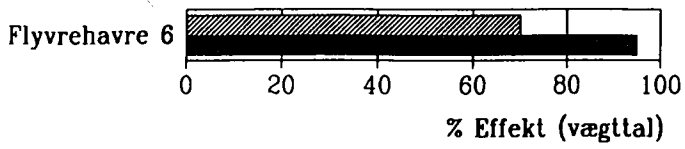
Figur 4.

Assert 2,5 l  
 Vinterhvede, st. 30-31, tidlig forår



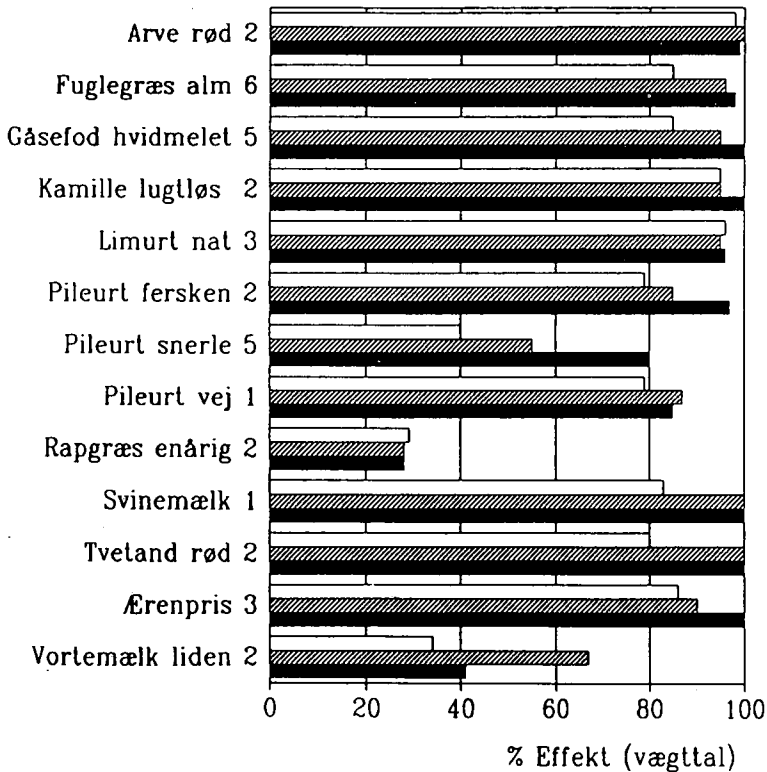
Figur 5.

Avenge + Citowett 5,0 l + 0,2 l  
 Vårbyg, st. 30-32



Figur 6.

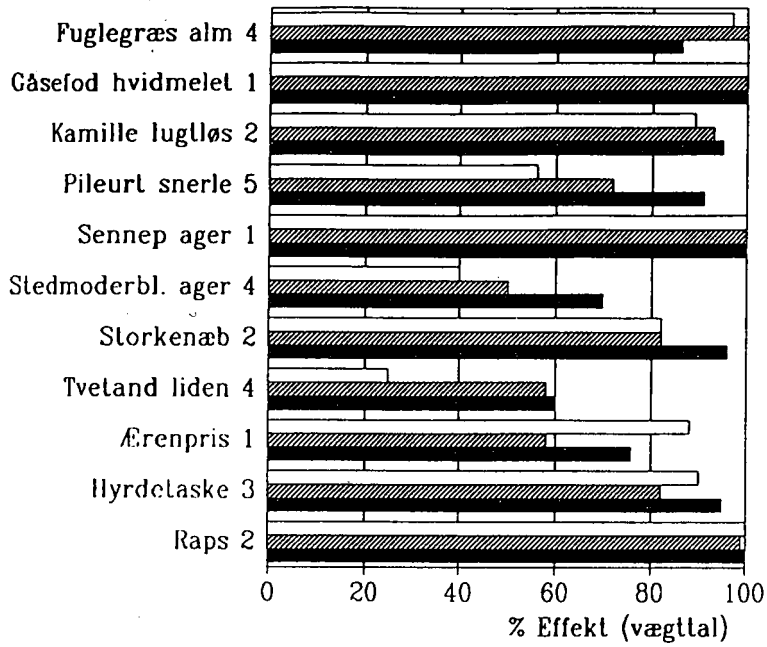
Basagran 480 + Stomp SC 2 x 0,5 l + 0,75 l  
 Ærter, 2-3 cm + 7-10 dage senere



Figur 7.

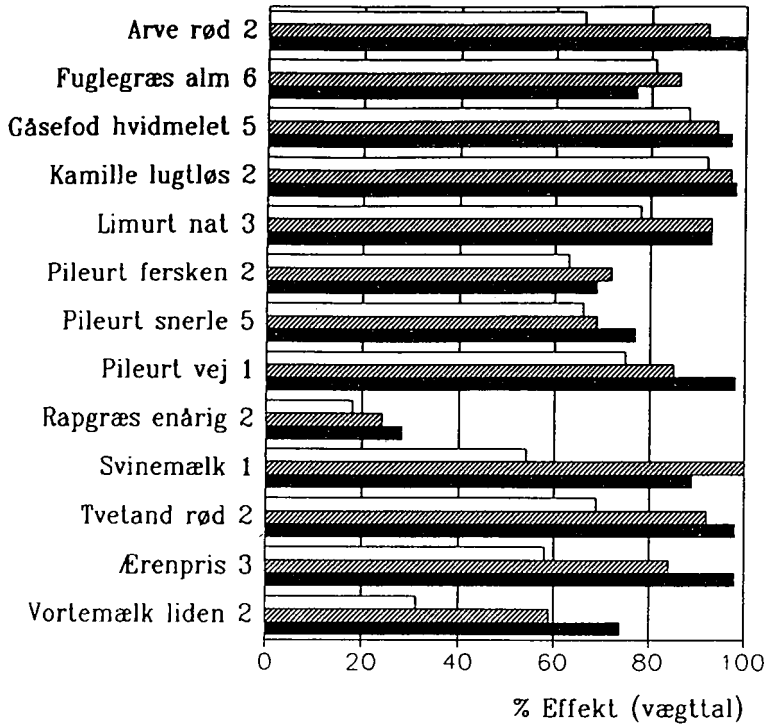


Basagran MCPA 75 4,0 l  
 Vårbyg, st 22



Figur 8.

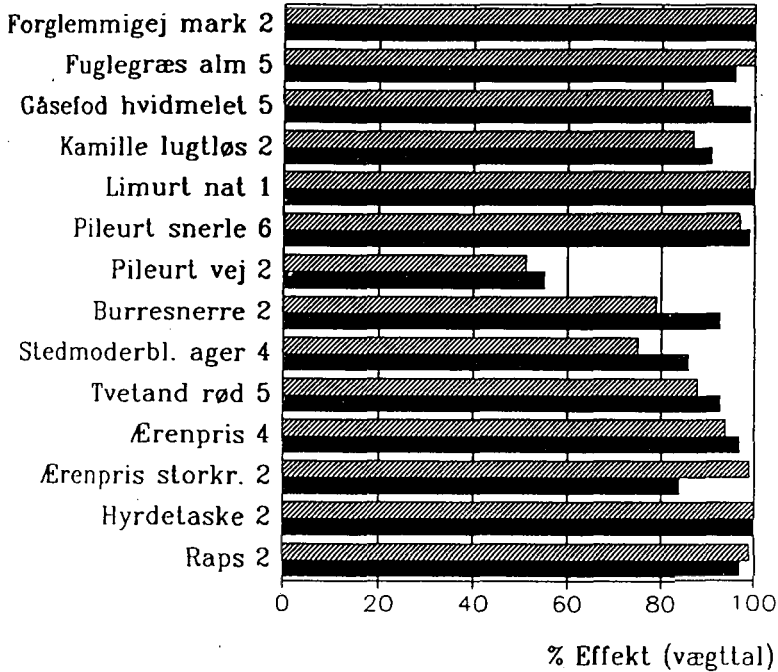
Basagran MCPA 75 + Stomp SC 2,0 l + 1,5 l  
 Ærter 2-3 cm



Figur 9.

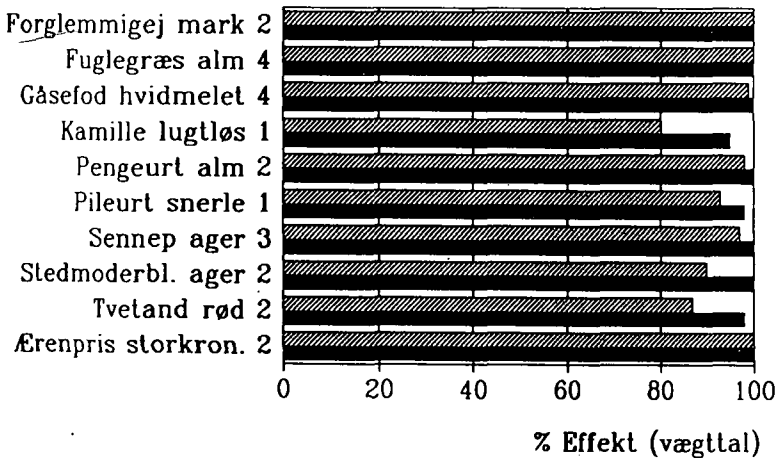
Betanal Progress 3 x 1,5 l

Bederoer, st. 13-15 + 7-10 dage + 10-14 dage



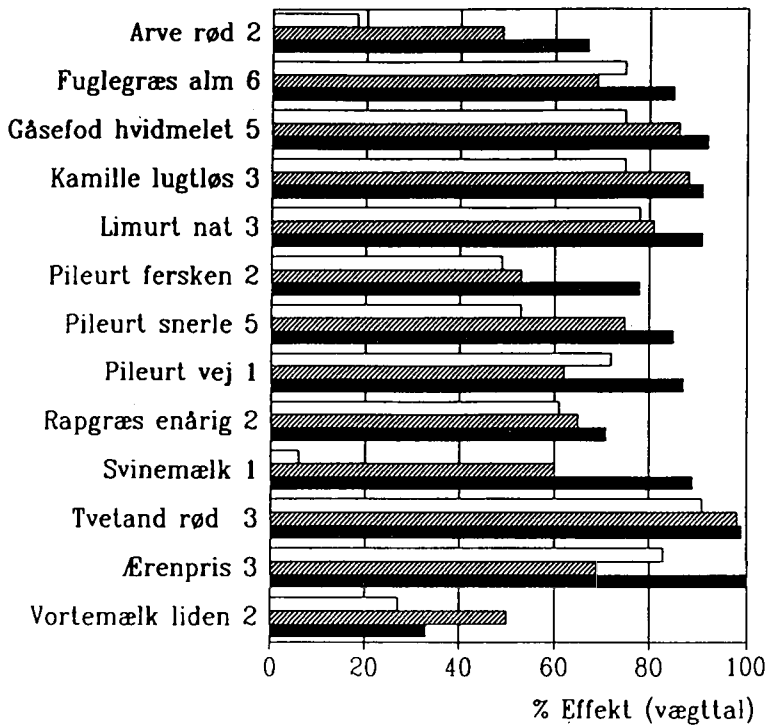
Figur 10.

Betanal Progress + Goltix WG 3 x 1,0 l + 1,0 kg  
Bederoer, st 13-15, + 6-8 dage + 10-14 dage



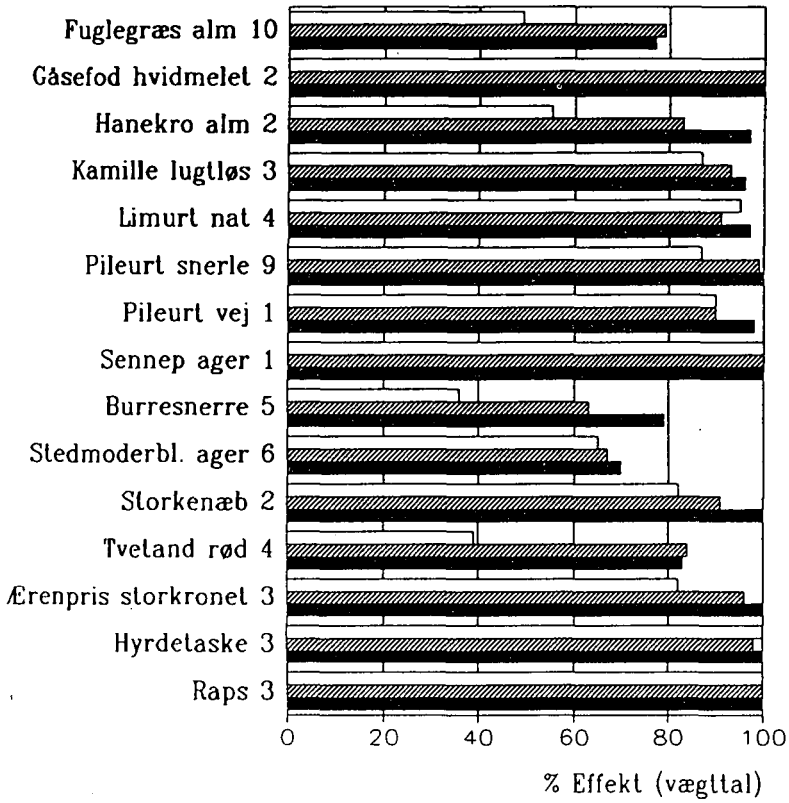
Figur 11.

Bladex 500 SC + MCPA 2 x 0,75 + 0,15  
 Ærter, 2-3 cm + 7-10 dage senere



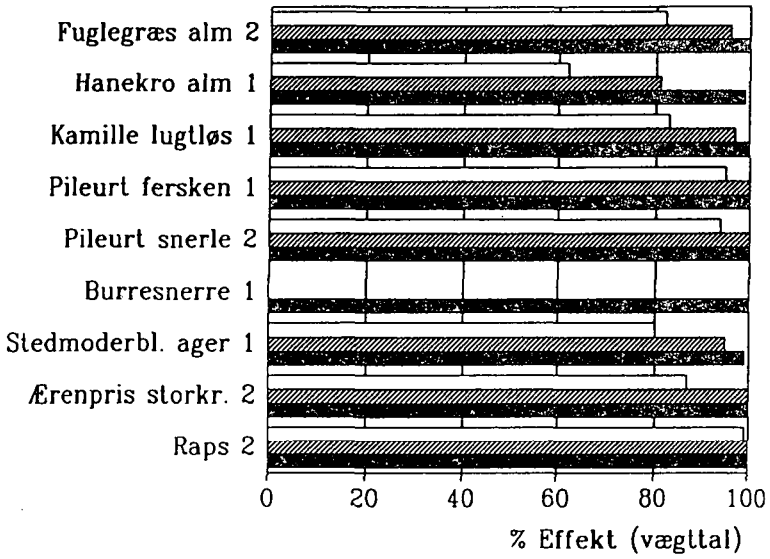
Figur 12.

Cerbin 2,5 l  
 Vårsæd, st 14-16



Figur 13.

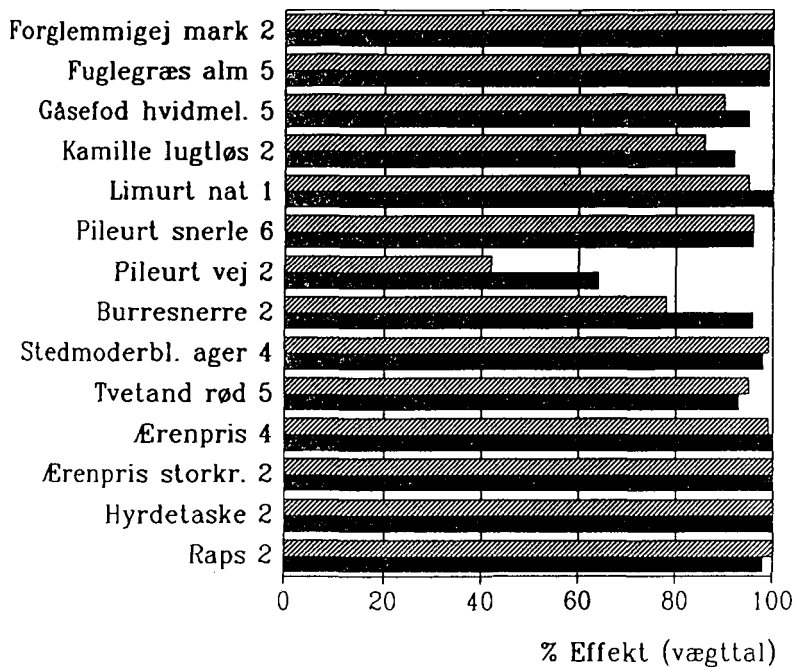
Dantril-P 2,5 l  
 Vårbyg, st. 14-15



Figur 14.

EK 389 3 x 2,5 l

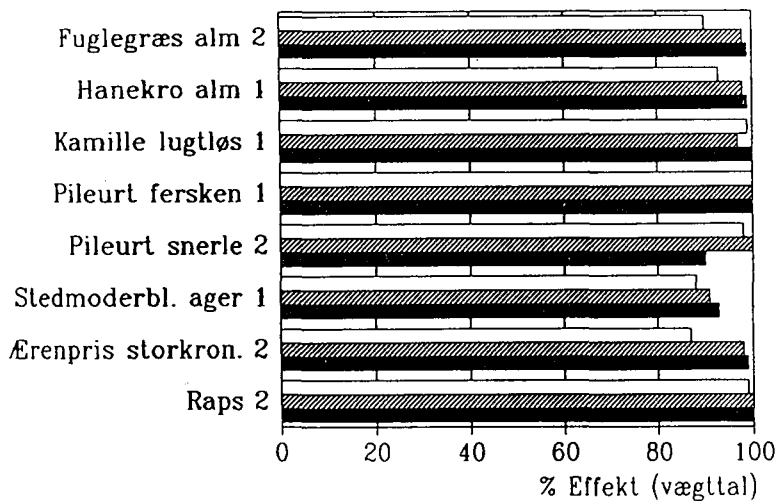
Bederoer, st. 13-15, + 6-8 dage + 10-14 dage



Figur 15.

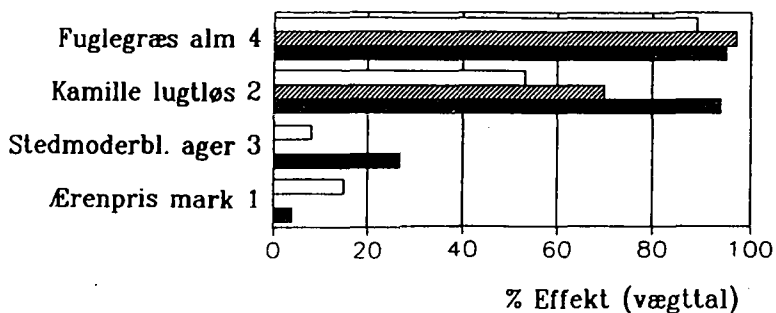
Express 15 g

Vårsæd, st 12-13



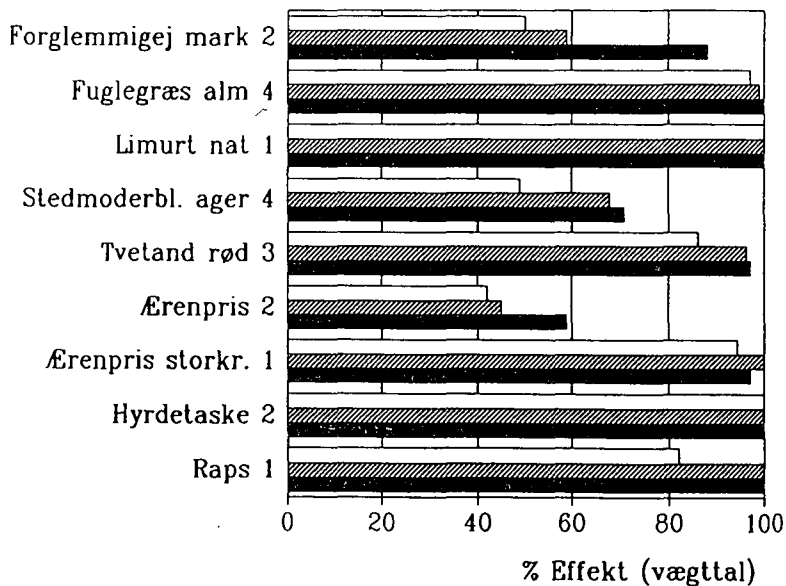
Figur 16.

Express 15 g  
Vintersæd, st 23, tidlig forår



Figur 17.

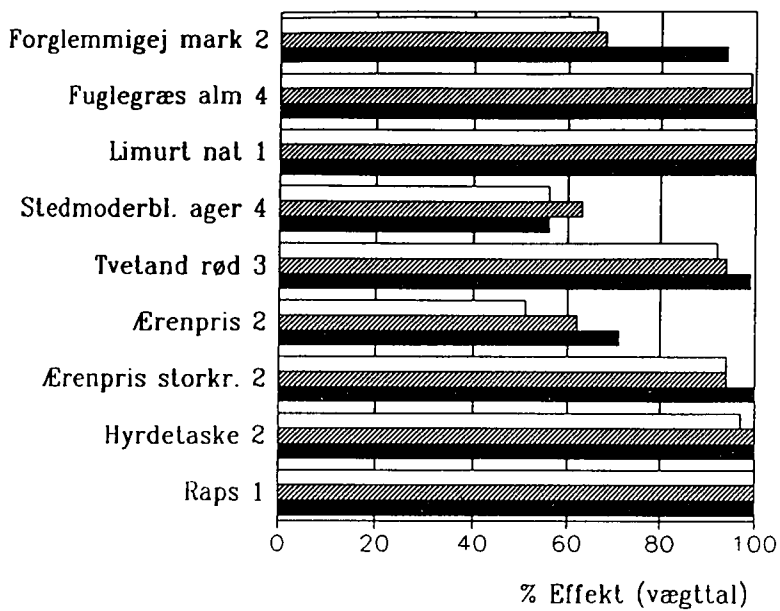
Express + DLG M-propionat 50, 15 g + 5,0 l  
Vintersæd, st. 30-31, tidlig forår



Figur 18.

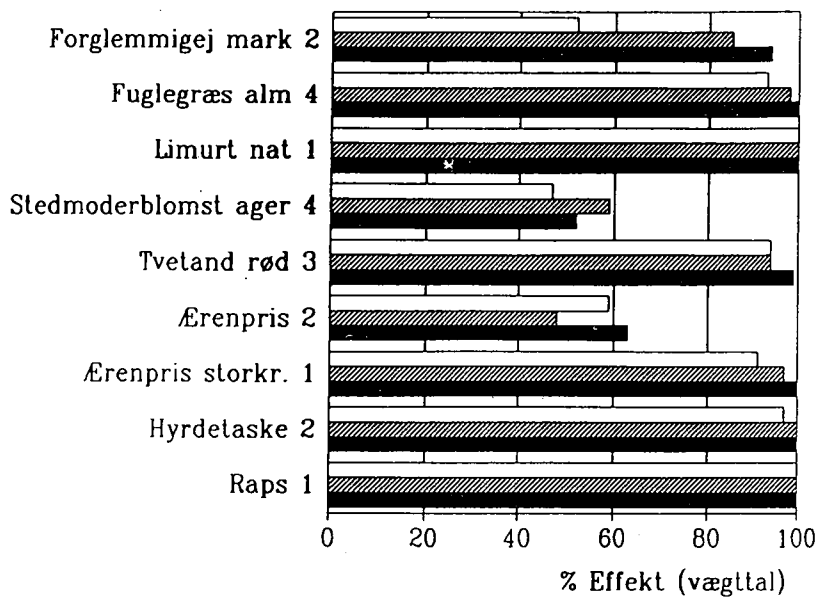


Express + Duplosan MP 15 g + 1,5 l  
 Vintersæd, st. 23, tidlig forår



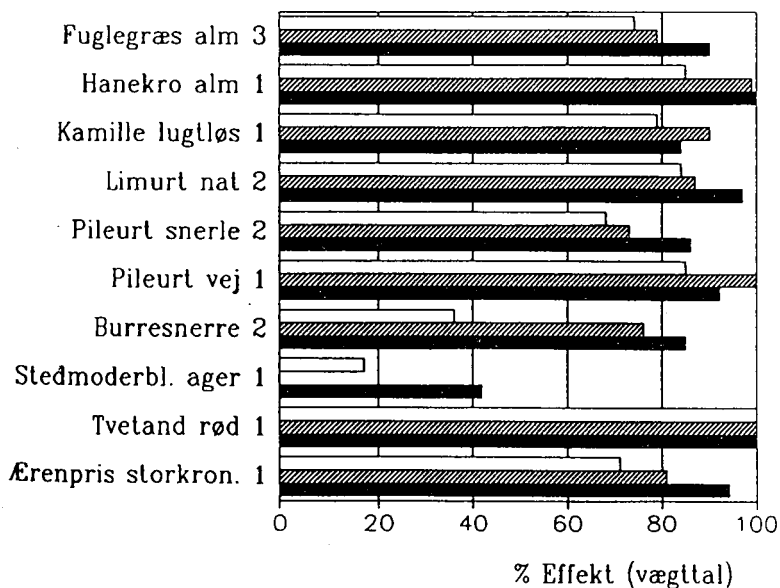
Figur 19.

Express + Herbaprop ES 667, 15 g + 1,2 l  
 Vintersæd, st. 30-31, tidlig forår



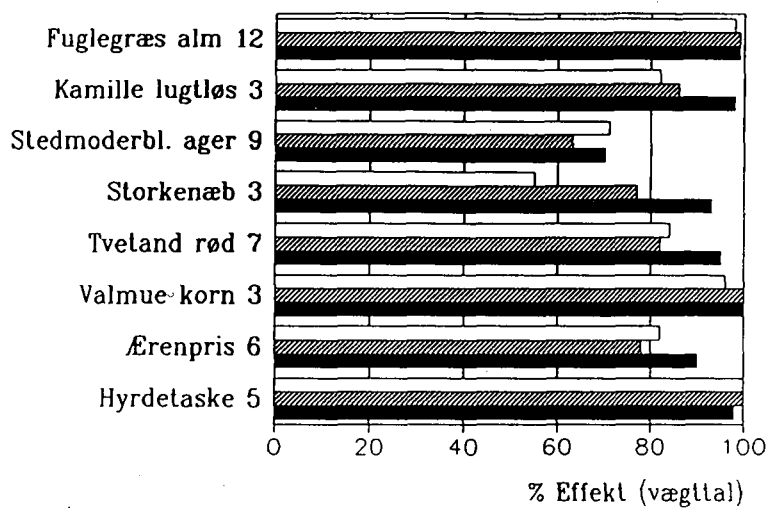
Figur 20.

Express + Oxitril 7,5 g + 0,5 l  
 Vårsæd, st 12-13



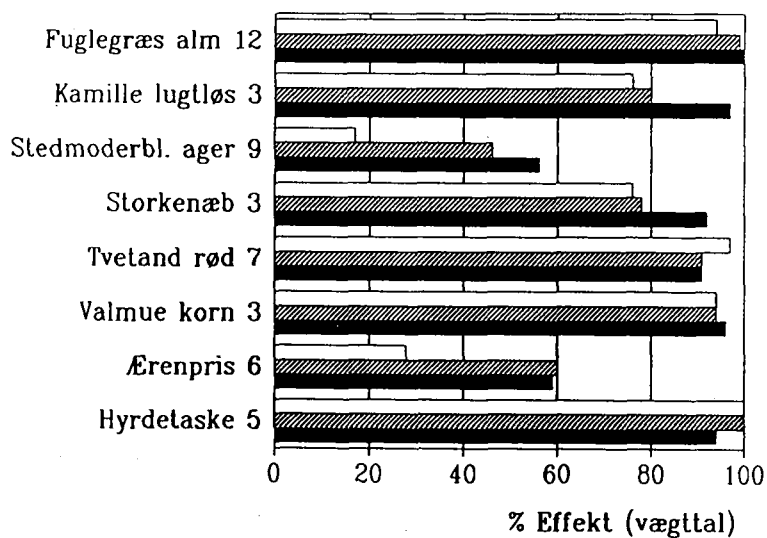
Figur 21.

Express + Oxitril 15 g + 1,0 l  
 Vintersæd, st 30, tidlig forår



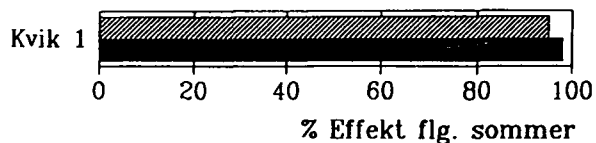
Figur 22.

Express + Starane Mixer 15 g + 0,4 l  
 Vintersæd, st. 30-31, tidlig forår



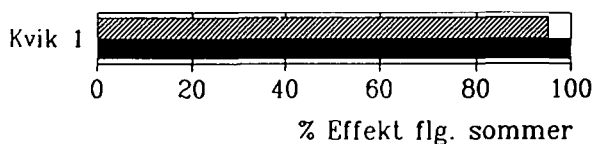
Figur 23.

FL 110 7712 A 3,0 l  
Korn, 10 dage før høst



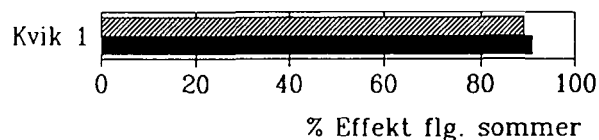
Figur 24.

FL 110 7712 A 4,0 l  
Stub ef. korn, kvik 3-4 blade



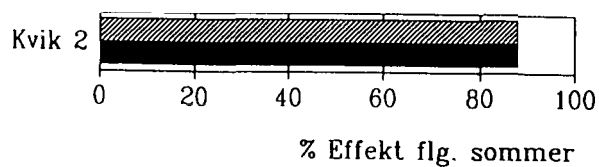
Figur 25.

FL 110 7712 A 3,0 l  
Ærter, 10 dage før høst



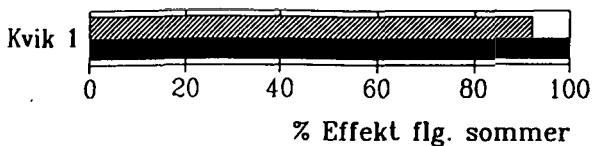
Figur 26.

FL 110 7712 A 4,0 l  
Stub ef. ærter, kvik 3-4 blade



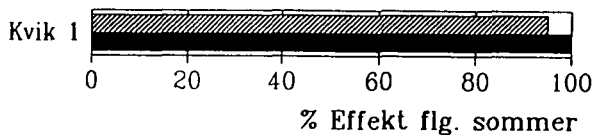
Figur 27.

FL 110 7713 + Frigate 2,0 l + 0,5%  
Korn, 10 dage før høst



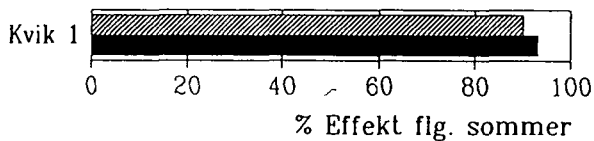
Figur 28.

FL 110. 7713 + Frigate 2,5 l + 0,5%  
Stub ef. korn, kvik 3-4 blade



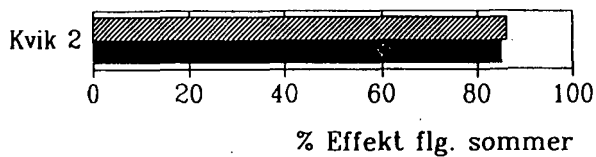
Figur 29.

FL 110 7713 + Frigate 2,5 l + 0,5%  
Ærter, 10 dage før høst



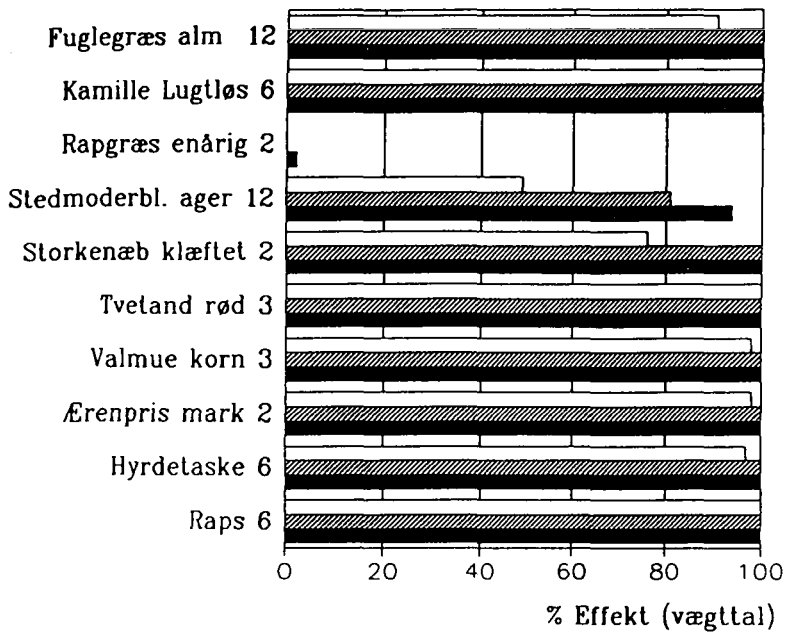
Figur 30.

FL 110 7713 + Frigate 2,0 l + 0,5%  
Stub ef. ærter, kvik 3-4 blade



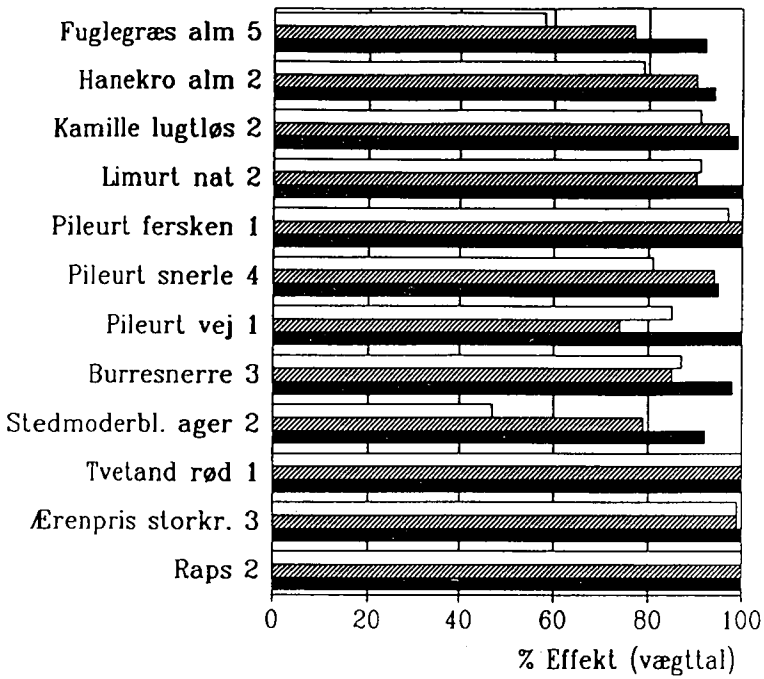
Figur 31.

Flexidor + Tillox 0,15 l + 1,5 l  
 Vinterhvede, st. 11-12, tidlig efterår



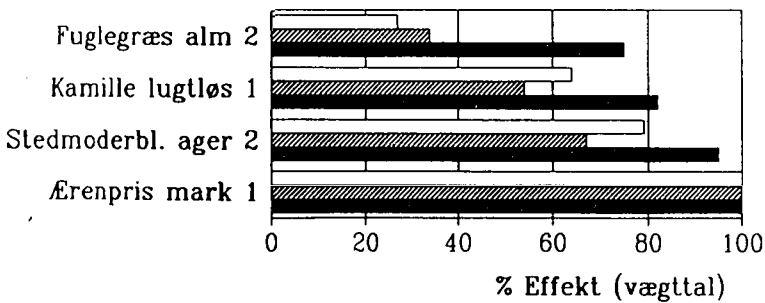
Figur 32.

Foxtril-P 2,0 l  
Vårbyg st. 13-14



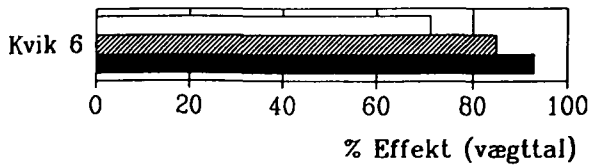
Figur 33.

Foxtril-P 3,0 l  
Vintersæd, st. 23, tidlig forår



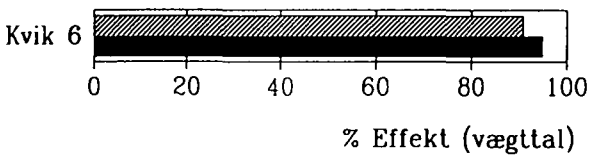
Figur 34.

Fusilade EW 25% + Lissapol Bio 1,5 l + 0,1%  
Vårraps, kvik 3-4 blade



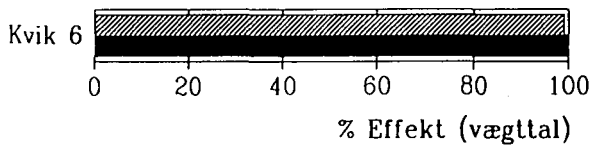
Figur 35.

Fusilade EW 25% + Lissapol Bio 1,5 l + 0,1%  
Bederoer, kvik 3-4 blade



Figur 36.

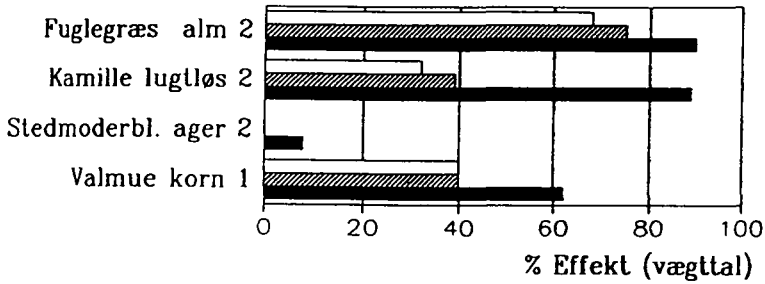
Fusilade EW 25% + Lissapol 2 x 0,75 l + 0,1%  
Bederoer, kvik 3-4 blade + 2-4 uger senere



Figur 37.

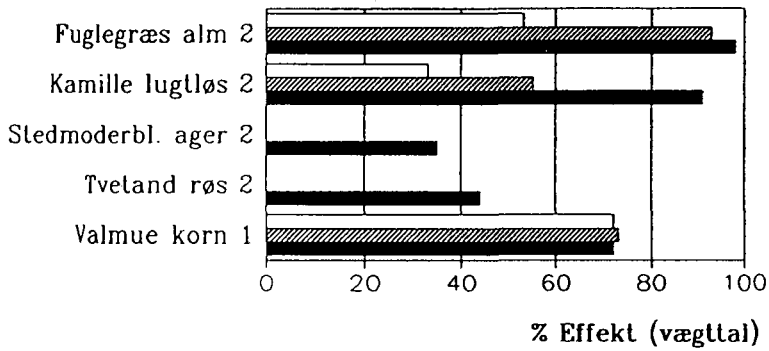


Herbaprop ES 667 0,8 l  
Vintersæd, st. 11-12



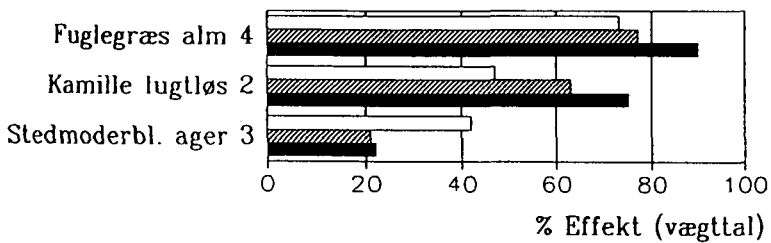
Figur 38.

Herbaprop ES 667 1,0 l  
Vintersæd, st 12-13



Figur 39.

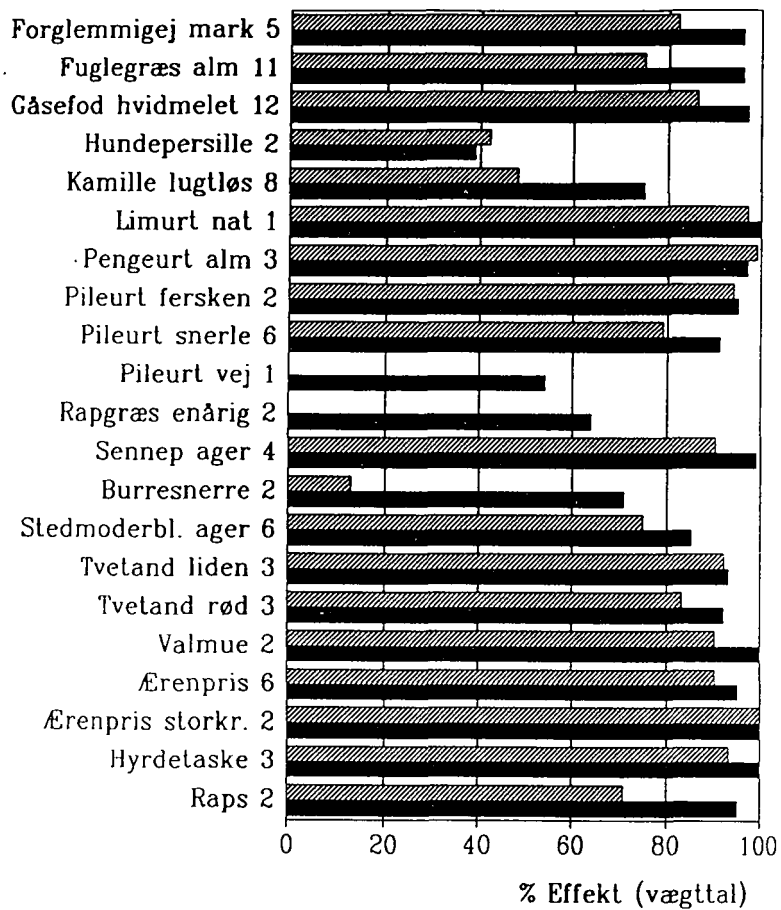
Herbaprop ES 667 1,2 l  
Vintersæd, st 22, tidlig forår



Figur 40.

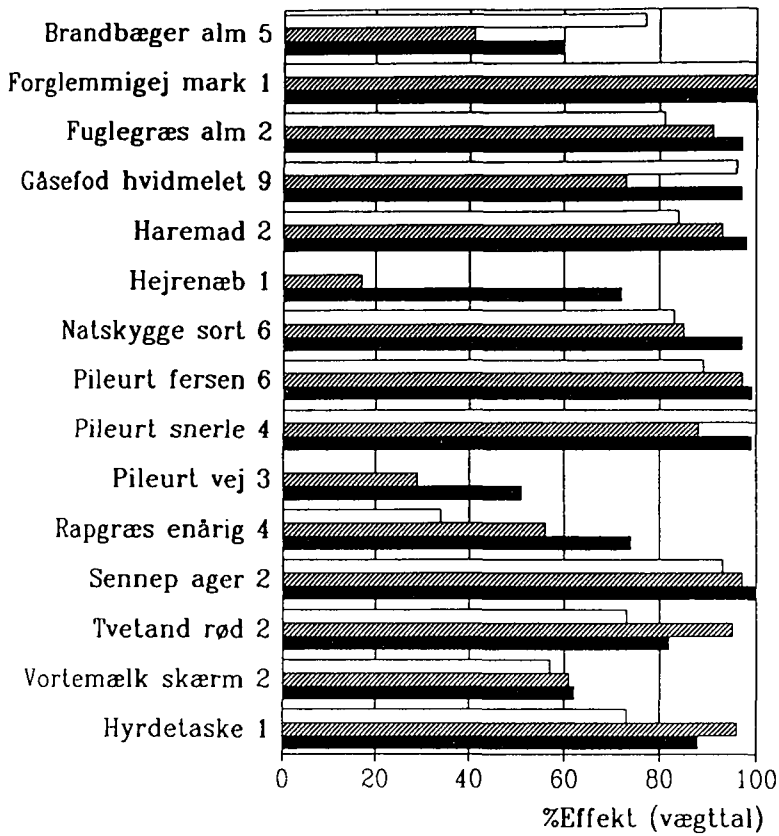
KFJ 21 764, 3 x 2,0 l

Bederoer, st. 13-15, + 7-10 dage + 10-14 dage



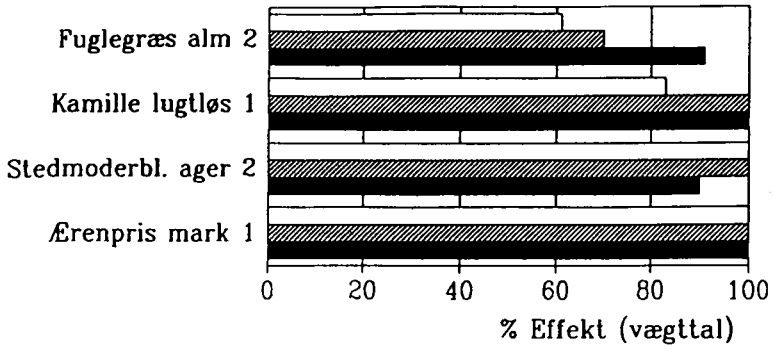
Figur 41.

Marksman 2,5 l  
Majs, st 21-23



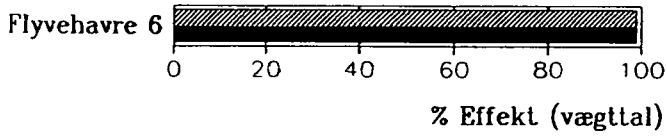
Figur 42.

Meteor-P 4,0 l  
Vintersæd, st. 23, tidlig forår



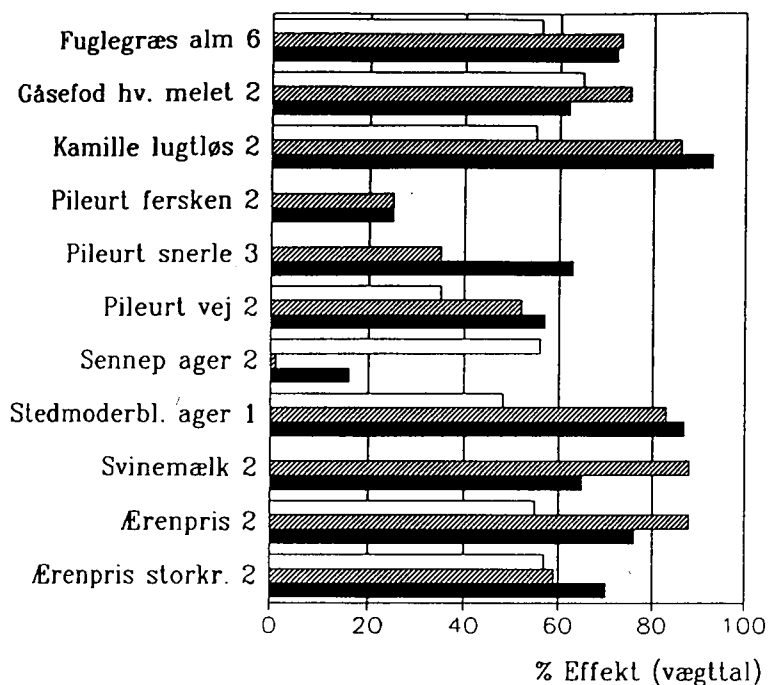
Figur 43.

Puma S 75 EW + Genapol 1,0 l + 0,4 l  
Vinterhvede, st. 30-31, tidlig forår



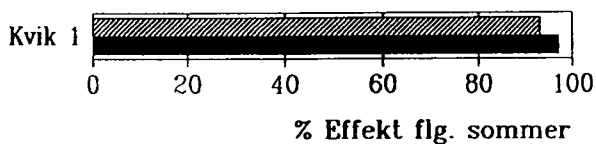
Figur 44.

Ravine 2,5 l  
 Ærter. før såning. nedh.



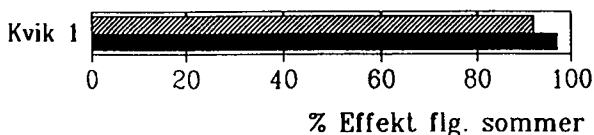
Figur 45.

Roundup 2000 + Teamup 2000, 2,0 + 2,0 l  
 Korn, 10 dage før høst



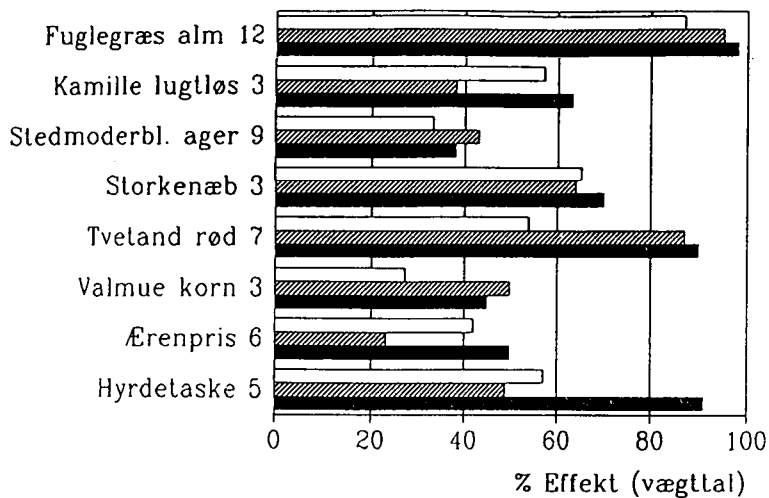
Figur 46.

Roundup 2000 + Teamup 2000, 2,0 + 4,0 l  
 Stub, kvik 3-4 blade



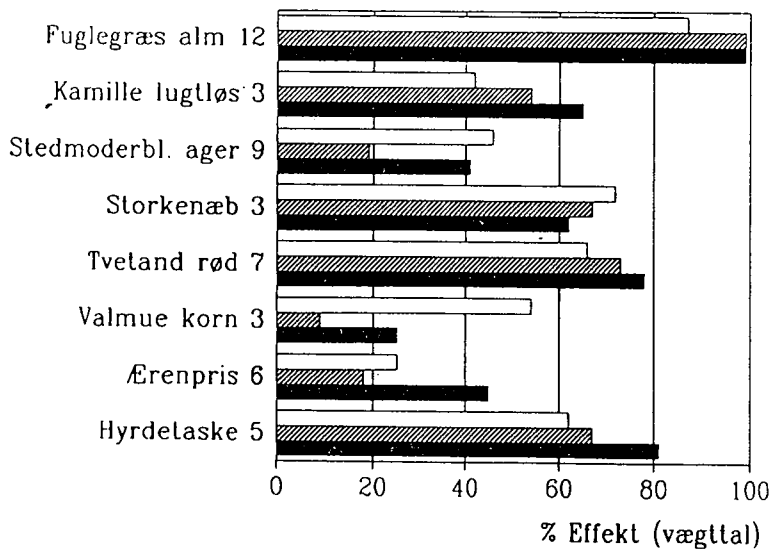
Figur 47.

Starane 180 0,8 l  
Vintersæd, st. 30, tidlig forår



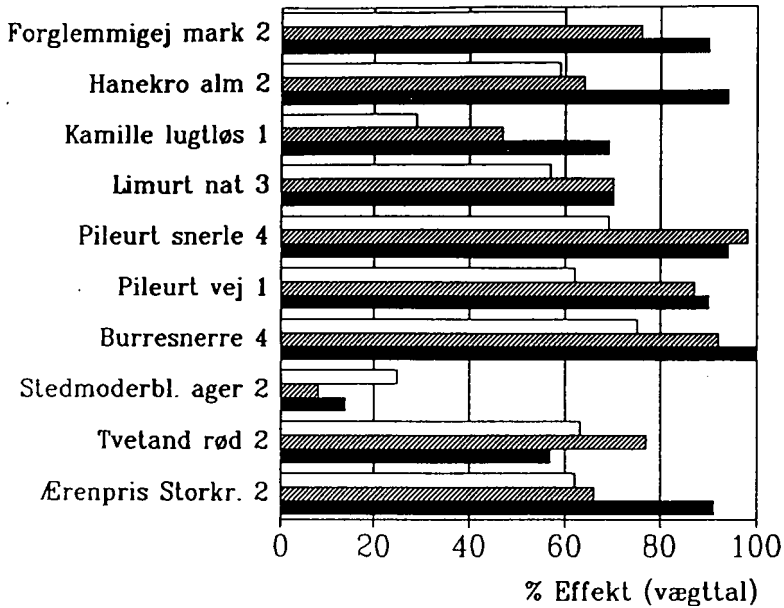
Figur 48.

Starane Mixer 0,6 l  
Vintersæd, st. 30, tidlig forår



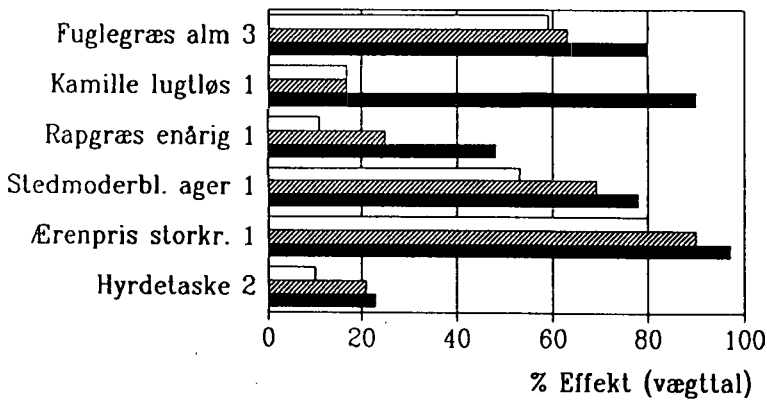
Figur 49.

Starane Mixer 0,5 l  
Vårbyg, st. 12-15



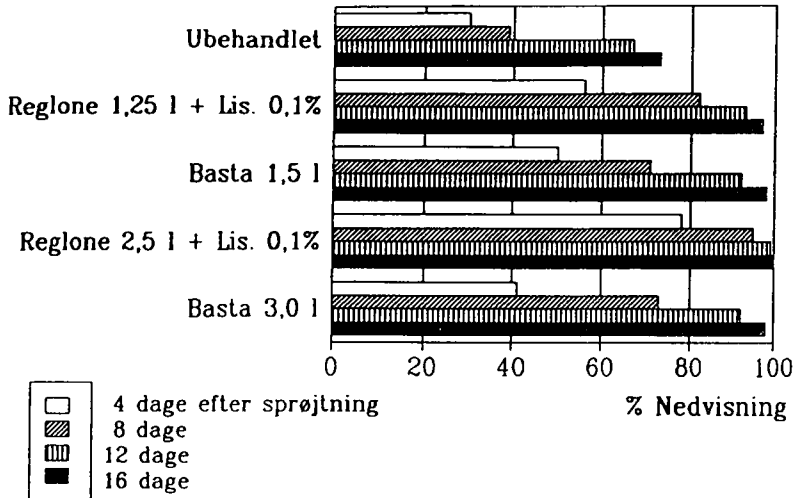
Figur 50.

Treflan Plus 3,5 l  
Vinterraps, før såning nedh.



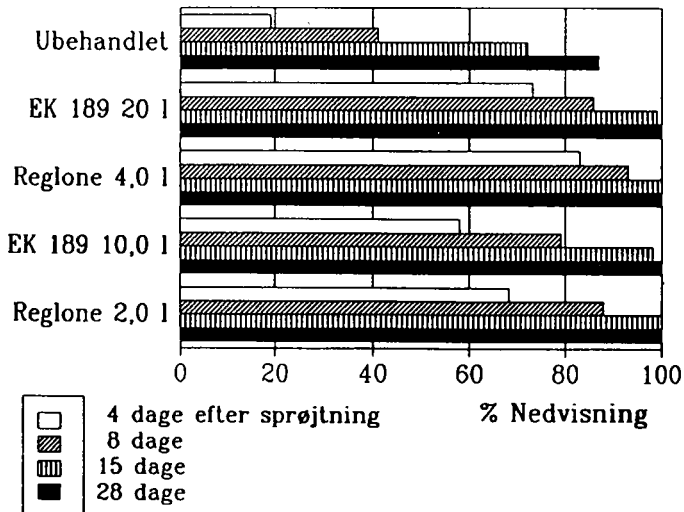
Figur 51.

Basta 3,0 l  
Rødkløver, nedvisning, 2 forsøg



Figur 52

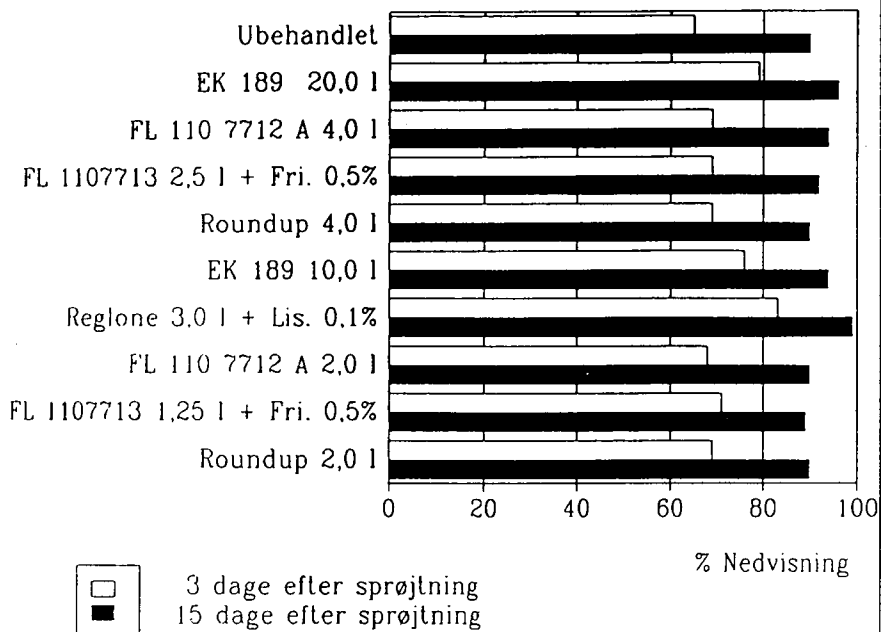
EK 189 20,0 l  
Kartofler, nedvisning, 3 forsøg



Figur 53

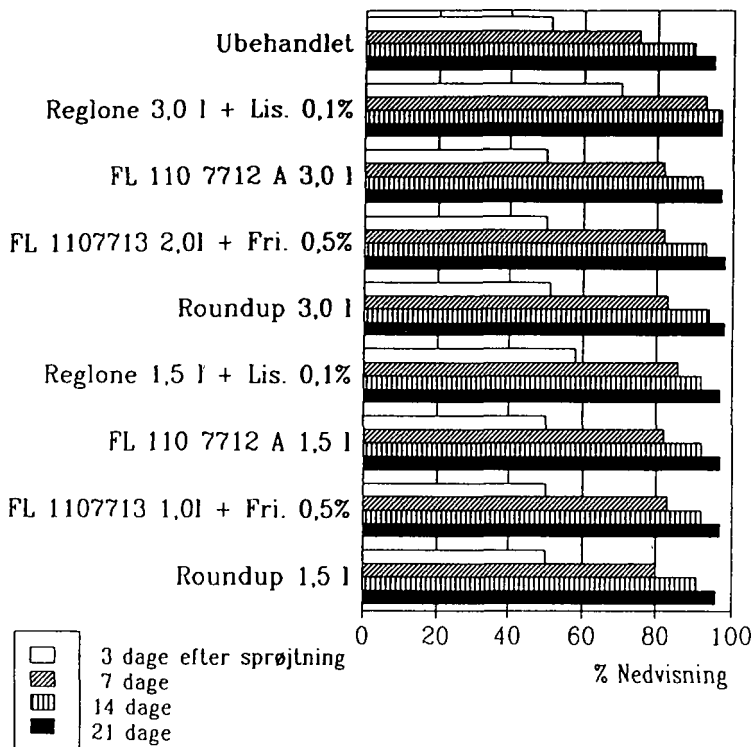


EK 189 20,0 l  
 Fl 110 7712 A 4,0 l  
 Fl 110 7713 + Frigate 2,5 l + 0,5 %  
 Ærter, nedvisning, 3 forsøg



Figur 54

FL 110 7712 A 3,0 l  
 FL 110 7713 + Frigate 2,0 l + 0,5%  
 Vårraps, nedvisning, 2 forsøg.



Figur 55

## **Nyanerkendte herbicider og spirehæmmende midler til havebrugsafgrøder**

*Newly approved herbicides and sprout inhibitors for use in horticultural crops*

**Georg Noyé**  
**Planteværnscentret**  
**Flakkebjerg**  
**DK-4200 Slagelse**

### *Summary*

*In the 1990 growing season 31 herbicides and 1 sprout inhibitor were put forward for testing.*

*The distribution between crops was 3 in onions, 2 in carrots, 2 in cabbage, 4 in green peas, 5 in sweet corn, 1 in beetroots, 3 in strawberries, 1 in lawns, 10 in different nursery crops, 2 in orchards and 5 in fruit bushes.*

*The chemicals mentioned below has all obtained approval for use, or extended approval for use by the Danish Research Service for Plant and Soil Science.*

*Products with \* has not yet got approval to be used from the National Agency of Environmental Protection.*

- 1. Agil\* (propaquizafop 100 g/l) has been given approval for control of couch grass in peas.*
- 2. Antergon MH 180 (maleinhydrazid 180 g/l) has been given approval as sprout inhibitor in onions.*
- 3. Basta\* (glufosinat 200 g/l) has had its approval extended to include control of suckers in cherries and strawberry runners.*
- 4. Basagran 480 + Stomp SC\* (bentazon 480 g + phendimetalin 400 g/l) has been given approval for split application in peas.*
- 5. Betanal Plus (phenmedipham 160 g/l) has had its approval extended to include weedcontrol in beetroots.*
- 6. Dimefuron WP\* (dimefuron 500 g/kg) has had its approval extended to also include broccoli and cauliflower.*

7. *Dual 720\** (metholachlor 720g/l) has had its approval extended to also include broccoli and cauliflower.
8. *Fusilade EW 25%* (fluazifob-p-butyl 250 g/l) has been given the same approval as *Fusilade EW 12.5%*.
9. *Karmex DF\** (diuron 800 g/kg) has had its approval extended to also include weedcontrol in nursery crops of oak, *Malus sargentii*, *Pinus spp.* and snowberry.

### Indledning

I vækstperioden 1990 var 31 herbicider og 1 spirehæmmende middel til afprøvning i havebrugsafgrøder.

Fordelingen på afgrøder var 3 i kepaløg, 2 i gulerod, 4 i grønne ærter, 2 i kål, 5 i suktermajs, 1 i rødbede, 3 i jordbær, 1 i græsplæner, 10 i forskellige planteskolekulturer, 2 i frugtplantager og 5 i frugtbuske.

På grundlag af årets forsøg, samt tidligere års forsøg fik 9 midler en anerkendelse eller en udvidelse af en eksisterende anderkendelse.

### Metode

De resultater, der ligger til grund for anerkendelserne, stammer fra markforsøg hos avlere, der har specialiseret sig i dyrkningen af de pågældende kulturer.

Effekten på ukrudt er opgjort ved optælling og vejning af frøkrudt, medens virkningen på rodukrudt er beskrevet ved karaktergivning. Ukrudtsopgørelsen er ofte støttet af resultater fra afprøvning af midler i landbrugsafgrøder (Jensen et al. 1988, 1989, 1990).

Kulturtolerancen er løbende registreret ved karaktergivning i vækstperioden, og oftest afsluttet med en opgørelse af høstudbyttet.

Vedrørende enkeltresultater henvises til de årlige afprøvningsresultater (Noyé 1987, 1988, 1989, 1990).

Produkter mærket \* er endnu ikke godkendt af Miljøstyrelsen.

### Anerkendelser meddelt pr. 1. januar 1991.

1. Agil\* (propaquizafop 100 g/l) er et nyanerkendt kvikherbicid til brug i ærter med følgende anerkendelsestekst:

Anerkendt af Statens Planteavlfsforsøg til bekæmpelse af kvik i bederoer, vårraps og ærter med 1,5 liter pr. ha, når kvikken har 3-5 blade.

2. Antergon MH 180 (maleinhydrazid 180 g/l) har som første middel opnået anerkendelse til spirehæmning med følgende tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til spirehæmning af kepaløg ved 10% væltning med 9,0 liter pr. ha.

3. Basta\* (glufosinat 200 g/l) har fået udvidet anerkendelsen til også at omfatte bekæmpelse af rodskud i kirsebær og jordbærudløbere; anerkendelse lyder:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til nedvisning af rødkløver med 3,0 liter pr. ha, 10-14 dage før forventet høst, endvidere anerkendt til bekæmpelse af jordbærudløbere ved skærmet sprøjtning med 3,0-5,0 liter + 3,0 liter Isoblette pr. ha, samt til bekæmpelse af rodskud i kirsebær ved skærmet sprøjtning, når rodskuddene er 10 cm høje, med 3,0-5,0 liter + 3,0 liter Isoblette pr. ha, behandlingen gentages ved genvækst.

4. Basagran 480 + Stomp SC\* (bentazon 480 g/l + pendimethalin 400 g/l) er som splitdosering anerkendt i ærter med følgende tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, ferskenpileurt, vejpileurt, raps, tvetand og ærenpris i ærter med 2 x 0,5 + 0,75 liter pr. ha. 1. sprøjtning, når ukrudtet er i kimbladstadiet, 2. sprøjtning på nyfremspiret ukrudt.

5. Betanal Plus (phenmedipham 160 g/l) har fået anerkendelsen udvidet til også at omfatte rødbede med følgende tekst:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af frøukrudt i rødbeder med 6,0 liter pr. ha, når ukrudtet har 2-4 blivende blade og med 4,0 liter pr. ha, når ukrudtet er i kimbladstadiet.

6. Dimefuron WP\* (dimefuron 500 g/kg) har fået udvidet anerkendelsen til udover rød- og hvidkål også at omfatte broccoli og blomkål. Årets anerkendelse er som følger:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af agerstedmoder, fuglegræs, hyrdetaske, tvetand, ærenpris og alm. brandbæger med 1-2 blivende blade i kulturer af blomkål og broccoli på mindst 2-bladstadiet med 1,5-2,0 kg pr. ha.

7. Dual 720\* (metholachlor 720 g/l) har fået udvidet anerkendelsesteksten, der nu er:

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

8. Fusilade EW 25% (fluazifob-p-butyl 250 g/l) har fået overført summen af de tidligere "Fusilade" anerkendelser, så teksten nu er:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af kvik i følgende landbrugsafgrøder: kartoffel, kommen, raps, bederoer, rødsvingel og ært, samt i havebrugsafgrøderne asparges, jordbær, kepaløg, porre, purløg, rødbede, ært og skærmbloomstredede afgrøder herunder gulerod og selleri.

I hurtigt voksende afgrøder anvendes 0,75-1,5 liter pr. ha, når kvikken har 3-4 blade. I åbne række kulturer anvendes 2 x 0,75 liter pr. ha.

Anerkendt til bekæmpelse af kvik i busketter, løv- og nåletræskulturer med 1,25-1,5 liter pr. ha. Ved genvækst suppleres med 0,75 liter pr. ha.

Endvidere anerkendt til bekæmpelse af flyvehavre og spildkorn i ovennævnte kulturer, når flyvehavre eller spildkorn har 3-4 blade med 0,5-0,75 liter pr. ha.

Anerkendelsen forudsætter brug af 0,1% Lissapol i sprøjtevæsken.

9. Karmex DF\* (diuron 800 g/kg) har fået udvidet anerkendelsen med nogle løv- og nåletræskulturer, således at den nuværende anerkendelsestekst er:

Anerkendt af Statens Planteavlsvforsøg til bekæmpelse af al nyfremspiret vegetation med 4,0-8,0 kg pr. ha årligt.

Anerkendt til bekæmpelse af canadisk bakkestjerne, kirtlet dueurt, alm. brandbæger og enårig rapgræs med 0,5-1,0 kg pr. ha i priklebede af blågran, eg, enebær, Malus sargentii, nordmannsgran, roser, rødgran, sitkagran, skovfyr, snebær, spiraea og østrigsk fyr i kulturens vinter-tilstand samt i etablerede plantninger af samme arter med 1,5-2,0 kg pr. ha. I frugtplantninger af æbler og solbær anvendes 1,5-3,0 kg pr. ha.

## Litteratur

Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P. (1989): Resultater af afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frø- og foderafgrøder. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg. Bind 1 og 2.

Jensen, P. Elbæk & Rydahl, P. (1990): Resultater af afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frø- og foderafgrøder. Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg. Bind 1 og 2.

Noyé, G. & Rubow, T. (1987): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-274).

- Noyé, G.; Binder, A. & Rubow, T. (1988): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-274).
- Noyé, G.; Binder, A.; Rubow, T. & Hansen, O. (1989): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-326).
- Noyé, G.; Binder, A.; Rubow, T. & Hansen, O. (1990): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i havebrugskulturer, planteskoler, skovbrug og læhegn. Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-327).
- Petersen, E. Juhl; Jensen, P. Elbæk & Jørgensen, H. (1988): Resultater fra afprøvning af herbicider og vækstreguleringsmidler i korn, frøafgrøder og rodfrugter. Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Planteværnscentret, Flakkebjerg (1-568).





## Konsekvens af revurdering af ukrudtsbekæmpelse i landbruget *Consequences of reestimation of herbicides for weed control in agriculture*

Hans Kristensen og H. Elbek-Pedersen  
Landskontoret for Planteavl  
Udkærsvvej 15  
Skejby  
8200 Århus N

### *Summary*

*Reestimation is going on in Denmark for "old" pesticides.*

*Products hazardous to health and environment will not be allowed for marketing.*

*The Advisory Service is looking for alternatives to products leaving the market. Field-trials will be carried out, and the results as well as new recommendations will be used intensively.*

### Indledning

I 1987 blev bekæmpelsesmiddellovgivningen ændret, så alle gamle midler skal gennemgå en revurdering. Det skal undersøges, om midlerne er særlig farlige for sundheden eller særlig skadelige for miljøet. Er det tilfældet, skal midlernes godkendelse til markedsføring inddrages.

Oversigt 1. Kriterier, som beskriver egenskaber af betydning for, om et stof kan godkendes til markedsføring.

- 
- |  |  |
|--|--|
| 1. Akut giftighed                        | 6. Skadelig virkning på forplantningsevnen |
| 2. Giftighed ved kortere tids påvirkning | 7. Skadelig virkning på nervesystemet      |
| 3. Giftighed ved længere tids påvirkning | 8. Persistens i jord                       |
| 4. Kræftfremkaldende virkning            | 9. Mobilitet i jord                        |
| 5. Mutagenvirksomhed                     | 10. Bioakkumulering                        |
-

Til støtte for denne revurdering er der opstillet en række kriterier, (oversigt 1), hvor overskridelse af et eller flere af de 7 første vil resultere i en tilbagekaldelse af godkendelsen. Overskridelse af de 3 sidste kriterier kan også bevirke en tilbagekaldelse af godkendelser efter, at der er foretaget en afvejning af de miljømæssige skader og de tekniske- og økonomiske konsekvenser. Lovgivningen siger samtidig, at midlerne også kan underkastes en alternativ vurdering. Et "mistænkeligt" middel kan nægtes godkendelse, såfremt andre midler kan løse opgaven (være et alternativ) lige så effektivt og økonomisk.

## Oversigt 2. Rækkefølge for ældre midlers revurdering.

| Område   | Frist    |
|--|----------|
| 1. Herbicider i korn, frugt og grønt m.m.  | 1/9 1988 |
| 2. Herbicider i frøafgrøder, kartofler, roer, raps og skov m.m.<br>Insekticider i frugt og grønt m.m.                                | 1/9 1989 |
| 3. Insekticider i korn, stalde, væksthuse o.l.   | 1/9 1990 |
| 4. Insekticider i raps.<br>Fungicider i kartofler, korn, gartneri<br>Bejdsemidler.   | 1/9 1991 |
| 5. Fungicider i raps og prydplanter<br>Vækstreguleringsmidler.<br>Rottemidler.<br>Jorddesinfektionsmidler.<br>Træbeskyttelsesmidler. | 1/9 1992 |

Oversigt 2 viser i hvilken rækkefølge midler til et givet "brugsområde" skal indsendes til behandling i Miljøstyrelsen. Revurderingen blev iværksat pr. 1. september 1988, og sidste pulje af midler skal indleveres pr. 1. september 1992.

Herbiciderne var placeret i de første to puljer, og flere af midlerne er nu behandlet, så det er rimeligt at se på konsekvenserne.

Oversigt 3. Status over revurdering af ældre herbicider pr. 1/1 1991.

| Aktivstof            | Revurdering<br>ikke ønsket<br>eller<br>manglende<br>svar fra<br>firma | Mangelfuld<br>dokumen-<br>tation | Godkendelse<br>tilbage-<br>kaldt | Afgerelse<br>anket | Godkendt til<br>fortsat salg | Ikke færdig<br>behandlet |
|----------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------|
|                      | 1   |                                  | 2                                |                    | 3                            | 4                        |
| <b>Pr. 1/9 1988:</b> |   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Allylalkohol         |   | x                                |                                  |                    |                              |                          |
| Atrazin              |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Bentazon             |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Bromophenoxim        |   |                                  | x                                | x                  |                              |                          |
| Bromoxynil           |   |                                  | x                                | x                  |                              |                          |
| Clopyralid           |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Cyanazin             |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| 2,4-D                |   |                                  | x                                | x                  |                              |                          |
| Dicamba              |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Dichlorprop          |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Difenzoquat          |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Dinoseb              |   | x                                |                                  |                    |                              |                          |
| Dinoterb             | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| DNOC                 | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Flamprop-M-isopropyl |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Glyphosat            |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Ioxynil              |   |                                  | x                                | x                  |                              |                          |
| Isoproturon          |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| MCPA                 |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| MCPB                 |   | x                                |                                  | x                  |                              |                          |
| Mechlorprop          |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Methabenzthiazuron   |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Natriumchlorat       | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Paraquat             |   |                                  | x                                | x                  |                              |                          |
| Pendimethalin        |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| TCA                  | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Terbuthylazin        |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Tri-allat            |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Trifluralin          |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Amitrol              |   | x                                |                                  |                    |                              |                          |
| Bromacil             | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Carbetamid           |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Chloroxuron          | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Chlorpropham         |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Dalapon              | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Dichlobenil          |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Diuron               |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Jordoliedestillat    |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Linuron              |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Metoxuron            |   | x                                |                                  |                    |                              |                          |
| Simazin              |   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| <b>Pr. 1/9 1989:</b> |   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Diquat               |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Terbacil             |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| EPTC                 |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Metribuzin           |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Asulam               |   | x                                |                                  | x                  |                              |                          |
| Ferrisulfat          | x   |                                  |                                  |                    | x                            |                          |
| Ferrosulfat          |   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Fosamin              | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Hexacinon            |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Propyzamid           |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Alloxidim            | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Chlorbufam           | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Chloridazon          |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Cycloat              | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Ethofumesat          |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Lenacil              |   | x                                |                                  | x                  |                              |                          |
| Metamitron           |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Phenmedipham         |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Benzolin             |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Dimethachlor         | x   |                                  |                                  |                    |                              |                          |
| Napropamid           |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |
| Propachlor           |   |                                  |                                  |                    |                              | x                        |

### Status pr. 1. januar 1991.

Oversigt 3 viser resultatet af revurderingen for herbicider. Der kan være flere årsager til, at et middel udgår af markedet.

For en række "gamle og udslidte" stoffer har firmaerne ikke ønsket en revurdering iværksat. Det gælder f.eks. DNOC/Dinoterb og TCA/Dalapon. Her var resultatet på forhånd givet.

For andre stoffer gælder det, at stoffets sundheds- og miljømæssige egenskaber er mangelfuldt dokumenteret. For visse stoffer, hvor omsætningen på det danske marked har været beskeden, har firmaerne afvist at fremskaffe de ønskede oplysninger. Det betyder - (naturligvis) - at fortsat godkendelse nægtes, og at midlet ikke længere kan markedsføres i Danmark. Det gælder stoffer som Amitrol, Metoxuron og Cycloat.

En række stoffer, som har været meget anvendt til ukrudtsbekæmpelse i landbrugsafgrøder, er ved revurderingen blevet indstillet til at skulle forbydes, men afgørelserne er anket.

Mange herbicider er godkendt til fortsat markedsføring, men for flere af disse gælder det, at anvendelsen fremover er begrænset i forhold til tidligere. Det gælder stoffer som atrazin, MCPA og chlorpropham.

Endelig er visse herbicider endnu ikke færdigbehandlet.

Hvis et stof ikke kan godkendes til fortsat markedsføring, så gives der et rimeligt varsel. Det betyder, at såvel handel som erhverv kan nå at indstille sig på afgørelsen. Et stof må normalt fortsat importeres og evt. fabrikeres i et år fra den dato, hvor afgørelsen præsenteres for firmaet. Herefter må kun de lagre, der måtte befinde sig hos detailhandlere eller hos brugere, fortsat anvendes på den "gamle" måde (etikettens ordlyd).

### Ankemulighed.

Miljøstyrelsens afgørelser kan ankes til Miljøankenævnet. Det betyder, at afgørelsen "bliver udsat", så anvendelse fortsat kan ske, mens anken behandles.

### Konsekvenser af revurderingen.

En række af de midler, som nu forsvinder fra markedet, kan uden problemer undværes. Det gælder primært de stoffer, som næsten var gået af brug, fordi nye og bedre løsninger var markedsført.

Andre stoffer vil blive savnet, såfremt det viser sig, at stofferne ikke kan klare revurderingen. Det gælder bromoxynil, ioxynil, bromophenoxim, cyanazin, bentazon og pendimethalin.

Revurderingens resultat vil medføre et behov for en ændret rådgivning om stoffernes fremtidige anvendelse. Det gælder primært, hvor et stof ved revurderingen er blevet belagt med begrænsninger i forhold til en tidligere anvendelse. Et eksempel herpå kan være atrazin, som fremover alene må anvendes mod ukrudt på arealer med majs. Hvor majs dyrkes kontinuerligt på arealet, må stoffet kun bruges hvert tredje år. Der er samtidig indført en begrænsning i den mængde, som årligt må tilføres arealet. Disse regler gælder fra 1991. Da atrazin har været det dominerende ukrudtsmiddel i majs, er det påkrævet at

undersøge alternative løsninger i de nærmest kommende år.

For andre stoffer har der vist sig en unødigt komplikation for en klar og entydig vejledning. Det ligner et "manglende overblik" ved revurderingen. Det drejer sig om **MCPA-midler**, der hører til de ældste af ukrudtsmidlerne i Danmark. Anvendelsen er velkendt til en lang række formål, og mange firmaer markedsfører produktet. Betingelserne for markedsføringen var tidligere fuldstændig ens fra firma til firma.

Efter revurderingen er der ikke længere denne overensstemmelse. MCPA-midler vil fremover være godkendt til forskellige afgrøder fra firma til firma. Tilsyneladende afhængig af hvad det enkelte firma har bedt om godkendelse til i ansøgningen. Rådgivningstjenesten havde hellere set, at godkendelsen fortsat var ens uanset firmanavn.

Behandlingsfristen for MCPA og andre hormonmidler er samtidig blevet "uklar". Det kan ligne en detalje, men det skaber usikkerhed for såvel rådgivningen som for erhvervet, når der bliver plads til "tolkning" (oversigt 4).

Oversigt 4. Uddrag af advarselstekst efter revurdering.

---

#### **Herbatox M 750 F**

#### **ADVARSEL**

Overtrædelse af nedenstående særligt fremhævede forskrifter kan medføre straf.

**Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, vårsæd, frøgræs og andre græsarealer.**

**Brugsanvisningens doseringsangivelser må ikke overskrides.**

**Behandlede arealer må ikke afgræsses før mindst 2 uger efter behandling.**

**Afgrøder til humant konsum må ikke behandles senere end 2 måneder før høst.**

---

#### Fornyet afprøvning

Med revurdering og fortsat godkendelse af en række "gode gamle stoffer" åbner der sig visse nye muligheder. Flere af disse kan blive alternativer for stoffer, som forsvinder fra markedet. Det betyder, at afprøvning i andre afgrøder, end de, som stofferne hidtil har været benyttet til, kan være meget aktuel.

#### Alternativer til udgåede midler

Hvor gamle stoffer må udgå, opstår der et behov for at finde alternative løsninger. Hvor et meget anvendt produkt ikke "klarere skærene", kan der være tale om, at det er de "næstbedste løsninger", som nu skal tages i brug. Udtrykket kan dække over såvel effekt som prisforhold.

Et målrettet arbejde med produktudvikling omkring optimal anvendelse kan dog medføre, at gode alternativer kan findes. Som et eksempel på dette kan nævnes den intensive afprøvning af cyanazin (Bladex 500 SC) og siden pendimethalin (Stomp) i blanding med bentazon (Basagran 480) til bekæmpelse af ukrudt i ærter siden midten af 80'erne. Alternativerne til dinoseb har vist sig at kunne medføre en fuldt tilfredsstillende effekt, men prisen pr. ha er 3-4 dobbelt.

Desværre har det så siden vist sig, at de fundne alternativer måske ikke er problemfrie!

Det viser hvilke vanskeligheder, der (også) kan være i at finde frem til det "helt rigtige" alternativ. De hidtidige erfaringer leder tanken hen på den i mange henseender ubehagelige "salamimetode".

### Bedre samarbejde

De hidtil sete konsekvenser af revurderingen på herbicidområdet er overskuelige. Med henblik på at få en så gnidningsfri overgang til alternative løsninger som muligt, bør det alligevel overvejes om noget kan blive bedre.

Hvor oplagte alternativer savnes, gives der ikke en rimelig tid (vækstsæsoner) til at afprøve og udvikle brugbare løsninger. Kan der dispenseres fra reglerne, så den "gamle løsning" kan benyttes - evt. i et begrænset omfang - endnu nogle år? Eller kan alternativer i form af nye stoffer blive "tilgodeset", så godkendelse af disse fremskyndes?

Det er meget ønskeligt med et bedre samarbejde og en koordinering om revurdering af gamle stoffer, om godkendelse af nye stoffer og om afprøvning af alternativer til sundheds- og miljømæssigt farlige stoffer.

### **Sammendrag**

Revurderingen af ældre bekæmpelsesmidler forventes gennemført inden udgangen af 1993. Sundheds- og miljømæssigt farlige midler bliver ikke godkendt til fortsat markedsføring.

Afprøvning af mulige alternative løsninger samt rådgivningen om deres anvendelse intensiveres i de kommende år.

### **Konklusion**

Den igangværende revurdering af ældre bekæmpelsesmidler vil medføre, at et betydeligt antal midler vil forsvinde fra det danske marked.

Et betydeligt arbejde forestår med afprøvning af egnede alternativer effekt og anvendelighed i mange landbrugsafgrøder.

Rådgivning om alternativernes anvendelse og om de begrænsninger, som gamle midler evt. belægges med efter en fornyet godkendelse, vil fremover være en aktuel og meget påkrævet opgave.

## **Konsekvens af revurdering for ukrudtsbekæmpelse i havebrug** *Consequences of reestimation of herbicides for weed control in horticulture.*

Georg Noyé  
Planteværnscentret  
Flakkebjerg  
DK-4200 Slagelse

### **Summary**

The article describes some of the consequences for horticultural crops at the National Agency of Environmental Protection reestimation of herbicides. Table 1 shows the herbicides which owing to the reestimation are leaving the Danish market. Table 2 shows the herbicides which are refused approval of the National Agency of Environmental but the settlement has been complained to the Environmental Appeal Board. Table 3 shows the herbicides which by the reestimation are approved but with many modifications. In group 5 I have mentioned the herbicides which by EEC-Instruction are forbidden to be used after 31st December 1990.

### **Indledning**

Miljøstyrelsens revurdering af herbicider er endnu ikke helt tilendebragt, hvorfor endelige konsekvenser ikke kan drages, ligesom konsekvensen af nogle af Miljøstyrelsens afgørelser er så vidtrækkende, at det er uhyre vanskeligt helt at gennemskue konsekvensen.

For at lette gennemgangen af Miljøstyrelsens revurdering vil jeg i det følgende opdele beslutningerne i 5 grupper og beskrive nogle af konsekvenserne ved eksempler:

1. Herbicider der på firmainitiativer fjernes fra markedet.
2. Herbicider hvor Miljøstyrelsens afgørelse om tilbagekaldelse af midler er anket til Miljøankenævnet.
3. Midler der ved revurderingen har fået ændret anvendelsesområderne væsentligt.
4. Herbicider der stadig er under revurdering.
5. Midler der forbydes markedsført og anvendt ifølge EF-direktiv.

### 1. Gruppe: Herbicider der på firmainitiativ fjernes fra markedet.

Denne gruppe består hovedsageligt af "gamle" herbicider, ofte midler med meget begrænset anvendelse, der sælger så dårligt, at fornyede undersøgelser vedrørende toksikologi og økotoksikologi er for kostbare.

I tabel 1 gives en oversigt over herbicider, der forsvinder fra markedet - hvor og hvad de er anvendt til samt eventuelt erstatningsherbicider.

Tabel 1. Aktivstoffer der udgår, virkningsområde og alternativt herbicid(er).  
*Outgoing active agents, activity area and alternative herbicide(s).*

| <u>Udgående herbicid</u> | <u>Kultur</u>                      | <u>Virkningsområde</u>       | <u>Alternativ</u>              |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Allylalkohol             | Frø- og prikbebed i planteskole    | Frøkrudt før fremspiring     | Ingen                          |
| Amitrol                  | Frugtplantage                      | Kvik m.m.                    | Glyphosat                      |
| Alloxydim                | Grøntsager, pryplanter             | Kvik                         | Fluazifop-butyl                |
| Chloroxuron              | Jordbær                            | Fremspiret tokimbl. frøkrudt | Metamitron                     |
|                          | Stedmoder                          | Fremspiret tokimbl. frøkrudt | Ingen                          |
|                          | Containere med pryplanter          | Mos og hungemos              | Ingen                          |
|                          | Græsplæner                         | Mos                          | (Jernvitriol)                  |
| Chlorbufam               | Løg                                | Frøkrudt                     | Ioxynil <sup>1)</sup>          |
| Cycloa                   | Spinat frø                         | Frøkrudt                     | Lenacil <sup>1)</sup>          |
| Dalapon                  | Flere                              | Kvik/græs                    | Glyphosat-<br>/Fluazifob-butyl |
| Dimethachlor             | Landbrugsherbicid                  |                              |                                |
| Dinoseb                  | Ærter                              | Fremspiret frøkrudt          | Bentazon                       |
|                          | Løg/porre                          | Fremspiret tokimbl. frøkrudt | Ioxynil <sup>1)</sup>          |
| DNOC                     | Udlæg af skærmbloomstrede kulturer | Fremspiret tokimbl. frøkrudt | Ingen                          |
|                          | Løg/porre                          | Fremspiret tokimbl. frøkrudt | Ioxynil <sup>1)</sup>          |
|                          | Hindbær                            | Rodskud                      | Ingen                          |
| Fosamin                  | Skovbrugsherbicid                  | Løvtræopvækst                | Glyphosat                      |
| Jordliedestillat         | Skærmbloomstrede kulturer          | Frøkrudt                     | (Linuron)                      |
| Metoxuron                | Gulerod                            | Frøkrudt                     | (Linuron)                      |
| Natriumchlorat           | Udyrkede arealer                   |                              |                                |
| TCA                      | Før kulturetabling                 | Kvik                         | Glyphosat                      |

1) Se endvidere tabel 2



Allylalkohol og chloroxuron er med vor nuværende viden om tilgængelige herbicider ikke til at erstatte til ukrudts- og mosbekæmpelse i planteskoler.

I kulturer af spinat frø vil cycloat blive savnet, men vælges arealer uden meget græsukrudt er problemet til at overse.

I produktionen af skærmbloomstrede kulturer vil bortfaldet af jordoliedestillat primært få betydning ved at enårig-rappgræs ikke længere kan bekæmpes, medens bortfaldet af metoxuron til ukrudtsbekæmpelsen i gulerod vil give problemer med bekæmpelse af enkimbladet frøukrudt samt tolerancemæssige problemer på de humusfattige jorde.

De øvrige herbicider i denne liste har vi givet afkald på med resignation/alternative herbicider.

Tabel 2. Aktivstoffer hvor Miljøstyrelsens afgørelse er anket til Miljøankenævnet, herbicidernes hidtidige anvendelse og alternative herbicider.

*Active agents where the National Agency of Environmental Protection settlement has been complained to the Environmental Appeal Board, the herbicide use and potential alternative herbicides.*

| <u>'Ankede herbicider'</u> | <u>Kultur</u>                            | <u>Virkningsområde</u>                   | <u>Alternativ</u>              |
|----------------------------|--|--|--------------------------------|
| Asulam <sup>1)</sup>       | Spinat frø                               | Raps, pileurt, kamille                   | Ingen                          |
| Bromoxynil                 | Majs                                     | Scat fremspiret tokimbl. frøukrudt       | Ingen                          |
| Bromofenoxim <sup>2)</sup> | Majs                                     | Nyfremspiret tokimbl. frøukrudt          | Bentazon/atrazin               |
| Chlorpropham               | Løg/purløg                               | Frøukrudt                                | Phendimethalin                 |
|                            | Porrer <sup>1)</sup>                     | Frøukrudt                                | Ingen                          |
|                            | Frøkulturer <sup>1)</sup>                | Frøukrudt                                | ?                              |
| 2,4-D                      | Frugtplantager                           | Rodukrudt                                | MCPA                           |
| Ioxynil                    | Løgekulturer                             | Fremspiret frøukrudt                     | Ingen                          |
|                            | Porre                                    | Fremspiret frøukrudt                     | Ingen                          |
| Lenacil <sup>1)</sup>      | Jordbær                                  | Frøukrudt                                | (metamitron)                   |
|                            | Frøkulturer                              | Frøukrudt                                | ? ingen                        |
|                            | Rødbeder                                 | Frøukrudt                                | Metamitron/chloridazon         |
|                            | Spinat til frø                           | Frøukrudt                                | (asulam)                       |
| MCPB                       | Ærter                                    | Tokimbl. frøukrudt                       | MCPA/bentazon                  |
| Paraquat-dichlorid         | Før kulturetablering/<br>før fremspiring | Tokimbl. frøukrudt<br>Enkimbl. frøukrudt | Diquat-dibromid<br>(glyphosat) |
|                            | Skærmet behandling                       |  |                                |

<sup>1)</sup> Midlerne ikke egentlig anket, men dispensation for afgørelsen søges.

<sup>2)</sup> Miljøstyrelsens afgørelse er stadfæstet af Miljøankenævnet.

2. Gruppe: Herbicider hvor Miljøstyrelsens afgørelse om tilbagekaldelse af midlet er anket. Gruppen består af herbicider som Miljøstyrelsen har forbudt på grundlag af en vurdering af stoffernes toksikologiske eller økotoksikologiske egenskaber. Miljøstyrelsens afgørelse er derefter anket til Miljøankenævnet, hvor en endelig afgørelse ventes. Medtaget er også et par midler, hvor anken er erstattet af en dispensationansøgning.

I tabel 2 gives en oversigt over "ankede herbicider" og deres anvendelse i havebrugskulturer, samt eventuelle alternative herbicider.

Såfremt Miljøankenævnets afgørelse vil medføre et forbud mod brug af herbiciderne i tabel 2, vil dyrkning af nævnte havebrugskultur vanskeligøres væsentlig.

Forbud mod brug af ioxynil i løg og porre vil være en katastrofe for avlere af såede kulturer, medens avlere af plantede kulturer lidt lettere vil kunne klare ukrudtsproblemerne, dog næppe i konkurrence med udenlandsk dyrkede løg.

Til ukrudtsbekæmpelse i jordbær er lenacil en af hovedhjørnestenene. Med nuværende viden vil det kræve en meget kraftig mekanisk/manual indsats, hvis ukrudtsbekæmpelsen skal klares uden brug af lenacil.

3. Gruppe: Midler der ved revurderingen har fået ændret anvendelsesområderne væsentlig.

Begrænsningerne på atrazinanvendelsen får specielt betydning for avlere af suktermajs, hvor et areal kun må behandles med 0,75 kg aktivt stof pr. ha hvert 3. år. Behandlingsfristen er ændret fra 3 til 1 måned, hvilket letter anvendelsen i plastdækkede suktermajs. Anvendelsen af atrazin vil være forbudt til alle andre formål.

Hormonmidlerne dichlorprop, mechlorprop og MCPA har hidtil kunnet benyttes alle de steder, hvor kulturplanterne har tolereret behandlingen enten fordi midlerne har været ægte selektive eller kultur/sprøjteforhold har forhindret kulturskader. Revurderingen har medført, at godkendelsesområdet for ens produkter (tappet af samme hane) er forskellig. For fremtiden skal der altså læses på etiketten om f. eks. udyrkede arealer må behandles med MCPA fra firma x eller om der skal anvendes MCPA fra firma y.

Simazin er efter revurderingen at betragte som et nyt herbicid med en lang række begrænsninger. Vigtigst er begrænsningen i doseringerne, men også behandlingsfristen giver problemer. Dosermæssigt vil simazin i fremtiden ofte skulle suppleres med et andet herbicid for at opnå tilfredsstillende effekt; men alt i alt en fornuftig beslutning.

Vedrørende behandlingsfristerne skal specielt nævnes at planteskolerne, aspargesavlere og containerplantedyrkere vil have svært ved at bruge simazin, såfremt behandlingsfristen skal overholdes - et problem Miljøstyrelsen har lovet at tage op til overvejelse.

Tabel 3. Oversigt over herbicider, der ved revurderingen har fået ændret anvendelsesområdet væsentligt.

*Survey of herbicides with changed application area by the reestimation.*

| Aktivnavn<br>Atrazin             | Tidligere begrænsning<br>Behandlingsfrist: 3 måneder.  | Ny begrænsning<br>Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i majs med en dosering på maksimalt 0,75 kg/ha.<br>Behandling af et areal med atrazin-holdige produkter må maksimalt ske hvert 3. år.<br>Afgrøder til human konsum må ikke behandles senere end 1 måned før høst.<br>Må ikke udbringes nærmere end 10 meter fra søer og vandløb.<br>Brugsanvisningens doseringsangivelser må ikke overskrides.   |
|----------------------------------|--|--|
| Dichlorprop                      | Behandlingsfrist: Hold malkekvæg borte fra behandlet areal i 2 uger  | 1) Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i korn og frøgræs.  |
| MCPA                             | Behandlingsfrist: Hold malkekvæg borte fra behandlet areal i 2 uger  | 1) Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i korn, frøgræs, græs, kartofler og ærter samt til ukrudtsbekæmpelse på udyrkede arealer i skov og under frugttræer. Afgrøder til human konsum må ikke behandles senere end 3 måneder før høst.   |
| Mechlorprop                      | Behandlingsfrist: Hold malkekvæg borte fra behandlet areal i 2 uger  | 1) Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i korn, frøgræs og græs.  |
| Dichlorprop + MCPA               | Behandlingsfrist: Hold malkekvæg borte fra behandlet areal i 2 uger  | 1) Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i korn, frøgræs, græs og på udyrkede arealer.   |
| Dichlorprop + Mechlorprop + MCPA | Behandlingsfrist: Hold malkekvæg borte fra behandlet areal i 2 uger  | 1) Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i korn, frøgræs og græs.  |
| Simazin                          | Behandlingsfrist: stikasparges: 3 uger, frugttræer og frugtbuske: blomstring.<br><br>Behandling af arealer med spiselige afgrøder er forbudt; dog er det tilladt at behandle arealer med stikasparges, og det er endvidere tilladt at bekæmpe ukrudt på arealer med frugttræer og frugtbuske. Ved anvendelse på stikaspargesarealer må højest bruges 2,5 kg af midlerne pr. ha årligt. Behandling af stikasparges må kun foretages straks efter bedøpsætning, dog mindst 3 uger før stikning, og igen efter bedudjævning. Arealer med grønne asparges må ikke behandles. Behandling af arealer med frugttræer og frugtbuske må ikke ske senere end ved frugttræernes og frugtbuskenes blomstring.<br><br>Må ikke udbringes nærmere end 10 m fra søer og vandløb. | Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse i følgende doseringer:<br>Busketter og hække: op til 1 kg aktiv stof/ha/år.<br>Frugtbuske og -træer: op til 2 kg aktiv stof/ha/år.<br>Læhegn: op til 2 kg aktiv stof/ha/år.<br>Planteskoler: op til 0,5 kg aktiv stof/ha/år.<br>Skovbrug (pyntegrønt og juletræer): op til 3 kg aktiv stof/ha det 1. år og derefter nedsat dosering.<br>Stikasparges: op til 1,25 kg aktiv stof/ha/år.<br><br>Produktet må kun anvendes om foråret indtil 15. maj.<br>Produktet må ikke anvendes nærmere end 10 meter fra vandløb og søer.<br>Brugsanvisningens doseringsangivelser må ikke overskrides. |

1) Nærværende tekst er ikke gældende for alle handelspræparater, men summerer alle handelsvarers tilladelse.

#### 4. Gruppe: Herbicider der stadig er under revurdering.

Gruppen indeholder en række vigtige herbicider som cyanazin, chloridazon, metamitron med mange flere. Meningen om de enkelte herbiciders skæbne ved revurderingen er mangfoldige, men næppe til at diskutere før afgørelsen er truffet, dog kan nævnes at et herbicid som pendimethalin formentlig kommer gennem revurderingen uden skrammer.

#### 5. Gruppe: Midler der forbydes markedsført og anvendt ifølge EF direktiv.

Midlerne i denne gruppe indtager en særstilling, da ikke alene markedsføring, men også anvendelse er forbudt pr. 31. december 1990. Det vil sige, at eneste lovlige metode til at skaffe sig af med rester, er via Kommune Kemi. Direktivet er vedtaget fordi samtlige EF lande er enige om beslutningen, det vil sige, at afgørelsen er helt på linie med Miljøstyrelsens holdning.

Dinoseb samt acetater og salte af dinoseb, forbydes ligesom nitrofen (Tok-E).

De gamle maleinhydrazid præparater til kvikbekæmpelse samt spirehæmningsmidlet Antergon 30 g og BASF-MH 400 forbydes også af direktivet, medens maleinhydrazid-præparatet Antergon MH 180 er undtaget af direktivet.

#### **Litteratur**

Anonym: Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler 1990. Miljøstyrelsen.

Direktiv 79/117/EØF De Europæiske Fællesskabers Tidende nr. L 162 af 26.6.1990.  
s. 37.

## Konsekvenser af revurdering for ukrudtsbekæmpelse i skovbruget.

### *Consequences of reestimation of herbicides for weed control in forestry.*

**Thomas Rubow**  
Planteværnscentret  
Flakkebjerg  
4200 Slagelse

#### Summary

*Growing of Christmas trees and decoration greenery is of great economical importance for Danish forestry.*

*Intensive weed control in the plantings is absolutely necessary in order to produce high-quality products for export.*

*Chemical weed control is cheaper and more effective than mechanical methods, and for the previous 25 years a great amount of experience for herbicide use in forestry has been collected. Only a few herbicides of broad-spectrum effect have until now been used for this purpose.*

*The actual reestimation of herbicides will undoubtedly remove some soil active herbicides from the Danish market.*

*New herbicides like tribenuron (Express) and Folar 460SC (terbuthylazine + glyhosate) seems to be usefull as substitutes, and simazine and terbuthylazine can replace atrazine, which previously was the most important herbicide.*

#### Indledning

Forbruget af herbicider i dansk skovbrug er relativt beskedent, og antallet af anvendte midler er ligeledes lille sammenlignet med de øvrige jordbrugserhverv.

På et enkelt dyrkningsområde, juletræer og pyntegrønt, må skovbruget dog vedkende sig et massivt pesticidforbrug med hovedvægten på herbicider.

Arealmæssigt udgør denne produktion kun omkring 4-5% af det samlede skovareal (som er ca. 500.000 ha), men den er økonomisk af meget stor betydning for faget og indbringer landet en stadig stigende eksportindtægt, der i 1990 var tæt på 0,5 mia. kr.

Hovedtræarterne er nordmannsgran (*Abies nordmanniana*) - fortrinsvis juletræer - og *nobilis* (*Abies procera*, tidl. *A. nobilis*) - overvejende pyntegrønt. Hertil i mindre udstrækning: Rødgran, cypres, diverse arter af fyr og "eksoter" som *cryptomeria* og kristtorn.

Intensiv renholdelse er en nødvendighed for at kunne opfylde de strenge kvalitetskrav, der stilles til juletræer og pyntegrønt. Da omdriftsalderen er mindst 10 år i en juletræskultur,

og konkurrenceevnen til stadighed er svag som følge af stor planteafstand og tidlige hugster, har ukrudtet optimale udviklingsvilkår, og renholdelsen må normalt foretages løbende i hele produktionsperioden.

Det er sjældent muligt at udføre effektiv, mekaniseret jordbearbejdning, og forsøg med dækafgrøder og dækmaterialer er oftest faldet uheldigt ud som følge af højt omkostningsniveau eller ødelæggende forårsnattefrost på kulturplanterne.

Resultatet er, at ukrudtsbekæmpelsen i juletræs- og pyntegrøntkulturer næsten altid sker ad kemisk vej. I dag findes der omkring 10.000 ha af disse kulturer, som har akut behov for og er anlagt med henblik på kemisk ukrudtsbekæmpelse. Desuden er det næppe troligt, at dette dyrkningsmønster lader sig ændre på få år.

### Hidtidige muligheder

De herbicider, der hidtil har fundet anvendelse, er for en stor dels vedkommende oprindeligt udviklet som totalherbicider, og de vigtigste er bredtvirkende jordherbicider med høj persistens. Altså i høj grad midler, der søges fjernet eller pålagt restriktioner ved revurderingsprocessen.

Tabel 1: Herbicider der anvendes i skovbruget. De vigtigste er fremhævet med fed skrift.  
*Herbicides for weed control in Danish forestry. The most important herbicides are printed in bold-faced types.*

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| Asulam            | (Asulox)       |
| <b>Atrazin</b>    |                |
| <b>Clopyralid</b> | (Matrigon)     |
| Dalapon           |                |
| <b>Diuron</b>     | (Karmex DW/DF) |
| Fluazifop-butyl   | (Fusilade)     |
| <b>Glyphosat</b>  | (Roundup)      |
| <b>Hexazinon</b>  | (Velpar L)     |
| MCPA              |                |
| Mechlorprop       |                |
| <b>Propyzamid</b> | (Kerb 50)      |
| Simazin           |                |
| Terbuthylazin     |                |

### Asulam

Anerkendt og meget effektiv specialmiddel mod ørnebregne. Anvendes på få hundrede ha årligt. Faldet ved revurderingen i 1990, salg af midlet ophører pr. 1/4-1991.

Alternativ: Glyphosat.

### Atrazin

Hidtil skovbrugets mest anvendte herbicid, anvendes 1 til flere gange i stort set alle juletræs- og pyntegrøntkulturer samt lejlighedsvis i forbindelse med anlæg af vedproducerende træarter, såvel løv- som nål-.

Atrazin er revurderet i 1990 med den afgørelse, at eneste godkendelsesområde fremover er majs. Et meget stort forsøgs- og erfaringsmateriale for skovbruget er hermed overflødiggjort.

Alternativer: Simazin, terbuthylazin, Folar 460 SC (terbuthylazin + glyphosat) og propyzamid (i rene græssituationer). Samtlige alternative muligheder er forbundne med øgede omkostninger.

### Clopyralid

Anerkendt, meget effektivt og vigtigt specialmiddel mod tidsler, grå bynke og andre kurvblomstrede ukrudtsarter. Kan tankblandes med græshebicerer som Fusilade. Matrigon er revurderet pr. 20. juni 1990, og det godkendte anvendelsesområde omfatter en række land- og havebrugsafgrøder samt "arealer uden spise- eller foderafgrøder", d.v.s. at godkendelsen inkluderer skovkulturer.

En lang række vedplanter har vist sig hårdføre overfor clopyralid uanset udviklingsgraden på sprøjtetidspunktet. Der er ingen egentlige alternativer, når det gælder bredsprøjtning på optimalt sprøjtetidspunkt.

### Dalapon

Billigt og effektivt herbicid mod græsukrudtsarter som bølget bunke, mosebunke, fløjlsgræs og bjergrørhvene. Fortrinsvis anvendt til kulturforberedelse, da de fleste nåltræer er relativt følsomme. Udbredt anvendelse i bøgeselvforryngelser ved sprøjtning før udspring; i almindelighed dog mest effektivt ved efterårsudbringning.

Dalapon er faldet ved revurderingen i 1989 som følge af manglende dokumentationsmateriale.

Der findes adskillige alternativer, som dog er dyrere.

### Diuron

Specialmiddel mod triazin-resistente ukrudtsarter som canadisk bakkestjerne, kirtlet dueurt, alm. brandbæger og enårig rapgræs. Disse arter har siden 1983-1984 bredt sig voldsomt i de omhyggeligt atrazin-renholdte juletræskulturer. Bekæmper desuden mange frøukrudtsarter. Diuron (Karmex) er anerkendt til brug i bl. a. en række planteskolekulturer og etablerede plantninger af forskellige løvtræer og -buske samt rødgran, sitkagran, nordmannsgran m.fl., men ikke nobilis som er meget følsom.

Diuron er ikke færdigbehandlet ved revurderingen.

Karmex er et billigt supplerings- og specialherbicid, der kun i enkelte tilfælde har alternativer, der er økonomisk relevante.

### Fluazifop-butyl

Omfatter 2 formuleringer, 1) et emulsionskoncentrat, hvor aktivstoffet forekommer som 2 isomerer, hvoraf kun den ene har herbicideffekt (Fusilade og Defolan) og 2) en oprenset EW-formulering (fluazifop-p-butyl=Fusilade X-Tra). Herbicidet er så nyt, at det først kommer til revurdering i 1995. Godkendelsesområdet omfatter bl. a. vedplanter, d.v.s. at anvendelse i skovkulturer er lovlig. Fusilade-midlerne er anerkendt til bekæmpelse af kvik og flere andre græsser i alle slags løv- og nåletræskulturer. Herbicidet er meget skånsomt uanset træernes udspringsgrad, hvilket gør Fusilade værdifuldt i særlig herbicidfølsomme kulturer (nobilis og cypres f.eks.) og i situationer, hvor et græsproblem har været overset eller anden behandling har svigtet.

Alternative midler: Propyzamid, glyphosat og Folar 460 SC.

### Glyphosat

Der er 6 produkter på det danske marked, hvoraf kun Roundup er afprøvet og anerkendt til skovbrugsformål.

Glyphosat er færdigbehandlet ved revurderingen og godkendt indtil den 15. september 1998. Det godkendte anvendelsesområde omfatter skovkulturer.

Glyphosat er et meget effektivt og bredspektret herbicid, der egner sig bedst til kulturforberedende sprøjtning og til bekæmpelsesopgaver i anlagte kulturer ved afskærmet sprøjtning, da det kniber noget med de selektive egenskaber.

Glyphosat virker afgjort bedst ved sensommer- og efterårssprøjtning, men vil på dette tidspunkt skade nåletræer med uafmodnede årsskud. Anvendelse af Roundup i anlagte skovkulturer må generelt betegnes som en risikabel nødløsning, og visse træarter som nobilis tåler ikke bredsprøjtning uanset behandlingstidspunkt.

Alternative midler: Hexazinon, asulam (ørnebregne), clopyralid (kurvblomstrede arter) og hormonmidler (diverse tokimbladede ukrudtsarter).

### Hexazinon

Velpar L er et af skovbrugets vigtigste herbicider med meget bredt virkningsspektrum. Midlet er anerkendt og anvendes til "oprydning" i kulturer, hvor herbicidhårdføre resp. resistente ukrudtsarter er opformeret.

De vigtigste juletræs- og pyntegrøntræarter og specielt fyr tåler hexazinon i relevante doseringer, mens løvtræ, cypres og lærk er meget følsomme.

Hexazinon er endnu ikke færdigbehandlet ved revurderingen. En eventuel tilbagekaldelse af godkendelsen vil være et meget føleligt tab for skovbruget.



Det specielle anvendelsesmønster for hexazinon betyder, at det er vanskeligt at anvise egentlige alternativer. Brugbare nødløsninger i en række situationer kan være:

**Glyphosat:** De fleste græsser, halvgræsser, lysesiv, visse tokimbladede rodukruddarter og løvtræopvækst.

**Propyzamid:** Mange græsser

**Folar 460SC (terbuthylazin + glyphosat):** Græsser, halvgræsser og siv, men kun i ringe grad tokimbladet rodukruddt og løvtræopvækst.

**Tribenuron (Express 75DF):** Har i forsøg vist lovende effekt overfor hindbær og gederams m.fl.

### MCPA

Anvendes til bekæmpelse af agersnerle i juletræskulturer i august-september og lejlighedsvis mod tokimbladet rodukruddt (f. eks. agertidsel) og lysesiv i såvel løv- som nåletræskulturer om foråret før udspring.

MCPA-midlerne er revurderet i 1990, men kun en markedsført esterforbindelse (Herbatox M 500ES) er ansøgt og godkendt til anvendelse i skov. Desværre er dette middel mindre skånsomt overfor nåletræskulturer end saltformuleringerne.

### Mechlorprop

Har haft en beskeden anvendelse i skovbruget til bekæmpelse af stor nælde og burresnerre ved forårssprøjtning.

Revurderingen er afsluttet i 1990, og ingen mechlorprop-produkter er ansøgt og godkendt til anvendelse i skov. For et mindre antal praktikere vil midlets bortfald være et tab.

### Propyzamid

Kerb 50 er et anerkendt og effektivt græsherbicid. Det udmærker sig ved at være meget skånsomt overfor alle løvtræarter allerede kort efter plantning, mens nåletræer helst skal være rodfæstede før risikofri anvendelse kan finde sted, d.v.s. efter en vækstsæson.

Hovedanvendelsen i skovbrug er løvtræskulturer, herunder selvforyngelser af bøg samt juletræskulturer anlagt med ammetræer af el som er meget følsom overfor andre jordherbicer; Kerb 50 er dog egnet i alle græsbundne kulturer.

Propyzamid er ikke færdigbehandlet ved revurderingen.

Eneste alternative herbicid - skånsomheden taget i betragtning - er fluazifop-butyl.

### Simazin

I forhold til atrazins anvendelse i skovbruget har simazin hidtil været af underordnet betydning. Virkningsmønstret er nogenlunde ens; simazin er lidt mere skånsom end atrazin, men også svagere hvad angår ukrudtseffekt.

Ved revurderingen i 1990 er simazin bl. a. godkendt til anvendelse i skovbrug (pyntegrønt og juletræer) med op til 3 kg aktivt stof pr. ha det 1. år og derefter nedsat dosering. Midlet må kun anvendes om foråret indtil 15. maj og fremdeles ikke nærmere end 10 meter fra vandløb og søer.

Det godkendte doseringsniveau vil normalt ikke være tilstrækkeligt for varig ukrudtsbekæmpelse/-dæmpning, navnlig ikke på humusrige skovjorder; men som billig tankblandingspartner til andre jordherbicer (diuron, propryzamid, terbuthylazin) kan simazin i nogen grad fungere som en fremtidig afløser for atrazin.

### Terbuthylazin

Har - ligesom simazin - ikke spillet nogen rolle i forhold til atrazin, da virkningen på såvel ukrudt som kulturplanter er nogenlunde ens. Med hensyn til dosering gælder den "tommelfingerregel", at der skal bruges 1,5 gange så meget terbuthylazin som atrazin for at opnå samme ukrudtseffekt.

Revurderingen af terbutylazin er afsluttet i oktober 1990 med meget få restriktioner for skovbruget. Midlet må fortsat ikke udbringes nærmere end 10 m fra søer og vandløb.

Alt tyder på, at terbutylazin kan erstatte atrazin, men med et betydeligt øget omkostningsniveau, da såvel herbicidpris som nødvendig dosering er højere.

### **Nye herbicider**

Folar 460 SC er et kombineret ukrudtsmiddel bestående af 340 g terbuthylazin og 120 g glyphosat pr. liter. Midlet er efter 4 års afprøvninger pr. 1/1-1990 anerkendt til bekæmpelse af etableret græsukrudt, star-arter og lysesiv i kulturer af rødgran, sitkagran, nordmannsgran, eg og bøg, herunder selvforyngelser af bøg, med 4-5 liter pr. ha ved sprøjtning i april før træernes udspring.

Folar er revurderet pr. 20/11-90, og godkendelsesområdet omfatter skovkulturer.

Folar 460 SC er et effektivt middel, der kan erstatte atrazin, men er ikke så bredtvirkende som hexazinon, idet f. eks. hindbær og ung løvtræopvækst kun påvirkes svagt og kortvarigt. Folar blev præsenteret ved 7. Danske Planteværnskonference i 1990; det vil blive markedsført i 1991.

Tribenuron: Express 75 DF har været under afprøvning i skov- og læhegnskulturer i de seneste 2 år. Herbicidet tegner lovende med hensyn til bekæmpelse af en række tokimbladede, flerårige ukrudsarter som hindbær, stor nælde, gederams og kæmpebjørneklo.

Hvad angår kulturtræernes tolerance synes løvtræer at tåle Express ved sprøjtning før udspring, mens behandling senere på foråret medfører forbigående beskadigelser. Rødgran og nordmannsgran ser ud til at tolerere Express selv efter knopbrydning, mens forholdene er usikre for nobilis' vedkommende. Cypres skades voldsomt og går vækstmæssigt helt i stå efter sprøjtning med midlet.

En del forsøg er udført med Express i tankblanding med, eller som supplement til, græsherbicider. Forsøg til yderligere afklaring af Express' anvendelsesmuligheder forventes gennemført i år.

Express er godkendt indtil 1998. Anvendelse i skovkulturer vil kræve en udvidelse af godkendelsesområdet. Midlet blev udførligt omtalt ved 6. Danske Planteværnskonference i 1989.

### Status pr. januar 1991:

Undersøgelser af flere nye herbiciders anvendelsesmuligheder i skovbrug er påbegyndt. De foreliggende resultater er i flere tilfælde lovende, men endnu så få, at yderligere omtale bør vente.

Tabel 2. Skovbrugets herbicid-situation pr. januar 1991. Spørgsmålstegn betyder, at godkendelsen er uafklaret. Vigtige midler i fremtiden er markeret med fed skrift. *The state of herbicides for forestry use per January 1991. A question mark means no decision of reestimation. Expected importance for prospective use are marked with bold-faced types.*

- Clopyralid**
- ? **Diuron**
- Fluazifop-butyl
- Glyphosat**
- ? **Hexazinon**
- ? **Propyzamid**
- Simazin
- Terbuthylazin**
- Terbuthylazin + glyphosat = Folar 460 SC**
- ? Tribenuron

### **Konklusion**

Det fremgår af tabel 2, at enkelte herbicider er gledet væk, hvilket har medført visse ændringer for den fremtidige betydning af andre midler (alternativer). Endelig er situationen uafklaret i en del tilfælde, fordi revurderingsarbejdet har taget længere tid end forudset.

I skrivende stund er resultatet af revurderingen uden større problemer for skovbruget, men bortfalder diuron, hexazinon og propyzamid, vil situationen være meget problematisk for juletræs- og pyntegrøntdyrkningen, indtil fyldestgørende alternativer kan anvises.

### **Erkendtlighed**

For kritisk gennemsyn af manuskript takkes Sonja Graugaard og Ole Hansen, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse.

### **Litteratur**

Anon. (1990): Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler. Miljøstyrelsen

Anon. (1990): Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af ....  
Statens Planteavlssforsøg, Planteværnscentret.

- Madsen, K. (1990): Folar 460 SC - et nyt produkt med såvel kontakt som jordeffekt, til bekæmpelse af en- og tokimbladet ukrudt i læghegn, frugtplantager og skovkulturer. 7. Danske Planteværnskonference, Ukrudt. Statens Planteavlfsforsøg, Planteværnscentret, s. 97-106.
- Petersen, E. F. (1989): Express 75 DF, et 2. generations sulfonylurea til ukrudtsbekæmpelse i korn. 6. Danske Planteværnskonference, Ukrudt. Statens Planteavlfsforsøg, Planteværnscentret, s. 104-114.
- Rubow, T. & Hansen, O. (1989 og 1990): Resultater fra afprøvningen af herbicider og vækstreguleringsmidler, skovbrug. Statens Planteavlfsforsøg, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse.

## Nye virkstoffor til ukrudtsbekæmpelse

### *New active ingredient for weed control*

**Peder Elbæk Jensen**

**Per Rydahl Nielsen**

**Planteværnscentret**

**Flakkebjerg**

**4200 Slagelse**

#### *Summary*

*Institute of Weed Control has approved a number of herbicides, which are not marketed in default of approval yet. These potential herbicides are mentioned if they still are wanted approved and market.*

#### **Indledning**

Indenfor de seneste år er en del herbicider indeholdende nye virkstoffor blevet afprøvet og anerkendt til ukrudtsbekæmpelse. Mange af disse nye herbicider har endnu ikke opnået godkendelse i Miljøstyrelsen og kan derfor ikke markedsføres.

I dette indlæg nævnes de herbicider, der har følgende kvalifikationer:

- de har fået tildelt en anerkendelse
- de mangler en godkendelse
- de indeholder mindst 1 nyt virkstoffor
- firmaet skal stadig have intentioner om at søge midlet godkendt.

Alle de midler, der nævnes, er blevet præsenteret på en af de tidligere planteværnskonferencer af Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, mange af dem tillige af indehaveren. I dette indlæg nævnes derfor kun midlernes anerkendte muligheder uden den sædvanlige dokumentation.

#### **Bekæmpelse af kvik**

Indenfor området kvikbekæmpelse har 4 midler opnået anerkendelse. 3 af midlerne er til brug i 2 kimbladede kulturer, det vil sige midler af samme type som Fusilade og Fervin. Det fjerde middel er af samme type som Roundup, det vil sige til kvikbekæmpelse 10 dage før høst eller i stub på opgroet kvik. Dette middel findes i 2 formuleringer, men virkningsmæssigt er der ingen forskel. Midlerne er i øjeblikket anerkendt til følgende kulturer:

Agil i bederoer, vårraps og ært

Focus i bederoer, vårraps, rødsvingel og ært

Gallant i bederoer, raps, rødsvingel og kartoffel

FL 110 i korn og ært 10 dage før høst, samt i stub efter korn og ært

De nye midlers effekt overfor kvik er på højde med eller bedre end de midler jordbrugerne i dag har til rådighed, de er dog ikke så meget bedre, at kvikbekæmpelsen vil blive ændret væsentligt. Kan de nye midler godkendes får jordbrugeren flere strenge at spille på, og der opstår også en for brugerne mere gunstig markedssituation i form af firmakonkurrence om markedsandele.

Tabel 1. Virkstoffor i de nævnte anerkendte herbicider.

*Active ingredients in the mentioned approved herbicides.*

| Handelsnavn<br><i>Trade name</i> | Virkstof<br><i>Active ingredient</i>       |
|----------------------------------|--|
| Agil                             | Propaquizafob                              |
| Agonit                           | Orbencarb + Linuron                        |
| Assert                           | Imazamethabenz                             |
| Basta                            | Glufosinat                                 |
| CR 20804                         | Dimefuron + Benazolin                      |
| Dimefuron 50WP                   | Dimefuron                                  |
| DPX E8698 75DF                   | Thifensulfuron-Methyl + Metsulfuron Methyl |
| DPX R9674 75DF                   | Thifensulfuron + Tribenuron Methyl         |
| EK 189                           | Buminafos                                  |
| FL 110 nnnn                      | Sulfosate                                  |
| Focus                            | Cycloxydim                                 |
| Foxtril                          | Bifenox + Ioxynil og Mechlorprop           |
| Gallant 125E                     | Haloxifob-Ethoxyethyl                      |
| Harvade 25F                      | Dimethipin                                 |
| Kugar                            | Diflufenican + Isoproturon                 |
| Logran 20DF                      | Triasulfuron                               |
| Meteor                           | Bifenox + Isoproturon og Mechlorprop       |
| Puma S75                         | Fenoxaprop-P-Ethyl                         |

### Bekæmpelse af flyvehavre

I korn er 2 midler anerkendt til bekæmpelse af flyvehavre.

Assert i vårbyg, vår- og vinterhvede

Puma S75 i vinterhvede

Begge midler er yderst effektive imod flyvehavre.

### **Flyvehavre og spildkorn i vinterraps.**

De midler, der kan bekæmpe kvik og græsser i 2 kimbladede kulturer, kan normalt også bekæmpe spildkorn og flyvehavre. Dette ukrudtsproblem er mest aktuelt i vinterraps, her kan det til gengæld blive af ganske alvorlige dimensioner, hvis der ikke sættes ind med en bekæmpelse. Foreløbig er følgende nye midler anerkendt.

Focus i vinterraps mod spildkorn og flyvehavre  
Gallant i vinterraps mod spildkorn

Afprøvningsarbejdet er imidlertid næppe færdigt på dette område, og parallelt med afprøvningen har Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse igangsat en forsøgsserie med bekæmpelse af spildkorn af byg og rug i vinterraps.

### **Bekæmpelse af enårige græsser**

I vintersæd er interessen for at få midler afprøvet til bekæmpelse af enårige græsser stor, men da græsukrudt som regel kun forekommer med 1 art pr. lokalitet, er afprøvningen ofte kun rettet mod 1-2 arter. Dette gælder især for nye herbicider, som endnu ikke er blevet godkendt. Følgende nye midler er anerkendt til dette ukrudtsproblem:

Assert i vinterhvede mod vindaks  
Puma S75 i vinterhvede mod agerrævehale og vindaks  
Agonit i vintersæd mod enårig rapgræs og vindaks  
Kugar i vintersæd mod enårig rapgræs

Assert og Puma S75 har ingen effekt overfor 2 kimbladet ukrudt, begge midler har god effekt overfor vindaks og Puma er utrolig effektiv overfor agerrævehale. Disse to græsser volder store problemer på de arealer, hvor de findes. Udbredelsen er endnu ikke så stor i Danmark, men med øget dyrkning af vintersæd vil dette ukrudtsgræs formodentlig brede sig, som det er sket i andre europæiske lande. Der er ingen tvivl om, at især landmænd med agerrævehale i marken venter på godkendelse af Puma S75.

Gallant, som er omtalt under bekæmpelse af kvik og spildkorn, er det "nye" middel, der oftest spørges efter både af konsulenter og af jordbrugere. Det er midlets evne til at bekæmpe enårig rapgræs, der skaber denne interesse. Gallant har ingen anerkendelse til dette formål, det skyldes, at effekten varierer, og især at der er udført for få egentlige forsøg. Hvis midlet godkendes vil forsøg, formodentlig hurtigt kunne afsløre de forhold, som bevirker nedsat effekt overfor enårig rapgræs. I så fald får jordbruget løst en række problemer, som i øjeblikket kun kan løses delvist.

Agonit og Kugar indeholder begge et nyt og et kendt virkestof, se tabel 1. Begge midler bekæmper både 1 og 2 kimbladede ukrudtsarter.

### **Bekæmpelse af 2-kimbladede ukrudtsarter.**

Af det i danske marker forekommende ukrudt er de 2-kimbladede ukrudtsarter mest udbredt. Det er derfor heller ikke overraskende, at der er flest herbicider til afprøvning mod

2-kimbladede ukrudtsarter. For øjeblikket er de fleste nye midler af typen ikke godkendte men anerkendt til brug i vintersæd og vårsæd.

Agonit i vintersæd mod 1 og 2 kimbl.  
Kugar i vintersæd mod 1 og 2 kimbl.  
Meteor i vintersæd mod 1 og 2 kimbl.  
Foxtril i vintersæd og vårsæd mod 2 kimbl.  
DPX 8698 i vintersæd og vårsæd mod 2 kimbl.  
DPX 9694 i vintersæd og vårsæd mod 2 kimbl.  
Logran i vintersæd og vårsæd mod 2 kimbl.

Agonit og Kugar anvendes i vintersæd om efteråret, begge bekæmper såvel 1 og 2 kimbladet ukrudt. Kugar udmærker sig ved at bekæmpe mange 2 kimbladede ukrudtsarter og ved at gøre det ret så effektivt.

Meteor og Foxtril indeholder begge et nyt virkstoff, hvilket har givet midleren en effektforøgelse på indtil 20-30% især overfor de ukrudtsarter, der bekæmpes mindre effektivt med de kendte virkstoff i disse midler. Se tabel 1.

DPX 8648, DPX 9674 og Logran tilhører sulfonyleuregruppen og er, ligesom de kendte medlemmer af denne herbicidgruppe, højaktive midler, der er anerkendt med en normaldosering på 10-20 g/ha. Virkningsmæssigt er der tale om mindre forskelle i forhold til midler fra samme gruppe, der allerede har en godkendelse.

I vinterraps er Dimefuron og CR 20804 anerkendt til bekæmpelse af 2-kimbladede ukrudtsarter. Begge midler indeholder dimefuron, men CR 20804 er yderligere tilsat benazolin. Effekten er god overfor en række 2-kimbladede ukrudtsarter.

#### **Nedvisning**

Følgende midler er anerkendt, men endnu ikke godkendt til nedvisning.

Basta - kartofler, rødkløver, vinterraps og ærter  
EK 189 - kartofler og ærter  
FL 100 - vårraps og ærter  
Harvade - kartofler

De 4 midler er alle i stand til at nedvisne afgrøderne på det tidspunkt, som anerkendelsen lyder på, men ingen af midlerne er så hurtige som Reglone. FL 110 har den fordel, at en eventuel forekomst af kvik bekæmpes samtidig med nedvisningen.

#### **Konklusion**

De knap 20 midler, der er nævnt i dette indlæg, vil alle kunne give jordbrugeren flere og bedre muligheder for at foretage en præcis bekæmpelse af ukrudtsbestanden i sine marker. Enkelte af midlerne vil kunne løse nogle ukrudtsproblemer, som for tiden kun kan afhjælpes delvist.

Revurderingen har efterladt nogle manglende muligheder for at bekæmpe ukrudt, endnu



flere og større mangler vil måske følge. En del af disse mangler kan afhjælpes, hvis de nye midler kan godkendes.

#### **Sammendrag**

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse har anerkendt en del herbicider, der endnu ikke er markedsført på grund af manglende godkendelse. Disse potentielle herbicider nævnes, hvis de stadig søges godkendt og markedsført.



## Floraens artsdiversitet på danske sædskiftemarker *The diversity of the weed flora in Danish arable fields*

Christian Andreasen,  
Institut for Jordbrugsvidenskab,  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole,  
Thorvaldsensvej 40,  
DK-1871 Frederiksberg C.

### Summary

*From 1987 to 1989 a survey of the weed flora in 357 fields was carried out in nine agricultural crop types. In all crops relatively few weed species made up the main part of the total weed flora. The frequencies and the number of weed species varied substantially between fields. The number of weed species in spring sown crops was bigger than in other crop types, and the smallest number of weed species was found in clover grass. A total of 199 weed species was found. There is no reason to believe that the total number of weed species in Danish fields has decreased during the last 20 years.*

### Indledning

Den stigende interesse for kemisk bekæmpelse efter skadetærskler og alternative bekæmpelsesmetoder stiller stigende krav til jordbrugerhvervet. Disse udfordringer aktualiseres desuden af offentlighedens voksende skepsis over for jordbrugets kemiske bekæmpelsesmetoder og politikernes krav om nedtrapning af den kemiske bekæmpelses omfang. Et indgående kendskab til ukrudtsarternes morfologi, biologi og økologi, og herunder kendskab til ukrudtsfloraens sammensætning, er en nødvendig forudsætning for at kunne foretage en hensigtsmæssig ukrudtsbekæmpelse, der både tager hensyn til landmandens økonomi og til miljøet. I 1987 iværksatte Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL, en 3-årig landsdækkende undersøgelse af floraen i danske sædskiftemarker. Et af hovedformålene med undersøgelseerne var at tilvejebringe et landsdækkende situationsbillede af den danske markflora. Med baggrund i dette materiale vil markfloraens artsdiversitet blive belyst.

### Materialer og metoder

Floraundersøgelseerne blev foretaget i de 9 mest dyrkede landbrugsafgrøder (tabel 1) for at få det bedst mulige billede af den dominerende ukrudtsflora i Danmark. De 9 afgrødetyper udgjorde i 1987, 1988 og 1989 henholdsvis 82,4%, 81,4% og 78,4 % af det samlede dyrkede areal (Anonym, 1988; 1989; 1990). Undersøgelseerne blev begrænset til 9 afgrødetyper for at arternes hyppighed i de enkelte afgrøder kunne bestemmes mere sikkert, end hvis undersøgelseerne blev fordelt på mange afgrødetyper med få marker af hver. De undersøgte græsmarker var alle 2. års kløvergræsmarker. Kløvergræsmarker, der blev undersøgt i 1988, var således udlagt i 1986. Imidlertid udgør 2. års kløvergræsmarker kun en mindre del af det totale areal med græs og kløver i omdrift. Årsagen til, at netop 2. års kløvergræs blev

undersøgt, var ønsket om at få en flerårig afgrøde med i floraundersøgelsen.

Det blev tilstræbt at foretage undersøgelserne i marker, som var fordelt med den størst mulige geografiske spredning set i forhold til den pågældende afgrødes dyrkningsmæssige betydning i de enkelte amter. En kortoversigt over markernes placering i landet findes hos Andreasen (1990).

For at få et udtryk for den potentielle forekomst af ukrudtsarter blev analyserne udført i områder eller parceller i marken, hvor der ikke var foretaget ukrudtsbekæmpelse i analyseåret. De usprøjtede arealer var typisk lagt 4 tilfældige steder i marken og havde ofte en størrelse på 4 x 12 m svarende til en typisk sprøjteboms bredde, men størrelsen af parcellerne varierede noget. De ubehandlede arealer blev aldrig placeret i forageren, da denne ofte er atypisk for marken som helhed. Det var forskellige marker, der blev undersøgt hvert år.

### Botaniske undersøgelser

De botaniske analyser blev udført 2 gange i vækstsæsonen i hver afgrøde, med undtagelse af kløvergræs som kun blev analyseret en gang i juni. For forårssåede afgrøder blev første analyse foretaget i maj/juni og anden analyse i juli inden høst. For rapsens vedkommende blev anden analyse foretaget efter skårlægning i august, fordi det er vanskeligt at færdes i rapsmarker i juli måned. Vintersæden blev analyseret første gang i november og anden gang inden høst i juli.

De botaniske analyser blev foretaget ved hjælp af Raunkjær's analyseteknik (Raunkjær, 1934). Inden for hver mark blev 10 cirkulære prøveflader af 0,1 m<sup>2</sup> analyseret. I hver analyseflade registreredes hvilke arter, der var tilstede, men antallet af individer blev ikke registreret. Ud fra artsregistreringen i de 10 prøveflader fra hver mark kan man beregne et udtryk for den enkelte arts hyppighed i de forskellige afgrødetyper (Andreasen, 1989, 1990). Dette udtryk betegnes frekvens. **Frekvensen er defineret som sandsynligheden for at finde en bestemt art i en prøveflade udtrykt i procent.**

Efter at en marks flora var blevet analyseret ved hjælp af Raunkjær's analysemetode, blev arter, som ikke forekom i analysefladerne, men observeret i marken, registreret for at få et indtryk af markernes generelle artsrigdom udtrykt ved arternes konstans. Dog blev der ikke foretaget registreringer i forageren. **En arts konstans er defineret som det procentvise antal marker, hvor en art er blevet registreret.** De botaniske analysemetoders fordele og mangler er diskuteret hos Andreasen (1990). Konstans og frekvensværdierne ligger til grund for optællingen af antal arter.

Tabel 1. Undersøgte marker.  
*Analysed fields.*

|  | 1987<br>Forår<br><i>Spring</i> | 1987<br>Sommer<br><i>Summer</i> | 1987<br>Efterår<br><i>Autumn</i> | 1988<br>Forår<br><i>Spring</i> | 1988<br>Sommer<br><i>Summer</i> | 1988<br>Efterår<br><i>Autumn</i> | 1989<br>Forår<br><i>Spring</i> | 1989<br>Sommer<br><i>Summer</i> |
|--|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Fabriksroer<br>( <i>Sugar beets</i> )        | 16                             | 15                              | -                                | 17                             | 15                              | -                                | 14                             | 14                              |
| Fodersukkerroer<br>( <i>Fodder beets</i> )   | 10                             | 9                               | -                                | 13                             | 11                              | -                                | 17                             | 15                              |
| Ærter<br>( <i>Peas</i> )                     | 14                             | 13                              | -                                | 15                             | 15                              | -                                | 14                             | 14                              |
| Vårraps<br>( <i>Rape</i> )                   | 15                             | 15                              | -                                | 15                             | 15                              | -                                | 15                             | 15                              |
| Vårbyg<br>( <i>Spring barley</i> )           | 12                             | 14                              | -                                | 16                             | 16                              | -                                | 16                             | 15                              |
| 2. års kløvergræs<br>( <i>Clover grass</i> ) | 14                             | -                               | -                                | 14                             | -                               | -                                | 16                             | -                               |
| Vinterbyg<br>( <i>Winter barley</i> )        | -                              | -                               | 14                               | -                              | 15                              | 23                               | -                              | 20                              |
| Vinterhvede<br>( <i>Winter wheat</i> )       | -                              | -                               | 18                               | -                              | 18                              | 23                               | -                              | 24                              |
| Rug<br>( <i>Winter rye</i> )                 | -                              | -                               | 22                               | -                              | 19                              | 20                               | -                              | 19                              |
| Total  | 81                             | 66                              | 54                               | 90                             | 124                             | 66                               | 92                             | 136                             |

### Resultater og diskussion

Ukrudtsfloraen i de undersøgte afgrøder var domineret af relativt få arter, som forekom i næsten alle afgrødetyper med relativt høje frekvenser (frekvenser omkring 10). Af disse kan nævnes i alfabetisk rækkefølge: Alm. Fuglegræs (*Stellaria media*), Alm. Kvik (*Elytrigia repens*), Ager-Stedmoderblomst (*Viola arvensis*), Enårig Rapgræs (*Poa annua*), Fersken-Pileurt (*Polygonum persicaria*), Hvidmelet Gåsefod (*Chenopodium album*), Hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*), Mark-Forglemmigej (*Myosotis arvensis*), Skive-Kamille (*Chamomilla suaveolens*), Snerle-Pileurt (*Polygonum convolvulus*), Storkronet Ærenpris (*Veronica persica*) og Vej-Pileurt (*Polygonum aviculare*) (tabel 2). En fuldstændig liste over de fundne arter findes hos Andreasen (1990).

Skønt ovennævnte arter dominerer ukrudtsfloraen på de fleste marker, optræder de dog med signifikant forskellig hyppighed i de undersøgte afgrøder. F.eks. forekommer de fleste arter med betydeligt højere frekvens i fodersukkerroer end i fabriksroer (tabel 2).

Ukrudtsfloraens artssammensætning i afgrøderne var forskellig. Ukrudtsfloraen i afgrøder med samme livsvarighed havde visse fælles træk, blandt andet fordi ukrudtsarternes livsvarighed er af betydning for deres evne til at etablere sig og til at konkurrere med afgrøden.

Figur 1 og 2 viser den beregnede akkumulerede frekvenssum efter faldende hyppighed i procent af den totale frekvenssum for afgrøderne vårbyg og vårraps. Beregningerne er baseret på analyserne i juli/august. Lignende undersøgelser for de øvrige undersøgte enårige afgrødetyper viser tilsvarende kurveforløb, men de ligger dog mellem kurverne for vårbyg og vårraps (Andreasen, 1990). Figurerne giver et tydeligt billede af, at det er forholdsvis få arter, der udgør størstedelen af ukrudtsfloraen. F.eks. udgjorde ca. 5 arter 50 % og ca. 15 arter 75 % af den samlede ukrudtsflora i samtlige enårige afgrødetyper.

Langt de fleste arter synes således ikke at være videre udbredte og udgør ikke noget ukrudtsproblem for landmanden. Arternes hyppighed kan dog ikke anvendes som mål for arternes skadevirkning, idet få kraftigt udviklede planter pr.  $m^2$  kan forårsage større ulemper for landmanden i form af udbytтетab, høstbesvær, tørringsomkostninger etc. end mange ganske små uanselige planter pr.  $m^2$ . Ligeledes kan en art med ringe forekomst i en mark på længere sigt give alvorlige ukrudtproblemer, hvis arten får mulighed for at producere store mængder frø.

Selv mindre hyppige arter som f.eks. Småblomstret Gulurt (*Amsinckia micrantha*) og Fliget Brøndsel (*Bidens tripartita*) kan lokalt medføre alvorlige økonomiske tab.

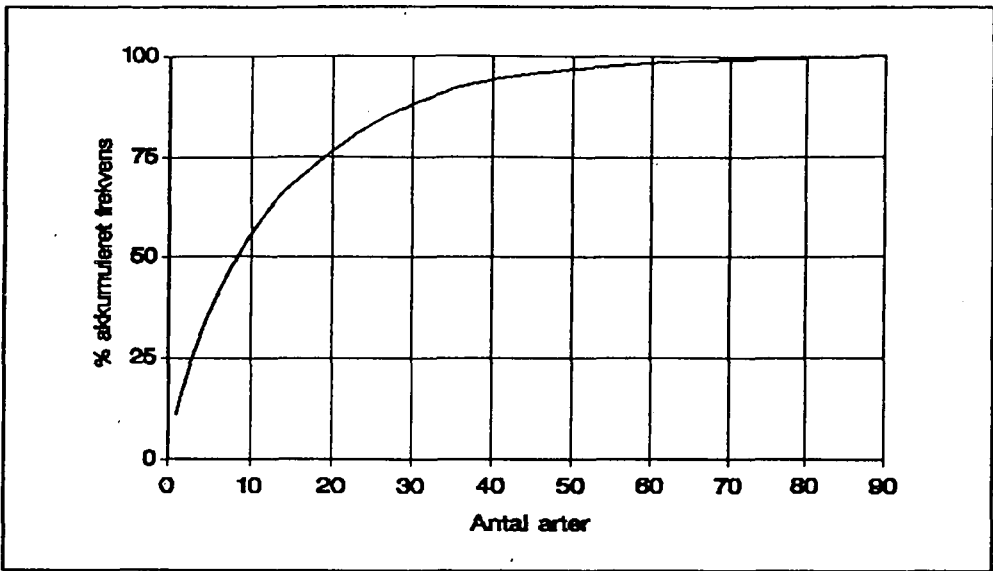
Tabel 3 viser det gennemsnitlige antal arter pr. mark i de 9 afgrødetyper. For samtlige enårige afgrødetyper bygger optællingen på 2 analysetidspunkter i hver mark. For kløvergræsmarkernes vedkommende er der kun foretaget en registrering, da der ikke kunne forventes væsentlige floraændringer i denne afgrøde fra juni til juli.

95%-konfidensintervallerne viser en meget stor variation i artsantallet inden for den enkelte afgrødetype. Medianværdien, som udtrykker, at 50 % af observationerne er større og 50% af observationerne er mindre end denne værdi, ligger for alle afgrødetyper tæt på gennemsnitsværdien, hvilket indikerer, at artsantallet er tilnærmelsesvis normaltfordelt for den enkelte afgrødetype.

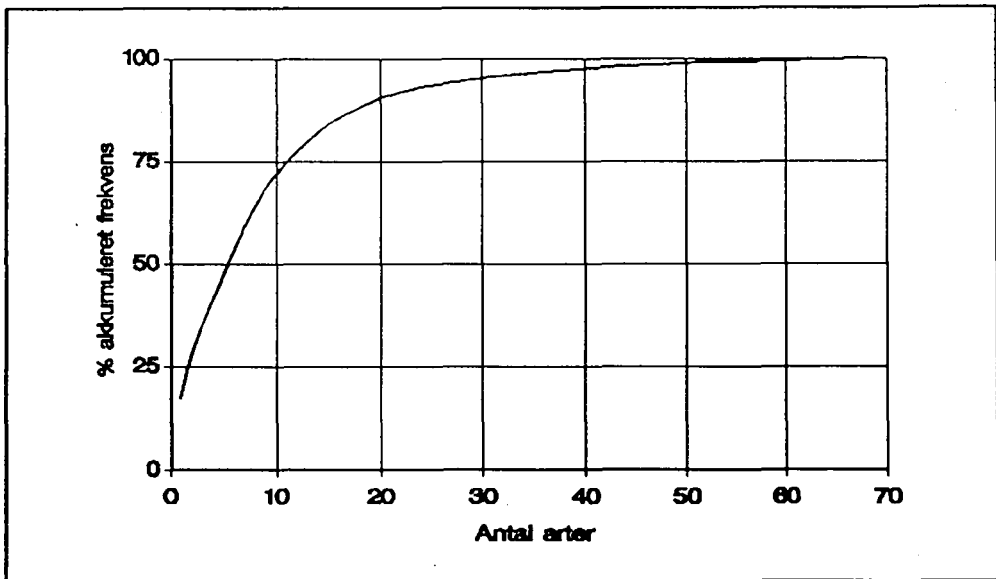
Tabellen viser, hvor mange forskellige arter man kan forvente at finde på en mark, når forageren lades ude af betragtning. Hvis undersøgelse også havde inkluderet forageren, var artsantallet sandsynligvis blevet betydeligt højere, idet frø og rodskud fra typiske grøfttekantsplanter ofte optræder i mindre målestok her (Sepstrup, 1974).

De forårssåede marker er de mest artsrige, og af disse giver især roer, der dækker jorden sent i vækstsæsonen, og ærter, der dækker jordoverfladen dårlig, etableringsmuligheder for det største antal arter.

Det gennemsnitlige artsantal for kløvergræsmarker er 10,3 og dermed signifikant lavere end i de øvrige afgrøder. Der foretages normalt ikke ukrudtsbekæmpelse i 2. års kløvergræsmarker, hvilket heller ikke var tilfældet for de undersøgte marker.



Figur 1. Den akkumulerede frekvenssum efter faldende frekvens i procent af total frekvenssum for vårbyg.  
*The accumulated sum of frequencies sorted after decreasing frequencies expressed in per cent of the total sum of frequencies in spring barley.*



Figur 2. Den akkumulerede frekvenssum efter faldende frekvens i procent af total frekvenssum for vårraps.  
*The accumulated sum of frequencies sorted after decreasing frequencies expressed in per cent of the total sum of frequencies in spring rape.*

Tabel 2. De 15 hyppigste arters/artsgrupperes frekvens i 9 afgrødetyper i maj/juni.  
*The frequency of 15 most common weed species/groups in nine crop types in May/June.*

| Frek. Fabriksroer<br>Freq. Sugar beets  | Frek. Fodersukkerroer<br>Freq. Fodder beets                                 | Frek. Ærter<br>Freq. Peas   |
|---|---|---|
| 37,7 Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )                        | 68,0 Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )                      | 56,5 Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                             |
| 33,6 Alm. Fuglegræs<br><i>Stellaria Media</i> )                               | 61,8 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                 | 42,1 Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )                        |
| 29,4 Alm./Ager-Stedmoderblomst<br><i>Viola tricolor/arvensis</i> )            | 48,0 Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                           | 39,5 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                   |
| 23,8 Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                   | 45,5 Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> )        | 37,0 Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor tricolor/arvensis</i> ) |
| 23,8 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                                | 28,3 Snerle-Pileurt<br>( <i>Polygonum convolvulus</i> )                     | 32,1 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                                |
| 22,3 Snerle-Pileurt<br>( <i>Polygonum convolvulus</i> )                       | 26,3 Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                       | 27,7 Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                   |
| 13,0 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                   | 24,8 Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                          | 24,0 Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                            |
| 11,1 Alm. Kvik<br>( <i>Elytrigia repens</i> )                                 | 23,8 Alm. Kvik<br>( <i>Elytrigia repens</i> )                               | 21,6 Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla spp.</i> )              |
| 10,4 Tidsel spp.<br>( <i>Carduus/Cirsium spp.</i> )                           | 22,8 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                              | 19,8 Snerle-Pileurt<br>( <i>Polygonum convolvulus</i> )                       |
| 8,7 Fersken-Pileurt<br>( <i>Polygonum persicaria</i> )                        | 20,3 Fersken-Pileurt<br>( <i>Polygonum persicaria</i> )                     | 19,1 Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )                        |
| 8,7 Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                             | 20,0 Liden Nælde<br>( <i>Urtica urens</i> )                                 | 19,1 Kål/Raps spp.<br>( <i>Brassica spp.</i> )                                |
| 7,7 Hvid-Kløver<br>( <i>Trifolium repens</i> )                                | 19,8 Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla spp.</i> )            | 18,6 Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                         |
| 7,5 Sort Natskygge<br>( <i>Solanum nigrum</i> )                               | 16,5 Storkronet/Flerfarvet Ærenpris<br>( <i>Veronica persica/agrestis</i> ) | 16,0 Alm. Kvik<br>( <i>Elytrigia repens</i> )                                 |
| 7,2 Rød Arve<br>( <i>Anagallis arvensis spp. arvensis</i> )                   | 15,5 Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                 | 11,4 Lugtløs Kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )                  |
| 6,8 Ager-Sennep<br>( <i>Sinapis arvensis</i> )                                | 15,3 Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )                      | 12,7 Skive-Kamille<br>( <i>Chamomilla suaveolens</i> )                        |
| 6,8 Burre-Snerre<br>( <i>Galium aparine</i> )                                 |   |   |
| <b>Frek. Vårbyg<br/>Freq. Spring barley</b>                                   | <b>Frek. Vårrops<br/>Freq. Spring rape</b>                                  | <b>Frek. 2. års kløvergræs<br/>Freq. clover grass</b>                         |
| 50,2 Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                             | 52,7 Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                           | 46,8 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                   |
| 38,9 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                   | 44,9 Enårig Rapgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                 | 29,1 Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                             |
| 37,5 Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor tricolor/arvensis</i> ) | 38,2 Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )                      | 18,0 Mælkebøtte spp.<br>( <i>Taraxacum spp.</i> )                             |
| 37,3 Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )                        | 30,0 Alm./Ager-Stedmoder<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> )              | 11,1 Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                         |
| 24,3 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                                | 22,4 Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )                      | 10,0 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                                |
| 23,4 Snerle-Pileurt<br>( <i>Polygonum convolvulus</i> )                       | 22,0 Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                              | 7,3 Glat Vejbred<br>( <i>Plantago major</i> )                                 |
| 22,5 Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                   | 20,4 Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla</i> )                 | 6,1 Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                             |



Tabel 2 fortsat

|      |  |      |  |     |   |
|------|--|------|--|-----|---|
| 21,6 | Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla spp.</i> )  | 20,2 | Storkr./Fl.farvet Ærenpris<br>( <i>Veronica persica/agrestis</i> ) | 5,0 | Lugtløs Kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )         |
| 20,0 | Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )            | 19,6 | Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                      | 4,5 | Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> ) |
| 19,1 | Kål/Raps spp.<br>( <i>Brassica spp.</i> )                    | 17,1 | Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                   | 2,9 | Lav Ranunkel<br>( <i>Ranunculus repens</i> )                    |
| 17,0 | Bleg Pileurt<br>( <i>Polygonum lapathif. ssp. pallidum</i> ) | 16,2 | Snele-Pileurt<br>( <i>Polygonum convolvulus</i> )                  | 2,5 | Storkronet Ærenpris<br>( <i>Veronica persica</i> )              |
| 17,0 | Fersken-Pileurt<br>( <i>Polygonum persicaria</i> )           | 15,6 | Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                             | 2,5 | Skive-Kamille<br>( <i>Chamomilla suaveolens</i> )               |
| 16,6 | Vej-Pileurt<br>( <i>Polygonum aviculare</i> )                | 13,1 | Lugtløs Kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )            | 1,8 | Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola arvensis</i> )               |
| 15,7 | Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )             | 11,8 | Alm. Kvik<br>( <i>Elytrigia repens</i> )                           | 1,6 | Alm. Kvik<br>( <i>Elytrigia repens</i> )                        |
| 10,0 | Hanekro spp.<br>( <i>Galeopsis spp.</i> )                    | 10,9 | Fersken-Pileurt<br>( <i>Polygonum persicaria</i> )                 | 1,6 | Hvidmelet Gåsefod<br>( <i>Chenopodium album</i> )               |

| Frek. | Vinterbyg  | Frek. | Vinterhvede  | Frek. | Vinterrug   |
|-------|--|-------|--|-------|---|
| Freq. | Winter barley  | Freq. | Winter barley  | Freq. | Winter rye  |
| 59,5  | Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                           | 52,4  | Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                           | 63,3  | Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> ) |
| 40,5  | Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> )        | 38,8  | Alm./Ager-Stedmoderblomst<br>( <i>Viola tricolor/arvensis</i> )        | 40,7  | Alm. Fuglegræs<br>( <i>Stellaria media</i> )                    |
| 37,0  | Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                              | 35,1  | Kål/Raps spp.<br>( <i>Brassica spp.</i> )                              | 31,7  | Mark-Ærenpris<br>( <i>Veronica arvensis</i> )                   |
| 33,0  | Kål/Raps spp.<br>( <i>Brassica spp.</i> )                              | 28,5  | Ærenpris spp.<br>( <i>Veronica spp.</i> )                              | 20,2  | Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                |
| 30,0  | Storkronet/Flerfarvet Ærenpris<br>( <i>Veronica persica/agrestis</i> ) | 25,4  | Enårig Rappgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                | 18,8  | Kål/Raps<br>( <i>brassica spp.</i> )                            |
| 28,6  | Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla spp.</i> )            | 23,9  | Storkronet/Flerfarvet Ærenpris<br>( <i>Veronica persica/agrestis</i> ) | 18,3  | Ærenpris<br>( <i>Veronica spp.</i> )                            |
| 22,4  | Enårig Rappgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                                | 18,0  | Mark-Ærenpris<br>( <i>Veronica arvensis</i> )                          | 16,1  | Ubestemmelig græskim<br>( <i>Poaceae (Gramineae) spp.</i> )     |
| 20,5  | Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                       | 18,0  | Ubestemmelig græskim<br>( <i>Poaceae (Gramineae)</i> )                 | 11,9  | Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla</i> )          |
| 17,8  | Skive-Kamille<br>( <i>Chamomilla suaveolens</i> )                      | 17,8  | Kamille spp.<br>( <i>Tripleurospermum/Chamomilla spp.</i> )            | 10,2  | Lugtløs kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )         |
| 17,6  | Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                 | 16,1  | Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )                      | 9,3   | Enårig Rappgræs<br>( <i>Poa annua</i> )                         |
| 17,0  | Ubestemmelig græskim<br>( <i>Poaceae (Gramineae) spp.</i> )            | 13,7  | Hyrdetaske<br>( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )                       | 9,0   | Mark-Ærenpris<br>( <i>Veronica arvensis</i> )                   |
| 15,1  | Mark-Forglemmigej<br>( <i>Myosotis arvensis</i> )                      | 12,2  | Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                                 | 8,6   | Glat Vejbred<br>( <i>Plantago major</i> )                       |
| 13,8  | Lugtløs Kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )                | 10,4  | Lugtløs Kamille<br>( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )                | 7,1   | Alm. Dværgløvfod<br>( <i>Aphanes arvensis</i> )                 |
| 11,4  | Mark-Ærenpris<br>( <i>Veronica arvensis</i> )                          | 9,8   | Skive-Kamille<br>( <i>Chamomilla suaveolens</i> )                      | 6,9   | Alm. Spergel<br>( <i>Spergulus arvensis</i> )                   |
| 9,5   | Alm. Hvede<br>( <i>Triticum aestivum</i> )                             | 9,0   | Alm. Ært<br>( <i>Pisum sativum</i> )                                   | 5,5   | Tvetand spp.<br>( <i>Lamium spp.</i> )                          |

Tabel 3.

Antallet af arter pr. mark i 9 afgrødetyper. Antallet af arter i afgrøder med samme bogstav (x,y,z,v,q) var ikke signifikant forskellig.

*Number of species per field in 9 crop types. The number of weed species in crops with the same letter (x,y,z,v,q) were not significantly different.*

| Afgrødetype                                     | Antal marker            | Gennemsnitlig antal arter     | 95% konfidensintervaller        | Median        | Parvis t-test           |
|---|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| <i>Crop type</i>                                | <i>Number of fields</i> | <i>Mean number of species</i> | <i>95% confidence intervals</i> | <i>Median</i> | <i>t-test crop type</i> |
| 1. Fabriksroer<br>( <i>Sugar beets</i> )        | 44                      | 27,8                          | [17,7; 39,7]                    | 26            | x y z . .               |
| 2. Fodersukkerroer<br>( <i>Fodder beets</i> )   | 34                      | 30,5                          | [19,2; 41,9]                    | 30            | . y . . .               |
| 3. Ærter<br>( <i>Peas</i> )                     | 41                      | 28,8                          | [15,5; 42,3]                    | 27            | x y z . .               |
| 4. Vårraps<br>( <i>Rape</i> )                   | 45                      | 26,0                          | [17,3; 34,8]                    | 25            | x . . v .               |
| 5. Vårbyg<br>( <i>Spring barley</i> )           | 43                      | 25,1                          | [14,2; 36,0]                    | 24            | . . . v .               |
| 6. 2. års kløvergræs<br>( <i>Clover grass</i> ) | 44                      | 10,3                          | [ 3,1; 17,4]                    | 10            | . . . . .               |
| 7. Vinterbyg<br>( <i>Winter barley</i> )        | 29                      | 20,1                          | [ 8,9; 31,3]                    | 29            | . . . . q               |
| 8. Vinterhvede<br>( <i>Winter wheat</i> )       | 39                      | 21,5                          | [12,0; 30,9]                    | 22            | . . . . q               |
| 9. Rug<br>( <i>Winter rye</i> )                 | 34                      | 22,4                          | [10,4; 34,5]                    | 22            | . . . . q               |

Det bemærkelsesværdigt lave artsantal i 2. års kløvergræsmarkerne, opstår på grund af afgrødens hurtige og kraftige vækst, som giver afgrøden en stor konkurrenceevne, når den tilføres kvælstofgødning. Kløvergræsmerkernes vilde flora er derfor domineret af arter som Enårig Rappgræs (*Poa annua*) og Alm. Fuglegræs (*Stellaria media*), der har ringe spirehvile og hurtigt kan etablere sig, når der opstår bare pletter i marken pga. gødningsklatter og slid fra kreaturer og maskiner. Derudover er floraen domineret af de flerårige Mælkebøttearter (*Taraxacum ssp.*), som er begunstiget af den manglende afgrøderotation.

Der er ikke signifikant forskel på artsantallet i vintersædsafgrøder, men artsantallet er

betydeligt lavere end i de forårsåede afgrødetyper. Vintersædens tidlige vækst om foråret og dermed gode skyggeevne, betyder at sommerannuelle plantearter kan have vanskeligt ved at fremspire og etablere sig i disse afgrøder.

Vintersædens flora adskiller sig fra de øvrige afgrøder ved at indeholde typiske vinterannuelle arter som Vindaks (*Apera spica-venti*) og Ager-Rævehale (*Alopecurus myosuroides*). Ligeledes er Mark-Ærenpris (*Veronica arvensis*) særlig knyttet til vintersæden, især til rug.

I juli måned var antallet af arter henholdsvis 88, 65 og 48 i frekvenscirklerne i de 38 rugmarker, 42 hvedemarker og 35 vinterbygmarker. Det relativt store artsspektrum, der blev observeret i rug sammenlignet med de 2 andre afgrøder hænger øjensynlig sammen med, at rug ofte dyrkes på mere sandede og næringsfattige jorde end i de 2 andre afgrøder. Ager-Stedmoderblomst (*Viola arvensis*) som favoriseres af faldende lerindhold (Andreasen *et al.*, 1991) er da også mest udbredt i rugmarker. Af andre arter, der er knyttet til sandede og næringsfattige jorde, og som forekommer i rug, men hverken i hvede eller vinterbyg, kan nævnes Rødknæ (*Rumex acetosella*), Enårig Knavel (*Scleranthus annuus ssp. annuus*) og Liden Fuglekro (*Omithopus perpusillus*).

Når afgrøden vokser optimalt vil færre arter være istand til at fremspire og konkurrere med afgrøden, hvilket resulterer i en artsfattigere afgrøde. Omvendt vil flere arter få mulighed for at etablere sig, når vækstbetingelserne for afgrøden ikke er optimale, og her iblandt især arter, der favoriseres af de lokale edafiske og klimatiske forhold.

Det totale antal fundne arter i de enkelte afgrødetyper er afhængig af følgende forhold ved den enkelte analyserede mark:

- Markens forhistorie (kulturtekniske foranstaltninger, sædskifte, gødningstilførsel etc.).
- Markens homogenitet (jordbundsforhold, fugtighedsforhold, topografi ect.).
- Den tid der anvendes på at undersøge hele marken.

Endvidere vil antallet af observerede ukrudtsarter i en enkelt afgrødetype være afhængig af, hvor forskelligartet de edafiske og klimatiske forhold har været i de undersøgte marker, samt hvor mange marker der er blevet undersøgt af den enkelte afgrødetype. Optælling af det totale antal fundne arter pr. afgrødetype giver derfor ikke et entydigt billede af den potentielle artsdiversitet i afgrøderne. Man kan derfor ikke konkludere, at man ved at forøge dyrkningen af rug på bekostning af hvede og vinterbyg ville opnå en større artsdiversitet på landbrugsarealer.

Der blev ialt fundet 199 forskellige arter i de 357 undersøgte marker. Til sammenligning blev der i en tilsvarende undersøgelse fra 1960'erne fundet 207 ukrudtsarter i 466 marker fordelt på 19 forskellige landbrugsafgrøder (Streibig, 1979). Begge undersøgelser viser en tydelig sammenhæng mellem afgrødetype og ukrudtsflora. F.eks. forekommer de flerårige arter primært i de flerårige afgrødetyper. Man må derfor formode, at antallet af arter ville være blevet endnu større end 199, hvis de 357 marker havde været fordelt på 19 frem for 9 afgrødetyper.

Der er således ikke noget der tyder på, at det samlede antal af arter på konventionelt dyrkede landbrugsarealer er gået tilbage siden tresserne.

19 af de ialt 199 forskellige arter var kulturplanter, som anvendes på konventionelle landbrugsejendomme. Deres forekomst kan derfor ofte tilskrives sædskiftet, idet planterne som regel stammer fra spildkorn, spildfrø eller dårligt nedpløjede tuer eller roddele af tidligere dyrkede afgrøder.

I enkelte af de undersøgte marker optrådte nogle af Danmarks relativt sjældne plantearter, som Blank Ærenpris (*Veronica polita*), Hanespore (*Echinochloa crus galli*), *Fumaria capreolata* (Jordrøgart), Rundskulpe (*Glyceria declinata*). Blank Ærenpris (*Veronica polita*) blev fundet på Lolland, hvor den iflg. Hansen (1981) ikke kan betragtes som sjælden. Med undtagelse af Hanespore (*Echinochloa crus galli*), som visse steder i landet f.eks. Odsherred volder vanskeligheder i majsmarker, må de øvrige relativt sjældne arter betragtes som kuriositeter, som næppe vil få nogen betydning som ukrudtsarter.

### Sammendrag

fra 1987 til 1989 blev der foretaget undersøgelser af markfloraen i 357 sædskiftemarker fordelt på de 9 mest dyrkede afgrøder. Undersøgelserne viste, at relativt få arter udgjorde langt hovedparten af ukrudtsfloraen i samtlige afgrøder. Der var en meget stor variation m.h.t. arternes hyppighed og antallet af forekommende arter i markerne. Gennemsnitlig var de forårssåede afgrøder de mest artsrige, mens der forekom færrest arter i 2. års kløvergræsmarker. Der blev ialt fundet 199 arter i de 9 afgrødetyper, hvilket ikke giver anledning til at antage, at det samlede artsantal på konventionelt dyrkede marker er gået tilbage siden 60'erne.

### Afsluttende bemærkninger

Jeg vil gerne takke Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd for finansiell støtte, samt landskonsulent Hans Kristensen og de mange planteavlskonsulenter og landmænd der har været behjælpelig med at anvise marker m.v.

### Litteratur

- Andreasen Chr. (1989): Statistisk behandling af Raunkjær-analyser. *Nordisk Plantevæmskonference 1989*. Statens Planteavlsvforsøg, s. 389-398.
- Andreasen Chr. (1990): Ukrudtsarternes forekomst på danske sædskiftemarker. Licentiatafhandling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, juli 1990. 125 sider.
- Andreasen Chr., J.C. Streibig & H. Haas (1991): Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*. (under trykning).
- Anonym (1988): *Landbrugsstatistik 1987*. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 122.
- Anonym (1989): *Landbrugsstatistik 1988*. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 86.
- Anonym (1990): *Landbrugsstatistik 1989*. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 106.

Hansen K. (ed.)(1981): *Dansk feltflora*. Gyldendal, København. 757 sider.

Mikkelsen, V.M. & F. Laursen (1966): Markkrudd i Danmark omkring 1960. *Botanisk Tidsskrift*, 62: 1-26.

Raunkjær, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plants Geography*. Clarendon Press, Oxford.

Sepstrup, P. (1974): *Markvegetationens sammensætning; økologi og spredningsevne*. Licentiaafhandling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 102 sider.

Streibig, J.C. (1979a): Numerical methods illustrating the phytosociology of crops in relation to weed flora. *Journal of Applied Ecology*, 16: 577-587.



**Forekomsten af Alm. Kvik (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) i roer, ærter og vårraps, 1990.**

*Occurrence of Couch (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) in beets, peas and spring rape, 1990.*

Lene K. Tvedegaard, Christian Andreasen & Jens C. Streibig,  
Institut for Jordbrugsvidenskab,  
Den Kgl. Vet.- og Landbohøjskole,  
Thorvaldsensvej 40,  
DK 1871 Frederiksberg C.

**Summary**

*An estimated 13% of all herbicides in Denmark are used to control couch, one of the most troublesome weeds in several Danish crops. In a nation wide survey, the density of couch in 25 randomly distributed sample plots of 0.1 m<sup>2</sup> was recorded in 300 fields with peas, spring rape or beets. A grand mean of 6.7 and a median of 2.8 shoots/m<sup>2</sup> were found. The data were analysed with an analysis of variance and with logistic regression with adjustment for over-dispersion. The classification variables were region, farm type, crop type, previous crop, soil type and couch control method in 1989.*

*Jutland had a higher infestation of couch than had the Danish isles, which could be due to higher rainfall in Jutland and different crop rotation systems. Pig farms had a lower infestation than farms with dairy cattle and farms based primarily on crop production. Soil type, control method in 1989 and crop type had no significant effect on couch infestation. Half of the beet fields, either grown for sugar or fodder production, was infested above a threshold of 2 shoots/m<sup>2</sup>.*

**Indledning**

Alm. Kvik (*Elytrigia repens*) er en af de mest udbredte og tabsgivende ukrudtsarter i Danmark. Det samlede forbrug af herbicider i Danmark udgjorde i 1989 ca. 4.275 tons virksomt stof, hvor af cirka 13% blev anvendt til bekæmpelse af Alm. Kvik (*E. repens*) (Anonym, 1990a). Kendskab til denne ukrudtsarts udbredelse, samt til de faktorer, der har indflydelse på artens forekomst, er en forudsætning for udvikling af effektive bekæmpelsesstrategier.

I foråret 1990 blev der udført en omfattende undersøgelse af Alm. Kvik (*E. repens*) udbredelse i Danmark. To af undersøgelsens hovedformål var:

- at undersøge forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) i afgrøderne fabriksroer, fodersukkerroer, ærter og vårraps.
- at undersøge om der var forskel på forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem landsdele, jordbundstyper, forfrugter, anvendte bekæmpelsesmetoder i 1989, afgrøder samt bedriftstyper.

### Metode

Forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) i de fire afgrøder blev undersøgt i 300 marker (tabel 2) fordelt på 12 amter. Markerne var alle konventionelt dyrket. Undersøgelsen blev udført i maj måned (uge 19 og 20) på Alm. Kviks (*E. repens*) 3-4 bladsstadie. Antallet af marker, der blev undersøgt i et amt, blev beregnet ud fra den pågældende afgrødes dyrkningsmæssige betydning i amtet. Dette medførte for eksempel, at udvalgte marker med fodersukkerroer hovedsagelig var lokaliseret i Jylland. Før undersøgelsen blev påbegyndt, blev markerne geografisk fordelt så spredt som muligt i afgrænsede områder indenfor et amt. Under selve undersøgelsen blev markerne tilfældigt udvalgt indenfor de valgte afgrænsede områder.

### Botaniske undersøgelser

Forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) blev undersøgt i 25 prøveflader á 0,1 m<sup>2</sup> inden for hver mark ved at tælle antal kvikskud pr. prøveflade og ved hjælp af Raunkiær's analysemetode (Raunkiær, 1934). Et kvikskud blev defineret som: **Et etableret hovedskud med eventuelle sideskud**. Alle kvikskud med tydelige morfologiske kendetegn blev registreret uanset størrelse, og uanset om de var friske eller visne.

Ved Raunkiær's analysemetode registreredes kun om Alm. Kvik (*E. repens*) forekom i analysefladerne. På dette grundlag blev frekvensen af Alm. Kvik (*E. repens*) i marken beregnet. Frekvensen er defineret som **sandsynligheden for at finde en bestemt art i en prøveflade udtrykt i procent**. Frekvensen er således et udtryk for, hvor hyppigt en ukrudsart forekommer i en mark.

Prøvefladerne blev tilfældigt fordelt omkring en diagonal rute gennem marken. Forageren indgik ikke, fordi den ofte er atypisk for marken som helhed.

På grundlag af interview med landmanden blev blandt andet den anvendte bekæmpelsesmetode mod Alm. Kvik (*E. repens*) i 1989 noteret og inddelt i følgende kategorier:

- mekanisk bekæmpelse
- kemisk bekæmpelse før høst
- kemisk bekæmpelse efter høst
- kemisk og mekanisk bekæmpelse
- ingen bekæmpelse



Mekanisk bekæmpelse blev defineret som: **Mindst to jordbearbejdningsmetoder med cirka tre ugers mellemrum.**

Jordbundstypen blev registreret ved hjælp af JB-nr. Hvis landmanden ikke havde oplysninger om markens jordbundsnummer, blev jordbundstypen subjektivt bedømt.

Bedriftstyperne blev inddelt i fire kategorier: Ren planteavl, svinebrug, kvægbrug og "blandet". I den sidste gruppe indgik kombinationer af de øvrige bedriftstyper. For eksempel blev en gård med 50 ha og 10 malkekøer placeret i kategorien "blandet".

### Statistiske metoder

På grundlag af antal kvikskud i prøvefladerne, blev der foretaget en variansanalyse for et ubalanceret faktorforsøg (model 1). Der blev benyttet en logaritmisk transformation af antal kvikskud ( $Y$ ) for at stabilisere variansen.

$$\ln(Y_{am,b,f,af,j,bk}) = \mu + \alpha_{am} + \beta_b + \tau_f + \delta_{af} + \kappa_j + \lambda_{bk} + e_{am,b,f,af,j,bk} \quad (\text{Model 1})$$

$\Sigma \alpha_{am} = \Sigma \beta_b = \Sigma \tau_f = \Sigma \delta_{af} = \Sigma \kappa_j = \Sigma \lambda_{bk} = 0$  og  $\{e_{am,b,f,af,j,bk}\}$  er uafhængige og  $N(0, \sigma^2)$ .

$\mu$  er en konstant og  $\alpha, \beta, \tau, \delta, \kappa$  og  $\lambda$  betegner virkningen af de nedennævnte faktorer.

- $am = 1, \dots, 8$  (amtsgruppe)
- $b = 1, \dots, 4$  (bedriftstype)
- $f = 1, \dots, 5$  (forfrugtsgruppe)
- $af = 1, \dots, 4$  (afgrøde)
- $j = 1, \dots, 9$  (jordbundstype)
- $bk = 1, \dots, 5$  (bekæmpelsesmetode i 1989)

Idet datamaterialet er ubalanceret, er de vægtede gennemsnit og vægtede medianer ligeledes beregnet.

Frekvensdata blev analyseret ved hjælp af logistisk regression justeret for overspredning ( $A_m$ ) (Andreasen, 1989) (model 2).

$$\text{logit}(P_{am,b,f,af,j,bk}) = \mu + \alpha_{am} + \beta_b + \tau_f + \delta_{af} + \kappa_j + \lambda_{bk} + A_m, \quad (\text{Model 2})$$

$$A_m \sim N(0, \sigma^2_{\text{mark}}) \text{ og } \alpha_{am=8} = \beta_{b=4} = \tau_{f=7} = \delta_{a=4} = \kappa_{j=9} = \lambda_{bk=5} = 0.$$

$P$  er sandsynligheden for at finde Alm. Kvik (*E. repens*) i en prøveflade og  $\text{logit}(P)$  er  $\ln(P/(1-P))$ .

Ved at anvende en "stepwise backward elimination method" (Weisberg, 1985) blev modellerne reduceret, så de kun indeholdt signifikante faktorer.

I 76 % af de undersøgte marker blev der dyrket korn i 1989. I disse marker var det muligt

for landmanden at vælge mellem samtlige kategorier af bekæmpelsesmetoder. Det blev her undersøgt, om der var generelle forskelle i valg af bekæmpelsesmetoder mellem landsdele og mellem bedriftstyper. Disse forhold blev undersøgt ved hjælp af en kvotienttest (likelihood ratio-test) af 2 vejstabeller (Andersen, 1990).

En variansanalyse for ubalancerede faktorforsøg blev anvendt til at undersøge om der for hver enkelt afgrøde var sammenhæng mellem afgrødens udviklingstrin og antallet af kvikskud i marken.

### Resultater og diskussion:

I tabel 1, 3 og 4 er forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) angivet med gennemsnittet og medianen. Medianen angiver det antal kvikskud/m<sup>2</sup>, hvor der i 50% af markerne var en større bestand og i 50% var en mindre bestand. For eksempel er der i Sønderjyllands amt en mark med gennemsnitlig 114 kvikskud/m<sup>2</sup>. Denne mark påvirker gennemsnittet for Sønderjyllands amt meget, hvilket ikke er tilfældet ved beregningen af medianen. Medianen mindsker således ekstreme observationers betydning.

Gennemsnittet af alle undersøgte marker var 6,7 kvikskud/m<sup>2</sup> og medianen var 2,8 kvikskud/m<sup>2</sup>. Den gennemsnitlige frekvens af Alm. Kvik (*E. repens*) var 22%, og medianen var 16%. Tabel 1 viser forekomsten i de fire afgrøder. Generelt var medianen mindre end gennemsnittet.

Melander (1990) har foreslået økonomiske skadetærskler for bekæmpelse af Alm. Kvik (*E. repens*) med fluazifob-butyl (Fusilade) for ærter og vårraps (tabel 2). Kristensen (1990) har angivet, at det kan være aktuelt at iværksætte en bekæmpelse i roer, når der er 2-3 kvikskud/m<sup>2</sup> i foråret. Det ses, at i cirka halvdelen af alle roemarken var bestanden af Alm. Kvik (*E. repens*) større end de angivne skadetærskler.

Tabel 1. Forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) i fire afgrøder.  
*The occurrence of Elytrigia repens in four crop types.*

| Afgrøde<br><i>Crop</i>                     | Antal kvikskud/m <sup>2</sup><br><i>Number of plants/m<sup>2</sup></i> |                         | Raunkiærs frekvens<br><i>Frequency</i> |                         |
|--|--|-------------------------|--|-------------------------|
|  | Gennemsnit<br><i>Mean</i>  | Median<br><i>Median</i> | Gennemsnit<br><i>Mean</i>              | Median<br><i>Median</i> |
| Fabriksroer<br>( <i>Sugar beets</i> )      | 2,9  | 2,0                     | 16 %                                   | 12 %                    |
| Fodersukkerroer<br>( <i>Fodder beets</i> ) | 7,7  | 4,8                     | 27 %                                   | 24 %                    |
| Ærter<br>( <i>Peas</i> )                   | 5,8  | 2,2                     | 20 %                                   | 12 %                    |
| Vårraps<br>( <i>Spring rape</i> )          | 9,0  | 4,0                     | 24 %                                   | 20 %                    |

Tabel 2. Antallet af marker, hvor bestanden af Alm. Kvik (*E. repens*) var større end anbefalede skadetærskler.  
*Number of fields with occurrence of Elytrigia repens greater than the recommended thresholds.*

| Afgrøde<br><i>Crop</i>                     | Skadetærskler<br>(Kvikskud/m <sup>2</sup> )<br><i>Thresholds</i><br>(Shoots/m <sup>2</sup> ) | Antal under-<br>søgte marker<br><i>Surveyed</i><br><i>fields</i> | Marker med bestand over<br>skadetærsklen<br><i>Fields exceeding the threshold</i><br>Antal(number) Procent(Per cent) |
|--|--|--|--|
| Fabriksroer<br>( <i>Sugar beets</i> )      | 2  | 48   | 21 44%   |
| Fodersukkerroer<br>( <i>Fodder beets</i> ) | 2  | 56   | 32 57%   |
| Ærter<br>( <i>Peas</i> )                   | 7  | 96   | 26 27%   |
| Vårraps<br>( <i>Spring rape</i> )          | 15   | 100  | 17 17%   |

Statistisk kunne der ikke påvises nogen sammenhæng mellem afgrødernes udviklingstrin og antal kvikskud/m<sup>2</sup>. Antallet af kvikskud/m<sup>2</sup> i en mark var tilsyneladende uafhængig af optællingstidspunktet indenfor de 14 dage undersøgelsen varede.

Der var signifikant forskel på forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem landsdele både med hensyn til antal kvikskud/m<sup>2</sup> (p-værdi = 0,0004) og frekvenser (p-værdi = 0,0003). I Jylland var der generelt mere Alm. Kvik (*E. repens*) end på øerne (Tabel 3).

Mellem bedriftstyper var der også signifikant forskel på antallet af kvikskud/m<sup>2</sup> (p-værdi 0,024) og frekvensen af Alm. Kvik (*E. repens*) (p-værdi 0,0094). På svinebrug var forekomsten mindre end på kvæg- og planteavlsbrug (Tabel 4). Der kunne ikke påvises nogen statistisk sikker forskel i forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem planteavlsbedrifter og kvægbedrifter.

Tabel 3. Estimer for antal kvikskud/m<sup>2</sup> i amtsgrupperne. Amtsgupper med samme bogstav har ikke signifikant forskellige antal kvikskud/m<sup>2</sup>.  
*Estimates for number of shoots/m<sup>2</sup> within regions. Regions with the same letter were not significantly different.*

| Amtsgruppe<br><i>Region</i> | Antal under-<br>søgte marker<br><i>Surveyed<br/>fields</i> | Estimer (kvikskud/m <sup>2</sup> )<br><i>Estimates (Shoots/m<sup>2</sup>)</i> |  |  | Parvis t-test |   |
|-----------------------------|--|---|--|--|---------------|---|
|                             |  | Gennemsnit<br><i>Mean</i>   | Vægtet<br>gennemsnit<br><i>Adjusted<br/>mean</i> | Vægtet<br>median<br><i>Adjusted<br/>median</i> | <i>t-test</i> |   |
| Sjælland *)                 | 29   | 4,0   | 3,6  | 1,8  | x             | y |
| Storstrøm                   | 39   | 3,1   | 4,0  | 2,0  | x             | y |
| Fyn                         | 25   | 1,5   | 2,1  | 0,8  | x             |   |
| Sønderjylland<br>+ Ribe     | 46   | 10,8  | 7,2  | 3,9  |               | z |
| Ringkøbing                  | 44   | 5,3   | 5,6  | 3,0  | y             | z |
| Århus + Vejle               | 42   | 8,8   | 7,9  | 4,3  |               | z |
| Viborg                      | 33   | 6,2   | 5,8  | 3,0  | y             | z |
| Nordjylland                 | 42   | 9,4   | 8,8  | 4,9  |               | z |

\*) Vestsjælland, Roskilde og Frederiksborg amter.

Tabel 4. Estimer for antal kvikskud/m<sup>2</sup> på forskellige bedriftstyper. (Symboler som i tabel 3).  
*Estimates for shoots/m<sup>2</sup> on different types of farms. (Symbols as Table 3).*

| Bedriftstype<br><i>Types of<br/>farms</i> | Antal under-<br>søgte marker<br><i>Surveyed<br/>fields</i> | Estimer (kvikskud/m <sup>2</sup> )<br><i>Estimates (Shoots/m<sup>2</sup>)</i> |  |  | Parvis t-test |   |
|---|--|---|--|--|---------------|---|
|   |  | Gennemsnit<br><i>Mean</i>   | Vægtet<br>gennemsnit<br><i>Adjusted<br/>mean</i> | Vægtet<br>median<br><i>Adjusted<br/>median</i> | <i>t-test</i> |   |
| Ren planteavl<br>( <i>Plant prod.</i> )   | 98   | 6,4   | 5,4  | 2,9  |               | y |
| Svinebrug<br>( <i>Pig farms</i> )         | 45   | 3,3   | 3,3  | 1,6  | x             |   |
| Kvægbrug<br>( <i>Dairy farms</i> )        | 75   | 7,7   | 7,4  | 4,0  |               | y |
| Blandet<br>( <i>Others types</i> )        | 82   | 7,6   | 6,2  | 3,3  |               | y |

Forfrugten synes ikke at have nogen markant betydning for antallet af kvikskud (p-værdi 0,062). En parvis T-test viste dog, at marker med forfrugten "græs til foder" havde signifikant flere kvikskud end marker med forfrugten korn. Den vægtede median for forfrugten "græs til foder" var 7,2 kvikskud/m<sup>2</sup> og for korn 3,2 kvikskud/m<sup>2</sup>. Det kunne ikke påvises, at forfrugten havde betydning for frekvensen af Alm. Kvik (*E. repens*).

Der kunne ikke påvises signifikant forskel på antallet af kvikskud mellem forskellige jordbundstyper, hvilket stemmer overens med en tilsvarende undersøgelse (Andreasen *et al.*, 1991).

Der kunne heller ikke påvises signifikante forskelle mellem de fire afgrødetyper eller mellem de anvendte bekæmpelsesmetoder i 1989. Tilsvarende gjorde sig gældende for frekvensdata.

I tabel 3 og 4 er det vægtede gennemsnit og den vægtede median angivet. De vægtede værdier for forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) i amterne er korrigeret for forskellige antal bedriftstyper og forfrugter i amterne. 17 marker er ikke inddraget i beregningerne af disse estimater, da der var for få gentagelser af deres forfrugtstyper. De vægtede estimater viser de forskelle i forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*), der skyldes andre karakteristiske forhold for landsdelen end en speciel fordeling af bedriftstyper og forfrugter. De vægtede estimater for bedriftstyper (tabel 4) er ligeledes korrigeret for virkning af amt og forfrugt.

Nedbøren kan være en af årsagerne til forskelle i forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem landsdelene, idet plantens vækst og dermed spredning er meget afhængig af en god vandforsyning (Håkansson & Jonsson, 1970; Permin, 1982).

Jylland har generelt større nedbørsmængder i forhold til øerne, mens fordampningen stort set er ens i de forskellige dele af landet (tabel 5). Da afstrømningen er uden betydning i vækstsæsonen, vil mængden af plantetilgængeligt vand således være størst i Jylland sammenlignet med øerne. Markkapaciteten vil dog have indflydelse på mængden af plantetilgængeligt vand ved vækstsæsonens begyndelse.

Tabel 5. Gennemsnitstal (1969-88) for nedbør, fordampning og vandbalance fra april til oktober. Vandbalancen angives som differencen mellem nedbør og fordampning (Mikkelsen, 1991).

*Mean values (1969-88) for precipitation, evaporation and water balance from April to October. Water balance = precipitation - evaporation.*

| Landsdel<br>Region             | Nedbør<br>Precipitation<br>(mm) | Fordampning<br>Evaporation<br>(mm) | Vandbalance<br>Water balance<br>(mm) |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Nordjylland                    | 429                             | 442                                | -13                                  |
| Midt- og Vestjylland           | 456                             | 497                                | -41                                  |
| Østjylland                     | 401                             | 464                                | -63                                  |
| Syd- og Sdr.jylland            | 481                             | 456                                | 25                                   |
| Fyn                            | 370                             | 423                                | -53                                  |
| Sjælland og<br>Lolland Falster | 369                             | 493                                | -124                                 |

Der er regionale forskelle i afgrødevalg (sædskifter). For eksempel indgår vinterannuelle kornafgrøder relativt hyppigere i sædskifter på øerne end i Jylland (Anonym, 1990b). Permin (1982) har vist, at vinterannuelle kornafgrøder har en bedre konkurrenceevne overfor Alm. Kvik (*E. repens*) end vårsæd. Specielt har rækkeafgrøder (roer, majs) og åbne afgrøder (ærter, hør) generelt laveste konkurrenceevne, og Alm. Kvik (*E. repens*) har derfor større mulighed for opformering i disse afgrødertyper (Permin, 1982; Melander, 1990; Kristensen, 1990). Et stort areal med vinterannuelle kornafgrøder giver således en potentiel lavere opformering af Alm. Kvik (*E. repens*).

Der er en større andel af kornafgrøder i sædskiftet på svinebedrifter (tabel 6), hvilket ligeledes kan være årsag til den lavere forekomst af Alm. Kvik (*E. repens*) her.

Tabel 6. Kornareal på forskellige bedriftstyper (Anonym, 1990b).  
*Area under cereals on different types of farms.*

| Hoveddriftsform<br><i>Type of farms</i> | Antal<br>bedrifter<br><i>Number of<br/>farms</i> | Gn.snitlig<br>areal/bedrift<br><i>Mean<br/>ha/farm</i> | % korn i<br>sædskiftet<br><i>% cereals</i> |
|---|--|--|--|
| Malkekvæg<br><i>(Dairy farms)</i>       | 13104  | 36,5 ha  | 31,1 %                                     |
| Svin<br><i>(Pig farms)</i>              | 2733   | 28,7 ha  | 76,6 %                                     |
| Planteavl *)<br><i>(Plant. prod.)</i>   | 38201  | 31,8 ha  | 68,2 %                                     |

\*) Planteavl: 19603 bedrifter med hoveddriftsform korn og 18598 bedrifter med blandede afgrødetyper.

\*) *Plant. prod.: 19603 farms growing mainly cereal crops and 18598 farms with other crops.*

I 1989, hvor 76% af de undersøgte marker var tilsået med korn, anvendte 51% af landmændene mekanisk bekæmpelse (tabel 7). Der var ikke signifikant forskel på forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem marker, hvor der var anvendt forskellige bekæmpelsesmetoder i 1989. Ud fra tabel 7 kan man dog ikke konkludere, at f.eks. mekanisk og kemisk behandling er lige effektive, da antal kvikskud/m<sup>2</sup> før bekæmpelse ikke er registreret i undersøgelsen.

Tabel 7. Fordelingen af marker på de forskellige bekæmpelsesmetoder for Alm. Kvik (*E. repens*) i 1989.  
*The distribution of fields for different methods of weed control in 1989.*

| Bekæmpelsesmetode<br><i>Control method</i>           | Undersøgte<br>marker<br><i>Surveyed<br/>fields</i> | Pct.<br>marker<br><i>Per cent<br/>fields</i> | Kvikskud/m <sup>2</sup><br><i>Gennemsnit Median<br/>Shoots/m<sup>2</sup><br/>Mean Median</i> |     |
|--|--|--|--|-----|
|  |  |  | <b>Kemisk (Chemical):</b>  |     |
| før høst ( <i>pre harvest</i> )                      | 21   | 7,0%   | 6,7  | 4,8 |
| efter høst ( <i>post harvest</i> )                   | 36   | 12,0%  | 7,3  | 1,6 |
| <b>Mekanisk:<br/>(Mechanical)</b>                    | 140  | 46,7%  | 5,1  | 2,4 |
| <b>Kemisk + mekanisk<br/>(Chemical + mechanical)</b> | 12   | 4,0%   | 5,7  | 2,0 |
| <b>Ingen:<br/>(No weed control)</b>                  | 91   | 30,3%  | 9,3  | 4,0 |

Der kunne ikke påvises traditionelle forskelle i valg af bekæmpelsesmetoder mellem de enkelte landsdele. En kvotienttest (likelihood ratio test), hvor de 219 marker med forfrugten korn blev sammenholdt med bekæmpelsesmetode (kemisk, mekanisk eller ingen) i 1989, viste ingen sikre forskelle i valg af bekæmpelsesmetode fra landsdel til landsdel. Anvendelse af for eksempel mekanisk behandling var lige hyppig over hele landet.

### Sammendrag

I maj 1990 blev forekomsten af Alm. Kvik (*Elytrigia repens*) undersøgt i 300 konventionelt dyrkede marker med fabriksroer, fodersukkerroer, ærter og vårraps. Undersøgelsen viste, at der i markerne gennemsnitlig var 6,7 kvikskud/m<sup>2</sup> og medianen var 2,8 kvikskud/m<sup>2</sup>. Det blev undersøgt, om der var forskel på forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem landsdele, jordbundstyper, forfrugter, anvendte bekæmpelsesmetoder i 1989, bedriftstyper samt afgrødetyper. Dette blev undersøgt med en variansanalyse for ubalancerede faktorforsøg samt logistisk regressionsanalyse justeret for overspredning. I cirka halvdelen af roemarkerne var forekomsten større end den anbefalede skadetærskel for bekæmpelse. Der var signifikant mere Alm. Kvik (*E. repens*) i Jylland end på øerne, hvilket kan skyldes større nedbør i Jylland samt regionale forskelle i afgrødevalg. Svinebrug havde en signifikant mindre forekomst end kvæg- og planteavlbrug, hvilket kan skyldes, at svinebrug har en større andel af korn i sædskiftet end de andre bedriftstyper. Der var ikke forskel på forekomsten af Alm. Kvik (*E. repens*) mellem forskellige jordbundstyper (JB.nr.), afgrødetyper eller benyttede bekæmpelsesmetoder i 1989.

### Afsluttende bemærkninger

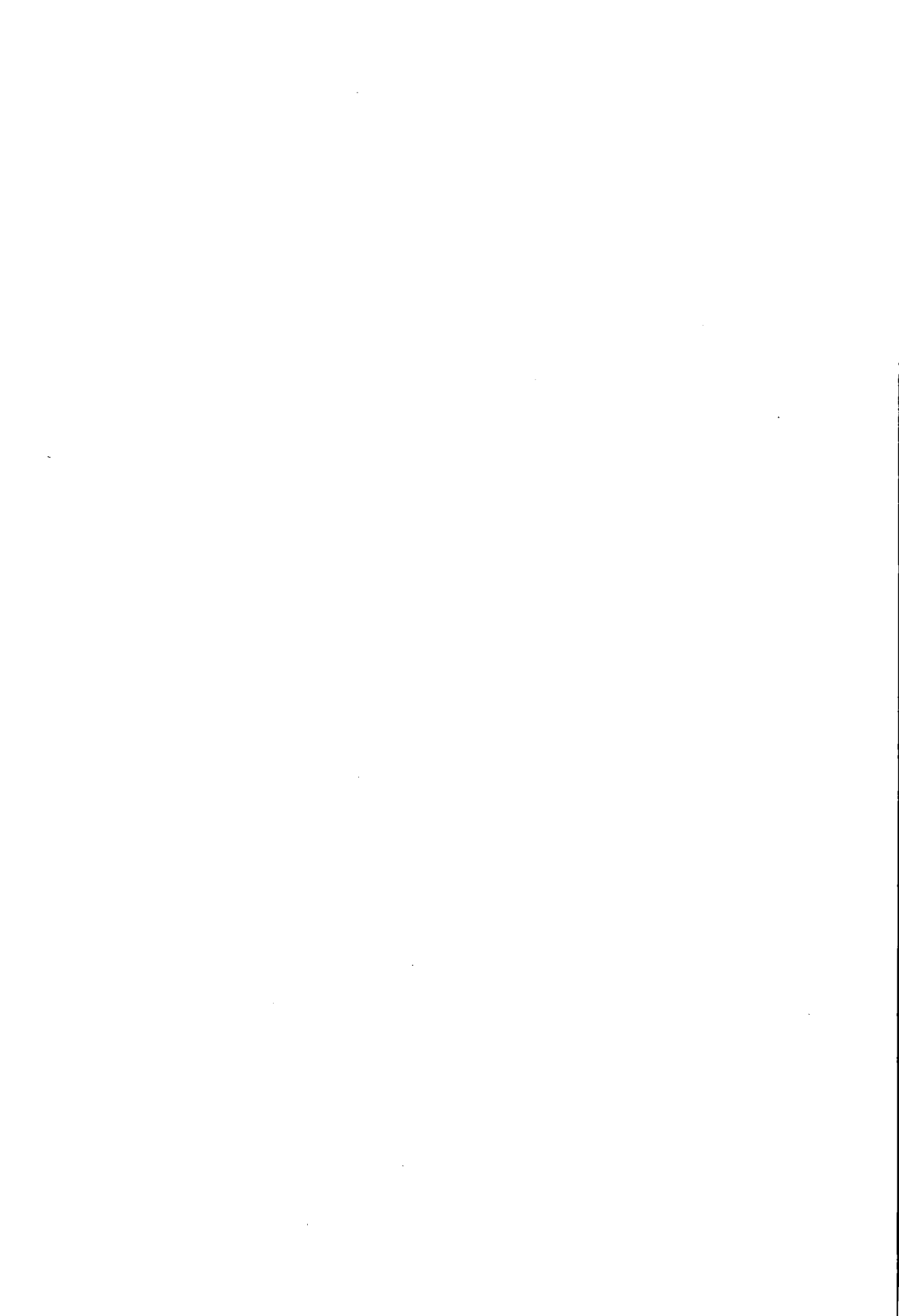
Vi vil gerne takke ICI Danmark AS for financier støtte samt stud. agro. Hugo Demuth Rasmussen og stud. agro. Helle Qvist, der har deltaget i indsamling af data. Også tak til cand. scient. Henrik Stryhn for statistisk vejledning.

### Litteratur

- Andersen, S. (1990): *Statistisk analyse af tælledata*, Institut for Matematik og Fysik, KVL, København.
- Andreasen, Chr. (1989): Statistisk behandling af Raunkiær-analyser. *Nordisk Planteværnskonference 1989*. Statens Planteavlfsforsøg s. 289-398.
- Andreasen, Chr., J.C. Streibig & H. Haas (1991): Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*. (Under trykning).
- Anonym (1990a): Salg af bekæmpelsesmidler i 1987,1988 og 1989. *Orientering fra Miljøstyrelsen*. Miljøstyrelsen, 1990. nr. 4.
- Anonym (1990b): *Landbrugsstatistik 1989*. Udgivet af Danmarks Statistik. København. s. 108-111.



- Håkansson, S. & E. Jonsson (1970): Experiments with *Agropyrum repens* (L.) Beauv. VIII. Responses of plant to TCA and low moisture contents in the soil. *Lantbrukshögskolans Annaler* 36. s. 135-151.
- Kristensen, H. (1990): Strategi for kvikbekæmpelse. 7. *Danske Planteværnskonference - Ukrudt*. Statens Planteavlsvforsøg. s. 171-182.
- Melander, B. (1990): Sammenhængen mellem kvikbestandens størrelse og udbytte i korn, ærter og raps. 7. *Danske Planteværnskonference - Ukrudt*. Statens Planteavlsvforsøg. s. 157-170.
- Mikkelsen, H (1991): Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forsøgsanlæg Foulum (personlig meddelelse).
- Permin, O. (1982): Produktion af underjordiske udløbere hos Alm. Kvik (*Agropyrum repens* (L.) Beauv.) ved vækst i konkurrence med byg og andre landbrugsafgrøder. *Tidsskrift for Planteavl* nr. 86. s. 65-77.
- Raunkjær, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plants Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Weisberg, S. (1985): *Applied linear regression*. Second ed., John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. pp. 196-221.



## Celle-vævskultur som hjælpemiddel i herbicidforskningen

### *Cell and tissue culture as a tool in herbicide research*

Maria Olofsdotter

Institut for Jordbrugsvidenskab

Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Thorvaldsensvej 40 opg.8

1871 Frederiksberg C

#### *Summary*

*Throughout the last decade the importance of cell and tissue culture in herbicide research has increased. The in vitro technics used for herbicide research include callus, cell suspensions and protoplasts. The greatest interest has been within herbicide metabolism studies, because it is easier to extract metabolites from cell and tissue culture compared with whole plants. However, also within herbicide prescreen, cell and tissue culture is a useful tool.*

#### **Indledning**

Nøglebegreberne indenfor herbicidforskning er fytotoksicitet, selektivitet og stabilitet af molekylet. Øget viden om hvilke faktorer der påvirker disse nøglebegreber vil kunne give både mere effektive og mere miljørigtige herbicider. De seneste årtiers udvikling indenfor celle- og vævskultur samt molekylærbiologi har åbnet nye muligheder for forskningen indenfor herbicidområdet. Brugen af vævskultur har bl.a. været foranlediget af muligheden for at spare penge, plads og personale ved brug af disse teknikker i stedet for de traditionelle drivhus- og markforsøg. Udvikling og afprøvning af nye herbicider kan kræve meget plads, og der er ofte besparelse ved at gå fra potte til petriskål i nogle forsøgsled. De kontrollerede fysiske forhold, der anvendes ved forsøg i vævskultur, gør det nemt at standardisere forsøgene, ligesom der kræves langt mindre kemikalimængder end i traditionelle forsøg. Dette kan give en direkte økonomisk fordel for den kemiske industri, da de kemiske forbindelser er kostbare at syntetisere.

En anden fordel ved at arbejde med vævskultur i stedet for med intakte planter er, at man i vævskultur har mindre problemer med optagelse og translokation af stofferne. Cellerne i vævskultur mangler kutikula og kan derfor optage kemiske forbindelser direkte. Dette har medført, at man i vævskultur har fundet virksomme stoffer, der ikke ville være fundet ved screeningsforsøg med hele planter. Når man har fundet en kemisk forbindelse med den ønskede virkning, kan "kemikonstruktøren" overtage arbejdet og omformulere forbindelsen, så den kan trænge igennem kutikulaen og bevæge sig rundt i planten.

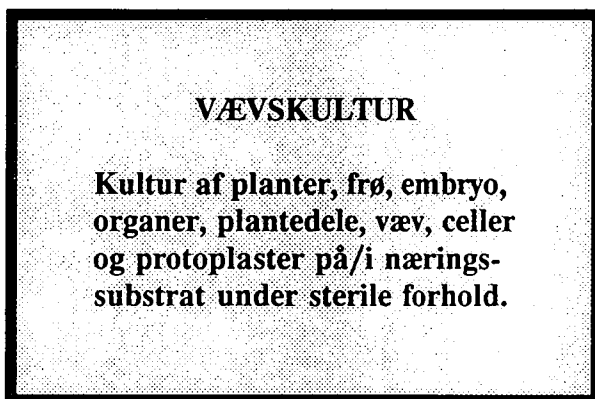
Vævskultur giver endvidere mulighed for at arbejde med næsten ubegrænsede store populationer, da cellerne kan danne små klumper, som er isolerede fra hinanden og derfor til dels kan sammenlignes med en plante.

De senere års øgede bevidsthed om farerne ved udsprøjtning af kemiske forbindelser i miljøet har endvidere været en drivkraft til at intensivere forskningen indenfor pesticid-metabolisme og toksikologi. Disse undersøgelser kan ofte lettere udføres i vævskultur end på hele planter, bl.a. fordi det er langt lettere at ekstrahere eventuelle metabolitter fra vævskultur end fra hele planter.

### Hvad er vævskultur?

Vævskultur er en samlebetegnelse for en række teknikker, hvor man tager en lille del af en plante, og dyrker den på et kunstigt substrat under sterile forhold. En præcis definition af vævskultur findes i figur 1. Indenfor herbicidforskningen bruges hovedsagelig kallus og cellesuspensioner samt i nogen udstrækning protoplaster.

Kallus er uorganiserede celler i vækst. Kallus opnås ved at placere en plantedel på et næringssubstrat med en passende hormonkombination. Denne plantedel kan stamme fra alle dele af planten, dvs. alt fra støvknop til dele af bladet. Valget af plantedel, der skal bruges, afhænger af planteart, og hvilke krav man stiller til den kallus der dannes. Fra plantedelen vokser der, under gunstige forhold, i løbet af et nogle uger, uorganiseret væv frem, dette kaldes kallus. Kallus kan være både grøn og hvid, afhængigt af, om den indeholder klorofyl. Kallus er mest anvendelig, når den har en løs struktur, således at den falder fra hinanden, når man rører ved den.



Figur 1. Definition af vævskultur (Pierik 1987).

*Definition of tissue culture (Pierik 1987).*

Suspensioner kan etableres på samme måde som kallus. I vores laboratorium gøres det dog ved at overføre hvid kallus fra fast substrat til flydende substrat i en erlenmeyerkolbe. Kolben placeres på et rysteapparat, således at substratet iltes og cellerne forbliver flydende. Med jævne mellemrum bundfældes cellerne og substratet skiftes. Det tager mindst et halvt år at etablere gode cellesuspensioner. Når suspensionen er etableret, kan den imidlertid fungere i næsten ubegrænset tid.

Suspensioner kan også fremstilles af friskt plantemateriale. Man tager et blad, fjerner epidermis og finder resten, så at der opnås en suspension af små klumper og enkeltceller. Fordelen med sådanne grønne suspensioner er, at alle metaboliske funktioner, der findes

i bladenes mesofylceller, også er operative i suspensionen. Ulempen ved grønne suspensioner kan være den hårdhændede behandling, som cellerne bliver udsat for. Dette kan give stor etylenproduktion, der ikke direkte kan kontrolleres. Det kan derfor være svært at afgøre, hvorvidt de reaktioner man kan se i suspensionen, stammer fra et eventuelt herbicid eller fra etylen (Pallett *et al* 1986).

Protoplaster er celler uden cellevæg, således at cellen afgrænses af cellemembranen. Protoplaster fremstilles ved at behandle blade eller en cellesuspension med enzymer, der nedbryder cellevæggen. Valg af udgangsmateriale afhænger af hvorvidt planten er en eller to-kimbladet. I de fleste tokimbladede planter kan bladenes celler anvendes, medens man ved enkimbladede planter ofte er nødt til at gå omvejen omkring en cellesuspension. I løbet af de første døgn i vævskultur gendanner protoplasterne cellevæggen, hvorefter cellerne begynder at dele sig. En vellykket protoplastkultur kan bruges til at regenerere hele planter. Protoplaster bruges indenfor den plantefysiologiske forskning til at studere aflejring af cellevægsmateriale og lignende. Indenfor planteforædlingen bruges protoplaster til at skabe nye genetiske kombinationer, idet protoplaster kan sammensmelte (fusionere). Protoplaster kan endvidere med fordel bruges som udgangsmateriale ved genoverførsel (genmanipulation). Disse metoder er også anvendt indenfor herbicidforskningen til at finde genetiske kombinationer med forøget tolerance overfor herbicider.

#### **Hvad kan man bruge vævskultur til?**

Det er tidligere blevet antydnet, at vævskultur kan bruges til at lede efter nye aktive kemiske forbindelser. Disse forbindelser kan være herbicider, protectants, stoffer med plantehormonaktivitet eller vækstregulerende stoffer. Omvendt kan vævskultur også bruges til at undersøge et stort plantemateriale for at finde f.eks herbicidresistente cellelinier og dermed evt. planter. Hvert år afprøves verden over 5-20 tusinde kemiske forbindelser pr. kemisk virksomhed for at finde nye virksomme stoffer til fremstilling af herbicider. Hver forbindelse afprøves på 5-10 plantearter både før og efter fremspiring med op til 3 koncentrationer. Mindre end 5% af disse forbindelser går videre i afprøvningen (Gressel 1987). Det er derfor ønskeligt af effektivisere afprøvningen af nye kemiske forbindelser med testmetoder, der ikke kræver så meget plads. Vævskultur er en velegnet metode til at undersøge serier af kemiske forbindelser med sammenfaldende struktur, dvs. analog syntese. På denne måde kan man udvælge lovende nye forbindelser, som der kan arbejdes videre med og eventuelt formulere således, at de er i stand til at penetrere kutikulaen. Når man arbejder med vævskultur, først og fremmest cellesuspensioner, skal man dog altid huske på, at suspensionskulturer tenderer til at overestimere et givet stofs giftighed sammenlignet med udsprøjtning på hele kimplanter (Zilkah og Gressel 1977b).

Den største ulempe ved *in vitro* afprøvnings screeningssystemer er risikoen for at få både falske positive og negative resultater. De falske positive reaktioner kan rimelig hurtigt afprøves ved traditionelle pottforsøg med hele planter. For at mindske risikoen for falske negative reaktioner er man derimod nød til at tage nogle forholdsregler når man opbygger sit screeningssystem. F.eks kan det nævnes, at fotosyntesehæmmere næppe vil blive fundet ved screening i hvid kallus eller hvid suspension. Gressel *et al* (1978) fandt, at et screeningssystem med en hvid og en grøn suspension kunne fange alle 29 afprøvede herbicider. 19 af disse herbicider var toksiske over for begge suspensioner og de resterende

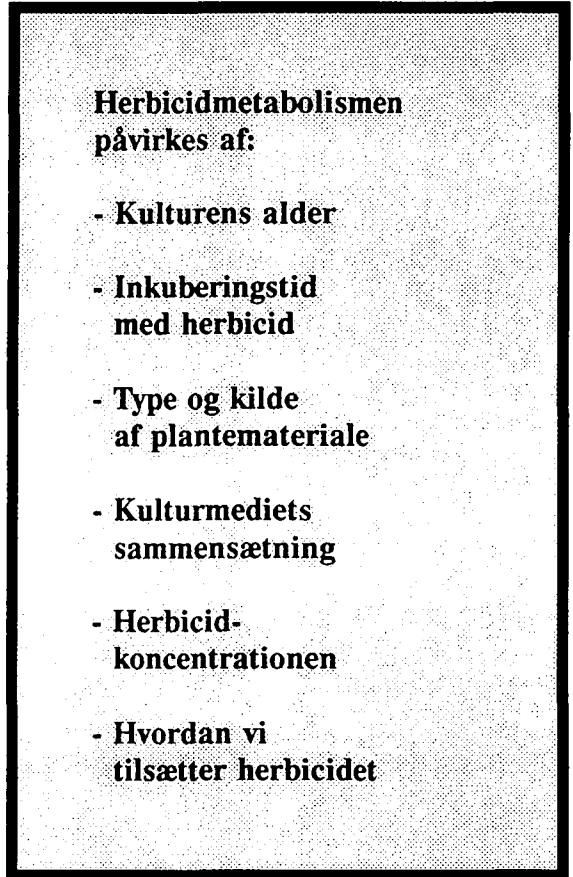
10 var toksiske over for enten den grønne eller den hvide suspensionen. Senere forsøg har dog vist, at disse forholdsregler ikke er tilstrækkeligt til at opbygge et generelt screenings-system. Der er derfor opstillet nogle krav til, hvordan et screeningssystem skal være skruet sammen for at fungere bedst muligt. Et velfungerende screeningssystem kan opnås ved at opfylde mindst to af følgende kriterier:

1. Anvendelse af to ubeslægtede plantearter.
2. Mindst to forskellige opgørelsesmetoder.
3. Mindst to forskellige opgørelsestidspunkter.
4. Anvendelse af forskellige vævstyper.
5. Afprøvning ved forskellige faser i cellecyklus.

efter Gressel 1987.

En anden type undersøgelser hvor vævskultur indtager en betydelig plads er forskningen i herbiciders virkningssted, metabolisme og nedbrydning. Grunden til at bruge vævskultur er bl.a., at det er lettere at ekstrahere metabolitter fra vævskultur end fra hele planter. Dette kan forklares ved, at celler i vævskultur ofte savner pigmentering og er mindre stivelsesholdige end almindelige planteceller (Mumma og Davidonis 1983). Vævskultur muliggør endvidere brug af radioaktivt mærkede stoffer, som nemt kan detekteres og følges i cellens metabolisme. Fra de undersøgelser, der indtil nu er lavet, kan der konkluderes at der ikke er nogen kvalitative forskelle mellem herbicidmetabolismen i vævskultur og i hele planter

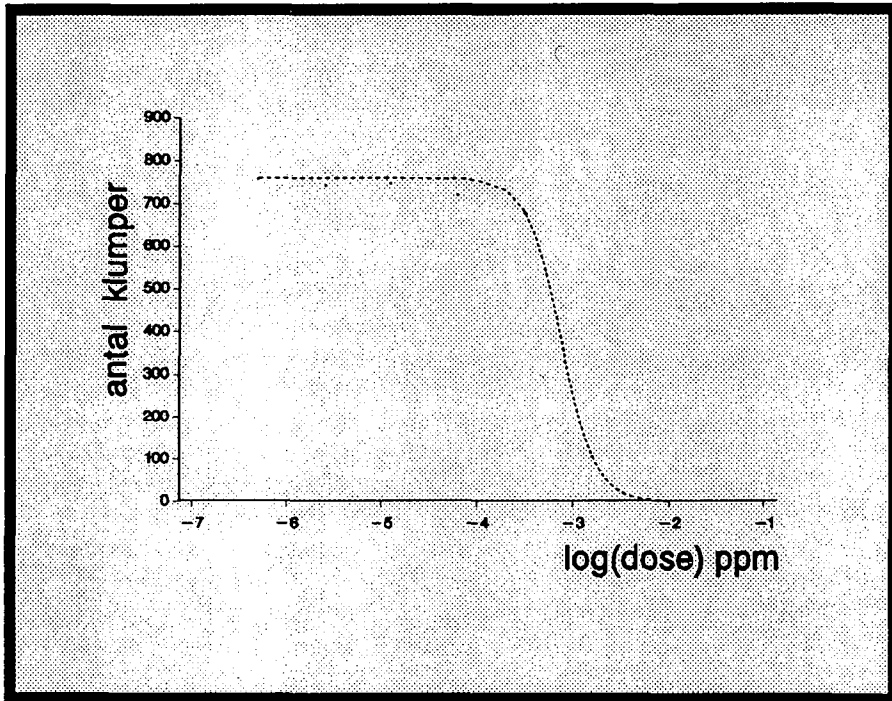
(Schuphan *et al* 1984, Cole og Owen 1986, Camper og McDonald 1989, Harms og Kottutz 1990). Kvantitativt kan der findes forskelle, som stammer fra alle de faktorer, der påvirker herbicidmetabolismen i vævskultur (se fig 2). Camper og McDonald (1989) hævder dog, at den alt dominerende forskel i herbiciders virkning på vævskultur og hele planter er den manglende kutikula. Blandt de andre faktorer, der kan have betydning, nævner Camper og



Figur 2. Faktorer der påvirker herbicid metabolismen i vævskulturer.  
*Factors influencing herbicide metabolism in cell and tissue culture.*

McDonald (1989) lækage fra cellerne ud i vækstmediet eller eventuelt den genetiske variation der nogen gange findes i vævskultur, også kaldet somaklonal variation.

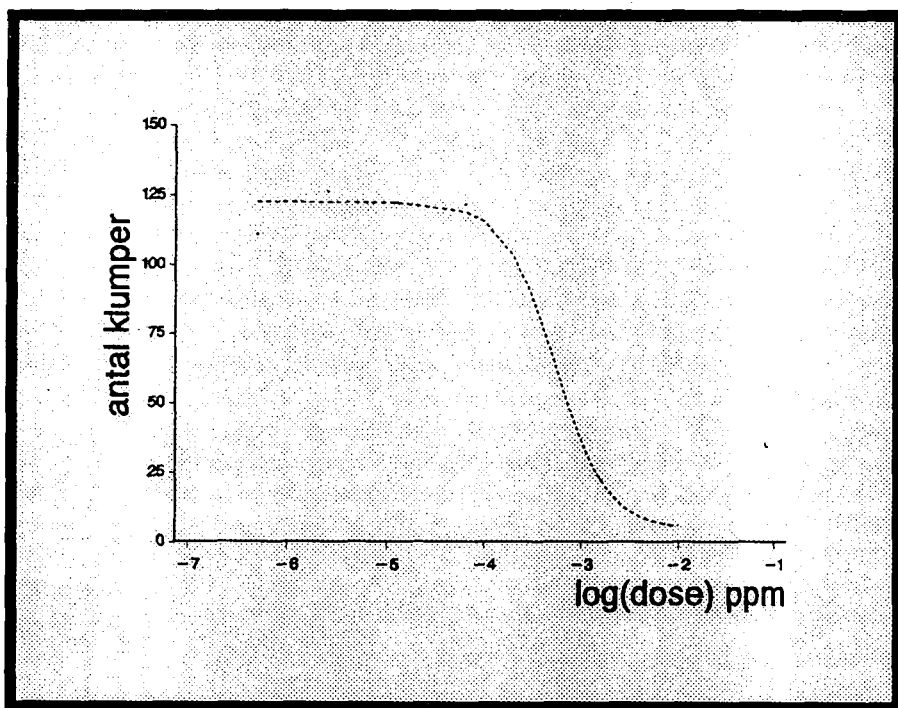
Jeg har opstillet hypotesen, at den forskel vi ser i forsøg med vævskultur i sammenligning med hele planter kan give et kvantificeret udtryk for optagelsen i hele planter, herunder kutikulaens betydning. Hypotesen tager udgangspunkt i to formodninger : 1. at herbicidernes selektivitet kan skyldes faktorer, der påvirker optagelsen eller forskelle i metabolismen af herbicidet hos forskellige plantearter, 2. at den største kvantitative forskel mellem hele planter og vævskultur stammer fra den manglende kutikula og derved forskellige optagelse af stoffet.



Figur 3. Doseringskurve for metsulfuron i 1 cellesuspension af gulerod.  
*Dose response curve for metsulfuron in one cell suspension of carrot.*

For at afprøve hypotesen sammenligner jeg doseringskurver fra hele planter med doseringskurver fra forsøg i vævskultur. De cellesuspensioner jeg bruger, er hvide og stammer fra gulerod og hvede. Af denne grund har jeg valgt at afprøve min hypotese på herbicider med virkningssted i det basale stofskifte, dvs med herbicider, der virker uafhængigt af, hvorvidt der er fotosyntese eller ej. Til disse herbicider hører glyphosat, sulfonyleureaer, fluzifob-butyl og imidiasoliner som er anvendt i forsøgene.

Hvis metabolismen er den samme i de undersøgte suspensioner som på hele planter, kan doseringskurver optegnes ved at bruge de samme ikke lineære regressionsmodeller, som bruges ved hele planter (Streibig 1988). Dette er nu lykkedes og nogle eksempler fra mine forsøg ses i figur 3 og 4. I figur 3 ses doseringskurven for metsulfuron i forsøg i een cellesuspension af gulerod. Forsøget indeholder 10 blokke med hver 8 forskellige doseringer. Resultaterne er analyseret med en ikke lineær regressionsmodel, tidligere beskrevet af Streibig (1988).



Figur 4. Gennemsnitlig doseringskurve for metsulfuron i 4 cellesuspensioner af gulerod.

*Mean dose response curve for met-sulfuron in 4 cell suspensions of carrot.*



I figur 4 ses doseringskurven for metsulfuron i gulerod med udgangspunkt i fire forsøg med forskellige cellesuspensioner ved to forskellige tidspunkter. Disse forsøg har også indeholdt 10 blokke med 8 doseringer i hver. Antallet af klumper, der vokser efter herbicidbehandling, er transformeret til relative tal før den ikke lineære regressionsmodel er brugt. Af figurene kan ses at der kun er lille forskel i den ED50-værdien mellem de to figurer. I figur 4 ses endvidere, at den relative forøgelse af væksten ved subletale doser er mere udtalt ved forsøg i dette forsøg end ved forsøg på hele planter. Dette er en tendens som jeg kan se i alle mine forsøg i vævskultur. Endvidere skal det bemærkes, at doseringsniveauet ikke umiddelbart kan sammenlignes med dem vi bruger på hele planter, men der synes samtidigt at være størrelsesmæssig relation mellem de koncentrationer, der er brugt i cellesuspensionerne og de koncentrationer, der bruges på hele planter. Mit videre arbejde vil fremover således koncentrere sig om at finde eventuelle konstante forskelle mellem cellesuspensioner og hele planter. På denne måde kan optagelsens og herunder kutikulaens betydning for herbicid-effekten kvantificeres.

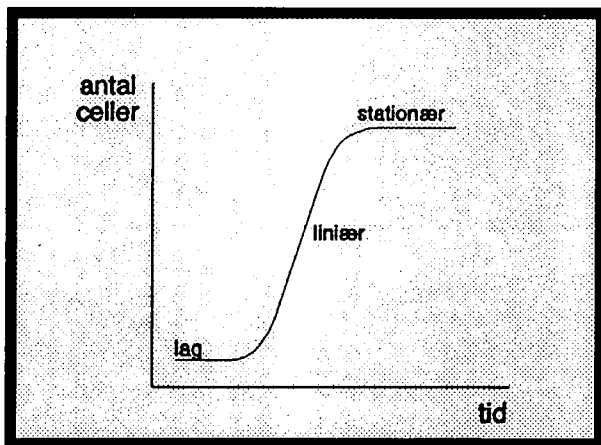
### Hvordan måles herbicideffekten i vævskultur?

Herbicidforsøg i vævskultur opgøres ofte ved at måle væksten i cellematerialet. Vækst hos planter karakteriseres ved celledeling og celleekspansion. Vækst i cellesuspensioner har store ligheder med væksten i bakteriekulturer (se figur 5). Lige efter overførsel til nyt substrat sker der ingen vækst (lagfasen). I løbet af et par dage begynder cellerne at dele sig og tilvæksten i suspensionen er eksponentiel (lineær fase). Med tiden mindskes tilgangen på plads og næringsstoffer, hvorfor væksten aftager for til sidst at standse helt (stationær fase).

For at have en velfungerende suspension skal den overføres til nyt substrat i den senere del af den lineære fase. På denne måde kan man forkorte lagfasen og således opnå en mere kontinuert vækst.

Foruden de faktorer, som man ønsker at måle effekten af, f.eks. herbicider, er der mange andre faktorer, der påvirker væksten i vævskultur (se fig 6).

Når man har kontrol over de faktorer der har indflydelse på væksten, kan cellernes vækst bruges som mål for eventuel herbicideffekt. Ulempen ved vækstmålinger er dog den store usikkerhed, der altid vil være, og det faktum at fordoblingstiden i en



Figur 5. Idealistisk vækstkurve der angiver antallet af celler i cellesuspensionen pr. volumeenhed med tiden.  
*Model curve relating cell number per unit volume of culture to time.*

suspension er ret lang (Zilkah og Gressel 1978).

Væksten kan måles på mange forskellige måder. Jeg vil her gennemgå nogle af disse samt diskutere fordele og ulemper for hver af dem.

Antallet af celler i suspensionen kan tælles under mikroskop i et hemicytometer med kendt volumen. På denne måde kan man få en forholdsmæssig præcis opfattelse af tilvæksten i suspensionen. Nogle cellesuspensioner vokser dog således, at cellerne klumper sammen i celleagregater. Disse skal slås i stykker før en nøjagtig optælling kan gøres. Celletællinger er dog yderst tidsrøvende og bruges derfor kun i ringe omfang.

Målinger af cellesuspensionens tørvægt er en betydeligt hurtigere og mindre arbejdskrævende metode. Tørvægten måles ved at tørre en del eller hele prøvematerialet i ovn og derefter veje. Fordelen ved denne metode er, at den er meget simpel at udføre. Ulempen er, at der altid vil være problemer med at udtage en repræsentativ prøve. Mindst to prøver fra hver flaske skal udtages og dette kan være en ret stor del af cellematerialet i forsøget. Man kan også tørre hele prøven, hvorved man slipper for usikkerhedsproblemer med prøveudtagning, men man har så udelukket sig fra at arbejde videre med den samme suspension.

Væksten kan også kvantificeres ved at måle absorbansen med et fotospektrometer fra celler, der er blevet homogeniseret med ultralyd.

Målingerne kan gøres uden at forstyrre cellesuspensionen, således at den samme suspension anvendes løbende under forsøget. Der kan dog stilles spørgsmål ved, hvorvidt denne behandling påvirker cellerne. Nogle forskere mener, at der kan være risiko for, at ultralydbehandlingen kan give genetisk ustabilitet. Målingerne kan resultat, og sikkerhedsmæssigt sidestilles med målinger af tørvægt. Det faktum at absorbansmålinger kræver udstyr udover normalt laboratorieudstyr, gør dog, at metoden ikke er særligt anvendt.

Blandt de mindre sikre metoder, men alligevel måske de mest anvendte, hører forskellige typer for volumenmålinger. Ved at lade cellerne bundfælde i kolben, eller ved at centrifugere suspensionen ved lav hastighed, kan man komme til at måle ændringen i volumen af celler over tiden. Fordelen er, at der er minimal risiko for forurening med

### **Vækst påvirkes af:**

- **Plantear**
- **Initial inoculums størrelse**
- **Cellernes fysiologiske alder**
- **Subkultiveringsfrekvens**
- **Eksterne forhold lys temp. kolbetype mv.**
- **Kulturmediets sammensætning**

Figur 6. Faktorer der påvirker væksten i vævskultur.  
*Factors affecting growth in cell and tissue culture.*

bakterier, og at man kan bruge de samme suspensioner i forsøg, hvor man ønsker at kontrollere væksten løbende gennem forsøget. Ulempen ved denne type målinger er den store usikkerhed på resultaterne. Denne usikkerhed skyldes først og fremmest forskellig struktur i suspensionerne. Nogle suspensioner består af små celleklumper og andre af større og yderligere nogle af blandede størrelser. Disse suspensioner vil som følge af celleklumpernes størrelse lejre sig på forskellige måde og derigennem give forskellige resultater (Davis *et al* 1984). For at illustrere forskellen, kan det sammenlignes med almindeligt grus, hvor alle stenene er af samme størrelse, disse vil kun kunne lejres på en bestemt måde. Hvis gruset er såkaldt stabilt grus med mange forskellige størrelser af sten, vil vægtfylden øges betydeligt. Det betyder, at der er meget mere sten indenfor den samme volumen.

Zilkah og Gressel (1978) har lavet sammenlignende forsøg for at finde den metode hvormed vævskultur bedst opgøres. Ved sammenligning af antallet af celler, tørvægt og pakket volumen fandt de, at der ikke var nogen kvantitative korrelationer mellem resultaterne fra de forskellige opgørelsesmetoder. En endelig "ranking" af herbiciderne gav dog den samme styrkemæssige rækkefølge uafhængigt af opgørelsesmetoden.

Cellesuspensionens pH falder ved stor vækst. Derfor kan pH bruges som et mål for hvordan væksten udvikler sig. Dette er en meget simpel metode, men ret usikker, da der kun skal lidt eksterne forstyrrelser til, for at pH ikke ændrer sig i et formodet mønster på trods af vækst. De samme ulemper findes ved målinger af cellesuspensionens elektriske konduktivitet. Minimum konduktivitet findes ved maksimum vækst. Da disse målinger endvidere kræver ekstra udstyr, bruges de kun i ringe omfang (Davis *et al* 1984).

Alle de ovennævnte måder til at måle vækst på kan bruges direkte på cellesuspensioner. I vores laboratorium har vi dog valgt at måle herbicideffekten ved at overføre cellesuspensioner til fast herbicidholdigt substrat. Herefter måler vi, hvor mange celler der overlever en herbicidbehandling, dvs hvor mange celleklumper der vokser frem. Denne metode er temmelig tidsrøvende, men giver et relativt sikkert mål for herbicidtolerancen i de forskellige cellesuspensioner. Et problem indenfor denne type vækstmålinger er, at cellerne bliver udsat for herbicid i lang tid og dermed er der risiko for, at cellerne vænner sig til et ugunstigt miljø (Zilkah og Gressel 1977a). Dette fænomen kaldes for habituation. De celler der dør, vil formodentlig dø indenfor de første par dage efter overførsel på herbicidholdigt substrat. Dem der overlever kan være habituerede til at kunne klare mere end forventet, men det vigtige er, at de har overlevet. Et andet problem kan være hvad der egentlig sker med herbicidet med tiden. Den formodning at de to første døgn i kultur er den tid hvor herbicidet viser sin kraft gør dog, at jeg kan se bort fra en eventuel nedbrydning.

Ved studier af herbicidernes metabolisme bruges mere kemiske og biokemiske metoder til at opgøre resultaterne. Her er HPLC et vigtigt redskab. I nyere tid er også forskellige former for immunoassays blevet mere almindelige. For yderligere oplysninger om hvilke metoder der er brugbare, henvises til anden litteratur (f.eks Swischer 1987, Gressel *et al* 1992, Cole og Owens 1986, Camper og McDonald 1989).

## **Konklusion**

Vævskultur kan med stor fordel bruges indenfor undersøgelser af herbicidernes virkningssted, metabolisme og toksicitet.

Der er ingen kvalitative forskelle mellem herbicidmetabolismen i vævskultur og den der ses i hele planter. De kvantitative forskelle, der kan ses, kan stamme fra en række faktorer, hvoraf vævskulturens mangel på barrierer ved optagelse er en af de vigtigste.

Omkostningsniveauet ved udvikling af nye herbicider har foranlediget brug af vævskultur til at lede efter nye kemiske forbindelser. Generelle screeningsystemer i vævskultur kræver dog, at en række faktorer skal opfyldes, for at metoderne kan blive et brugbart redskab i herbicidudviklingen.

Vævskultur vil aldrig kunne erstatte forsøg med hele planter. Derfor skal vævskultur kun ses som et godt og brugbart redskab i herbicidforskningen. Kombinationen vævskultur/hele planter vil sikkert i fremtiden være den bedste måde at løse problemer indenfor herbicidforskningen på.

## **Litteraturliste**

- Camper N.D. & McDonald S.K. (1989): Tissue and cell cultures as model systems in herbicide research. *Rev. Weed Sci.* 1989:4:169-190.
- Cole D.J. & Owens W.J. (1986): Use of cell suspension cultures to study the metabolic fate of metalaxyl and other pesticides in plants. *Aspects of Applied Biology* 1986:11:131-138.
- Davis D.G., Stolzenberg R.L., & Dusky J.A. (1984): A comparison of various growth parameters of cell suspension cultures to determine phytotoxicity of xenobiotics. *Weed Science* 1984:32:235-242.
- Gressel J. (1987): In Vitro plant cultures for herbicide prescreening. In ACS symposium (334); *Biotechnology in Agricultural Chemistry*. (eds LeBaron et al) American Chemical Society, Washington DC 1987. pp 41-53.
- Gressel J., Shaaltiel Y., Sharon A. & Amsellem Z. (1992): Biorational in vitro screening for herbicide synergists. In *Herbicide Bioassays* (eds J.C. Streibig & P. Kudsk) CRC press 1992.
- Gressel J., Zilkah S. & Ezra G. (1978): Herbicide action, resistance and screening in cultures vs. plants. In *Frontier in Plant Tissue Cultures* (ed T.A. Thorpe) Calgary University of Calgary press 1978.

- Harms H. & Kottutz E. (1990): Bioconversion of xenobiotics in different plant systems - cell suspension cultures, root cultures and intact plants. *Progress in Plant Cellular and Molecular Biology. Proceedings of the VII Int. congress on plant tissue and cell culture 1990.* pp 650-655.
- Mumma R.O. & Davidonis G.H. (1983): Plant tissue culture and pesticide metabolism. In *Progress in pesticide biochemistry and toxicology Vol 3.* (eds D.H. Hutson & T.A. Roberts) Wiley Chichester 1983. pp 255-278.
- Pallett K.E., Rees R.T., Fitzsimons P.J & Cobb A.H. (1986): The isolation of mesophyll cells and protoplasts for use in herbicide research. *Aspects of Applied Biology* 1986:11:139-148.
- Pierik R.L.M. (1987): *In Vitro Culture of Higher Plants.* Martinus Nijhoff Publ. 1987.
- Schuphan I., Haque A. & Ebing W. (1984): Economical assessment of environmental chemicals. Part 1. Standard screening procedures to evaluate chemicals in plant cell cultures. *Chemosphere* 1984:13:301-313.
- Streibig J.C. (1988): Herbicide bioassay. *Weed research* 1988:28:479-484.
- Swisher B.A. (1987): Use of plant cell cultures in pesticide metabolisme studies. In ACS symposium (334): *Biotechnology in Agricultural chemistry.* American chemical society. Washington DC. 1987. pp 18-40.
- Zilkah S. & Gressel J. (1977 a) Cell cultures vs. whole plants for measuring phytotoxicity I The establishment and growth of callus and suspension cultures; definition of factors affecting toxicity. *Plant Cell Physiology* 1977:18:641-655.
- Zilkah S. & Gressel J. (1977 b) Cell cultures vs. whole plants for measuring phytotoxicity III Correlation between phytotoxicities in cell suspension cultures, calli and seedlings. *Plant Cell Physiology* 1977:18:815-820.
- Zilkah S. & Gressel J. (1978) The estimation of cell death in suspension cultures evoked by phytotoxic compounds; differences among techniques. *Plant Science Lett.* 1978:12:305-315.



## **Klimafaktorerens indflydelse på bladherbiciders virkning.** *Influence of environment on the effect of foliage-applied herbicides.*

Jens Lindegaard Kristensen og Per Kudsk  
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse,  
Planteværnscentret,  
Flakkebjerg, 4200 Slagelse.

### **Summary**

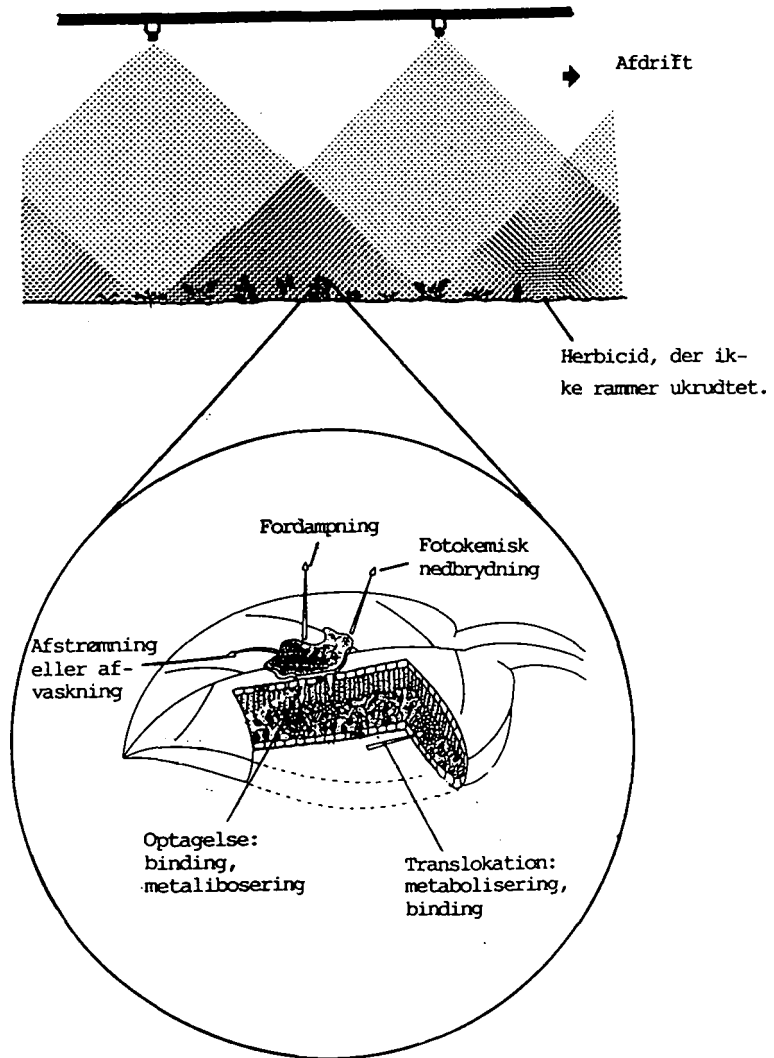
*The influence of environmental factors on the efficacy of foliage-applied herbicides is reviewed. The efficacy of most foliage-acting herbicides is influenced by precipitation, water stress, temperature and humidity in the pre- and post-spray periode. In general the maximum effects are obtained, when the plants are subjected to high temperature and humidity, no rain and optimum water supply. Some herbicides are also affected by wind and light, although these factors are of minor importance. Finally the problems in transferring results from laboratory to field conditions are considered.*

### **Indledning**

Vejrforholdene har stor indflydelse på ukrudtsfloraens udvikling, og mulighederne for at gennemføre en effektiv kemisk ukrudtsbekæmpelse. Klimaet påvirker produktionen af ukrudtsfrø, fremspiringen og udvintringen af ukrudtsplanter samt konkurrenceforholdet mellem afgrøde og ukrudt. Klimaet har også en direkte indflydelse på herbicidernes effekt. Retentionen af sprøjtevæske, optagelsen, transporten og nedbrydningen af midlet, samt aktivstoffets effekt ved virkestedet påvirkes af forskellige klimatiske faktorer. (Hammerton, 1967, Gerber et al, 1983, Caseley, 1989).

### **Klimafaktorer, der kan påvirke herbicidvirkningen**

Ved udsprøjtning af et herbicid vil store dele af det udbragte aktivstof gå tabt, inden det når frem til de cellebestandele i ukrudtsplanten, hvor de letale biokemiske processer finder sted. Figur 1 viser, hvor i herbicidets vej fra sprøjten til virkestedet, der er mulighed for tab. Klimaforholdene før, under og efter sprøjtningen påvirker herbicidtabenes størrelse, og dermed midlernes effektivitet.

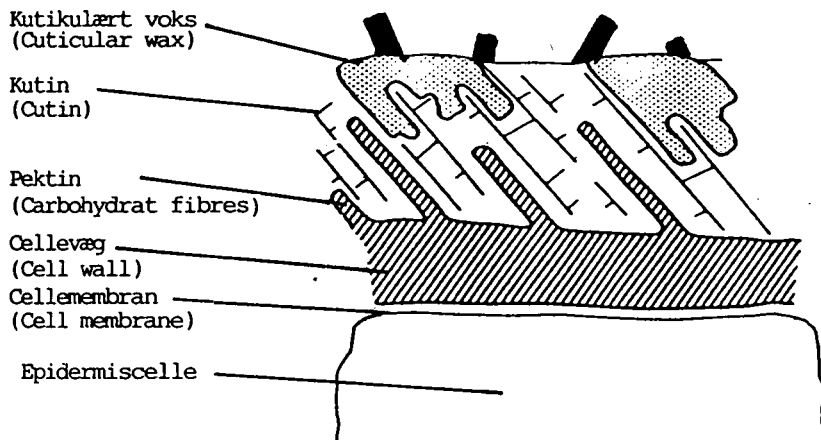


Figur 1. Skematisk fremstilling af herbicidets vej fra sprøjten til virkestedet, med angivelse af, hvor der kan forekomme tab af aktivstof.  
*Illustration of the flow of herbicide from the sprayer to the site of action. Possible sites of loss of herbicide are indicated.*



## Kutikulaen

Alle planter er dækket af et voks- og pektinlag (kutikulaen) på bladoverfladen. Kutikulaen forhindrer fordampning fra bladet og beskytter planten mod indtrængning af patogener og andre fremmedstoffer. Kutikulaen er desuden en væsentlig barriere for herbicidet i dets vej frem mod virkestedet (Price 1983). Da kutikulaens opbygning påvirkes af klimaforholdene, og dermed indtager en central rolle i herbicidernes klimafølsomhed, vil dens opbygning kort blive beskrevet.



Figur 2. Skematisk fremstilling af kutikulaen.

*Idealized cuticle (Price, 1982).*

Figur 2 viser skematisk kutikulaens opbygning. Kutikulaen er opbygget af et vokslag, et kutinlag og inderst ved epidermiscellerne, et pektinlag. Generelt er vokslaget meget lipofilt, og udgør dermed en stor forhindring for vandopløselige herbiciders indtrængen. Kutinlaget består af stoffer, der både er lipofile og hydrofile; mens pektinlaget og cellevægen er opbygget af hydrofile stoffer. De forskellige faser i kutikulaen er ikke skarpt adskilte, men ligger delvist blandet mellem hinanden, og adskilles af grænselag, hvor stoffer fra de to nabolag er blandet (Holloway, 1971). Specielt antages det, at pektin- og kutinlaget ligger som lameller, der visse steder gennembrøder kutikulaens vokslag. Herved dannes der porer af hydrofile stoffer, som gør det muligt for vandopløselige herbicider at trænge gennem kutikulaen (Franke, 1967).

Kutikulaens sammensætning og struktur påvirkes af temperatur, luftfugtighed, jordfugtighed og indstråling. (Baker, 1974, Price, 1982, Hull et al., 1975). Disse klimatiske forandringer vil blive belyst i de følgende afsnit.

### Luftfugtighed

Planter, der dyrkes ved høj luftfugtighed, har mindre blade og flere stomata, bladhår og epidermisceller pr. arealenhed, end planter der dyrkes ved lav luftfugtighed (Caseley, 1989). Baker (1974) har desuden vist, at lav luftfugtighed fører til dannelse af mere voks på bladene. Blade fra rosenkål havde således mere end dobbelt så meget voks, når planterne blev dyrket ved 40 % RH fremfor 98 % RH. Selv om der ikke er en entydig sammenhæng mellem vokslagets tykkelse og herbicidoptagelsen (Price, 1982), vil de morfologiske ændringer som lav luftfugtighed medfører, bevirke at retentionen og penetreringen af herbicid mindskes.

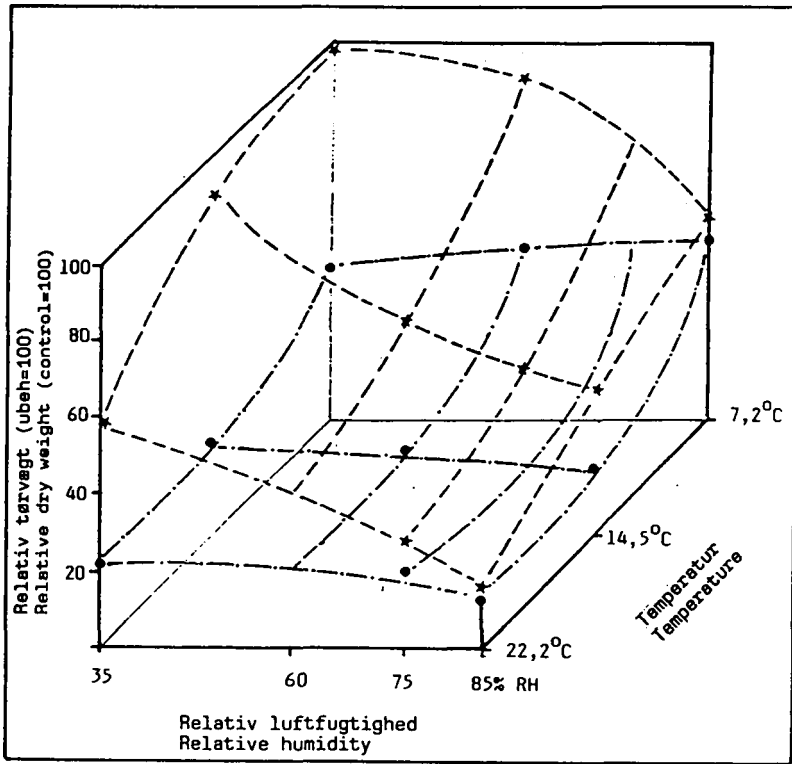
Optagelsen af herbicid fra bladoverfladen er størst så længe aktivstoffet holdes opløst i dråber af sprøjtevæsken (Gerber et al., 1983). Ved høj luftfugtighed vil fordampningen af sprøjtevæsken mindskes (Legg, 1983), og mulighederne for optagelse dermed forbedres.

Høj luftfugtighed i tidsrummet omkring sprøjtningen har desuden en direkte indflydelse på kutikulaens struktur. Det antages, at kutikulaens pektinlag er istand til at binde vand, hvorved det svulmer op, og forøger arealet af de hygroskopiske porer, som gennembryder det vandskyende kutikulære vokslag (Bukovac, 1976). Herved øges mulighederne for optagelse af specielt vandopløselige herbicider. Denne teori er bl.a. eftervist af Savory et al. (1975), som viste, at optagelsen af den fedtopløselige esterforbindelse af bromoxynil stort var uafhængig af luftfugtigheden; mens optagelsen af den tilsvarende vandopløselige saltforbindelse påvirkedes kraftigt. Tilsvarende resultater er opnået med salt- og esterforbindelser af ioxynil, anvendt på fuglegræs (Merritt, 1984).

Luftfugtighedens indflydelse på vandopløselige herbiciders effekt kan i visse tilfælde mindskes ved tilsætning af et passende additiv. Thonke (1984) undersøgte effekten af chlor-sulfuron ved en kombination af fire forskellige temperaturer og tre luftfugtigheder. Samtidig undersøgtes effekten af midlet ved tilsætning af additivet Citowett (figur 3). Som det ses af figuren, påvirkedes effekten af ren chloresulfuron både af temperatur og luftfugtighed, mens betydningen af luftfugtigheden stort set blev elimineret, når additivet blev tilsat. Mekanismerne bag denne effekt er ikke helt klarlagt, men mange additiver er stærkt hygroskopiske, og vil derfor binde vand sammen med herbicidet, som dermed holdes i opløsning, og følgelig trænger bedre ind i planten (Mccan og Whitehouse, 1983). En anden teori går ud på, at additivet trænger ind i de hygroskopiske porer i kutikulaen, som derfor kvælder op og forbedrer indtrængningen for herbicidet (Foy og Smith, 1969).

Som det fremgår af afsnittet, er det specielt vandopløselige herbicider, der påvirkes af luftfugtigheden, mens fedtopløselige herbicider er forholdsvis upåvirkede. Det er imidlertid ikke muligt at vurdere et herbicids afhængighed af luftfugtigheden udelukkende med baggrund i dets fysiske/kemiske egenskaber.

I tabel 1 findes en oversigt over luftfugtighedens indflydelse på forskellige herbiciders effekt.



Figur 3. Effekt af chlorsulfuron på Gul Sennep, udsprøjtet ved forskellige temperaturer og luftfugtigheder med (●- - -●) og uden (\* - - - \*) tilsætning af 0.1 % Citowett.  
*Effect of chlorsulfurone on Sinapis alba in combination with (●- - -●) and without (\* - - - \*) addition of 0.1 % Citowett, sprayed at different combinations of temperature and relative humidity (Thonke, 1984).*

### Temperatur

Planter, der vokser ved høje temperaturer, får ofte en gejl vækst med store og ranglede blade. Ligeledes udvikler planterne et tykkere vokslag, og kutikulaens morfologi ændres i forhold til planter der er dyrket ved lavere temperaturer (Hull et al., 1975). Det er imidlertid usikkert, hvilken indflydelse disse morfologiske forandringer har for herbicideffekten.

Høje temperaturer vil være medvirkende til en hurtigere udtørring af sprøjtedråberne og dermed en dårligere optagelse af herbicidet. Udover denne negative effekt, er der generel enighed om, at herbicider optages og translokeres bedst ved høje temperaturer. Price (1982) angiver at diffusionshastigheden gennem kutikulaen øges med stigende temperatur, omend

der er tvivl om betydningen af denne effekt.

I flere forsøg er det vist, at herbicidoptagelsen øges ved stigende temperatur. Dette er f.eks vist med bromoxynil (Savory et al., 1975) og bentazon (Retzlaff, 1983). For systemiske herbicider fås tillige en hurtigere translokation, hvilket er vist for glyphosat (Devine et al., 1983, Coupland og Caseley, 1981, Klevorn og Wyse, 1984) og fluaazifop-butyl (Coupland, 1986).

Betydningen af temperaturen efter optagelsen af herbicidet afhænger af midlets virkemåde. For nogle herbicider, ses de bedste virkninger ofte ved lave temperaturer. Det skyldes bl.a at nedbrydningen af herbicidet i planten generelt mindskes med temperaturen (Cole, 1983). Ligeledes vil der være tale om en fortyndingseffekt ved høje temperaturer, idet planten vokser hurtigt, hvorved herbicidkoncentrationen mindskes. Som eksempel virker glyphosat bedst mod kvik, hvis temperaturen i perioden efter sprøjtningen er lav (Coupland og Caseley, 1981). Coupland (1984) har vist at nedbrydningen af midlet øges ved høje temperaturer, men angiver desuden fortyndingseffekten som medvirkende til midlets forringede effekt ved høje temperaturer. Lignende resultater er rapporteret for atrazin (Thompson et al., 1970) og fluaazifop-butyl (Coupland, 1986).

Med de fleste andre herbicider opnås den bedste effekt generelt ved høje temperaturer. Det er dog vanskeligt at vurdere om dette skyldes forøget optagelse eller translokation af midlet, eller hurtigere og mere effektiv kemisk reaktion ved virkestedet.

I tabel 1 er temperaturens betydning for forskellige midlers virkning angivet.

Tabel 1. Betydning af temperatur (Temp) og relativ luftfugtighed (RH) for effekten af forskellige bladherbicider. (+ angiver at midlets effekt forbedres ved stigende temperatur eller fugtighed).

*Influence of temperature (Temp) and humidity (RH) on the effect of foliage-applied herbicides (+ means increasing effect with increasing temperature or relative humidity).*

| Aktivstof<br>Active ingredient | Handelsnavn<br>Tradename | RH | Temp | Kilde<br>Source                          |
|--------------------------------|--------------------------|----|------|--|
| Mechlorprop (ester)            | Herbaprop ES             |    | +    | AFU, upubliiseret                        |
| Clopyralid+Benazolin           | Benasalox                |    | +    | AFU, upubliiseret                        |
| Ioxynil (ester)                | Totril                   |    | +    | Merritt, 1984                            |
| Fluoxypyr                      | Starane Mixer            |    | +    | Thonke, 1984                             |
| Bromoxynil (ester)             | Brominal                 |    | +    | Savory et al., 1975                      |
| Metamitron                     | Goltix WG                | +  | +    | Thonke, 1975                             |
| Bromoxynil (salt)              | -                        | +  | +    | Savory et al., 1975                      |
| Ioxynil (salt)                 | -                        | +  | +    | Merritt, 1984                            |
| Dichlorprop+MCPA (salte)       | DPM                      | +  | +    | Kudsk, 1985                              |
| Bentazon                       | Basagran                 | +  | +    | Nalewaja et al., 1975                    |
| Metsulfuron-methyl             | Ally                     | +  | +    | Thonke, 1984                             |
| Chlorsulfuron                  | Glean                    | +  | +    | Thonke, 1984                             |
| Tribenuron-methyl              | Express                  | +  | +    | Thonke & Kudsk, 1986                     |
| Triasulfuron                   | (Logran)                 | +  | +    | Thonke & Kudsk, 1986                     |
| Haloxifop-ethoxyethyl          | (Gallant)                | +  | +    | Thonke & Kudsk, 1985                     |
| Glufosinat-ammonium            | (Basta)                  | +  | +    | Langelüddecke et al. 1988                |
| Thifensulfuron                 | (Harmony)                | +  | +    | Kudsk et al. 1990; Nalewaja et al. 1988. |
| Glyphosat                      | Roundup                  | +  | +    | Coupland & Caseley 1981                  |
| Fluaazifop-butyl               | Fusilade                 | +  |      | Coupland, 1986                           |

Midler med handelsnavn i parentes markedsføres ikke i Danmark.

## Lys

Kutikulaen påvirkes stærkt af indstrålingen. Hull et al. (1975) angiver, at kutikulaudviklingen er direkte korreleret med lysintensiteten, således at der udvikles en tyk kutikula ved høj indstråling. Man kan dog ikke umiddelbart konkludere, at herbicidoptagelsen forringes af den grund.

Lysets påvirkning af herbicidernes optagelse og effekt varierer meget fra middel til middel. For visse stoffer, som paraquat og diquat, er lys en forudsætning for at midlerne virker, idet deres effekt er afhængig af, at planternes fotosynteseapparat er aktivt (Dodge, 1982). Ioxnyl, som er en fotosyntesehæmmer, påvirkes ligeledes af indstrålingen. Savory et al. (1975) viste, at midlets virkning er omvendt proportionalt med lysindstrålingen, mens Merritt (1984) fandt, at ioxnyl virkede bedst, ved enten lave eller meget høje lysstyrker.

For nogle midlers vedkommende er det vist, at reaktionshastigheden øges ved høje lysintensiteter, omend sluteffekten er upåvirket af lyset. Det er bl.a. tilfældet for bentazon (Potter og Wergin, 1975), glufosinat-ammonium (Köcher, 1983) og glyphosat (Caseley, 1972).

Som det fremgår kan indstrålingen påvirke herbiciders effekt, selv om betydningen af denne klimafaktor er minimal for de fleste midler.

## Vind

Viden om vindens indflydelse på herbiciders virkning er meget begrænset. Det er kendt, at høje vindhastigheder kan forårsage afdrift ved sprøjtningen. Combella (1982) angiver, at mellem 1 og 27 % af den udsprøjtede væskemængde forsvinder ved afdrift, alt afhængigt af vindhastighed, dysetype, dysetryk og bomhøjde. Ligeledes er det sandsynligt, at vind ændrer afsætningsmønstret på planterne. Nordbo og Taylor (1991) viste, at selv lave vindstyrker påvirker afsætningen af sprøjtevæske på kunstige objekter.

Den biologiske betydning af vind for herbicideffekten er stort set ukendt. Det er dog givet, at blæst vil forstærke betydningen af lav luftfugtighed og tørke på kutikulaen, og dermed forringe optagelsesbetingelserne. Modsat kan vind forårsage betydelige skader på vokslaget, når bladene gnider mod hinanden, og jord- og sandpartikler sliber i bladoverfladen. Dewey (1956) fandt således, at ærteblade der havde været påvirket af blæst, tilbageholdte og optog større mængder dinoseb, end planter der ikke havde været vindpåvirket.

Udover vindens påvirkning af afdriften, som kan være nok så alvorlig, må denne klimafaktors betydning for herbicideffekten betegnes som minimal.

## Jordfugtighed

Tørkestress kan medføre en betydelig effektföringelse af visse herbicider. Midlerne i tabel 2, har alle vist forringet effekt, når de blev udsprøjtet på tørkestressede planter.

Tabel 2. Herbicider, hvor effekten er nedsat ved sprøjtning på tørkestressede planter.  
*Herbicides, where a reduced effect has been found on water stressed plants.*

| Aktivstof<br>Active ingredient | Handelsnavn<br>Trade name | Testplante<br>Test plant | Kilde<br>Source         |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Glyphosat                      | Roundup                   | Alm kvik                 | Klevorn og Wyse, 1984   |
| Fluazifop-butyl                | Fusilade                  | Alm. kvik                | Coupland, 1986          |
| Diclofop-metyl                 | (Illoxan)                 | Flyvehavre               | Wilcox et al., 1987     |
| Difenzoquat                    | Avenge                    | Flyvehavre               | "                       |
| Sethoxydim                     | (Fervinal)                | Flyvehavre               | "                       |
| Flamprop-methyl                | (Mataven)                 | Flyvehavre               | "                       |
| Bentazon                       | Basagran                  | Gul Sennep               | Kristensen et al., 1990 |
| Phenmedipham                   | Betanal                   | Gul Sennep               | "                       |
| Chlorsulfuron                  | Glean                     | Gul Sennep               | "                       |
| Ioxynil                        | Totril                    | Fuglegræs                | Merritt, 1984           |
| Ioxynil + Bromoxynil           | Oxitril                   | Gul Sennep               | "                       |

Midler med handelsnavn i parantes markedsføres ikke i Danmark.

Der er imidlertid stor forskel på herbicidernes følsomhed over for tørkestress. Kristensen et al. (1990) undersøgte, hvor meget doseringen skulle justeres for at få samme effekt på tørkestressede planter som på planter der var optimalt forsynet med vand (Tabel 3). Som det ses af tabellen, skulle doseringen for det mest tørkefølsomme herbicid øges ca. 200 %, mens effekten af det mindst følsomme herbicid blev forbedret en smule, når det blev anvendt på tørkestressede planter.

Tabel 3. Tabellen viser hvor meget doseringen af forskellige herbicider skulle øges (+) eller sænkes (-), for at få samme effekt på tørkestressede planter, som på planter der var optimalt forsynet med vand (efter Kristensen et al., 1990).

*The table shows how much the dose of various herbicides had to be increased (+) or could be reduced (-), to obtain the same effect on water-stressed plants as on non-stressed plants (Kristensen et al., 1990).*

| Aktivstof<br>Active ingredient | Handelsnavn<br>Tradename | Doseringsændring<br>Dose regulation |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Bentazon                       | Basagran                 | + 190 %                             |
| Phenmedipham                   | Betanal                  | + 160 %                             |
| Chlorsulfuron                  | Glean                    | + 60 %                              |
| Glyphosat                      | Roundup                  | + 50 %                              |
| Ioxynil+bromoxynil             | Oxitril                  | + 33 %                              |
| Dichlorprop+MCPA               | DPM                      | - 33 %                              |

Betydningen af tørkestress forsvinder ret hurtigt efter en regnvejrperiode. Basler et al. (1961) fandt, at der stort set ikke var nogen translokation af 2,4-D i tørkestressede bønneplanter. Blot 24 timer efter en opvanding af de tørre planter var translokationen imidlertid mangedoblet, til et niveau på ca. 50 % af kontrolplanterne. På Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse er det tilsvarende fundet, at betydningen af tørkestress for bentazons virkning stort set forsvandt, hvis de tørkestressede planterne blev vandet et døgn før sprøjtningen (data ikke vist).

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

Tørke før sprøjtningen øger kutikulaens tykkelse betydeligt, og påvirker formentlig de hygroscopiske porer i højere grad end lav luftfugtighed (Hull et al., 1975, Price, 1983). Ligeledes bliver bladene mindre, og får en mere opret stilling (Kristensen et al., 1990). En konsekvens heraf kan være forringet optagelse, hvilket er set med ioxynil (Merritt, 1986) og glyphosat (Klevorn og Wyse, 1984). Basler et al. (1961) fandt derimod ingen påvirkning af optagelsen af 2,4-D ved tørkestress, hvorimod translokationen af stoffet stort set blev stoppet. En tilsvarende effekt på translokation af andre systemiske midler er set ved glyphosat (Klevorn og Wyse, 1984).

Tørkestress kan desuden ændre flere fysiologiske processer i planten, som kan føre til nedsat herbicideffekt. Merritt (1986) fandt f. eks, at mængden af lutein, chlorofyl a og caroten blev forøget væsentligt i tørkestressede fuglegræs. Ioxynil, som blev undersøgt i forsøget, blokerer for fotosyntesen. Det større indhold af chlorofyl a, i de tørkestressede planter, kan medvirke til at forklare midlets forringede virkning.

Betydningen af tørkestress er meget afhængig af, hvilket herbicid der anvendes. Sprøjtes der med et uheldigt valgt herbicid under meget tørre forhold, kan den ønskede virkning dog helt udeblive, og tørke må derfor betragtes som en af de klimafaktorer, der har størst betydning for herbicideffekten.

### **Nedbør**

Nedbør i form af kraftig regn er istand til at skade planternes vokslag. Baker og Hunt (1986) fandt, at 10 mm regn kunne fjerne betydelige mængder voks fra bladene og ændre strukturen på den tiloversblevne voks. En konsekvens af dette kan være en øget retention og optagelse af herbicidet, hvilket f.eks er vist for dinoseb (Dewey et al., 1956).

Hvis der på sprøjtetidspunktet er vand på bladene, f.eks fra regn eller i form af dug, kan retentionen og optagelsen af herbicidet påvirkes. Caseley et al. (1975) undersøgte effekten af glyphosat på våde kvikplanter. Selv om det kunne konstateres at noget af herbicidet løb af bladene, påvirkede det ikke midlets effekt. Det blev forklaret med at:

- 1: De våde blade var, i første omgang, istand til at tilbageholde mere sprøjtevæske.
- 2: Gode optagelsesforhold på grund af høj fugtighed ved bladet, og dermed hydrering af kutikulaen.
- 3: Redistribution af herbicidet fra bladene til mere følsomme områder på planten, som f.eks bladskederne.

Kudsk et al. (1988) undersøgte betydningen af dug for virkningen af glyphosat og MCPA + dichlorprop. Forsøget viste, at midlerne fik forringet effekt over for Gul Sennep, hvis de blev udbragt i en væskemængde på 300 l/ha; hvorimod dug ikke havde nogen indflydelse på herbicideffekten, hvis væskemængden var under 150 l/ha. Disse forskelle blev forklaret med, at retentionen ved de store væskemængder blev reduceret, på grund af afløb af aktivstof fra bladene.

Den mest betydningsfulde effekt af nedbør forekommer, hvis der kommer regn umiddelbart efter sprøjtningen. Regn vil da kunne påvirke herbicideffekten ved at:

- 1: Opløse udtørret herbicid eller holde herbicidet i opløsning i længere tid.
- 2: Flytte aktivstof rundt på planten (redistribution).
- 3: Afskylle aktivstof fra planten.

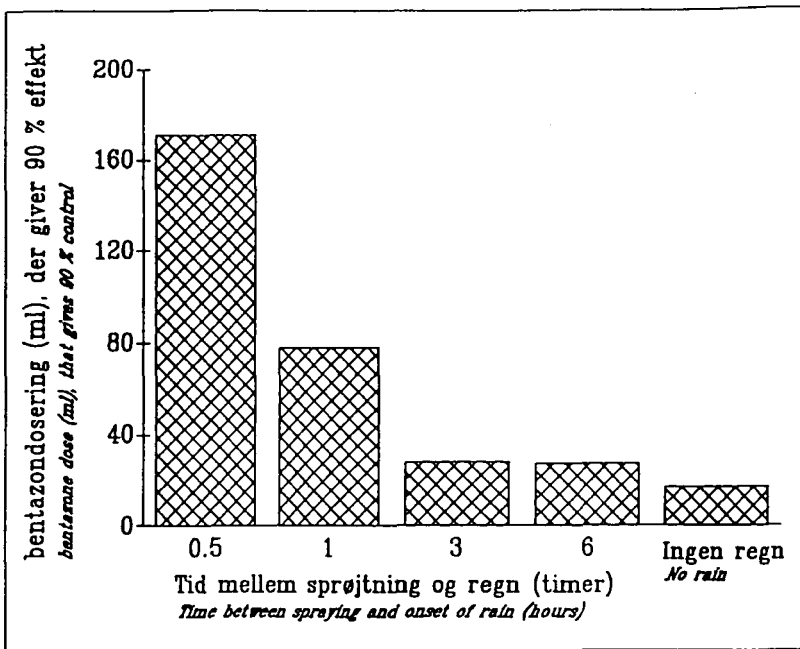
I tilfælde af små regnmængder kan de to første faktorer medvirke til at forbedre virkningen af herbicidet. Nalewaja et al. (1975) fandt at nedbørsmængder under 0.65 mm forbedrede effekten af bentazon. Tilsvarende fik Caseley og Coupland (1980) ikke dårligere virkning af difenzoquat efter 0.5 mm regn, selvom 29 % af aktivstoffet blev vasket af bladene.

Større nedbørsmængder kort tid efter sprøjtningen, reducerer næsten altid herbicideffekten. Hvor meget afhænger af hvor hurtigt midlet optages i planten, og hvor let det skylles af bladoverfladen. Jo hurtigere herbicidet optages af planten, jo kortere tørvejrperiode er nødvendig for at opnå fuld effekt. Vedhæftningen til bladoverfladen påvirkes bl.a af midlets vandopløselighed, idet meget vandopløselige herbicider forholdsvis let opløses og afvaskes af bladene (Kudsk og Kristensen, 1989)

Betydningen af regn kan være meget stor. I figur 4 er vist, hvor meget bentazon, der skulle anvendes for at få 90 % bekæmpelse af Gul Sennep, når der kom 3 mm regn 0.5, 1, 3 og 6 timer efter sprøjtningen. Som det ses, skulle doseringen øges ca. 10 gange for at få samme effekt på planter, der fik regn efter en halv time, sammenlignet med planter, der ikke fik regn.

I tabel 4 er forskellige herbicider opdelt i tre grupper, alt efter hvor lang tids tørvejr der er nødvendigt, før 2-4 mm regn ikke længere reducerer effekten. I gruppen af midler, som kun kræver 0-2 timers tørvejr, findes hovedsageligt herbicider, som er meget lidt vandopløselige, som f.eks esterformuleringen af mechlorprop; hvorimod gruppen af herbicider, der kræver mindst 6 timers tørvejr, indeholder meget vandopløselige herbicider som f.eks saltformuleringer af mechlorprop.





Figur 4. Bentazon dosering, der giver 90 % bekæmpelse af Gul Sennep, når der kommer regn forskellig tid efter sprøjtningen.  
*Bentazon dose required to obtain 90 % control of Sinabis Alba, when rain is applied at various times after treatment.*

Tabel 4. Oversigt over hvor mange timers tørvej, der har været nødvendig efter sprøjtning, for at 2 til 4 mm regn ikke har reduceret effekten.  
*Time interval between herbicide application and the onset of rain required (2-4 mm) to ensure maximum effect (Kudsk og Kristensen (1989)).*

| Timer<br>Hours | Aktivstof<br>Active ingredient       | Handelsnavn<br>Tradename |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 0-2            | mechlorprop (esterformulering)       | Mechlorprop              |
|                | flamprop-isopropyl                   | Barnon Plus              |
|                | * fluazifop-butyl                    | Fusilade                 |
|                | ** alloxym-natrium                   | Fervin                   |
|                | ** haloxyfop-ethoxyethyl             | Gallant                  |
| 2-6            | ** cycloxydim                        | Focus                    |
|                | * chlorsulfuron                      | Glean                    |
|                | metasulfuron-metyl                   | Ally                     |
|                | * triasulfuron                       | (Logran)                 |
|                | * tribenuron-methyl                  | Express                  |
| > 6            | benzolin + clopyralid                | Benasalox                |
|                | mechlorprop (saltformulering)        | Mechlorprop              |
|                | MCPA + dichlorprop (saltformulering) | DP/M                     |
|                | glyphosat                            | Roundup                  |
|                | bentazon                             | Basagran                 |
|                | glufosinat-ammonium                  | Basta                    |
| difenzoquat    | Avenge                               |                          |

\* tilsat 0.1% nonionisk spredemiddel (0.1% nonionic surfactant added).

\*\* tilsat 1 l Super Schering Olie eller 2 l Actipron (1 l Super Schering Olie or 2 l Actipron added).

Midler med handelsnavn i parentes markedsføres ikke i Danmark.

Herbiciders regnfasthed påvirkes indirekte af faktorer som kan ændre midlernes vedhæftning eller optagelseshastighed.

Tilsætning af additiver kan påvirke et middels regnfasthed betydeligt. Kudsk og Kristensen (1989) fandt f.eks. at additivet Actipron kunne mindske bentazons følsomhed over for regn. Bentazon, udsprøjtet alene, krævede mindst 6 timers tørvej for at sikre fuld effekt, hvorimod der ved tilsætning af Actipron blev opnået fuld effekt efter 3 timer. Denne effekt blev forklaret ved, at additivet forøgede herbicidets optagelseshastighed.

Klimaforhold, der begunstiger herbicidoptagelsen, vil ligeledes forbedre midlets regnfasthed. Det er f.eks. vist af Caseley et al. (1975), som fandt, at regn 2 timer efter sprøjtning af kvik med glyphosat betød mindre, når planterne havde vokset ved 90 % RH frem for 50 % RH.

Som det fremgår af afsnittet, kan regn påvirke herbiciders effekt betydeligt. Forudsat der kommer regn kort tid efter sprøjtningen, er det givetvis en af de allermest betydningsfulde klimafaktorer, der kan påvirke herbicideffekten.

### **Klimaets betydning for herbicideffekten under markforhold**

Som det fremgår af de foregående afsnit, kan klimaet påvirke herbicideffekten betydeligt. De fleste forsøg, hvor herbiciders klimafhængighed er undersøgt, er udført under laboratorieforhold, f.eks. i klimakamre. Disse forsøgsmetoder er imidlertid behæftet med en række begrænsninger og mulige fejlkilder (Devine, 1989, Kristensen et al., 1989). I traditionelle klimakammerforsøg undersøges en enkelt eller få klimaparametre (f.eks. temperatur, luftfugtighed eller indstråling), mens alle andre faktorer holdes ens. Denne metode kan give vigtige informationer om enkeltfaktoreres indflydelse på herbicidets virkning, men den giver meget få oplysninger om, hvordan midlet virker under markforhold, hvor alle klimaparametre til stadighed ændres og vekselvirker i et kompliceret samspil.

Som eksempel er det tidligere omtalt, at mange vandopløselige herbicider optages og virker bedst i forbindelse med høj temperatur og luftfugtighed. Imidlertid forekommer kombinationen af både høj temperatur og luftfugtighed næsten aldrig i praksis. Om morgenen, når luftfugtigheden er høj, er temperaturen normalt lav, og det modsatte er gældende midt på dagen. Derfor er det vanskeligt, ud fra det foreliggende forsøgsmateriale, at forudsige effekten af midlerne under markforhold.

Et andet problem der opstår ved tolkning af tidligere forsøg er, at meget få resultater er opgjort kvantitativt. Det er således ofte umuligt ud fra resultaterne, at forudsige hvor meget herbiciddoseringen skal justeres for at midlet virker lige godt ved "gode" og "dårlige" klimaforhold.

I forbindelse med udviklingen af ukrudtsdatabasen (Baandrup og Ballegaard, 1990) arbejdes der på Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse for at fremskaffe forsøgsresultater som i højere grad end tidligere, belyser hvordan herbicider virker ved dynamisk varierende klimaforhold (Kristensen et al., 1989). Målet med arbejdet er at fremskaffe data, der via databasen gør det muligt at justere herbiciddoseringen til de aktuelle vejrforhold på sprøjtetidspunktet.

### **Sammendrag**

I artiklen opsummeres resultater fra litteraturen, vedrørende herbiciders klimafølsomhed. Effekten af de fleste bladherbicider påvirkes af nedbør, tørkestress, temperatur og

luftfugtighed i perioden før, under og efter sprøjtningen. Generelt virker de fleste bladherbicer bedst under forhold med høj temperatur og luftfugtighed, ingen nedbør og god vandforsyning. Nogle herbicer påvirkes endvidere af lys- og vindforhold, selvom disse klimafaktorer er af mindre betydning. Endelig diskuteres forskellige fejlkilder i forbindelse med anvendelse af resultaterne i praktisk sammenhæng.

**Omtalte herbicer, hvor handelsnavn ikke er angivet.**

| Aktiv stof           | Eksempel på handelsnavn             |
|----------------------|-------------------------------------|
| 2,4-D                | Dicotox-D500, Herbattox-D500 m. fl. |
| atrazin              | Atrazin Pramitol m. fl.             |
| bentazon             | Basagran 480                        |
| bromoxynil           | Brominal + flere blandingsmidler    |
| chlorsulfuron        | Glean 20 DF                         |
| difenzoquat          | Avenge 150                          |
| dinoseb              | DLG Dinoseb 500 Herbasol 375 m. fl. |
| diquat               | Reglone                             |
| fluazifob-butyl      | Fusilade                            |
| glyphosat            | Roundup                             |
| glyphosinat-ammonium | Basta                               |
| ioxynil              | Totril + flere blandingsmidler      |
| MCPA+dichlorprop     | DP/M m. fl.                         |
| paraquat             | Gramoxone                           |

**Litteratur**

- Baandrup, M. and Ballegaard, T. (1989): Three years field experiments with an advisory computer system applying factor-adjusted doses. British Crop Protection Conference-Weeds 1989, 555-560.
- Baker, E. A. (1974): The influence of environment on leaf wax development in brassica oleracea var. gemmifera. New Phytol. (1974) 73, 955-966.
- Baker, E. A. and Hunt, G. M. (1986): Erosion of waxes from leaf surfaces by simulated rain. New Phytol. (1986), 102, 161-173.
- Basler, E., Todd, G. W. and Meyer, R. E. (1961): Effects of moisture stress on absorption, translocation & distribution of 2,4-dichlorphenoxyactic acid in bean plants. Plant Physiol. 1961, 573-576.
- Bukovac, M. J. (1976): Herbicide entry into plants. Herbicides (Eds. Audus, L. J.) Academic Press, 334-364.
- Caseley, J. C. (1972): The effect of environmental factors on the performance of glyphosate against Agropyron repens. Proceedings British Weed Control Conference, 641-647.

- Caseley, J. C. (1989): Variations in foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rain effects. *Aspects of Applied Biology*, 21, 1989. Comparing laboratory and field pesticide performance, 215-225.
- Caseley, J. C. and Coupland, D. (1980): Effect of simulated rain on retention, distribution, uptake movement and activity of difenxzoquat applied to Avena fatua. *Ann. appl. Biol.* (1980), 96, 111-118.
- Caseley, J. C., Coupland, D. and Simmons, R. C. (1975): The effects of precipitation on the control of Agropyron repens with glyphosat. *Proceedings of the EWRS Symposium on Status, Biology and Control of Grassweeds in Europe*, 1, 124-130.
- Cole, D. J. (1983): The effect of environmental factors on the metabolism of herbicides in plants. *Aspects of Applied Biology* 4, 1983. Influence of environmental factors on herbicide performance and weed biology, 245-252.
- Combella, J. H. (1982): Loss of herbicides from groundsprayers. *Weed Research*, 1982, Vol 22, 193-204.
- Coupland, D. and Caseley, J. C. (1981): Environmental influences on the effects of glyphosate on Agropyron repens. *Grass Weeds in Cereals in the United Kingdom Conference*, 1981, 177-186.
- Coupland, D. (1984): The effect of temperature on the activity and metabolism of Glyphosate applied to rhizome fragments of Elymus repens (= Agropyron repens). *Pestic. Sci.* 1984, 15, 226 -234.
- Coupland, D. (1986): The effects of environmental factors on the performance of fluazifop-butyl against Elymus repens. *Ann. appl. Biol.* (1986), 108, 353-363.
- Devine, M. D. (1989): Environmental influence on herbicidal performance: A critical evaluation of experimental techniques. *Proc. EWRS Symp. Factors Affecting Herbicidal Activity and Selectivity*, 1988, 219-226.
- Devine, M. D., Bandeen, J. D. and Mckersie, B. D. (1983):Temperatur effects on glyphosate absorption, translocation and distribution in quackgrass (Agropyron repens). *Weed Science*, Vol. 23, 4, 461-464.
- Dewey, O. R., Grefory, P. and Pfeiffer, R. K. (1956): Factors affecting the susceptibility of peas to selective dinitro-herbicides. *Proceedings of the 3rd British Weed Control Conference* 3, 313-326.
- Dodge, A. D. (1982): Oxygen radicals and herbicide action. *Biochemical Society Transactions* 10, 73-75.
- Foy, L. C. and Smith, L. W. (1969): The role of surfacants in modifying the activity of herbicidal sprays. *Adv. in Chem. Series*, 86, 55-69.

- Franke, W. (1967): Mechanisms of foliar penetration of solutions. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 1967, 18, 281-300.
- Gerber, H. R., Nyffeler, A. and Green, D. H. (1983): The influence of rainfall, temperature, humidity and light on soil- and foliage-applied herbicides. *Aspects of Applied Biology* 4, 1983. *Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology*, 1-14.
- Hammerton, J. L. (1967): Environmental Factors and Susceptibility to Herbicides. *Weeds*, 15, 350-336.
- Holloway, P. J. (1971): The chemical and physical characteristics of leaf surfaces. *Ecology of leaf surface micro-organisms* (Eds. Preece and Dickinson) pp. 39-53.
- Hull, H. M., Morton, H. L. and Wharrie, J. R. (1975): Environmental influence on cuticle development and resultant foliar penetration. *The Botanical Review* 1975, 41, 4, 421-452.
- Köcher, H. (1983): Influence of light factor on physiological effects of the herbicide Hoe 39866. *Aspects of Applied Biology* 4, 1983. *Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology*, 227-234.
- Klevorn, T. B. and Wyse, D. L. (1984): Effect of soil temperature and moisture on Glyphosat and photoassimilate distribution in Quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Science*, Vol. 32, 3, 402-407.
- Kristensen, J. L., Kudsk, P. og Mathiasen, S. (1989): Nye forsøgsmuligheder vedrørende klimaets indflydelse på herbiciders virkning. 6. Danske Planteværns-konference/Ukrudt, 185-195.
- Kristensen, J. L., Pedersen, H. J. og Kudsk, P. (1990): Jordfugtighedens indflydelse på virkningen af bladherbicer. 7. Danske Planteværnskonference 1990, 131-139.
- Kudsk, P. (1985): "Faktorkorrigerede" doseringer - et alternativ til anbefalede doseringer ? 2. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1985, 217-234.
- Kudsk, P. og Kristensen, J. (1989): Herbiciders regnfastedhed. 6. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1989.
- Kudsk, P., Jensen, P. K., Olesen, T. og Kirknel, E. (1988): Effekten af herbicer ved sprøjtning på dugvåde planter. 5. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1988, 259-266.
- Kudsk, P., Olesen, T. and Thonke, K. E. (1990): The influence of temperature, humidity and simulated rain on the performance of thiameturon-methyl. *Weed Research*, 1990, Vol. 30, 261-269.

- Langelüddeke, P., Baedelt, H. and Bieringer, H. (1988): Trials on the influence of air humidity and rainfall on the efficacy of glufosinate-ammonium. Proc. EWRS Symp. Factors affecting herbicidal Activity and Selectivity, 1988, 227-232.
- Legg, B. J. (1983): Micrometeorology and the influence of local variations of environment on plant growth and herbicide performance. Aspects of Applied Biology 4, 1983. Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology, 15-31.
- McCann, A. W. and Whitehouse, P. (1983): A review of environment formulation interactions in relation to the foliar persistence, uptake and translocation of herbicides. Aspects of Applied Biology 4, 1983. Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology, 329-344.
- Merritt, C. R. (1984): Influence of environmental factors on the activity of ioxynil salt and ester applied to Stellaria media. Weed Research, 1984, Vol. 24, 173-182.
- Merritt, C. R. (1986): The relationship between the rate of entry of ioxynil and effects on photosynthesis in normal and drought-stressed Stellaria media. Ann. appl. Biol. (1986), 108, 105-114.
- Nalewaja, J. D., Pudelko, J. and Adamczewski, K. A. (1975): Influence of Climate and additives on bentazon. Weed Science, Vol. 23, 6, 504-507.
- Nalewaja, J. D. and Adamczewski, K. A. (1988): Thiameturon phytotoxicity to Kochia (Kochia scoparia). Weed Science, 1988, Vol. 36, 296-300.
- Nordbo, E. and Taylor, W. A. (1991): The effect of air assistance and spray quality (drop size) on the availability, uniformity and deposition of spray on contrasting targets. 1991 BCPC mono. No. 46 Air-assisted spraying in crop protection.
- Potter, J. R. and Wergin, W. P. (1975): The role of light in bentazone toxicity to Cocklebur: Physiology and ultrastructure. Pesticide Biochemistry and Physiology 5, 458-470.
- Price, C. E. (1982): A review of the factors influencing the penetration of pesticides through plant leaves. The Plant Cuticle (Eds Cutler, Alvin and Price) pp. 237-252. Academic Press.
- Price, C. E. (1983): The effect of environment on foliage uptake and translocation of herbicides. Aspects of Applied Biology 4, 1983. Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology, 157-169.

- Retzlaff, G. (1983): Environmental factors and activity of bentazone. *Aspects of Applied Biology* 4, 1983. Influence of Environmental Factors on Herbicide Performance and Crop and Weed Biology, 277-282.
- Sacory, B. M., Hibbitt, C. J. and Catchpole, A. H. (1975): Effect of climatic factors on the potency of ioxynil and bromoxynil. *Pestic. Sci.* 1975, 6, 145-158.
- Thompson, L., Slife, G. G. and Butler, H. S. (1970): Environmental influence on the tolerance of corn to atrazin. *Weed Science* 18, 509-514.
- Thonke, K. E. (1975): Methodik und Ergebnisse über Kurzzeitversuche mit Blattherbiziden in spezialkonstruierten Klimakammern. *Proceedings European Weed Research Symposium Status and Control of Grassweeds in Europe, 1975*, 131-138.
- Thonke, K. E. (1984): Temperaturen og luftfugtighedens indflydelse på 3 forskellige bladherbicidens effekt. Klimafaktorerne inverkan på herbicidernes affekt (1984). NJF sem. 58, SLU, Uppsala. Sektion II: Växstodling, Subsek.: Ogräss.
- Thonke, K. E. og Kudsk, P. (1985): Klimafaktorerne indflydelse på effekten af Gallant (Dowco 453 ee) overfor alm. kvik. 2. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1985, 235-244.
- Thonke, K. E. og Kudsk, P. (1986): Temperaturen og luftfugtighedens indflydelse på DPX-L5300 og CGA 131 036. 3. Danske Planteværnskonference/Ukrudt 1986, 170-183.
- Wilcox, D. H., Morrison, I. N. and Marshall, G. (1987): Effect of soil moisture on the efficacy of foliar-applied wild oat herbicides. *Can. J. Plant Sci.*, 67, 4, 1117-1120.





## **Sprøjteteknik og tankblanding af herbicider/insekticider i ærter.** *Application technique and tank mixtures of herbicides and insecticides in peas.*

Solvejg K. Mathiassen & Per Kudsk

Planteværnscenteret

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

4200 Slagelse

### **Summary**

*The influence of growth stage, application technique and application in mixture with insecticides on the susceptibility of peas was examined in pot experiments. Generally, peas was least susceptible at 1-2 cm growth stage.*

*Application technique only had small influence on the tolerance to peas although retention of spray solutions was greater, when applied with a Hardi 4110-14 nozzle and 150 l/ha compared to a Hardi 4110-24 nozzle and 325 l/ha. In mixture with insecticides the equilibrium surface tension of the spray solutions were reduced causing an increase in retention of spray solutions with 4110-14 nozzle. Using the 4110-24 nozzle an increased retention was only observed on 5-8 cm high plants.*

*Applying bentazon + cyanazin and cyanazin in mixture with esfenvalerat, alphacypermethrin and cypermethrin did not influence on the effect, whereas reduced tolerance of the herbicides on pea was observed in mixtures with dimethoat.*

### **Indledning**

Ved ukrudtsbekæmpelse i ærter efter fremspiring kan følgende aktivstoffer anvendes : bentazon (Basagran), cyanazin (Bladex), phendimethalin (Stomp), MCPA og MCPB. For at opnå en bred ukrudtseffekt udføres sprøjtningen i praksis ofte med en blanding af to af ovenstående midler. Da alle de nævnte midler har en effekt på ærter anbefales anvendelse af en selektiv sprøjteteknik, således at risikoen for afgrødeskader minimeres. Ærter har et kraftigt vokslag, og såfremt udsprøjtning foretages med stor dyse (f.eks Hardi 4110-20 eller større) vil afsætning af sprøjtevæske på afgrøden være begrænset. Det vil imidlertid være tidsbesparende at anvende mindre dyser og væskemængder. Vi har derfor i karforsøg undersøgt skånsomheden af en række ukrudtsmidler i ærter på forskellige udviklingstrin ved udsprøjtning med to forskellige sprøjteteknikker.

På tidspunktet for ukrudtssprøjtning i ærter kan bekæmpelse af trips eller bladrandbiller være aktuel. De fleste insekticider er EC-formuleringer (emulsionskoncentrater), og tank-

blanding med disse produkter vil ofte resultere i en reduceret overfladespænding. Herved kan afsætningen af sprøjtevæske på ærterne forøges og dermed risikoen for skader, hvilket er baggrunden for, at man har været tilbageholdende med at anbefale tankblandinger af ukrudts- og insektmidler i ærter. I 2 karforsøg er undersøgt, hvorvidt skånsomheden af henholdsvis Bladex og Basagran + Bladex påvirkes ved tankblanding med forskellige insektmidler.

### Metode

Der er udført 3 karforsøg, hvor ærter på forskellige udviklingstrin er sprøjtet med forskellige herbicider samt tankblandinger indeholdende insekticider.

Forsøgene er udført som karforsøg på friland. Ærterne blev dyrket i 8 l's spande i en jord:sphagnumblanding (30:70 vol.%) tilført alle nødvendige makro- og mikronæringsstoffer. Planterne blev vandet fra bunden, hvorved jordeftekt af de anvendte midler er undgået. Ærterne blev sået tidsmæssigt forskudt, således at sprøjtning af de forskellige udviklingstrin blev udført samme dag. I forsøgene er anvendt følgende kombinationer af herbicider, tankblandinger og udviklingstrin:

### Forsøg I

#### Herbicider

1. Basagran MCPA + Stomp (n=1+2 l/ha)
2. Basagran MCPA + Bladex (n=1+1 l/ha)
3. Basagran + Bladex (n=1+1 l/ha)

#### Udviklingstrin:

1. 1 - 2 cm
2. 3 - 5 cm
3. 5 - 8 cm

### Forsøg II

#### Herbicider og tankblandinger

1. Basagran + Bladex (n=1+1 l/ha)
2. Som 1 + 0.3 l/ha Sumi-Alpha 5FW
3. Som 1 + 0.1 l/ha Fastac
4. Som 1 + 1.0 l/ha Dimethoat
5. Som 1 + 1% Actipron

#### Udviklingstrin

1. 1 - 2 cm
2. 3 - 5 cm
3. 5 - 8 cm

### Forsøg III

#### Herbicider + tankblandinger:

1. Bladex (n=1 l/ha)
2. Som 1 + 0.2 l/ha Sumi-Alpha 5 FW
3. Som 1 + 0.1 l/ha Fastac
4. Som 1 + 0.25 l/ha Ripcord
5. Som 1 + 1.0 l/ha Dimethoat
6. Bladex + 1% Actipron (n=0.5 l/ha)

#### Udviklingstrin:

1. 6 cm
2. 10 cm
3. 15 cm
4. 24 cm

Blandingen med den mineralske olie 'Actipron', som er et penetreringsmiddel, blev primært medtaget for at illustrere, hvad der kan ske ved uhensigtsmæssige blandinger.

Alle forsøgsled blev behandlet med normal (n) og dobbelt (2n) dosering. Udsprøjtning blev foretaget med henholdsvis en Hardi 4110-14 og 4110-24 dyse, et tryk på 2.5 bar og en hastighed på ca. 5.0 km/t med resulterende væskemængder på henholdsvis 150 og 325 l/ha. Planterne blev høstet ca. 3 uger efter sprøjtningen, og friskvægten bestemt. Alle forsøg blev udført med 3 gentagelser.

I forsøg II blev afsætningen af sprøjtevæske målt ved at tilsætte Na-fluorescin til sprøjtevæsken. Efter sprøjtning med hver tankblanding blev der udtaget 10 enkeltplanter fra hvert udviklingstrin og sprøjteteknik. Disse blev ekstraheret hver for sig og mængden af Na-fluorescin blev analyseret ved spektrofotometri og omregnet til g Na-fluorescin/g friskvægt. For hvert udviklingstrin blev afsætningen omregnet relativt til afsætningen ved anvendelse af Basagran+Bladex udsprøjtet med 4110-24 dysen. Desuden blev den statiske overfladespænding af de forskellige blandinger bestemt.

## **Resultater**

### Udviklingstrin

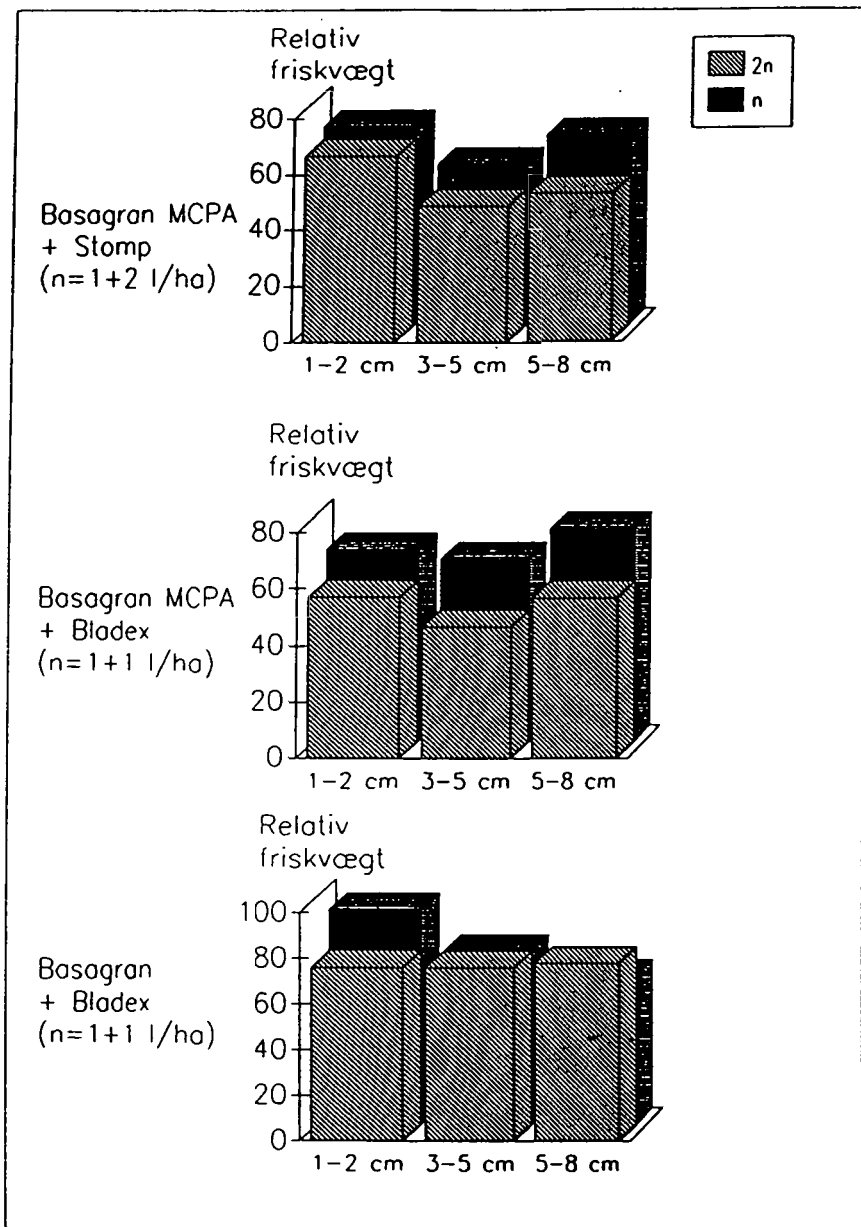
I figur 1 er den relative friskvægt efter behandling med de forskellige herbicidblandinger i forsøg I vist. Resultaterne ved normal og dobbelt dosering er vist for hvert af de tre udviklingstrin. Af figuren fremgår, at sprøjtning på det tidlige udviklingstrin generelt har været mest skånsomt overfor ærterne. Resultatet er for Basagran MCPA+Bladex og Basagran MCPA+ Stomp i dobbelt dosering signifikant i forhold til sprøjtning på 3-5 cm høje planter. For Basagran MCPA i blanding med henholdsvis Stomp og Bladex er der desuden en tendens til, at sprøjtning på 5-8 cm høje ærter har været mere skånsomt end hvor ærterne kun var 3-5 cm høje på sprøjtetidspunktet. For Basagran+Bladex har der i 2 x normaldosering ikke været forskel i effekten ved de forskellige udviklingstrin, hvorimod skånsomheden aftager med udviklingstrinnet i normaldoseringen.

### Sprøjteteknik

I figur 2 er den relative friskvægt af de forskellige blandinger i forsøg II vist for de to sprøjteteknikker i normal dosering. Tallene over søjlerne angiver den relative afsætning i forhold til afsætningen af Basagran+Bladex med 4110-24 dysen ved samme udviklingstrin. Det ses, at forskellene mellem de to sprøjteteknikker er små både hvad angår effekt og afsætning. Effektmålingerne viser en generel tendens til størst skånsomhed med 4110-14 dysen. Kun ved udsprøjtning af Basagran+Bladex på 3-5 cm høje ærter blev der fundet en signifikant forskel i skånsomhed mellem de to dyser. I dobbelt dosering var forskellen mellem de to sprøjteteknikker mindre, og der blev ikke fundet signifikante forskelle i skånsomhed ved nogen af blandingerne.

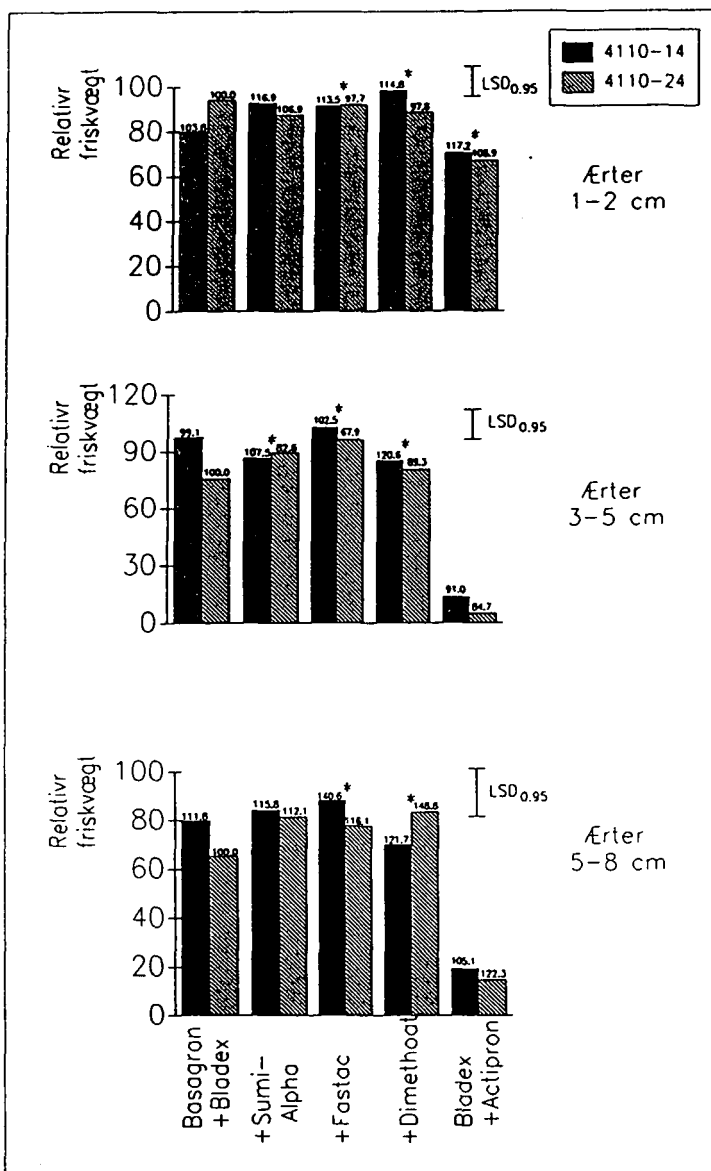
Afsætningen var generelt større med 4110-14 end med 4110-24 dysen undtagen ved blanding med Dimethoat og Actipron på 5-8 cm høje ærter, hvor 4110-24 dysen gav den største afsætning.

Resultaterne af forsøg III er vist i figur 3. Effekten af blandingerne ved de to sprøjte-



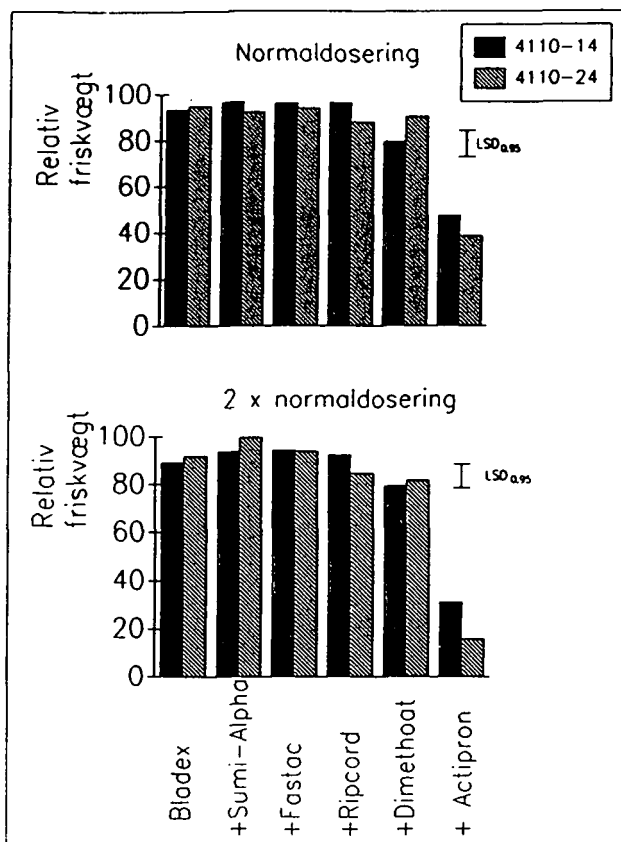
Figur 1. Skånsomhed af herbicidblandinger i ærter på 3 udviklingstrin. Den relative friskvægt er angivet for normal (n) og dobbelt (2n) dosering. Sprøjteteknik: Hardi 4110-24 dyse, 2.5 bar og 325 l/ha.

*Tolerance of peas at 3 growth stages to various herbicides. The relative fresh weights are shown for normal (n) and double (2n) dose. Application technique: Hardi 4110-24 nozzle, 250 Kpa and 325 l/ha.*



Figur 2. Skånsomhed og afsætning af Basagran+Bladex alene og i blanding med insekticider og mineralolien 'Actipron' på ærter ved 3 udviklingsstrin. Tallene over søjlerne angiver den relative afsætning i forhold til Basagran+Bladex udsprøjtet med 4110-24 dyse ved samme udviklingsstrin. Signifikant forskel på afsætning med de to dyser er angivet med en \* over søjlerne.

*Tolerance of and retention on peas at 3 growth stages to bentazon and cyanazin applied alone and in mixture with insecticides and the minerale oil 'Actipron'. The figures above the coloumns represent the retention relative to bentazon + cyanazin applied with a Hardi 4110-24 nozzle at the corresponding growth stage. Significant difference in retention with the two nozzles is marked with a \*.*



Figur 3. Skånsomhed af Bladex i normal og dobbelt dosering ved udsprøjtning alene og i blanding med insekticider og mineralolien 'Actipron' på ærter. Tallene er et gennemsnit af 4 udviklingstrin.

*Tolerance of peas to cyanazin applied alone and in mixture with insecticides and the minerale oil 'Actipron'. The fresh weights are mean values of for the 4 growth stages.*

teknikker er vist som gennemsnit af de 4 udviklingstrin. I 2 x normaldosering var effekten af Bladex+ Actipron signifikant større ved udsprøjtning med 4110-24 dysen end med 4110-14, og i normaldosering ses samme tendens. Derimod er der med de øvrige blandinger ingen effektforskel mellem de to dyser.

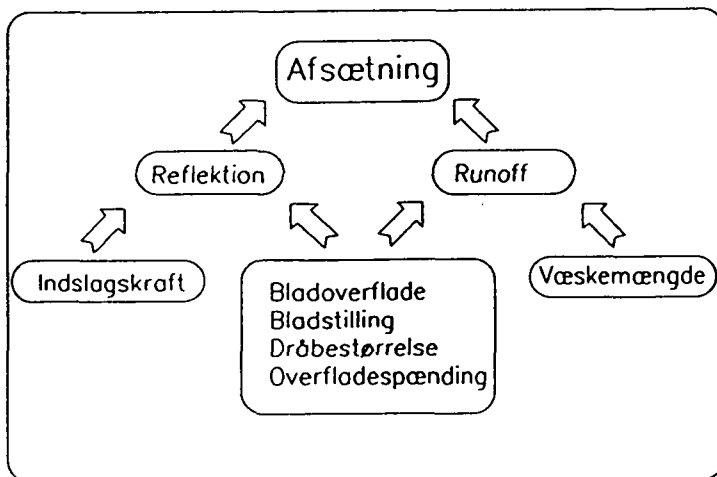
#### Tankblanding med insekticider

Af figur 2 og 3 fremgår, at af de anvendte insektmidler har kun Dimethoat påvirket skånsomheden. I forsøg II blev der fundet en signifikant reduktion af friskvægten ved udsprøjtning af dobbelt dosering af Basagran+Bladex i blanding med Dimethoat med 4110-14 dysen, da ærterne var 3-5 cm. Ved anvendelse af 4110-24 dysen på dette udviklingstrin, og med begge dyser ved udsprøjtning da ærterne var 5-8 cm, var der tendens til en reduceret skånsomhed i blanding med Dimethoat. I forsøg III blev der fundet en signifikant reduktion af skånsomheden i blanding med Dimethoat, når der i normaldosering blev anvendt en 4110-

14 dyse og i dobbelt dosering med 4110-24 dysen. Tilsætning af Actipron var i begge forsøg katastrofal og medførte signifikant reduktion af skånsomheden ved alle behandlinger med undtagelse af det tidligste udviklingstrin med dyse 4110-14 i forsøg II.

### Diskussion

Skånsomheden af ukrudtsprøjtning i ærter med de anvendte midler afhænger af, hvor meget virksomt stof, der kommer ind i ærteplanterne. En afgørende faktor er derfor, hvor meget herbicid der afsættes på planterne. Afsætningen påvirkes af en række forskellige faktorer, som illustreret i figur 4. Udover afsætning er indtrængningen i planten af afgørende betydning for effekten.



Figur 4. Faktorer, som påvirker afsætningen af sprøjtevæske på planten.  
*Factors influencing on the retention of spray solution at the plant.*

**Udviklingstrin.** I forsøg I blev den største skånsomhed fundet ved sprøjtning på 1-2 cm høje ærter. Der var desuden en tendens til større skånsomhed, når ærterne var 5-8 cm høje fremfor 3-5 cm. Dette stemmer godt overens med resultaterne af markforsøg, hvor ærter på 1-2 cm, 4-5 cm, 6-7 cm og 15 cm blev sprøjtet med Basagran MCPA+Bladex. Bedømt på friskvægt ca. 3 uger efter sprøjtning var behandling på det tidlige udviklingstrin mest skånsomt i dette forsøg, mens ærter, der var 4-5 cm høje på behandlingstidspunktet, var mere skadede end de, som blev behandlet på de senere udviklingstrin. Høstresultatet ved modenhed viste dog et faldende udbytte, jo senere ærterne var behandlet. (Afd.for Ukrudtsbekæmpelse, 1991). Årsagen til forskelle i skånsomhed kan i dette forsøg skyldes klimatiske forskelle på sprøjtetidspunkterne, men vækstreduktionen på de 3-5 cm høje ærter, som også blev fundet i karforsøg, kan skyldes en større følsomhed overfor hormonindholdet i herbiciderne på dette udviklingstrin. Markforsøget indikerer dog, at skader sent i udviklingsforløbet påvirker frøudbyttet kraftigere end skader forårsaget ved rettidig sprøjtning.

Ved sprøjtning på det tidligste udviklingstrin havde ærterne endnu ikke udfoldet det første bladpar. Årsagen til den større skånsomhed kan derfor være en mindre afsætning, som dels skyldes en mindre overflade dels en større refleksion og 'runoff' end på de senere udviklingsstrin, hvor planten havde udfoldet de vandret stillede blade. I figur 2 ses en meget drastisk reduktion af skånsomheden ved sprøjtning med Basagran+Bladex+Actipron, når ærterne var større end 1-2 cm høje. Afsætningsmålingerne belyser ikke, hvorvidt årsagen er en større afsætning, idet det ikke er muligt at sammenligne resultaterne fra forskellige udviklingsstrin, men der er i undersøgelser på andre plantearter fundet stor forskel i retentionen på vandrette og lodrette dele af planter (Anderson et al, 1987).

Den større skånsomhed som blev observeret ved sprøjtning på 5-8 cm høje ærter i forhold til 3-5 cm høje planter, kan skyldes et kraftigere udviklet vokslag på de ældre planter.

Sprøjteteknik. Bladoverfladen på ærter er belagt med et ujævnt vokslag, hvilket betyder at store dråber let løber af bladene. Afsætningen påvirkes af sprøjtevæskens overfladespænding, således at en reduceret overfladespænding medfører en øget afsætning.

Den statiske overfladespænding af Basagran + Bladex og de anvendte tankblandinger fremgår af tabel 1. Det ses, at i blanding med Sumi-alpha er overfladespændingen sænket ca. 10 mN/m, mens blanding med Fastac, Dimethoat og Actipron har resulteret i en reduktion af størrelsesordenen 25-30 mN/m.

Tabel 1. Statisk overfladespænding af Basagran+Bladex alene og i blanding med insekticider og Actipron.

*Equilibrium surface tension of bentazone + cyanazine alone and in mixture with insecticides and Actipron.*

---

| Overfladespænding mN/m |      |
|------------------------|------|
| Basagran + Bladex      | 66.8 |
| do. + Sumi-Alpha       | 57.1 |
| do. + Fastac           | 41.2 |
| do. + Dimethoat        | 38.1 |
| do. + Actipron         | 33.6 |

---



I forsøg II blev der generelt fundet en større afsætning på ærterne ved anvendelse af Hardi 4110-14 fremfor 4110-20 dysen. Forskellene i afsætning med de to dysestørrelser var ikke signifikant med Basagran+Bladex, hvorimod der med de fleste af tankblandingerne med insektmidlerne var signifikante forskelle. Af figur 2 ses, at den reducerede overfladespænding har medført en tendens til større afsætning med 4110-14 dysen på alle udviklingstrin. Derimod er der med 4110-24 kun tendens til øget afsætning på de største ærter. Tidligere undersøgelser har vist, at det i højere grad er den dynamiske end den statiske overfladespænding, som er afgørende for afsætningen på ærter (Anderson & Hall, 1989). Den dynamiske overfladespænding angiver overfladespændingen, inden der har indstillet sig en ligevægt i dråben. Den vil ofte være større end den statiske overfladespænding, men forskellen er afhængig af koncentration og struktur af additiver. Årsagen til, at tankblanding med insekticider ikke har haft større effekt på afsætningen af sprøjtevæske i forsøget, kan være, at den dynamiske overfladespænding af tankblandingerne er væsentlig højere end den målte statiske overfladespænding.

Der er ikke fundet nogen klar sammenhæng mellem afsætning og skånsomhed, idet der i de fleste tilfælde er tendens til større skånsomhed ved anvendelse af 4110-14 dysen på trods af en større afsætning. Årsagen hertil kan være en hurtigere indtørring af de små dråber .

I forsøg III blev der kun fundet signifikant forskel i skånsomhed mellem de to sprøjte-teknikker med Actipron i dobbelt dosering. I markforsøg udført ved Afdeling for Ukrudts-bekæmpelse i 1990 blev der ligeledes ikke fundet signifikant forskel på skånsomheden af Basagran MCPA + Bladex udsprøjtet med henholdsvis 4110-14 og 4110-20 dyse.

Tankblanding med insektmidler. Som nævnt har årsagen til tilbageholdenhed med anbefaling af tankblandinger i ærter været risikoen for afgrødeskader. Eksempler på skader som følge af blanding af herbicider og insekticider kendes fra litteraturen. I nogle tilfælde har skaderne kunnet relateres til øget penetrering og/eller translokation i planten, mens årsagen i andre tilfælde har været en reduceret metabolisme af herbicidet i planten (Hatzios & Penner, 1985). Denne reduktion kan skyldes, at det er de samme enzymesystemer i planten, som anvendes ved detoxificering af insekticidet og herbicidet, og at metabolismen af herbicidet derfor er nedsat ved udsprøjtning i tankblanding. Dette er f.eks. er fundet ved tankblanding af visse organophosphater og methylcarbamater med pyrazon og dicamba på henholdsvis roer og hvede (Chang et al. 1971).

På trods af at der i flere tilfælde kunne konstateres en større afsætning i blanding med insekticiderne, blev der ikke fundet nogen signifikant reduktion af skånsomheden i blanding med Sumi-Alpha, Fastac og Ripcord. Resultaterne af både forsøg I og forsøg II tyder dog på, at der i blanding med Dimethoat er risiko for en reduceret skånsomhed. Årsagen kan muligvis være en ændring i metabolismeringen af herbiciderne i blanding med Dimethoat, idet der tidligere er konstateret en øget phytotoxicitet af bentazon i bønner i blanding med andre organophosphater (Campwell & Penner, 1982).

Tankblandinger af Bladex og Basagran+Bladex med Actipron medførte i næsten alle forsøgsled kraftige skader på ærterne. Årsagen må tilskrives en øget penetrering, idet Actipron ikke påvirker metabolismeringen.

## Konklusion

Forsøgene har vist, at den største skånsomhed opnås ved sprøjtning af ærterne på så tidligt et udviklingstrin som muligt. Den anvendte sprøjteteknik har ikke haft nogen signifikant indflydelse på skånsomheden i forsøgene på trods af, at der generelt var tendens til større afsætning ved anvendelse af en Hardi 4110-14 dyse fremfor Hardi 4110-24 dyse.

Tankblanding med insekticiderne Sumi-Alpha, Fastac og Ripcord har i forsøgene ikke påvirket skånsomheden af sprøjtningerne, hvorimod blanding med Dimethoat i flere tilfælde medførte en vækstreduktion. Blanding af ukrudtsmidlerne med Actipron resulterede i store skader på ærterne. Det skal bemærkes, at skadeseffekten i forsøgene kun er opgjort på baggrund af friskvægt ca. 3 uger efter sprøjtning og således ikke belyser en eventuel påvirkning af blomstring, bælgætning og dermed udbytte.

## Litteratur

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse (1991): Ukrudtsbekæmpelse i landbrugsafgrøder. Bilag til møder om planteværn 1991, ed Landbrugets Rådgivningscenter.

Anderson, N.H. & Hall, D.J. (1989): The role of dynamic tension in the retention of surfactant sprays on pea plants. I Adjuvants and Agrochemicals, ed. Chow et al., vol. 2, s. 51-68.

Anderson, N.H., Hall, D.J. & Seaman, D. (1987): Spray retention: effects of surfactants and plant species. Aspects of Applied Biology, 14, s. 233-243.

Campbell, J.R. & Penner, D. (1982): Enhanced phytotoxicity of bentazon with organo phosphate and carbamate insecticides. Weed Science, 30, s. 324-326.

Chang, F.Y., Smith, L.W. & Stephenson, G.R. (1971): Insecticide inhibition of herbicide metabolism in leaf tissues. Journal of Agriculture Food Chemistry, 19, s. 1183-1186.

Hatzios, K.K. & Penner, D. (1985): Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. Reviews of Weed Science, 1, s. 1-63.

## **Nyeste undersøgelser vedrørende sprøjtetyper.** *Newer investigations on types of field sprayers.*

**O. Permin & P. Kryger Jensen**  
Planteværnscentret, Flakkebjerg  
4200 Slagelse

### **Summary**

*Using new type of sprayers the application of pesticides is done with much less spray volume than normally recommended for ordinary hydraulic field sprayer. The biological effect from reduced doses applied with new types of field sprayers has been investigated in field experiments. Ordinary hydraulic field sprayer equipped with 110° flatfan nozzles, 2,5 bar and 150 l/ha has been chosen as standard, spraying against weeds and leaf diseases in cereal crops.*

*Spraying against weeds with a systemic herbicide MCPA + dichlorprop or a contact herbicide bromphenoxim in 1, 1/2 and 1/4 of a normal dose in trials, using Danfoil 45 l/ha, Hardi Minivariant (Twin prototype) 50 l/ha, Girojet 41 l/ha and CDA 30 l/ha for the application, did not show any significant different effect between the new types of sprayers or between ordinary hydraulic field sprayer and the new sprayers as well. The spray distribution under the boom was investigated by application of bromphenoxim in 4 doses to a stand of small plants of winterrape (*Brassica napus* Var. *oleifera*) with 1-2 true leaves. Using Danfoil 30 l/ha Hardi Twin 50 l/ha and ordinary field sprayer 150 l/ha, the distribution was valued good and even for all 3 sprayers. A slight crosswind led to a different effect under the left and the right section of the boom.*

*This difference in the distribution was more pronounced for Danfoil and Hardi Twin than for the ordinary sprayer. In average of 4 doses a significant better effect was achieved from using ordinary hydraulic field sprayer.*

*Propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) 1, 1/2 and 1/4 of the normal dose has been used in trials against mildew (*Erysiphe graminis*) in spring barley.*

*The evaluation of pct. attack on the plants 3 weeks after spraying indicated a significant better effect at 1/4 of a normal dose from using Danfoil 45 l/ha and Girojet 41 l/ha contra ordinary hydraulic field sprayer in average of 3 experiments. In average of 2 experiments where Hardi Minivariant (Twin prototype) 68 l/ha included there was not any significant difference in effect between the sprayers, but a tendency to a better effect from Danfoil 45 l/ha and Girojet 41 l/ha was noticed.*

*Hardi Twin 50 l/ha and Danfoil 30 l/ha has been used in 2 experiments controlling mildew (*Erysiphe graminis*) in spring barley. In both experiments the effect achieved was equal to or slightly better from that achieved with the ordinary hydraulic field sprayer 150 l/ha.*

*In 1 experiment controlling potato blight (Phytophthora infestans) by application of 3 doses mancozeb (Dithane DG) several times did not show any difference from using Danfoil 30 l/ha or ord. hydraulic field sprayer 270 l/ha for the application. The effect was measured by evaluation of attack from potato blight on leaves and tubers.*

*By dessication of potato plants with diquat (Reglone) in 3 doses a significant better effect was gained from using Danfoil 30 l/ha compared to using ord. hydraulic field sprayer 270 l/ha for the application. This improved effect from using Danfoil was primary due to better dessication of leaves and stems on the lower part of the plants.*

*It is concluded that equal good effect from using Danfoil 45 l/ha Girojet 41 l/ha, Hardi Minivariant (Twin prototype) 50 l/ha can be achieved with reduced doses of herbicides against weeds in cereals, as can be achieved using ordinary hydraulic field sprayer for the application.*

*Application of reduced doses of fungicides against mildew (Erysiphe graminis) in cereals by using Girojet 41 l/ha Hardi Minivariant (Twin prototype) 68 l/ha, Hardi Twin 50 l and Danfoil 30-45 l/ha for the application can give equal or slight better effect compared to ordinary hydraulic field sprayer 150 l/ha. Further experiments using Danfoil 30-45 l/ha indicates a significant better effect at 1/4 of a dose. Further more a significant better effect on dessication of potato plants with diquat (Reglone) can be achieved using Danfoil 30 l/ha compared to ord. hydraulic field sprayer 270 l/ha for the application.*

## **Indledning**

Karakteristisk for de nye sprøjtetyper er at de arbejder med betydelig mindre væskemængde end hvad der traditionelt anvendes ved sprøjtning med alm. hydraulisk marksprøjte. Den lille væskemængde, der kan være 30-50 l væske pr. ha f.eks ved anvendelse af Danfoil, er en betydelig besparelse i omkostningerne ved udbringningen. Endvidere fremfører fabrikanter af nye sprøjtetyper, at effekten forøges så doseringen kan nedsættes i forhold til hvad det er nødvendigt at anvende ved sprøjtning med alm. hydraulisk marksprøjte.

Den lille væskemængde er ofte forbundet med anvendelse af små dråber, og hvor disse af en luftstrøm ledes ned i afgrøden, kan afsætningen på planterne forøges, så afdriftens omfang nedsættes, hvilket giver mindre påvirkning af omgivelserne eller øger mulighederne for at gennemføre en effektiv sprøjtning under ugunstige vindforhold.

Nye typer af marksprøjter er taget op til undersøgelser ved Planteværnscentret i Flakkebjerg. Undersøgelserne over den biologiske effekt 1985-88 er udført i et samarbejde med Landskontoret for Planteavl. De tekniske målinger over dråbestørrelsesfordelinger er udført i samarbejde med Statens Jordbrugstekniske Forsøg.

Formålet med undersøgelserne er at vise om effekten af pesticider forøges med de nye sprøjtetyper i forhold til alm. hydraulisk marksprøjte, når der anvendes reducerede doseringer, samt måling af afdriftens omfang ved den anvendte sprøjteteknik.

Denne rapport indeholder delresultater af en forsøgsserie med undersøgelser over den biologiske effekt af pesticider 1985-88, der omfatter sprøjtetyperne CDA, Girojet, Danfoil og Hardi Minivariant. Hardi Minivariant er en sprøjte med ledsageluft, og den er en prototype til Hardi Twin sprøjten. Resultater fra forsøg i 1989-90 omfatter sprøjtetyperne Danfoil og Hardi Twin.

## Materialer og Metoder

### Sprøjtetyper

Girojet er en CDA fordeler med en roterende skive anbragt lodret så dråberne i en flad sprøjtendouche slynges ned i afgrøden. Girojet er af Tecnomat fabrikat.

CDA sprøjten er af engelsk fabrikant med fordelerne anbragt vandret med en svag hældning fremad i kørselsretningen, hvorved dråberne nærmest slynges ud over afgrøden.

Danfoil er af dansk fabrikat. En luftstrøm ledes igennem forsnavringer anbragt med 18 cm mellemrum på spredebommen. I forsnavringen er en plastvinge anbragt som sprøjtevæskens ledes ud over. Dråbedannelsen sker ved hjælp af en kraftig luftstrøm som samtidig fører de små dråber ned i afgrøden.

Hardi Minivariant (Twin prototype) er en hydraulisk marksprøjte med ledsageluft. Luften ledes fra en centrifugalblæser gennem en slange, til hver dyse på spredebommen. Slangen ender i en skeformet tud hvorfra en kraftig luftstrøm ledsager dråberne ned i afgrøden.

Tabel 1. Indstilling og væskemængde ved sprøjtning med herbicider 1985-88.  
*Adjustment and spray volume by application of herbicides 1985-88.*

| Type<br>Type                 | Betegnelse<br>Name              | Væske<br>l/ha<br>ved 7<br>km/t<br>Spray<br>volume | Dyse nr.<br>Nozzle No | Væske-<br>tryk<br>bar<br>Pressure | Ydelse<br>l/min<br>pr. dyse<br>Capacity | Bom-<br>højde<br>cm.<br>Boom<br>height | Dyse<br>afstand<br>på bom<br>cm.<br>Nozzle<br>distance |
|------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|--|--|
| Hydraulisk                   | Alm.                            | 150   | 4110-14               | 2,5                               | 0,875                                   | 40                                     | 50   |
| Luftassisteret<br>hydraulisk | Minivariant<br>(Twin prototype) | 50  | 4110-10               | 1,0                               | 0,28                                    | 50                                     | 50   |
| Pneumatisk                   | Danfoil                         | 45  | Restriktor            | 0,4                               | 0,084                                   | 60-80                                  | 18   |
| CDA                          | Girojet*                        | 41  | do                    | 3,0                               |   | 60                                     | 100  |
| CDA                          | CDA-boom**                      | 30  | do                    | -                                 | 0,42                                    | 50                                     | 100  |

\* Fordelerhastighed 5000 omdr./min.

\*\* Fordelerhastighed 3000 omdr./min.  
Disk speed

Tabel 2. Indstilling og væskemængde ved sprøjtning med fungicider 1985-88.  
*Adjustment and spray volume by application of fungicides 1985-88.*

| Type<br><i>Type</i>   | Betegnelse<br><i>Name</i>       | Væske<br>l/ha<br>ved 7<br>km/t<br><i>Spray<br/>volume</i> | Dyse<br>nr.<br><i>Nozzle<br/>No</i> | Væske-<br>tryk<br>bar<br><i>Pressure</i> | Ydelse<br>l/min<br>pr. dyse<br><i>Capacity</i> | Bom-<br>højde<br>cm.<br><i>Boom<br/>light</i> | Dyse<br>afstand<br>på bom<br><i>Nozzle<br/>distance<br/>cm.</i> |
|---|---------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|---|---|
| Hydraulisk<br><i>Hydraulic</i>                                    | Alm.<br><i>Ordin.</i>           | 150   | 4110-14                             | 2,5                                      | 0,875  | 40  | 50  |
| Luftassisteret<br>Hydraulisk<br><i>Air assisted<br/>Hydraulic</i> | Minivariant<br>(Twin prototype) | 68  | 4110-10                             | 2,5                                      | 0,397  | 50  | 50  |
| Luftassisteret<br>Hydraulisk<br><i>Air assisted<br/>Hydraulic</i> | Hardi Twin                      | 58  | 4110-08                             | 1,5                                      | 0,338  | 50  | 50  |
| Pneumatisk<br><i>Pneumatic</i>                                    | Danfoil                         | 45  | Restrictor                          | 0,4                                      | 0,084  | 40-60   | 18  |
| CDA Vatikalk<br>fordeler<br><i>Vertical head</i>                  | Girojet*                        | 41  | do                                  | 3,0                                      |  | 60  | 100   |
| CDA horisontal<br>fordeler<br><i>horizontal head</i>              | CDA-boom**                      | 30  | do                                  | -  | 0,42   | 50  | 100   |

Fordelerhastighed 5000 omdr./min.  
*Disk speed 5000 race/min.*

Forsøgene med effekten af herbicider eller fungicider er udført som markforsøg i split plot design med en netto paracelstørrelse på  $2,5 \times 10 = 25 \text{ m}^2$  og 4 gentagelser.

#### Forsøg 1989-90

Hardi Twin er en hydraulisk marksprøjte med ledsageluft. Luften ledes fra en centrifugalblæser ud i en pose anbragt over spredebommen. Posen er samlet af to skinner med en smal åbning i hele spredebommens længde.

I 2 forsøg 1989 er Hardi Twin og Danfoil prøvet med fungicid mod meldug (*Erysiphe graminis*) i vårbyg med følgende indstilling.

Tabel 3. Indstilling ved sprøjtning med fungicid mod meldug (*Erysiphe graminis*) i vårbyg 1989.

*Adjustment by application of fungicides against mildew (Erysiphe graminis) in spring barley 1989.*

|  | Forsøg A<br>Exp.          |         |                                    | Forsøg B<br>Exp. |                                    |
|--|---------------------------|---------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
|  | Hardi<br>hydraulisk       | Danfoil | Hardi Twin                         | Danfoil          | HardiTwin                          |
| Tryk<br><i>Pressure</i>                      | 3 bar                     | -       | 2,5 bar                            | -                | 2,5 bar                            |
| Dyse<br><i>Nozzle</i>                        | 4110-14                   | -       | 4095-08                            | -                | 4095-08                            |
| Dysestilling<br><i>Nozzle position</i>       | lodret<br><i>vertical</i> | -       | skråt bagud<br><i>incl. backw.</i> | -                | skråt bagud<br><i>incl. backw.</i> |
| Væskemængde<br>7 km/t<br><i>Spray volume</i> | 150 l/ha                  | 30 l/ha | 50 l/ha                            | 30 l/ha          | 50 l/ha                            |
| Bomhøjde<br><i>Boom height</i>               | 40 cm.                    | 55 cm.  | 45 cm.                             | 45 cm.           | 45 cm.                             |
| Luftmængde<br><i>Air volume</i>              | -                         | 62      | 7                                  | 60               | 4                                  |

I et forsøg er spredjævnheden undersøgt ved sprøjtning med bromophenoxim (Faneron) i 4 doseringer på 3-4 cm høje planter af vinterraps i renbestand, der stod med 1,5-2 løvblade. Sprøjtningen blev udført i sidevind ved en vindhastighed på 4 m/s. Indstilling af sprøjteudstyret ses af tabel 4.

Tabel 4. Indstilling og væskemængde ved undersøgelse af spredjævnhed.  
*Adjustment and spray volume by investigations of spray uniformity.*

|  | Hardi<br>hydraulisk       | Danfoil | Hardi Twin                         |
|--|---------------------------|---------|------------------------------------|
| Tryk<br><i>Pressure</i>                      | 2,5 bar                   | -       | 2,5 bar                            |
| Dyse<br><i>Nozzle</i>                        | 4110-14                   | -       | 4095-08                            |
| Dysestilling<br><i>Nozzle position</i>       | lodret<br><i>vertical</i> | -       | skråt bagud<br><i>incl. backw.</i> |
| Væskemængde<br>7 km/t<br><i>Spray volume</i> | 150 l/ha                  | 30 l/ha | 50 l/ha                            |
| Bomhøjde<br><i>Boom height</i>               | 40 cm.                    | 70 cm.  | 50 cm.                             |
| Luftmængde<br><i>Air volume</i>              | -                         | 35-40   | 4                                  |

Forsøget blev gjort op 25 dage efter sprøjtningen med tørvægtsbestemmelse af raps på 8 x 0,25 m<sup>2</sup> pr. parcel. Der blev foretaget 4 optællinger på hver side af køresporet. Inden forsøget blev talt op, blev der foretaget visuel bedømmelse af spredjevnheden.

Forsøg med bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) er udført ved sprøjtning med mancozeb (Dithane DG). Sprøjtningerne blev udført d. 25/6, 3/7, 12/7 og den 24/7 på henholdsvis 60, 70, 80 og 80 cm høje kartoffelplanter. Indstillingen af sprøjteudstyret fremgår i tabel 5.

Tabel 5. Indstilling af sprøjter ved bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*).

*Adjustment of sprayers for controlling potato blight (Phytophthora infestans).*

|  | Hardi<br>hydraulisk | Danfoill |
|--|---------------------|----------|
| Tryk<br><i>Pressure</i>                                  | 5 bar               | -        |
| Dyse<br><i>Nozzle</i>                                    | 4110-16             | -        |
| Vaskemængde 7 km/t<br><i>Spray volume</i>                | 270 l/ha            | 30 l/ha  |
| Bomhøjde over jord<br><i>Boom height from<br/>ground</i> | d. 25/6 90 cm.      | 92 cm.   |
| Luft (cm. vandsøjle)<br><i>Air (cm. water colume)</i>    | -                   | 60       |
| Bomhøjde over jord<br><i>Boom height from<br/>ground</i> | d. 3/7 105 cm.      | 128 cm.  |
| Luft (cm. vandsøjle)<br><i>Air (cm. water colume)</i>    | -                   | 68       |
| Bomhøjde over jord<br><i>Boom height from<br/>ground</i> | d. 12/7 120 cm.     | 133 cm.  |
| Luft (cm. vandsøjle)<br><i>Air (cm. water colume)</i>    | -                   | 68       |
| Bomhøjde over jord<br><i>Boom height from<br/>ground</i> | d. 24/7 120 cm.     | 130 cm   |
| Luft (cm. vandsøjle)<br><i>Air (cm water colume)</i>     | -                   | 80       |



Der er foretaget bedømmelse af angreb af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) på 5 blade pr. plante, og på 5 planter, ialt 25 blade pr. parcel.

Nedvisning af kartoffeltop er undersøgt ved sprøjtning med diquat (Reglone) d. 7/8-90 på 80 cm høje kartoffelplanter af sorten Amia. Sprøjteudstyrets indstilling er vist i tabel 6.

Tabel 6. Indstilling af sprøjter ved nedvisning af kartoffeltop.  
*Adjustment of sprayers for dessication of potato plants.*

|                     | Hardi<br>hydr. | Danfoil |
|---------------------|----------------|---------|
| Tryk                | 5 bar          | -       |
| Dyse                | 4110-16        | -       |
| Væskemængde 7 km/t  | 270 l/ha       | 30 l/ha |
| Bombhøjde over jord | 105 cm         | 115 cm  |
| Luftmængde          | -              | 80      |

#### Resultater af forsøg 1985-88.

##### Effektforsøg med herbicider.

I et forsøg med en blanding af MCPA + Dichlorprop (D-propmix) i 1, 1/2 og 1/4 normal dosering (n), blev der ikke konstateret signifikante forskelle i effekten over for tokimbladet udkrudt i vårbyg ved anvendelse af Girojet 41 l/ha, Danfoil 45 l/ha, CDA 30 l/ha eller hydraulisk marksprøjte 150 l/ha til fordelingen.

Med et kontaktvirkende herbicid bromophenoxim (Faneron) i 1, 1/2 og 1/4 normal dosering er der i gennemsnit af 2 forsøg ikke målt signifikant forskel på effekten over for tokimbladet ukrudd i vårbyg ved anvendelse af Girojet 41 l/ha, Danfoil 45 l/ha, Minivariant (Twin prototype) 50 l/ha og hydraulisk marksprøjte 150 l/ha. Fig 1.

PROCENT  
BEKÆMPELSE

Percent  
control

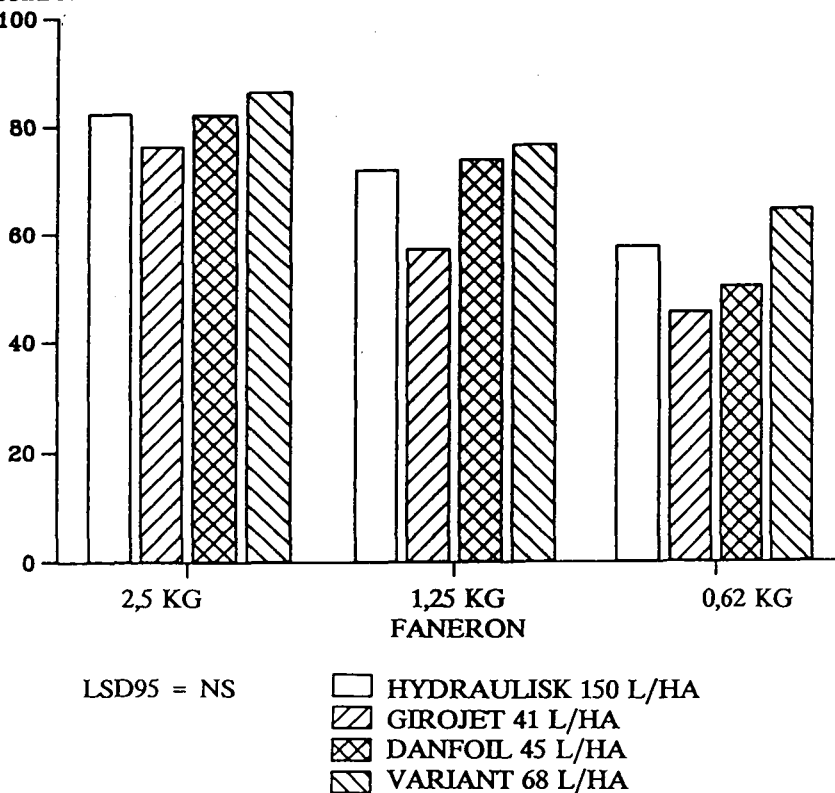


Fig 1. Virkning på vægt af ukrudt ialt med bromophenoxim (Fanerone) i vårbyg. Gen. 2 forsøg 1987.

*Effect on weight of weeds by application of bromophenoxim (Fanerone) to a crop of spring barley. Average 2 exp. 1987.*

Effektforsøg med fungicider.

Vårbyg.

Bekæmpelse af meldug (*Erysiphe graminis*) i vårbyg ved sprøjtning med propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) i 1n, 1/2n og 1/4 normal dosering viser en sikker bedre effekt ved 1/4 n efter anvendelse af Girojet, Danfoil og Minivariant (Twin prototype) fig. 2. Be

dømmelsen af pct. meldugangreb er udført 1. uge efter sprøjtningen, men 3 uger efter sprøjtningen og ved højere dosering blev der ikke målt signifikante forskelle mellem typer af sprøjter i gennemsnit af 2. forsøg, fig. 3.

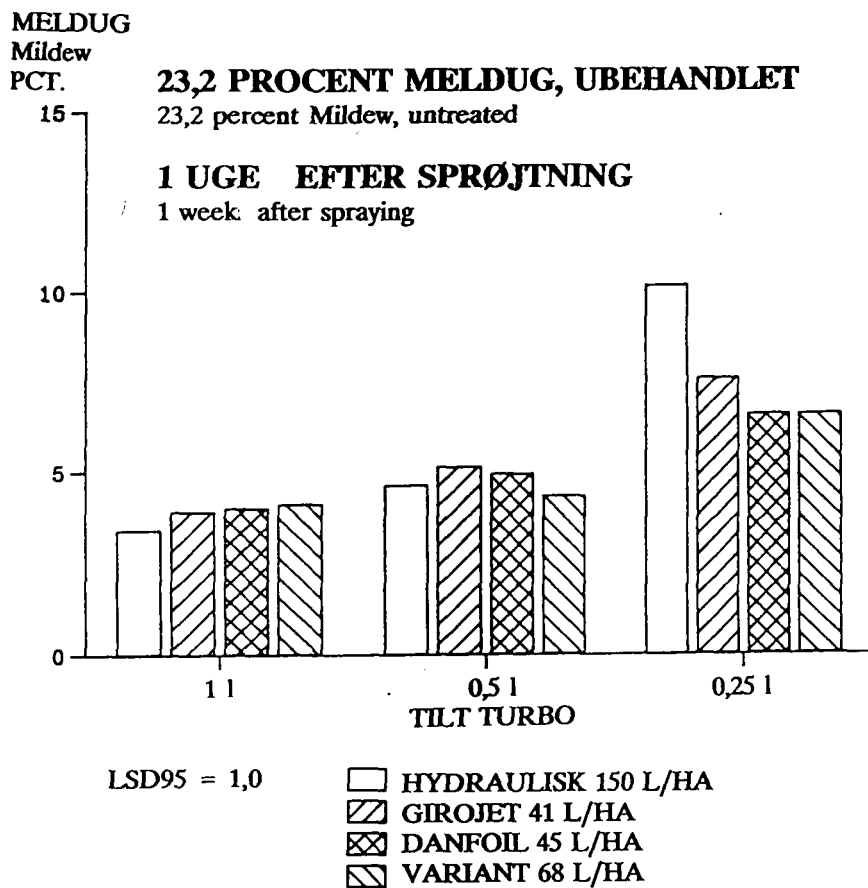


Fig. 2. Virkningen af propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) på angreb af meldug i vårbyg 1 uge efter sprøjtning. Gennemsnit 2 forsøg 1988.  
The effect of propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) on attack of mildew in spring barley 1 week after spraying. Av. 2 exp. 1988.

MELDUG  
Mildew  
PCT.

**25,8 PROCENT MELDUG, UBEHANDLET**

25,8 percent Mildew, untreated

**3 UGER EFTER SPRØJTNING**

3 weeks after spraying

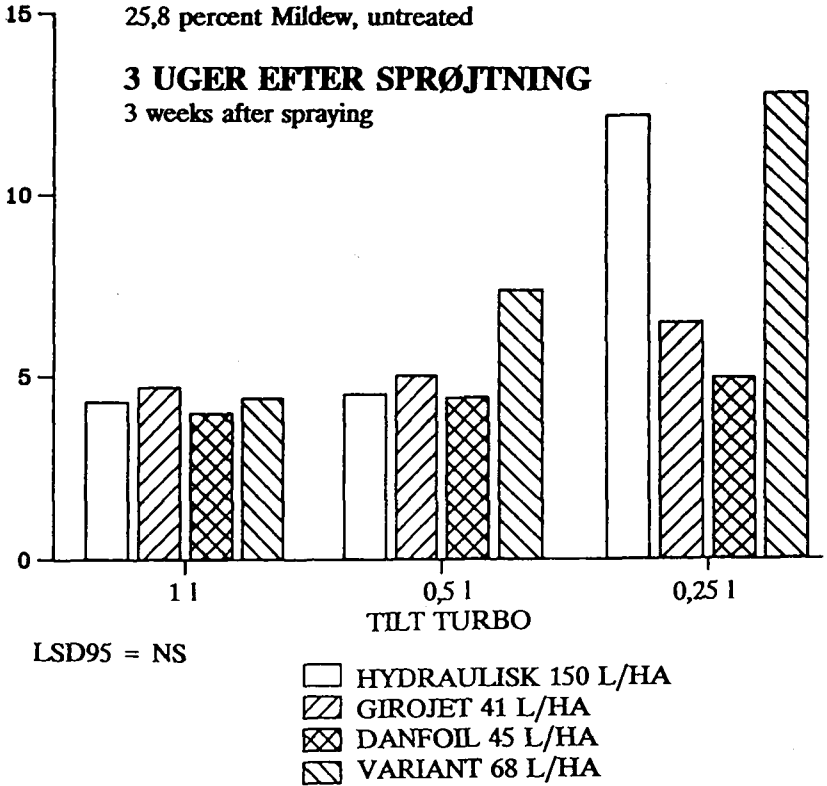


Fig. 3. Virkning af propiconazol+tridemorph (Tilt turbo) på angreb af meldug i vårbyg 3 uger efter sprøjtning. Gennemsnit 2 forsøg 1988.

*The effect of propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) on attack of mildew in spring barley 3 weeks after spraying. Average 2 exp. 1988.*

Effekten på meldug (*Erysiphe graminis*) efter anvendelse af hydraulisk marksprøjte, Girojet og Danfoil kan vurderes i gennemsnit af 3 forsøg, fig.4. Ved bedømmelsen 3 uger efter sprøjtningen er der ved laveste dosering på 1/4n konstateret en statistisk sikker bedre effekt med Danfoil og Girojet end med den alm. hydrauliske marksprøjte.

## 29,8 PROCENT MELDUG, UBEHANDLET

29,8 percent Mildew, untreated

MELDUG  
Mildew  
PCT.

## 3 UGER EFTER SPRØJTNING

3 weeks after spraying

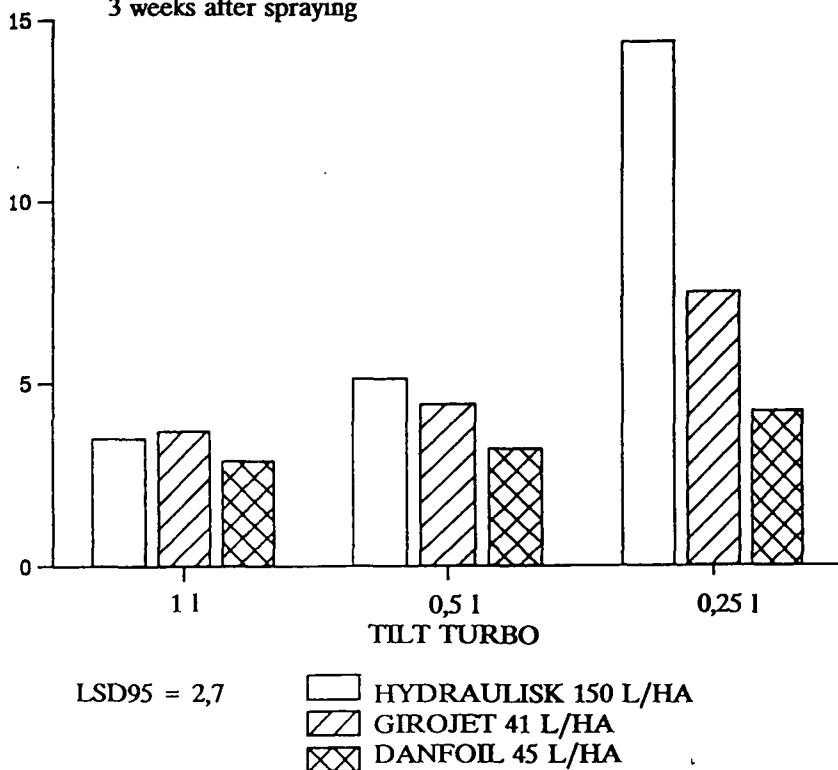


Fig. 4. Virkning af propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) på meldug i vårbyg. Gennemsnit 3 forsøg 1986 og 1988.

*The effect of propiconazol + tridemorph on attack of mildew in spring barley. 3 weeks after spraying. Average 3 exp. 1986 and 1988.*

### Vinterhvede

I fig. 5 ses resultaterne af 3 forsøg i vinterhvede, hvor effekten af fordeling med sprøjte-typerne er et gennemsnit af doseringerne 1n, 1/2n og 1/4n. Over for meldug (*Erysiphe graminis*) er der ved vurdering af langtidsvirkningen 3 uger efter sprøjtningen konstateret signifikant bedre effekt med Danfoil end med de øvrige sprøjtetyper. Derimod er forskellen i effekten på gulrust (*Puccinia Striformis*) og på merudbyttets størrelse ikke statistisk sikre.

Ved den sidste bedømmelse, d. 13/7, er der tendens til en bedre effekt med Danfoil med 0,3 l/ha Tilt top, og forskellen er signifikant med 0,15 l/ha, i forhold til såvel alm. hydraulisk marksprøjte, som Hardi Twin.

Der er ikke målt sikre udbytteforskelle mellem behandlingerne.

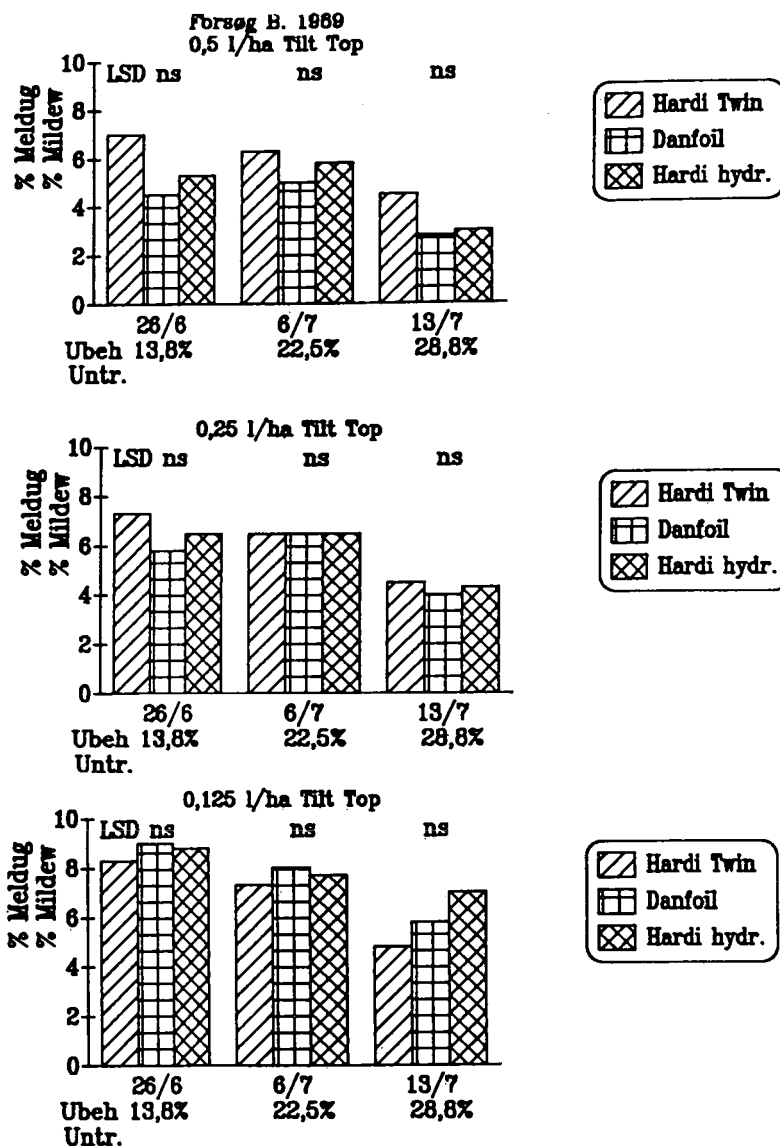


Fig. 7. Virkning af propiconazol + fenpropimorph (Tilt top) på angreb af meldug i vårbyg. Forsøg B 1989.

*The effect of propiconazol + fenpropimorph (Tilt top) on attack of mildew in spring barley. Exp. B 1989.*

Hardi Twin, men effektforskellen mellem Danfoil og alm. hydraulisk marksprøjte er lige netop ikke signifikant. Ved 0,3 l/ha Tilt top ses samme tendens til en lidt forbedret effekt med Danfoil og Hardi Twin ved registreringen d. 6/7,

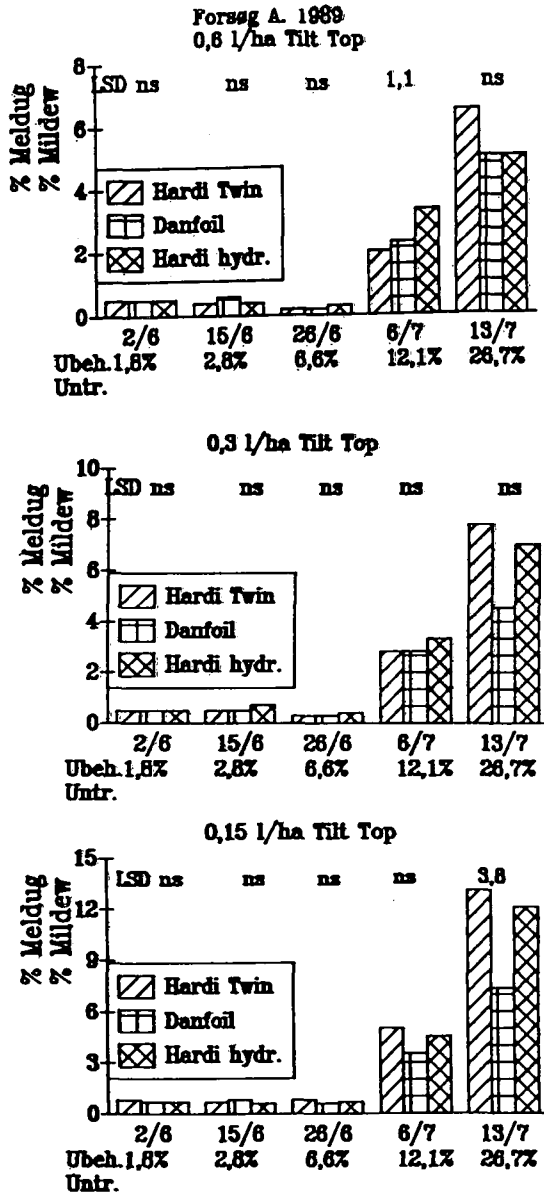


Fig. 6. Virkning af propiconazol + fenpropimorph (Tilt top) på angreb af meldug i vårbyg. Forsøg A 1989.  
*The effect of propiconazol + fenpropimorph (Tilt top) on attack of mildew in spring barley. Exp. A. 1989.*

## TILT TURBO. GNS. 3 DOSER

Tilt Turbo. Average 3 doses

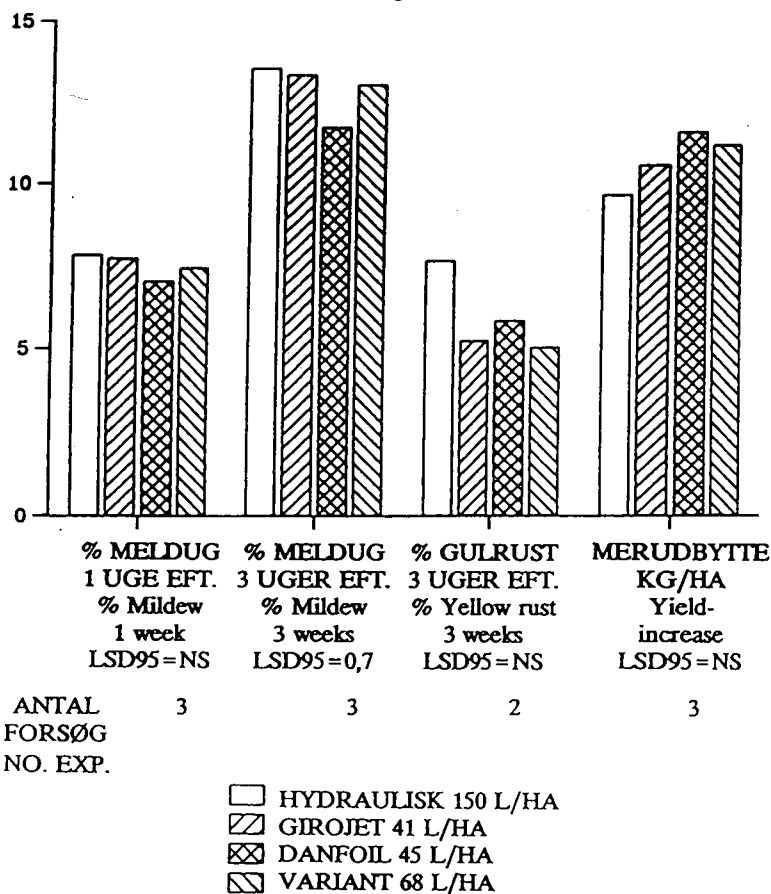


Fig. 5. Virkning af propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) på svampesygdomme i vinterhvede 1987 og 1988. Gennemsnit af 3 forsøg.

*The effect of propiconazol + tridemorph on attack of leaf diseases in winter wheat 1987 and 1988. Average 3 exp.*

### Resultater af forsøg 1989-90.

#### Effektforsøg med fungicid

I forsøg A/89 fig. 6 udviklede meldugangrebet sig meget langsomt efter sprøjtningen, med karakterer for meldugangreb på under 3% i de ubehandlede parceller ved de 2 første bedømmelser.

Der er ikke forskelle i svampeangreb mellem de 3 sprøjter ved de 3 første bedømmelser. Ved bedømmelsen d. 6/7, hvor meldugangrebet i ubehandlet havde udviklet sig til godt 12%, er der signifikant forskel mellem sprøjtetyperne ved den højeste dosering af Tilt top (0,6 l/ha). Med Hardi Twin er meldugangrebet signifikant mindre end med alm. hydrauliske marksprøjte. Danfoil sprøjten har givet en effekt, der ligger tæt på det, der er opnået med Hardi Twin, men effektforskellen mellem Danfoil og alm. hydraulisk marksprøjte er lige



I forsøg B/89 Fig. 7 var der generelt et større meldugangreb ved de 2 første bedømmelser. Karaktererne er dog mere usikre end i forsøg A/89, og der er ikke nogen sikre forskelle i meldugangreb mellem sprøjtetyperne.

Ligeledes er der ikke fundet sikre forskelle i udbytte mellem behandlingerne i dette forsøg.

#### Spredejævnhed, 1. forsøg 1989.

Ved sprøjtning med et kontaktvirkende herbicid, der visuelt giver stærke svidninger på planterne, er der sprøjtet på små planter af vinterraps til vurdering af spredejævnhed. Virkningen bestemt ved tørvægt af rapsplanterne er vist som pct effekt på planterne tabel 7.

Tabel 7. Pct. effekt på vægt af rapsplanter med 1-2 blade efter sprøjtning med bromophenoxim (Faneron 50 FW). 1 forsøg i 1989.

*Pct. effect on weight of rape with 1-2 true leaves after application with bromophenoxim (Faneron 50 FW). 1 trial in 1989.*

|                      | Procent effekt på vægt af raps<br><i>Pct. effect on weight of rape</i> |         |            |                   |
|----------------------|--|---------|------------|-------------------|
|                      | Hardi<br>hydraulisk  | Danfoil | Hardi Twin | LSD <sub>95</sub> |
| <b>Faneron 50 FW</b> |  |         |            |                   |
| 1,25 kg/ha           | 100  | 99,4    | 98,1       | NS                |
| 0,63 kg/ha           | 97,0   | 96,1    | 91,8       | NS                |
| 0,31 kg/ha           | 87,9   | 84,6    | 82,4       | NS                |
| 0,15 kg/ha           | 56,6   | 44,7    | 42,7       | 5,6               |
| <b>gns af doser</b>  |  |         |            |                   |
| <i>Average</i>       | 85,4   | 81,2    | 78,8       | 2,8               |

I gennemsnit af de 4 doseringer er der en signifikant bedre effekt med den hydrauliske sprøjte i forhold til såvel Danfoil som Hardi Twin. Der er en tendens til bedre effekt med Danfoil i forhold til Hardi Twin, med forskellen er ikke signifikant. Resultaterne for enkeltdoseringerne ligger med samme rækkefølge for de 3 sprøjter ved alle 4 doseringer.

Ved de 3 højeste doseringer er effektforskellene små og ikke signifikante. Ved den mindste dosering, 0,15 kg/ha Faneron, er der opnået en signifikant bedre effekt med alm. hydraulisk marksprøjte i forhold til såvel Danfoil som Hardi Twin.

Der blev foretaget visuelle bedømmelser af sprøjtejævnhed på rapsbestanden inden forsøget blev talt op. Bedømmelsen viste et jævnt spredebillede efter alle 3 sprøjter. Derimod viste der sig en skævhed i effekten mellem højre og venstre bomsektion på de 3 sprøjter. Dette

er vist i tabel 8. Resultaterne i tabellen er et gennemsnit for de 4 doseringer. Ved sprøjtningen kom vinden ind fra siden, og dette har givet sig udslag i, at ukrudteffekten er større i læsiden end i vindsiden for alle 3 sprøjter. Forskellen er dog mest markant for de 2 luftassisterende sprøjter.

Tabel 8. Pct. effekt på vægt af rapsplanter i sektioner under bommen efter sprøjtning med bromfenoxim (Faneron 50 FW) gns. af 4 doseringer. 1 forsøg i 1989.  
*Pct. effect on weight of rape plants in sections under the boom after application of bromfenoxim (Faneron 50 FW). Average of 4 doses. 1 trial in 1989.*

|                  | Vindside<br><i>Windward</i> | Læside<br><i>Leeward</i> | LSD <sub>95</sub> |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Hardi hydraulisk | 83,6                        | 87,0                     | 4,3               |
| Danfoil          | 77,7                        | 84,8                     | 4,3               |
| Hardi Twin       | 74,9                        | 82,5                     | 4,3               |

Kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) 1 forsøg 1990.

Sprøjtningen mod kartoffelskimmel er udført d. 25/6, 3/7, 12/7 og 24/7 og virkningen er bedømt på kartofflernes blade ved karakterer d. 18/7, 1/8 og 14/8. Bedømmelsen er foretaget ud fra følgende skala:

| Karakter<br><i>Character</i> | Pct. bladareal angrebet<br><i>Per cent attach on leaves</i> |
|------------------------------|---|
| 1                            | 0   |
| 2                            | 0-1   |
| 3                            | 1-10  |
| 4                            | 10-25   |
| 5                            | 25-50   |
| 6                            | 50-100  |

Resultatet er vist i tabel 9.

Tabel 9. Karakterer 1-6 for angreb af kartoffelskimmel på bladene efter sprøjtning med mancozeb (Dithane DG)  
*Scores 1-6 for attack of potato blight on leaves after application of mancozeb (Dithane DG)*

| Dithane DG<br>Doserings<br>Dose | Karakter<br>dato<br>Scores<br>P. blight<br>date | Sprøjtetype<br>Type of sprayer |         | LSD |
|---------------------------------|---|--------------------------------|---------|-----|
|                                 |   | Hardi<br>hydr.                 | Danfoil |     |
| 1. ubehandlet<br>Untreated      | 18/7  | 2.1                            | 2.1     |     |
|                                 | 1/8   | 3.4                            | 3.4     |     |
|                                 | 14/8  | 4.7                            | 4.7     |     |
| 2. 2,0 kg/ha                    | 18/7  | 1.6                            | 1.8     | MS  |
|                                 | 1/8   | 2.9                            | 3.2     | MS  |
|                                 | 14/8  | 4.1                            | 4.1     | MS  |
| 3. 1,0 kg/ha                    | 18/7  | 1.7                            | 1.5     | MS  |
|                                 | 1/8   | 2.9                            | 3.0     | MS  |
|                                 | 14/8  | 4.4                            | 4.3     | MS  |
| 4. 0,5 kg/ha                    | 18/7  | 2.0                            | 1.9     | MS  |
|                                 | 1/8   | 2.9                            | 3.0     | MS  |
|                                 | 14/8  | 4.0                            | 4.2     | MS  |

Som der fremgår af tabellen er der ikke ved nogen af de foretagne registreringer fundet signifikante forskelle mellem de 2 sprøjtetyper. Det bemærkes at kartoffelskimmel angrebene ikke udviklede sig så kraftigt på grund af tørt vejr. Under normale forhold vil ubehandlede parceller være helt nedvisnet på grund af angreb inden d. 15/8.

På knoldene er der ved såvel bedømmelse af skimmelangreb som knoldvægt fundet mindre og ikke signifikante forskelle imellem sprøjtetyper.

### Nedvisning af kartoffeltop

Sprøjtning med diquat (Reglone) i 3 doseringer 3,0, 1,5 og 0,75 l/ha er udført d. 7/8 1990. Bedømmelse af pct. nedvisning er foretaget d. 10/8, 25/8 og 22/8.

Ved hver bedømmelse er resultatet entydigt og ved doseringen 1,5 l Reglone pr. ha. er de fundne forskelle mellem sprøjtetyperne signifikante hvilket fremgår af fig. 8.

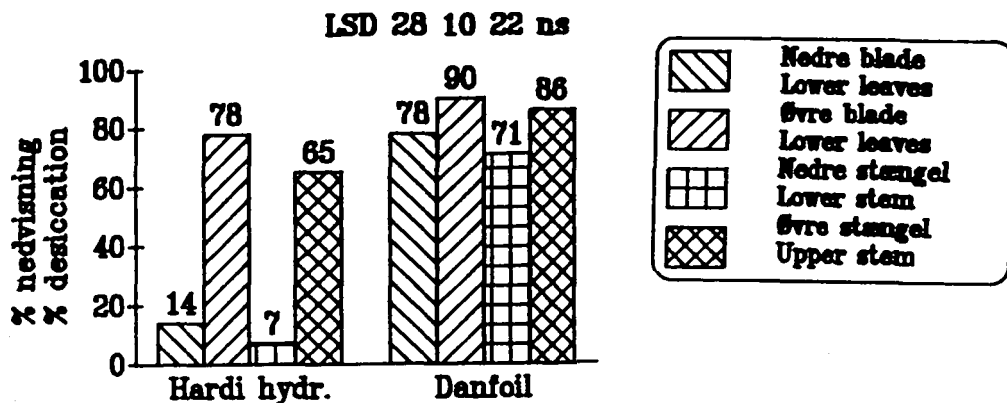


Fig. 8. Karakter for pct. nedvisning af kartoffeltop d. 22/8 efter sprøjtning med diquat (Reglone) 1,5 l -/ha d. 7/8.

*Pct. desiccation of potato plants. Scores d. 22/8 after application of diquat (Reglone 1,5 l/ha) d. 7/8-90.*

Med almindelig hydraulisk marksprøjte er der opnået en meget dårlig nedvisning af de nedre blade og stængeldele ved doseringen 1,5 l Reglone, derimod har Danfoil givet betydelig bedre virkning især på de nedre blade og stængeldele. Ved doseringen på 3,0 og 0,75 Reglone pr. ha. er der fundet tilsvarende, men ikke signifikante forskelle mellem sprøjterne.

### Diskussion

Da undersøgelserne blev påbegyndt i 1985 fandtes der kun meget få erfaringer med indstillingen af sprøjteudstyret ved sprøjtning med Girojet. Danfoil og Hardi Minivariant Den indstilling der er valgt til at køre med i forsøene er i overensstemmelse med hvad fabrikanterne anbefalede. Specielt for Hard Minivariant og Danfoil er der sket en udvikling og forbedring i de senere år af det tekniske udstyr, der også omfatter flere indstillingsmuligheder. De opnåede resultater kan derfor kun vurderes som eksempel på, hvad der kan opnås med de nye sprøjtetyper ved den givne indstilling.

Med den almindelige marksprøjte er der som standard valgt en relativt lille væskemængde, da der i praksis er ønske om at anvende så lille væskemængde som mulig. Tidligere forsøg har vist, at væskemængden ved sprøjtning med alm. hydraulisk marksprøjte og herbicider

kan reduceres til 125 l væske pr. ha. ved 7 km/time, når midlerne er skånsomme over for kulturen. (Permin 1982 og 1984). Nye forsøgsresultater tyder på, at der ved sprøjtning mod meldug (*Erysiphe graminis*) og gulrust (*Puccinia striiformis*) kan anvendes ned til 150 l væske pr. ha. ved 7 km/time uden at effekten derved forringes.

Tidligere forsøg med CDA-Boom sprayers har vist, at effekten ved en væskemængde på 30-40 l pr. ha. ved fordeling af de fleste herbicider og fungicider ikke var så stabil, som den effekt der kunne opnås med alm. hydraulisk marksprøjte. Ujævn fordeling, følsomhed for sidevind og manglende indtrængning i plantebestanden kan være årsag til svingende forsøgsresultater. Da praktiske erfaringer også afslørede tekniske besværligheder med funktionen af sprøjterne, blev der efter få år ikke solgt flere sprøjter, og CDA sprøjten udgik af forsøgene.

Girojet sprøjten har bedre muligheder for at få sprøjtedråberne afsat i plantebestanden fordi dråberne slynges ned i afgrøden. Franske forsøg har vist, at sprøjten kan fordele såvel herbicider som fungicider i væskemængder på 25-40 l væske pr. ha. og give et udbytteresultat på linie med, hvad der opnås med alm. hydraulisk marksprøjte (Morell 1985). Fordelen ved Girojet fordelere er, at dråbestørrelsen kan varieres fra ensartet store til ensartet små dråber. Af hensyn til opnåelse af en høj effekt blev der i forsøgene kun kørt med små dråber.

Hardi Minivariant er en prototype til Twin sprøjten med få muligheder for regulering af luftmængden. Luftmængden fordeles ikke så jævnt i hele sprededommens længde, da luften fordeles fra en tud ud for hver dyse, men funktionsprincippet er tilsvarende som for Hardi Twin, en ledsageluft der ledsager dråberne dannet fra hydrauliske dyser. Hardi Minivariant er tidligere anvendt i række kulturer af havebrugsafgrøder.

Danfoil sprøjten 30-40 l/ha er prøvet i landsforsøgene til bekæmpelse af bladsygdomme på vinterhvede. En sammenligning af effekten i 12 forsøg over 3 år 1988-90, med alm. hydraulisk marksprøjte ca. 200 l/ha viser, at der er opnået helt samme merudbytte, men effekten over for gulrust (*Puccinia striiformis*) og meldug (*Erysiphe graminis*) af fungicider anvendt i ½ dosering har været en anelse bedre med Danfoil sprøjten. (Kristensen og Elbek-Pedersen, 1990). Dette resultat er i god overensstemmelse med de i denne rapport viste resultater.

Foreløbige svenske forsøg (Brandt og Bengtsson, 1990) med Hardi Twin 50 l væske pr. ha, der er sammenlignet med effekten ved fordeling med konventionel hydraulisk marksprøjte og 200 l væske pr. ha, viser ingen statistisk sikre forskelle mellem sprøjterne. Forsøgene omfatter 1 forsøg med chloresulfuron (Glean) og 1 forsøg med bromophenoxim terbuthylazin (Vegoran) i 1 og 1/2 normal dosering mod ukrudt i vårbyg. Endvidere er der i 1 forsøg i vinterhvede med bekæmpelse af svampesygdomme anvendt propiconazol (Tilt 250 EC) i 1, 1/2 og 1/4 normal dosering. I forsøgene med bekæmpelse af ukrudt fandtes en tendens til bedre effekt med 200 l væske pr. ha end 50 l, og det pointeres at flere forsøg er nødvendig.

### **Sammendrag**

Med nye typer af marksprøjter fordeles pesticiderne i betydelig lavere væskemængde end

hvad der er anbefalet med alm. hydraulisk marksprøjte. I markforsøg er der udført undersøgelser over den biologiske effekt ved anvendelse af reducerede doseringer med typer af marksprøjter. Som standard er valgt 150 l væske pr. ha. med alm. hydraulisk marksprøjte påsat fladsprededyser 110° spredevinkel ved sprøjtning mod ukrudt og bladsygdomme på korn.

Danfoil 45 l/ha, Hardi Minivariant (Twin prototype) 50 l/ha, Girojet 41 l/ha og CDA 30 l/ha er prøvet til fordeling af et systemisk herbicid MCPA + dichlorprop og et kontaktvirkende herbicid bromophenoxim (Fanerone) i 1, 1/2 og 1/4 normal dosering. Der blev ikke målt signifikant forskelle på effekten over for tokimbladet ukrudt i vårbyg hverken mellem de nye typer af sprøjter, eller mellem alm. marksprøjte og sprøjtetyperne.

Spredejævnheden ved sprøjtning på en lav plantebestand er undersøgt med Danfoil 30 l/ha og Hardi Twin 50 l/ha. Ved sprøjtning med bromophenoxim (Fanerone 50 FW) i 4 doseringer på rapsplanter med 1-2 blade blev spredejævnheden vurderet for ensartet. En let sidevind medførte, at der var effektforskel mellem højre og venstre bomsektion. Denne forskel var mere udpræget for Danfoil og Hardi Twin end for alm. hydraulisk marksprøjte 150 l/ha. I gennemsnit af 4 doseringer blev der opnået signifikant bedre effekt alm. hydraulisk marksprøjte.

Mod meldug (*Erysiphe graminis*) i vårbyg er propiconazol + tridemorph (Tilt turbo) anvendt i 1, 1/2 og 1/4 normal dosering. Ved bedømmelse af angreb på planterne 3 uger efter sprøjtningen er der ved 1/4 normal dosering i gennemsnit af 3 forsøg målt signifikant bedre effekt af Danfoil 45 l/ha og Girojet 41 l/ha end med alm. marksprøjte 150 l/ha. I gennemsnit af 2 forsøg hvor Hardi Minivariant (Twin prototype) 68 l/ha indgik i forsøgene var forskellen mellem sprøjterne ikke signifikant, men der er tendens til bedre effekt med Danfoil 45 l/ha og Girojet 41 l/ha.

I 2 forsøg er Hardi Twin 50 l/ha og Danfoil 30 l/ha anvendt mod meldug (*Erysiphe graminis*) i vårbyg. I begge forsøg er der med Danfoil og Hardi Twin opnået en bekæmpelseeffekt, der ligger på linie med eller er lidt bedre, end det der er opnået med alm. hydraulisk marksprøjte 150 l/ha.

I 1 forsøg med bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) ved gentagne behandlinger med mancozeb (Dithane DG) i 3 doseringer er der ikke fundet forskel på Danfoil 30 l/ha og alm. hydraulisk marksprøjte 270 l/ha i effekt over for blad- og knoldangreb af kartoffelskimmel.

Ved nedvisning af kartoffeltop med diquat (Reglone) i 3 doseringer er der opnået en betydelig bedre effekt med Danfoil 30 l/ha end med alm. marksprøjte og 270 l/ha. Den bedre effekt med Danfoil kommer først og fremmest til udtryk ved en bedre nedvisning af den nedre blad- og stængelmasse.

Det konkluderes at der med de nye sprøjtetyper Danfoil 45 l/ha, Girojet 41 l/ha, Hardi Minivariant (Twin Prototype) 50 l/ha kan opnås tilsvarende god effekt med reducerede doseringer af herbicider over for ukrudt i korn som med alm. marksprøjte ved 150 l væske pr. ha. Med reducerede doseringer af fungicider mod meldug på korn er der med Girojet

41 l/ha, Hardi Minivariant (Twin prototype) 68 l/ha, Hardi Twin 50 l/ha og Danfoil 30-45 l/ha opnået en virkning der ligger på linie med eller, der er lidt bedre end med alm. hydraulisk marksprøjte 150 l/ha. Flere undersøgelser med Danfoil 30-45 l/ha har vist sikker bedre effekt ved 1/4 normal dosering. Endvidere er der med Danfoil 30 l/ha opnået en betydelig bedre effekt ved nedvisning af kartoffeltop med diquat (Reglone) end med alm. hydraulisk marksprøjte og 270 l/ha.

#### Litteratur

- Permin, O. (1982): Virkning af reduceret væskemængde og dosis på afdriftens omfang og ukrudt. Tidsskrift for Planteavl 86, 151-165.
- Permin, O. (1984): Reduktion af væskemængde og dosis ved sprøjtening med kontakt herbicider. Rapport 1. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 167-177.
- Brandt, J. og Bengtsson, A. (1990): Luftassisteret besprutning - ett exempel i Hardi Twin. 31: a svenska växtskyddskonferensen 91-106.
- Morel M. (1985): Field trials with the Girojet. Symposium on application and biology. BCPC Monogram No 28. s. 107-112.
- Kristensen, H. og Elbek-Pedersen, H. (1990): Planteværn. Sprøjtetyper. Oversigt over landsforsøgene s. 216.





## **Erfaringer med afdrift ved TWIN-systemet i relation til vandmængde.**

*Spray drift experience using the TWIN system in relation to water rate.*

Ole Carlsen  
HARDI INTERNATIONAL A/S  
Helgeshøj Allé 38  
2630 Taastrup

### **Summary**

*Small spray volume rates < 150 l normally involve a great risk of wind drift. This is due to the large part of drops < 150 µm. These drops lose almost all energy before impact. The TWIN system acts as a energy transmitter to especially the small droplets. Consequently, the wind drift risk is minimized considerably.*

*The TWIN system can be used for almost all normally grown crops because of the flexibility of the system. Independent tests have shown that the wind drift can be reduced from 50-90% using the TWIN compared to conventional spraying. The biggest effect is achieved when using small spray volume rates.*

*Normally high spray speed increases the wind drift. By using the TWIN system, the spray drift is kept at a constantly low level - no matter what the spray speed is (from 4-10 km/h).*

### **Indledning**

Konventionel sprøjtning med små vandmængder indebærer risiko for vinddrift og begrænset nedtrængning i plantebestanden.

Når der anvendes store vandmængder, f.eks. 200 l/ha, mindskes disse risici betydeligt.

Hydrauliske fladsprededyser, som anvendes til langt de fleste sprøjteopgaver i Vesteuropa, frembringer dråber af forskellig størrelse. Jo større dysen er, desto større bliver den gennemsnitlige dråbestørrelse. Arbejdstrykket indvirker også på dråbedannelsen, idet den gennemsnitlige dråbestørrelse reduceres ved højere tryk.

Ét af de hydrauliske fladsprededyseres største fortrin er netop evnen til at danne dette dråbespektrum. Dråberne vil bevæge sig ned i afgrøden i forskellig dybde i relation til deres individuelle størrelse og kinetiske energi.

De mindste dråber i dråbespektret (<150 µ) siges normalt at være vindfølsomme. Det siger

sig selv, at andelen af disse er størst ved anvendelse af små dyser til udsprøjtning af reducerede vandmængder.

Under normale omstændigheder anvendes der sjældent under 150 l/ha, og med samtidig brug af arbejdstryk under 3 bar giver dette normalt ikke de store problemer.

I de tilfælde, hvor der ønskes anvendt en meget lille dyse, evt. tilsammen med højt tryk, stiger den volumenprocentielle andel af dråber <150 µ markant.

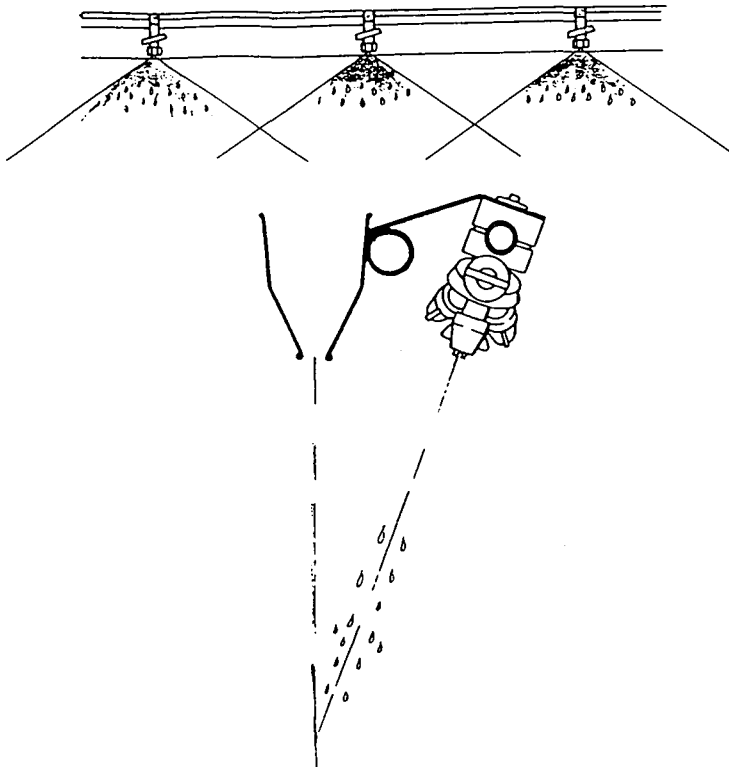
Dette faktum gør det særdeles risikabelt at udføre sprøjtninger med under 150 l/ha, bare det blæser mere end 3 m/s.

Dette problem er søgt løst med TWIN-systemet.

#### TWIN-systemets funktionsprincip

TWIN-sprøjtens dråbedannelse foregår som på den konventionelle sprøjte, nemlig ved hjælp af hydrauliske fladsprederdyser. Desuden er der mulighed for at arbejde med ledsageluft. Denne luft fungerer som en "energioverfører" til de mindste dråber.

Figur 1 angiver opbygningen af TWIN-systemets luft- og dysedesign.

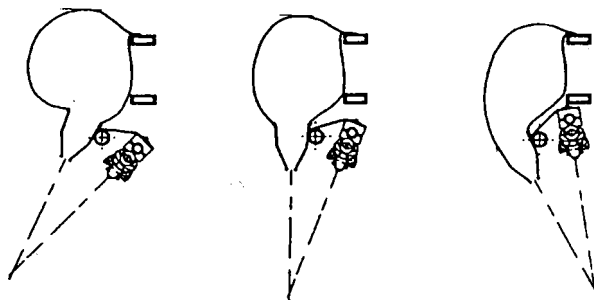





Figur. 1. TWIN-systemets funktionsprincip.  
*The principle function of the TWIN system.*

Den optimale funktion af systemet er betinget af flere forskellige faktorer, blandt andet dyse og luftvinkel.

TWIN-systemet er tilpasset forskellige afgrøder og sprøjtebetingelser (vindretning og styrke).

Således kan både udsprøjtningvinkel og blæserhastighed reguleres. (Fig. 2)



|  | Blæsernes indstilling |     |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 0                     | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| <br>r/min | 0-50                  | 600 | 1000 | 1500 | 1800 | 2200 | 2500 | 2800 | 3000 |
| <br>m/s  | 0                     | 6   | 10   | 15   | 18   | 22   | 25   | 28   | 30   |

Figur 2. Dysernes og luftspaltens indbyrdes vinkel er fastlagt. Udsprøjtningvinklen kan hydraulisk reguleres 30° fremad og 30° tilbage.

Blæserens hastighed er trinløst justerbar fra 0 til 30 m/s. (Målt ved luftspaltens munding)

*The angle between nozzles and air slot is fixed. The system can be angled hydraulically ranging from 30° forwards to 30° backwards.*

*The fan speed is infinitely variable from 0-30 m/s (measured at the air slot)*

Lufthastigheden kan reguleres fra 0-30 m/s, målt ved luftspaltens udmunding. Dette medvirker til, at den korrekte lufthastighed kan benyttes uafhængigt af sprøjtens væskesystem. F.eks. anvendes lille lufthastighed på bar jord og i små afgrøder, samt når der ikke ønskes dyb nedtrængning i afgrøden. Stor lufthastighed anvendes i kraftig vind, ved

anvendelse af små dyser, samt når dyb nedtrængning ønskes.

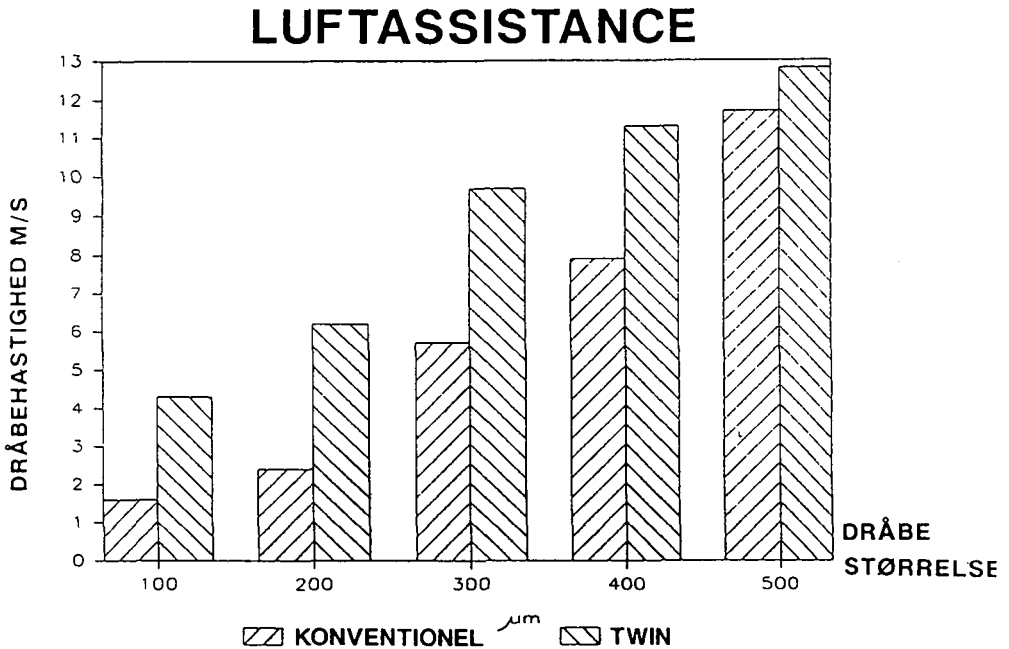
Udsprøjtningens vinkel tilpasses hovedsageligt til vindretningen. Således anvendes fremadrettet vinkel, når der køres i modvind og bagudrettet vinkel, når der køres i rygvind.

Hvis der køres i sidevind, tilpasses udsprøjtningens vinkel sprøjtemålet.

### Dråbehastighed med og uden ledsageluft

Som før nævnt, er ledsageluftens opgave at tilføre energi til især de mindste dråber.

Figur 3 angiver hastigheden for forskellige dråbestørrelser udsprøjtet fra en 4110-12 dyse ved 2,5 bar. Målingerne er foretaget 50 cm under dysen ved hjælp af en PMS laserdråbetæller.



Figur 3. Luftassistancens effekt på dråbehastighed (3).  
*Effect of air assistance on drop velocity (3).*

Som det ses, øger ledsageluften dråbehastigheden meget kraftigt på de vindfølsomme dråber < 200 µm. Indvirkningen på de middelstore er markant, mens de største dråber påvirkes mindst.

Disse forsøgsdata kan i grove træk forklare TWIN-systemets evne til at reducere vindafdriften ved marksprøjtning. Ved at øge hastigheden på de mindste dråber i fladsprederdysens dråbespektrum tilfører man ganske simpelt dråberne energi så de undgår at blive ført med vinden.

De vindfølsomme dråber mindre end 200 µm bliver ved hjælp af lufthastighedens energioverførsel hævet op til en hastighed, som er sammenlignelig med de større dråber udsprøjtet konventionelt. Eksempelvis ses det, at en 100 µm stor dråbe ved hjælp af luftassistance opnår en hastighed, som er væsentlig større end en 200 µm stor dråbe uden luftassistance. Deres hastighed hæves således op i den vindstabile kategori af dråber over 200 µm.

#### Metodebeskrivelse til vinddriftmåling

Den metode, der anvendes til beskrivelse og indirekte kvantificering af vinddriftståger er nødvendigvis en forenklet (og hurtigere) tilpasning af den, der bruges af Application Hazard Unit i MAFF Plant Pathology Laboratorierne (1). To rækker med master anbringes i sprøjtens læside, rækkeafstand er 10m. 1. mast placeres ved bomtippet, og herefter med 6, men ved senere arbejde 8 m og 20 m væk. Fiberensere, hvorpå afdriftsdråber samles, sættes parvist horisontalt med 0,5m mellemrum fra 0,5m over jorden (eller afgrøden) og til mindst 3,0m.

Sprøjtjen gennemkører en 100 m lang rute i sprøjtesporet ud for rækkerne. Dette gentages 4-6 gange. Sprøjtevæsken er vand med Agral (et non-ionisk afspændingsmiddel) i 0,1% (vol.), samt et vandopløseligt fluorescerende farvestof (fluorescein 100 g/800 l). Fluorometriske målinger foretages på et Perkin Elmer LS2 fluorometer. Relative mængder, størrelse og højder på afdrifts skyer kan derefter måles med en vis sikkerhed.

Data normaliseres til sammenligning mellem forskellige væskemængder og udsprøjtningsteknikker.

NB: Forsøg udført af Institut for Ukrudtbekæmpelse er ikke omfattet af denne beskrivelse.

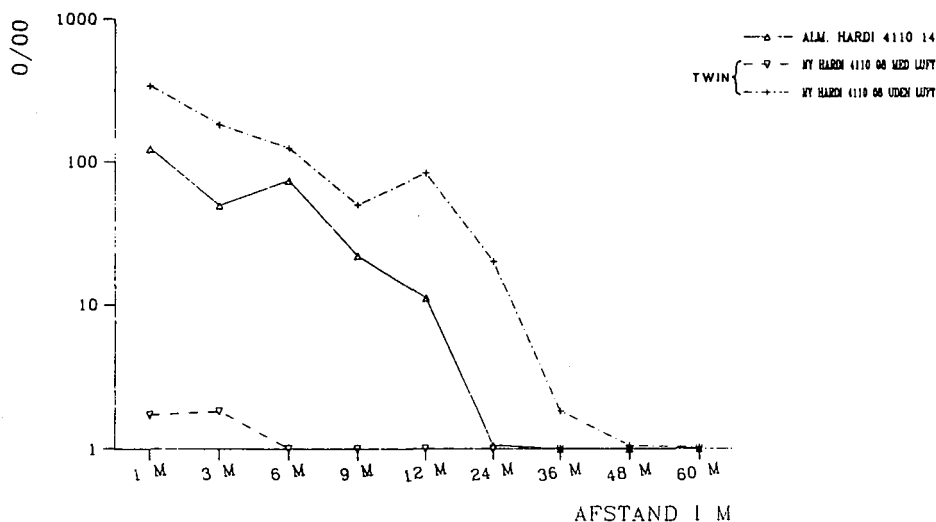
#### **Resultater**

Igennem de seneste 3 år er der blevet udført en række vinddriftforsøg med TWIN-systemet. Nogle få af disse behandles i det følgende afsnit.

Institut for Ukrudtbekæmpelse, Flakkebjerg, foretog i 1988 nogle af de første forsøg med TWIN-sprøjtjen.

Figur 4 angiver forsøgsresultatet. Resultatet viser, at TWIN-systemet formår at nedsætte vinddriften til nær 0, når der sprøjtes i en bygafgrøde omkring skridning. Forsøgsdata er baseret på afsat sporstof i afgrødehøjde ved forskellige afstande vinkelret på køresporene. Forsøget udførtes i sidevind.

AFDRIFT I PROMILLE 377/88



Figur 4. Vindafdrift målt ved konventionel sprøjtning med 150 l/ha (4110-14), samt ved 50 l/ha (4110-08) med og uden luftassistance (2)  
*Spray drift measured at conventional spraying with 150 l/ha (4110-14), and at 50 l/ha (4110-08), with and without air assistance (2).*

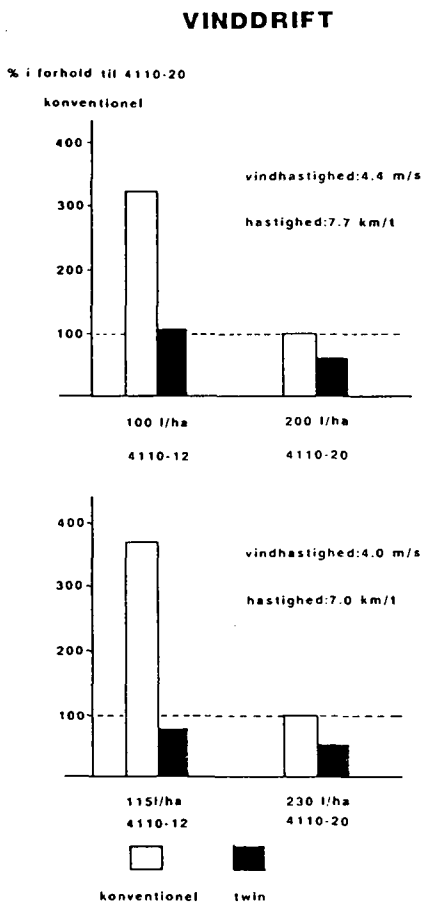
Ved konventionel udsprøjtning af 50 l/ha observeres en kraftig afsætning i vindretningen. Ved at øge væskemængden til 150 opnås en markant reduktion af vinddriften. Bedste resultat ses tydeligt at være anvendelse af ledsageluft. TWIN-systemet formår, med en vandmængde på kun 50 l/ha, at reducere vinddriften betydeligt under, hvad der blev målt for en 3 gange så stor vandmængde udsprøjtet konventionelt.

Det er alment kendt, at vandmængden - og dermed dråbestørrelsen - influerer meget kraftigt på vindafdriftens omfang. Normalt observeres stigende vinddriftrisiko med faldende

vandmængder. Denne omvendt proportionalitet er normalt gældende, når vandmængden reguleres via dysestørrelsen og hastigheden.

Hvis reguleringen foregår via trykændringer, kan den modsatte situation opstå, da dråbestørrelsen hermed formindskes med stigende vandmængde.

Et eksempel på, at vinddriftrisikoen øges med aftagende vandmængde, er illustreret på Fig. 5, hvor ændringen er foretaget via dyseskift. De to forskellige og uafhængige forsøg, hvor der er foretaget en sprøjtning med hel og halv vandmængde, giver faktisk identiske resultatsæt, som for overskuelighedens skyld er omsat til relative tal.



Figur 5. Vinddrift ved 2 forskellige vandmængder ved brug af konventionel sprøjte samt TWIN-systemet. Data opgjort som rel. værdi i forhold til højeste vandmængde udført med konventionel sprøjte (3)  
*Effect of air assistance on spray drift at different water rates, using a conventional sprayer as well as the TWIN system. Data as rel. to highest water rate using a conventional sprayer. (3)*

Anvendelse af TWIN-systemet medfører i begge forsøg en halvering af vinddriften med 4110-20 dyse, og nedsættelse med 2/3 til 4/5, hvor der benyttes reduceret vandmængde og 4110-12 dyse, i forhold til konventionel praksis. Hvis man kigger nøjere på søjlerne, ses det, at nedsættelse til halv vandmængde med konventionel sprøjte øger vinddriften med 3-4 gange.

Hvis nedsættelsen foregår tillige med brug af TWIN-systemet, øges risikoen derimod ikke. TWIN-systemets effekt vokser med aftagende vandmængde på grund af ledsageluftens kraftigere påvirkning af små dråber end store dråber.

Ved at reducere vandmængden via hastigheden opnås samme tendenser. (Tabel 1).

Tabel 1. Kørehastighedens indflydelse på vindafdriften med og uden luftassistance. ul sporstof/6 master, normaliseret til 100 l/ha. (3)  
*Spray speed influence on the spray drift, with and without air assistance. ul tracer/6 masts, normalised to 100 l/ha. (3)*

| Dyse<br>(Nozzle) | Hastighed<br>Speed<br>km/h | Vandmængde<br>Water rate<br>l/ha | Konventionel<br>Conventional | TWIN<br>TWIN) |
|------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------|
| 4110-20          | 4                          | 410                              | 42,7                         | 21,2          |
|                  | 7                          | 230                              | 44,6                         | 22,2          |
|                  | 10                         | 165                              | 85,0                         | 23,1          |
| 4110-12          | 4                          | 200                              | 74,8                         | 35,9          |
|                  | 7                          | 115                              | 165,7                        | 34,1          |

Tryk: 2,5 bar,                      vindhastighed 2-4 m/s;    stubmark  
 Pressure: 2.5 bar,                wind speed 2-4 m/s;        stubble

Ved konventionel sprøjtning øges vinddriften med stigende hastighed og faldende vandmængde. Fordelene med TWIN-systemet viser sig også her at være størst ved laveste vandmængde og dermed højeste hastighed.

Dette resultat stemmer godt overens med det faktum, at nedtrængningen normalt forringes med en hastighedsstigning.

### Konklusion

TWIN-systemet er i stand til at udsprøjte plantebeskyttelsesmidler i reducerede væskemængder.

Forsøgsresultaterne indikerer, at halv væskemængde giver højest samme vinddriftrisiko som



hel væskemængde udsprøjtet med konventionel sprøjte.

Effekten af luftassistanzen på vinddriften øges jo mindre væskemængde, der udsprøjtes.

Ved de sprøjtninger, som forekommer i en halvhøj til høj afgrøde, kan vinddriften ofte reduceres med 90% ved hjælp af luftassistance.

### **Sammendrag**

Små væskemængder <150 l/ha giver normalt stor risiko for vinddrift. Dette skyldes den store andel af dråber <150 µm. Disse dråber mister næsten al energi til omgivelserne inden anslag. TWIN-systemet virker som energioverfører til især de små dråber. Hermed reduceres vinddriftrisikoen betydeligt.

TWIN-systemet kan anvendes til næsten alle normalt dyrkede afgrøder p.g.a. systemets flexibilitet. Uafhængige forsøg har vist, at vinddriften kan nedsættes med fra 50-90% ved brug af TWIN i forhold til konventionel sprøjtning. Effekten er størst, når der anvendes små væskemængder.

Høj sprøjte hastighed øger normalt vinddriften. Ved hjælp af TWIN-systemet holdes afdriften på konstant lavt niveau - uanset kørehastighed (fra 4-10 km/t).

### **Erkendtlighed**

Brian Young - ICI Agrochemicals - takkes for uvurderlig hjælp angående dråbehastigheds-målingerne på PMS-systemet.

### **Litteratur**

Gilbert, A.J. & Bell, G.J.: Evaluation of the drift hazards arising from pesticide spray application. *Aspects of Applied Biology* 17, 1988. Environmental aspects of Applied Biology.

Permin, O: Forsøg 377/88 Institut for Ukrudtbekæmpelse, Flakkebjerg.

Taylor, W.A. & Andersen, P.G.: The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. Brighton Crop Protection Conference - Weeds - 1989.



## **Væskeafsætningens omfang og ensartethed ved konventionel og luftassisteret sprøjtning.**

*Deposition and uniformity by conventional and air assisted spraying.*

**Ebbe Nordbo, Planteværnscentret, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse**

**William A Taylor, Hardi International**

**Erik Kirknel, Planteværnscentret, Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi**

### **Summary**

*To investigate the effect of air assistance on spray deposition under various conditions small vertical and horizontal targets were sprayed with four different configurations of hydraulic nozzle size / pressure / travel speed, both conventionally and with air assistance. Applications were carried out under conditions of no wind and during low and high windspeeds.*

*Smaller droplets spectra were more effectively deposited than were the larger spectra, especially on vertical objects. In still air and low windspeed, air assistance generally enhanced deposition, in particular on vertical objects and with smaller droplets. In the stronger wind, deposition trends were less conclusive. With all wind conditions, deposit uniformity was not affected or even enhanced using air assistance. Increasing wind tends to reduce deposition on the horizontal objects, but to increase that on vertical objects.*

### **Indledning**

Den enkelte sprøjtedråbes skæbne fra dannelsen ved dysen til anslaget på planten afhænger af et uhyre komplekst samspil mellem væskens fysisk-kemiske egenskaber, sprøjteudstyret og dets indstilling, vejrforhold og plantens geometri og overfladeegenskaber. Hver enkelt af disse faktorer påvirker det ultimative formål: at flest muligt dråber afsættes på planten, dækker den optimalt og udøver den ønskede effekt (jvf f.eks. reviews i Hartley og Graham-Bryce 1980; Spillman 1984; Johnstone 1985; Hislop 1987). En del af sprøjtevæsken ender uundgåeligt som afdrift, og anretter evt. mere eller mindre synlige miljø- eller afgrødeskader (jvf. reviews i Yates og Akesson 1973; Combella 1982).

Bestræbelserne på at opnå jævnhed i afsætning af sprøjtevæsken har overvejende været koncentreret om, at skabe et jævnt sprøjtebillede under bommen. Minimering af denne "makro-variabilitet" er en første forudsætning for et rimeligt sprøjteresultat (Hagenvall 1981). Viden om plante-til-plante variationen i afsætningen ("mikro-variabiliteten") bliver aktualiseret med ønskerne om både at reducere aktiv-stof doseringen og væskemængden og samtidigt bevare en given bekæmpelseeffekt.

Som en delopgave af et projekt på Afd. f. Ukrudtsbekæmpelse om vindens betydning for

sprøjtevæskens afsætning har vi i det foreliggende arbejde nærmet os beskrivelsen af mikrovariabiliteten ved at analysere afsætningen enkeltvis på simple kunstobjekter med forskellig rumlig orientering. Denne idealiserede efterligning af forskellige plantegeometrier i en lav og spredt ukrudtsbestand giver mulighed for at beskrive dråbebanen, mens selve materialeoverfladen ikke har megen lighed med plantens overflade.

I flere arbejder er undersøgt hvordan luftassistance påvirker afdrift i forskellige afgrøder (Cooke og Hislop 1987; Jensen og Odgaard 1989; Quanquin et al. 1989; Taylor et al. 1989). En øget indtrængning af sprøjtevæsken med luftassistance i en tæt plantebestand er påvist af Jegatheeswaran (1978), Bode (1988), May (1991) og Quanquin et al. (1989). I det foreliggende arbejde er der søgt at kvantificere effekten af luftassistance på afsætning og afsætningsvariation med fire forskellige sprøjtekonfigurationer og under forskellige vindforhold.

### Metode

Sprøjtningen udførtes med en 12 m Hardi Twin bom med 24 dyser. De 4 konfigurationer (angivet i Tabel 1) blev anvendt uden og med luft assistance (luftstrøm 30 m/sec og rettet 25<sup>0</sup> bagud). Sprøjtevæsken var en 4.1 % w/v Na-Fluorescein-opløsning med 0.1 % v/v Agral.

Tabel 1. Tryk, kørehastighed og væskemængde med de 4 dyser. De 4 anvendte sprøjtekonfigurationer (kombinationer af dyser, tryk og hastigheder).  
*Application configurations used.*

| Dråbespektrum klasse *) | Dråbestørrelse vmd, $\mu$ | Dyse Hardi 4110- | Tryk bar | Hast km/t | Volumen l/ha |
|-------------------------|---------------------------|------------------|----------|-----------|--------------|
| Very Fine               | 200                       | 10               | 4.0      | 9.5       | 68           |
| Fine                    | 320                       | 14               | 2.0      | 9.5       | 93           |
| Medium                  | 400                       | 20               | 1.7      | 7.8       | 185          |
| Coarse                  | 520                       | 30               | 1.5      | 7.8       | 320          |

\*) Dråbespektrum i h.t. BCPC' s klassifikation.

Der blev sprøjtet under 3 forskellige vindforhold:

- 1.sæt: Indendørs i en 40 x 40 m lukket arbejdshal med bar jordoverflade.
- 2.sæt: Udendørs på tætklippet græsmark ved vindhastigheder gennemsnitligt 1-2 m/sek, i stødene højst 3 m/sek, vinkelret på køreretning. Vinden blev regnet som konstant.
- 3.sæt: Udendørs på tætklippet græsmark ved vindhastigheder mellem 3 og 7 m/sek, vinkelret på køreretning.

Sprøjtevæsken blev opsamlet på et antal 40 x 40 cm finerplader, hver symmetrisk forsynet med 9 oprette 5 cm lange bomuldspiberensere og 9 stykker filterpapir 2 cm Ø (discs) stukket horisontalt på 3 cm høje søm. I 1. og 2. sæt var endvidere påhæftet 3 stk. 5 x 5 cm strimler kromatografipapir ved henholdsvis pladens for- og bagkant. I 1. og 2. sæt blev for hver kørsel opstillet 6 plader i 2 rækker med 10 m afstand, de 3 plader i rækken henholdsvis centreret og 2.5 og 4.5 m til hver side herfor. Pladerne blev indenfor hvert sæt opstillet på samme sted, og traktoren kørte ad samme spor. Sprøjtningen påbegyndtes og afsluttedes udendørs 50 m før og efter sprøjtningen, indendørs 25 m før og efter.

I 2. sæt blev vindhastigheden målt med varmetrådsanemometer i 2 m's højde 10 m opvinds fra sprøjtelinien, og vindretningen bedømtes visuelt at være vinkelret på køreretningen. I 3. sæt opsamledes data fra varmetrådsanemometer om vindretning i 2 m's højde og om vindhastighed hvert sekund i ½, 1 og 2 m's højde i afstanden 15 m fra sprøjtebommens centrum. De citerede vindhastigheder er 6 sek's gennemsnit målt fra 10 sek til 5 sek før bommens ankomst til sprøjtelinien.

Filterpapir, piberensere og papirstrimler blev opsamlet enkeltvis i flasker, og fluorimetrien udført ved 530 nm emission.

## Resultater

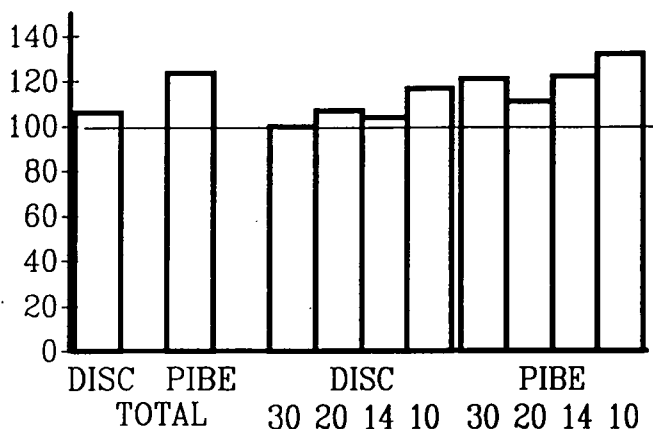
Med det valgte forsøgsdesign kan effekten af en kombination af dysestørrelse, tryk og kørehastighed påvises, men ikke effekten af disse tre faktorer hver for sig. I det efterfølgende benævnes konfigurationerne ved den anvendte dyse.

### 1. og 2. sæt: Ingen eller svag vind:

Statistiske tests blev udført for de 3 sæt hver for sig, men da forskelle mellem 1. og 2. sæt viste sig ubetydelige, er disse to sæt slået sammen i det efterfølgende. Alle resultater er angivet som den procentdel af den udsprøjtede sprøjtevæske, der er afsat.

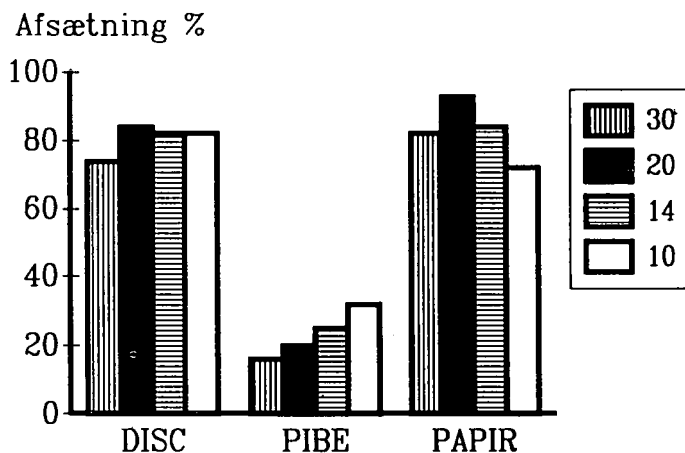
Luftassistance øgede afsætningen på discs med 6% af udsprøjtet stof, og på piberensere med 24%, men ikke signifikant på papirstrimler. Der var vekselvirkninger mellem luftassistance og dråbeklasse (Fig. 1), således at fordelingen ved luftassistance er størst ved de mindre dråber.

## Afsætning % af konventionel



Figur 1. Relativ afsætningsøgning ved luftassisteret sprøjtning sammenlignet med konventionel sprøjtning (:=100).  
*Relative increase in deposition by using air assistance as compared to conventional spraying, defined as 100.*

På piberensere øgedes afsætningseffektiviteten konsekvent med finere dråbespektrum, og på discs var effektiviteten også lavest med de største dråber. På papirstrimler var tendensen groft sagt omvendt heraf (Fig. 2).



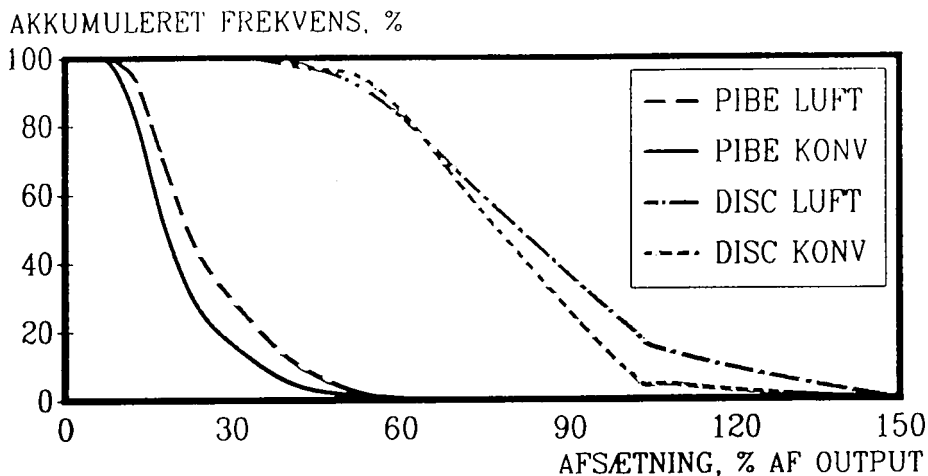
Figur 2. Afsætning i % af dyseoutput ved forskellige sprøjtekonfigurationer.  
*Mean deposits as % of output from differing spray configurations.*

Variationen mellem objekter på den enkelte plade udgør en betragtelig del af den totale variation i en sprøjtning (Tabel 2):

Tabel 2. Gennemsnitlig total variation (CV %) indenfor hver sprøjtning og gennemsnitlig variation indenfor hver plade i en sprøjtning.  
*Average total variation (as CV %) within each spraying (1) as compared to average variation within each board during one spraying (2).*

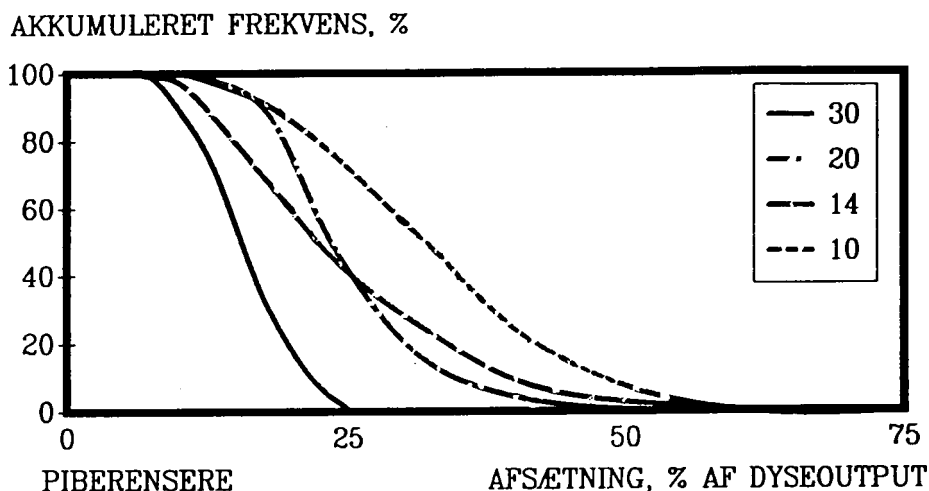
|                          |     | Disc | Pibe | Papir |
|--------------------------|-----|------|------|-------|
| Total variation          | (1) | 24   | 37   | 22    |
| Variation indenfor plade | (2) | 20   | 21   | 19    |

Frekvensen af enkeltobjekter, som modtog et givet niveau af sprøjtevæske, giver et samlet mål for sprøjteeffektivitet og -ensartethed. Eksempelvis viste luftassistance sig samlet at øge andelen af discs som modtog >90% af udsprøjtet dosering til 36% fra 19% af objekterne ved konventionel sprøjtning. Tilsvarende (på det generelt lavere afsætningsniveau) var andelen af piberensere som modtog >25% af udsprøjtet dosering 41% med luftassistance mod kun 22% med konventionel sprøjtning, jvf. fig 3.



Figur 3. Akkumuleret frekvens (%) af objekter på hvilke der afsattes en givet mængde af udsprøjtet dosering ved konventionel og luftassisteret sprøjtning.  
*Accumulateds frequency (%) of objects having received a certain amount of the nozzle output, when applied with and without air assistance.*

Et tilsvarende mål kan opstilles for forskelligt dråbespektrum, jvf fig 4 for piberensere:



Figur 4. Akkumuleret frekvens (%) af piberensere på hvilke der afsattes en givet mængde af udsprøjtet dosering ved forskellige sprøjtekonfigurationer.  
*Accumulated frequency (%) of pipecleaners having received a certain amount of the nozzle output when applied with 4 differing spray configurations.*

### 3. sæt: I frisk vind

Med det valgte forsøgsdesign var det ikke muligt at fastslå relationen mellem vindhastighed og afsætning af sprøjtevæske. Som grov tendens kunne det dog konstateres, at stigende vindhastighed i de fleste konfigurationer medførte nedsat afsætning på discs og øget afsætning på piberensere. Det manglende kendskab til relationen mellem vind og afsætning, sammen med det faktum, at forsøgssættet viste sig temmelig ubalanceret mht. vindstyrke og konfiguration gør det vanskeligt at fortolke resultaterne. Antages en simpel lineær sammenhæng mellem vindhastighed og afsætning (negativ, henholdsvis positiv for discs og piberensere) kan det estimeres, at den gennemsnitlige afsætning ved brug af luftassistance reduceredes med 20% for discs, men øgedes med 16% for piberensere.

Den estimerede afsætning ved forskellig konfiguration ændredes efter samme tendens som i 1. og 2. sæt, altså øget afsætning ved de mindre dråbespektra, jvf. Tabel 3:



Tabel 3. Relativ, estimeret afsætningseffektivitet ved de 4 forskellige sprøjtekonfigurationer i frisk vind. Afsætning i VF-konfigurationen defineret som 100. *Relative, estimated deposition efficiency with 4 differing spray configurations. Deposition with the VF-configuration defined as 100.*

|           | Disc   | Piberenser |
|-----------|--------|------------|
| Coarse    | 34     | 33         |
| Medium    | 65     | 43         |
| Fine      | 110    | 62         |
| Very Fine | := 100 | := 100     |

Den gennemsnitlige variation i afsætningen indenfor hver kørsel var 67 % CV for discs og 27 % CV for piberenser. For discs var der en tendens til lidt lavere variation i kørsler med luftassistance (62% CV) end i konventionelle kørsler (72%), mens denne tendens ikke fandtes for piberensere.

### Diskussion

Et stort antal afdriftsforsøg har vist at afdriften øges med øget vindstyrke (Nordby og Skuterud 1974; Lagerfelt 1988; Maybank og Grover 1988, Western et al. 1989). Man vil derfor også umiddelbart antage, at afsætningen på små objekter under bommen aftager med stigende vind, ihvertfald på vandret orienterede objekter. Det er ikke muligt fra nærværende forsøg at udlede et eksakt forhold mellem vindhastighed og afsætning. Som en grov tendens viser afsætningen sig dog at aftage på discs og øges på piberensere med stigende vindhastighed, svarende til en forskydning i dråbernes bevægelsesretning fra lodret mod vandret og i afsætningsform fra gravitationel sedimentation mod inertielt anslag.

At luftassistance øger afsætningen på piberensere ved alle vindforhold og på discs ved ingen eller svag vind kan formentlig forklares med den ekstra kinetiske energi som giver dråberne større chance for at nå frem fra dyse til plantehøjde, men også for at slippe fri af luftstrømmen uden om planten og gennemtrænge grænselaget. Denne beskrivelse støttes af, at luftassistance især øger afsætningen på lodrette objekter, og at der er klare tegn på at de mindre dråbespektre vinder mere ved luftassistance end de større spektre gør. Det er derimod ikke klart, hvorfor luftassistance i blæst medførte en reduceret afsætning på discs, som de fundne resultater antyder.

Det bemærkes af disse resultater, at det er ganske væsentligt for afsætnings- og afdriftsforsøg, hvorvidt fangstobjekterne er placeret på jorden eller ophængt, og med hvilken rumlig orientering de ophænges: Der er ganske store vekselvirkninger mellem objekttype og resultat. Tidligere er dokumenteret (Taylor og Merritt 1975; Clipsham 1980; Miller et al. 1989;) hvorledes objekternes størrelse og materiale øver indflydelse på dråbefangsten.

Forskydningen i afsætningseffektivitet fra horisontale til vertikale objekter kan tænkes udnyttet bevidst. Eksempelvis påpeger Merritt (1980) vigtigheden af at difenzoquat afsættes på flyvehavrens unge, mere følsomme, vertikalt stillede blade.

Fundet af den højere afsætningseffektivitet ved konfigurationerne med mindre dråbespektre er ganske interessant. De mindre dråber i sig selv er, ligesom højere tryk og større kørehastighed, netop faktorer som normalt øger afdrift-andelen. Samtidigt var der tendens til mindre afsætning på papirstrimlerne ved de mindre dråbespektre. Man kunne for piberensere foreslå flg. forklaring: Jo mindre dråbestørrelse, jo større er dråbens vandrette hastighedskomponent både absolut og relativt til den lodrette komponent. Det vil medføre, at både energien til brug for anslag og det projicerede areal af piberenseren vinkelret på dråbebanen øges. Imidlertid er også hastighedsbehovet større netop for små dråber, og processen er derfor ikke så let gennemskuelig. Vi har endnu ikke fundet nogen forklaring på, at den samme tendens til øget afsætning med mindre dråber også gør sig gældende med de horisontale discs, et resultat som er bekræftet i flere modelforsøg (Kristensen og Nordbo, 1990; Nordbo 1990a og b).

Det skal i forlængelse heraf nævnes, at ikke blot fanges de små dråber mere effektivt, men yderligere giver de en bedre dækning af planteoverfladen, som ofte vist både teoretisk og experimentelt.

Variationen indenfor det relativt lille areal af en opsamlingsplade udgør en ganske stor del af den samlede variation under bommen (83% for discs, 57% for piberensere, 86% for papirstrimler). Variationen i denne serie af forsøg med kørsel i samme spor og med plader placeret i samme punkter er formentlig en hel del lavere end variationen ved kørsel i en hel mark. Især vil bombevægelsen udover det gentagede "frosne billede" som vi tilstræbte give anledning til mere "makro-variation" over bombredden (jvf. Nation 1980; Maybank et al. 1974), uden at øge mikro-variabiliteten i samme grad. Alligevel viser vore resultater, at selv med dyser med ensartet ydelse, justeret bomhøjde og dæmpede bombevægelser er der stadig meget variation imellem objekter på samme plade.

Luftassistance reducerede variationen på discs i blæst, og på piberensere i let vind, mens variationen var uforandret i de øvrige tilfælde. En kombineret illustration af gennemsnit og variation fås ved at tælle frekvensen af discs, henholdsvis piberensere som modtog forskellige niveauer af afsat stof. Man finder da eksempelvis under vindstille forhold, at mens ca. 25% af discene modtog den fulde dosis og næsten 50% af dem mere end den halve dosis ved konventionel sprøjtning, øgedes disse andele ved luftassistance til, at ca. 50% modtog fuld dosis og næsten alle den halve dosis. Med piberensere modtog ca. 25% mindst en kvart dosis og alle en sekstendedel dosis ved konventionel sprøjtning, mens med luftassistance ca. 50% modtog kvart dosis og næsten alle en ottendedel dosis.

En sådan opgørelse af frekvenser kan foreløbigt kun anvendes til sammenligninger mellem forskellige sprøjteteknikker, vindforhold etc. Større vægt får de absolutte tal, når man 1) er blevet i stand til at relatere kunstobjekternes simple og reproducerbare geometri til planters store variation, og 2) når man er blevet i stand til at bestemme en tærskelværdi for, hvor stor en mængde aktivstof der fordres afsat på en enkelt plante for at opnå en ønsket plantetoksisk effekt. Dette forhold mellem herbicidmængde og biologisk effekt er endnu ikke

særligt godt belyst, og nok ikke så enkelt (Hislop 1987; Merritt 1989). Western og Woodley (1987) fandt således dårlig korrelation mellem total afsætning og herbicideffekt og foreslog, at afsætningsmønsteret på planteoverfladen var ligeså vigtig som totalafsætningen. Mathiassen & Kudsk (1991) fandt ikke større herbicideffekt ved større afsætning af sprøjtevæske i en forsøgsserie med to sprøjtekonfigurationer.

### **Sammendrag**

Luftassistance øger afsætningen ved alle sprøjtekonfigurationerne i stille vejr, og forøgelsen er størst på lodrette objekter og med de mindre dråbespektra. I stærkere vind øger luftassistancen afsætningen på lodrette objekter, mens afsætningen på vandrette objekter kun forøges ved det mindste dråbespektrum og ellers forringes. Variationen mellem afsætning på enkeltobjekter er uforandret eller endda formindsket med luftassistance.

Vindhastighedens indflydelse på afsætning er dårligt bestemt, men i grove træk medfører øget vind en større afsætning på lodrette og mindsket afsætning på vandrette objekter.

I afsætnings- såvel som afdriftsforsøg over fangstobjekternes position og orientering stor indflydelse på resultaterne, idet der er stærke vekselvirkninger med forsøgsvariablene.

### **Erkendtlighed**

En særlig tak rettes til Lars Jørgensen og Mette Jørgensen, Hardi International, for inspiration og praktisk hjælp til forsøgenes udførelse.

### **Litteratur**

- Bode, L.E. (1988): Air-assist, air-foil, and air-curtain sprayers. *Weed Tech* 2:88
- Clipsliam, I.D. (1980): The influence of target area on the variability of spray deposits. I: Walker JO (ed) BCPC Monogram no. 24: Symposium on Spraying Systems for the 1980's - March 1980 (p133)
- Combella, J.H. (1982): Loss of herbicide from ground sprayers. *Weed Res* 22:193
- Cooke, B.K. & Hislop, E.C. (1987): Novel delivery systems for arable crop spraying - deposit distribution and biological activity. I: *Aspects of Applied Biology* 14: Studies of pesticide transfer and performance. Bath, UK (p53)
- Hagenvall, H. (1981): Ojämn besprutning - skörde- och ogräseffekter. I: *Ogräs- och ogräsbekämpning*. 22a Svenska Ogräskonferensen, Uppsala, Sweden 1981, 1: Rapporter (pF1)
- Hartley, G.S. & Graham-Bryce, I.J. (1980): Physical principles of pesticide behaviour. Academic Press, London (1024 pp)

- Hislop, E.C. (1987): Can we define and achieve optimum pesticide deposits ? I: Aspects of Applied Biology 14: Studies of pesticide transfer and performance. Bath, UK (p153)
- Jegatheeswaran, P. (1978): Factors concerning the penetration and distribution of drops in low growing crops. I: BCPC Monogram no.22: Symposium on Controlled Drop Application - April 1978 (p91)
- Jensen, P.K. & Odgaard, P. (1989): Rapport over 4 afdriftsforsøg med alm. hydraulisk Hardi, Danfoil og Hardi Twin. Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Slagelse (21pp)
- Johnstone, D.R. (1985): Physics and meteorology. I: Haskell PT (ed): Pesticide application: Principles and practice. Oxford Univ. Press (p35)
- Kristensen, J., & Nordbo, E. (1990): Test af sprøjtekabine. Planteværnscentret, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse (4pp)
- Lagerfelt, P. (1988): Spray drift deposits during application with field crop sprayers. I: Weeds and Weed Control. 29th Swedish Weed Conference, Uppsala 1988 (p183)
- Mathiassen, S.K. & Kudsk, P. (1991): Sprøjteteknik og tankblanding af herbicider/insecticider i ærter.
- May, M. J. (1991): Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. I: Lavers, A.; Herrington, P.; Southcombe ESE (eds): BCPC Monograph no. 46: Air-assisted Spraying in Crop Protection. Farnham (p 89).
- Maybank, J.; Yoshida, K. & Grover, R. (1974): Droplet size spectra, drift potential and ground deposition pattern of herbicide sprays. Can J Plant Sci 54:541
- Merritt, C.R. (1980): The influence of application variables on the biological performance of foliage-applied herbicides. I: Walker JO (ed) BCPC Monogram no. 24: Symposium on Spraying Systems for the 1980's - March 1980. Croydon, (p35)
- Merritt, C.R. (1989): Comparison of spray losses in laboratory and field situations. I: Aspects of Applied Biology 21: Comparing Laboratory and Field Pesticide Performance (p137)
- Miller, P.C.H.; Walklate, P.J. & Mawer, C.J. (1989): A comparison of spray drift collection techniques. I: Brighton Crop Protection Conference - Weeds. Proceedings. BCPC (p669)
- Nation, H.J. (1980): The performance and stability of spray booms. I: Walker JO (ed) BCPC Monogram no 24: Symposium on Spraying Systems for the 1980's - March 1980. Croydon (p35)

- Nordbo, E. (1990a): Betydningen af objektstørrelse ved sprøjtetekniske forsøg. Rapport over metodeforsøg. Planteværnscentret, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Slagelse (2pp)
- Nordbo, E. (1990b): Virkning af dysestørrelse, bomhastighed og tryk på afsætning af sprøjtevæske. Forsøg med mobil bom på stationær traktor. Planteværnscentret, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Slagelse (6pp)
- Nordby, A. & Skuterud, R. (1974): The effect of boom height, working pressure and wind speed on spray drift. *Weed Res* 14:385
- Quanquin, B.J.; Anderson, G.W.; Taylor, W.A. & Andersen, P.G. (1989): Spray drift reduction and on-target deposition using the Hardi Twin system air assisted boom sprayer. ASAE, St Joseph, Michigan, paper no. 89-1523 (9pp)
- Taylor, W.A.; Andersen, P.G. & Cooper, S. (1989): The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. I: Brighton Crop Protection Conference - Weeds - 1989, Farnham (p631)
- Taylor, W.A. & Merritt, C.R. (1975): Some physical aspects of the performance of experimental equipment for controlled drop applications with herbicides. I: Proceedings 8th British Insecticide and Fungicide Conference, vol1 (p161)
- Yates, W.E. & Akesson, N.B. (1973): Reducing pesticide chemical drift. I: Van Walkenburg W (ed) Pesticide formulations. Marcel Dekker, NY (p275)
- Western, N.M.; Hislop, E.C.; Herrington, P.J. & Jones, E.I. (1989): Comparative drift measurements for BCPC reference hydraulic nozzles and for an Airtec twin-fluid nozzle under controlled conditions. I: Brighton Crop Protection Conference - Weeds -1989, Farnham (p641)
- Western, N.M. & Woodley, S.E. (1987): Influence of drop size and application volume on the effectiveness of two herbicides. I: Aspects of Applied Biology 14: Studies of pesticide transfer and performance. Bath, UK (p181).



## **Udbytteeffekter ved ukrudtsharvning - udvikling og anvendelse af en simuleringsmodel.**

*Application of a model for prediction of yield response in weed harrowing.*

**Jesper Rasmussen**  
**Planteværnscentret**  
**Flakkebjerg**  
**4200 Slagelse**

### **Summary**

*To describe the crop yield response of weed harrowing a model is presented based on information on the percentage of weed control and crop damage due to harrowing. The purpose is to evaluate how efficient weed harrowing may be under different biological conditions. When the model is fully developed it is also expected to be useful in a practical context, because it gives an opportunity to optimize the intensity of treatment in respect to yield. The model is able to separate the yield response of harrowing into two parts, one coming from the positive weed killing effect, and another coming from the negative effect of crop covering. Simulation runs based on experimental data showed that the ratio between weed control and crop covering as a result of harrowing is a very important factor. This ratio is defined as the selectivity of treatment. When conditions of selectivity are favourable harrowing was shown to be an efficient method of weed control. In opposite, when the selectivity was low harrowing was not a suitable weed control method in respect to yield response. Further investigations on selectivity need to be carried out before a general evaluation of weed harrowing can be made.*

### **Indledning**

I det følgende præsenteres en simuleringsmodel, som er under udvikling på Planteværnscentret i Flakkebjerg. Modellen har to anvendelsesformål. For det første kan den bruges til at foretage overordnede vurderinger af ukrudtsharvningens effektivitet under forskellige biologiske forhold, og for det andet forventes den at kunne indgå i en kommende vejledningsmodel for ukrudtsharvning. I det følgende vil hovedvægten blive lagt på det første formål.

Modellens statistiske og matematiske grundlag er tidligere beskrevet (Rasmussen, 1991a) og vil derfor ikke blive gennemgået i denne artikel. Efter en redegørelse for modellens principielle opbygning, præsenteres der simuleringsresultater, som er baseret på en række

forsøg med ukrudtsharvning. Der kan herved opnås en forståelse af nogle væsentlige faktorerens betydning for ukrudtsharvningens udbytteeffekter. Afslutningsvis diskuteres modellens nuværende begrænsninger, og i forlængelse heraf skitseres kommende forsøgsopgaver.

### **En ny forståelsesmæssig indfaldsvinkel**

Ukrudtsharvning i korn og bælgsåds tidligste udviklingstrin kendetegnes ved at have en varierende men generelt lav selektivitet imellem afgrøde og ukrudt (Rasmussen, 1990; 1991a; 1991b). Det betyder, at ukrudtsharvning er forbundet med forholdsvis store risici for afgrødeskader, der kan give udbyttetab.

Den traditionelle forsøgsmetodik, som tidligere har været anvendt i forsøg med ukrudtsharvning, har ikke i tilstrækkeligt omfang taget hensyn til dette forhold. I hovedreglen har man negligeret harvningens skader på afgrøden i såvel forsøgsarbejde som rådgivningsarbejde. Man har forsøgt at optimere harvningen ud fra generelle regler om anvendelsesteknik (redskabsvalg, kørehastighed m.v.) i relation til bekæmpelseseffekten, uden at vide, hvordan man skulle forholde sig til skaderne på afgrøden. Denne manglende forståelse har gjort det meget vanskeligt at udvikle bekæmpelsesmetoden (Rasmussen & Vester, 1991). Der introduceres derfor en ny betragtningssmåde, hvor bekæmpelseseffekt og afgrødeskade opfattes som ligeværdige parametre, der anvendes til at karakterisere behandlingen. Den anvendte harveteknik derimod anses ikke i sig selv for at kunne bruges som et udgangspunkt i vejledning eller evaluering af ukrudtsharvningen (Rasmussen & Vester, 1991).

For at forstå hvordan harvningens modsatrettede effekter på afgrøden påvirker udbyttet, har det været nødvendigt at udvikle en model, der sammenkæder bekæmpelseseffekt og afgrødeskade med udbytteeffekten. Foruden behandlings-selektiviteten indgår afgrødens udbyttreaktion på jordtildækning og ukrudtets udbyttereducerende evne overfor afgrøden i modellen.

### **Modellens forudsætninger**

De forsøgsresultater, der ligger til grund for modellen, stammer alle fra forsøg i vårsæd. Simuleringsresultaterne gælder derfor kun vårsæd. En del af forsøgene er udført med udsåede kulturplanter som ukrudt. Der er anvendt honningurt, raps og gul sennep repræsenterende ukrudt med stigende konkurrenceevne. Netop raps og gul sennep er problematiske arter at bekæmpe med harvning, så det må forventes, at der i praksis ofte vil kunne opnås bedre resultater end simuleringsberegningerne giver indtryk af.

For at kunne anvende modellen må man have kendskab til følgende 3 forhold: Behandlingsselektiviteten, ukrudtets udbyttereducerende indflydelse på afgrøden og afgrødens reaktion på tildækning.

### **Selektivitet imellem afgrøde og ukrudt**

Ukrudtsharvningens selektivitet imellem afgrøde og ukrudt er defineret som forholdet imellem bekæmpelseseffekt og afgrødetildækning (Rasmussen, 1990). Løsrivning af kulturplanter spiller normalt ingen rolle, ligesom løsrivning af ukrudt heller ikke spiller



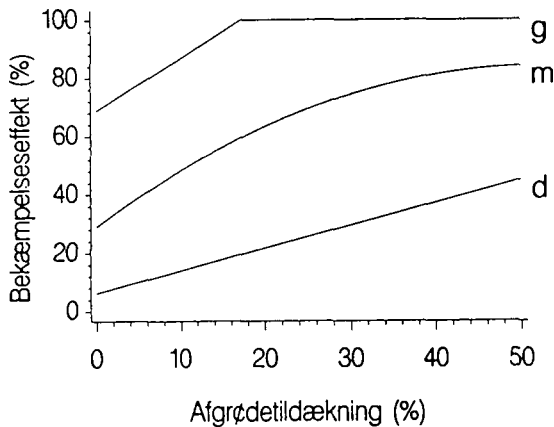
nogen afgørende rolle. Det er jordtildækningen, som er ukrudtsharvningens vigtigste virkemekanisme (Koch, 1959; Kouwenhoven & Terpstra, 1979).

Ved bestemmelse af behandlingsselektiviteten opgøres bekæmpelseeffekten ved optælling af ukrudtet, og afgrødetildækning registreres umiddelbart efter behandlingen ved karaktergivning.

Når bekæmpelsesintensiteten varieres ved redskabsindstilling, antal successive behandlinger eller variation i kørehastigheden, vil man i mange tilfælde få et retlinet forhold imellem afgrødetildækning og bekæmpelseeffekt (Rasmussen, 1990; 1991b). Liniens hældning og skæring med Y-aksen vil først og fremmest bero på det indbyrdes størrelsesforhold imellem afgrøde og ukrudt. Dette forhold påvirkes bl.a. af ukrudtets artssammensætning og behandlingstidspunktet (Rasmussen, 1991b).

I figur 1 ses yderpunkterne hvad angår selektivitetsforhold i allerede publicerede forsøg samt en behandlingsselektivitet, der udgør en mellemting. Som det ses af figuren, er sammenhængen imellem bekæmpelseeffekt og afgrødetildækning ikke altid lineær.

Kurvernes ligninger fremgår af tabel 1.



Figur 1. Selektivitetsforhold ved ukrudtsharvning. g=gode selektivitetsforhold, m=middelgode selektivitetsforhold og d=dårlige selektivitetsforhold. Ligninger i tabel 1.

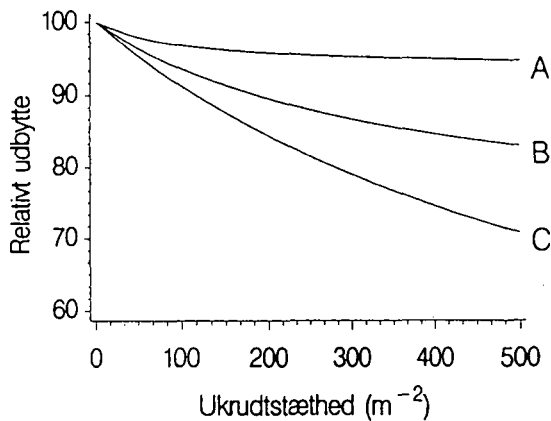
*Relations between weed control and crop covering expressing the selectivity of treatment. g=high selectivity, m=medium selectivity, and d=low selectivity. Equations in table 1.*

### Ukrudtets konkurrenceevne

Ukrudtets udbyttereducerende evne kan ikke alene fastsættes ud fra en generel sammenhæng imellem ukrudtstæthed og udbytte. Det fremgår bl.a. af tidligere udførte skadetærskelberegninger (Jensen, 1986). Skal man foretage en sådan vurdering, er man nødt til at tage hensyn til artssammensætningen, og det har der stort set ikke været arbejdet med. Jensen (1991) har rangordnet en række ukrudtsarter med hensyn til deres evne til at producere biomasse i korn, men arternes udbyttereducerende evne er ikke kvantificeret.

I EDB-baserede vejledningsmodeller arbejdes der med mindst to forskellige metoder til at bestemme en ukrudtsbestands samlede konkurrenceevne. Det er henholdsvis "substitutions-metoden" (Streibig et al., 1990) og "afgrøde-ækvivalent-metoden" (Cussans & Rolph, 1990). Begge metoder forudsætter et kendskab til de enkelte ukrudtsarters konkurrenceevne. I et ekspertsystem om ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse, som udvikles af Afdeling for Biometri og Informatik i samarbejde med Planteværnscentret (Dindorph, 1990), anvendes afgrødeækvivalentmetoden.

I figur 2 er der vist 3 sammenhænge imellem ukrudtstæthed og udbytte. Kurverne repræsenterer 3 ukrudtspopulationer med stigende aggresivitet overfor afgrøden. Kurvernes ligninger fremgår af tabel 1.



Figur 2.

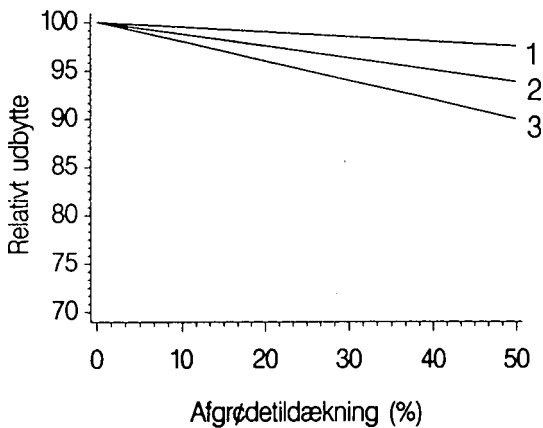
Forskellige ukrudtspopulationers udbyttereducerende evne ved forskellige plantetætheder. A=svagt konkurrerende arter, B=middelstærkt konkurrerende arter og C=stærkt konkurrerende arter. Ligninger i tabel 1.

*The impact of the competitive ability of weeds on crop yield. A= low competitive ability, B=medium competitive ability, and C=high competitive ability. Equations in table 1.*

### Afgrødetildækning og udbyttereduktion

I 1990 har afgrødens reaktion på jordtildækning været undersøgt. Der blev anvendt et specielt forsøgsdesign, som gjorde det muligt at undersøge om afgrødens udbyttreaktion på tildækning er afhængig af det ukrudt, som den vokser sammen med (Rasmussen, 1991a). Da det ikke var tilfældet, forudsættes det ind til videre, at afgrødereaktionen er uafhængig af ukrudtsforekomsten.

I figur 3 er der vist nogle sammenhænge imellem afgrødetildækning og udbyttereduktion. Kurve 2 repræsenterer tre forsøg udført i vårbyg i 1990. De to øvrige kurver er fiktive og repræsenterer henholdsvis en afgrøde, som reagerer ca. halvt så kraftig på jordtildækning, og en afgrøde, der reagerer ca. dobbelt så kraftigt. Kurvernes ligninger fremgår af tabel 1.



Figur 3.

Afgrødetildækningens betydning for udbyttet. 1=lille afgrødereaktion, 2=middel afgrødereaktion og 3=kraftig afgrødereaktion. Ligninger i tabel 1.

*The impact of crop covering due to harrowing on yield response. 1=low response, 2=medium response, and 3=high response. Equation in table 1*

Tabel 1. Oversigt over simuleringsforudsætninger. Ligningerne svarer til de viste kurver i figur 1-3.  
*Equations used as preconditions in the simulation runs. Equations corresponding to Figs. 1-3.*

| Biologisk sammenhæng  | Figurnummer og kurvebetegnelse              | Ligning                  | Kildehenvisning   |
|---|---|--------------------------|-------------------|
| <i>Subject</i>  | <i>Identification of figures and curves</i> | <i>Equation</i>          | <i>Reference</i>  |
| Selektivetsforhold<br><i>Selectivity</i>                                | 1/g   | $y=68.6+1.82x$           | Rasmussen (1991b) |
|   | 1/m   | $y=29.2+2.11x-0.0202$    | Rasmussen (1991b) |
|   | 1/d   | $y=6.3+0.77x$            | Rasmussen (1991a) |
| Udbyttreaktion på tildækning<br><i>Impact of crop covering on yield</i> | 2/1   | $y=100-0.05x$            | fiktiv            |
|   | 2/2   | $y=100-0.123x$           | Rasmussen (1991a) |
|   | 2/3   | $y=100-0.2x$             | fiktiv            |
| Artsspecifik konkurrenceevne<br><i>Competitive ability of weeds</i>     | 3/A   | $I=0.0623^1), A=6.33^1)$ | Rasmussen (1991a) |
|   | 3/B   | $I=0.0823, A=28.7$       | Rasmussen (1991a) |
|   | 3/C   | $I=0.1, A=70$            | fiktiv            |

1) Parametre i ligning (1)  
*Parameters of equation (1)*

### Modellen

Simuleringsmodellen er en videreudvikling af den såkaldte "rektangulære hyperbel" (Cousens, 1985), som beskriver sammenhængen imellem udbytte og ukrudtstæthed

$$y = Y_{wf} \{ 1 - Id / [100(1 + Id/A)] \} \quad (1)$$

hvor  $y$  er udbyttet,  $Y_{wf}$  er udbyttet under ukrudtsfrie forhold,  $I$  er det procentvise udbyttetab pr. ukrudtsplante, når ukrudtstætheden nærmer sig 0,  $A$  er det maksimale procentvise udbyttetab, når ukrudtstætheden går mod uendelig og  $d$  er antal ukrudtsplanter pr.  $m^2$ .

I simuleringsmodellen er ukrudtstætheden,  $d$ , i ligning (1) udtrykt som en funktion af bekæmpelseeffekten og antallet af ukrudtsplanter i ubehandlet. Afgrødetildækningen er indarbejdet i modellen ved at koble den med bekæmpelseeffekten. Det gøres ud fra kendskabet til behandlingsselektiviteten, som netop er bekæmpelseeffekt divideret med afgrødetildækning. Afgrødetildækningens betydning for udbyttet er ligeledes indarbejdet i modellen. Udbyttet kan herved udtrykkes som en funktion af bekæmpelseeffekt, afgrødetildækning, behandlingsselektivitet, ukrudtets arts-specifikke konkurrenceevne og antal.

## Resultater

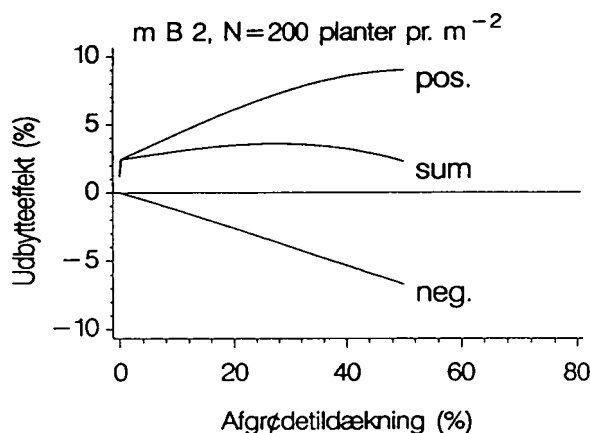
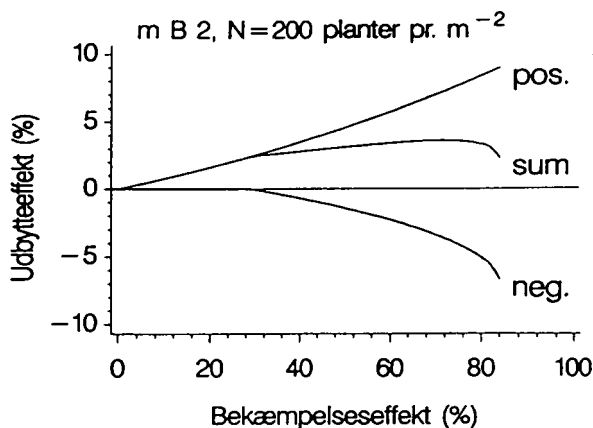
I det følgende er der vist en række simuleringresultater, hvor ukrudtsharvningens forudsætninger er varieret i henhold til figur 1-3. Herved kan der opnås en forståelse af samspillet imellem behandlingsselektivitet, afgrødereaktion på tildækning og ukrudtets konkurrenceevne.

I figur 4 kan man se hvordan harvningens positive effekt, som skyldes ukrudtsbekæmpelsen, og den tilhørende negative effekt, som skyldes afgrødetildækningen, modvirker hinanden. Uanset om man tager udgangspunkt i bekæmpelseeffekten eller afgrødetildækningen vil man kunne beregne (og måske se), at den optimale bekæmpelseeffekt under de givne forhold var 72%. Det modsvarer 28% tildækning af afgrøden og et merudbytte på 3.6%.

Ukrudtstrykket har stor betydning for ukrudtsharvningens udbytteeffekter. Det gælder både antallet af ukrudtsplanter og ukrudtets artsspecifikke konkurrenceevne. Stigende ukrudtstæthed og stigende artsspecifik konkurrenceevne har dog forskellig indflydelse på harvningens udbytteeffekt. Ved stigende tætheder vil man ved en given bekæmpelseeffekt på et vist tidspunkt nå op på så høje ukrudtstætheder, at udbytteeffekten vil begynde at falde (figur 5). Dette skyldes, at den enkelte ukrudtsplantes udbyttereducerende evne falder med stigende tæthed (figur 2). Ved stigende artsspecifik konkurrenceevne vil udbytteeffekten derimod altid stige ved en given bekæmpelseeffekt (figur 6). Denne konklusion gælder også, hvis der regnes med absolutte udbytter og ikke relative udbytteeffekter, som i figur 5 og 6.

Behandlingsselektiviteten har meget stor betydning for udbyttet og den optimale bekæmpelseeffekt. I figur 7 og 8 fremgår det således, at der under dårlige selektivitetsforhold kan risikeres så dårlige udbytteresultater, at ukrudtsharvning næppe kan betragtes som en egnet bekæmpelsesmetode. Samtidigt ses det, at der under gode selektivitetsforhold kan opnås merudbytter, der ligger meget tæt på det teoretisk mulige.

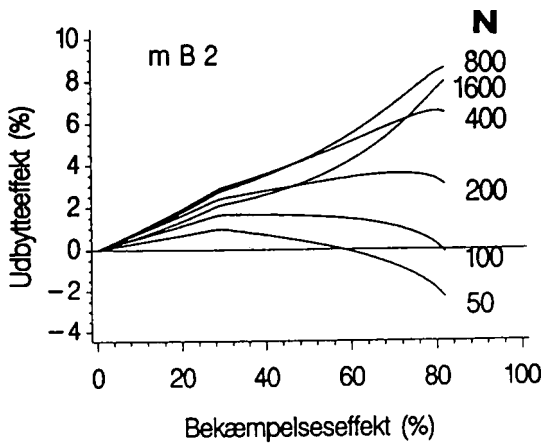
Betydningen af afgrødens udbyttreaktion på jordtildækning spiller forskellige roller ved forskellige behandlingsselektiviteter. Det fremgår af figur 8. Er behandlingsselektiviteten høj, betyder det ikke ret meget, at afgrøden reagerer kraftigt på jordtildækning, hvorimod det kan få drastiske konsekvenser under dårlige selektivitetsforhold.



Figur 4.

Ukrudtsharvningens udbytteeffekt (=sum) opdelt i en positiv effekt (=pos.), som skyldes ukrudtsbekæmpelse, og en negativ effekt (=neg.), som skyldes afgrødetildækning. Udbytteeffekt i forhold til bekæmpelseeffekt (øverst) og afgrødetildækning (nederst). Simuleringsforudsætninger er angivet med betegnelser jvf. fig. 1-3, N= antal ukrudsplanter i ubehandlet. Udbytteeffekt i forhold til ubehandlet.

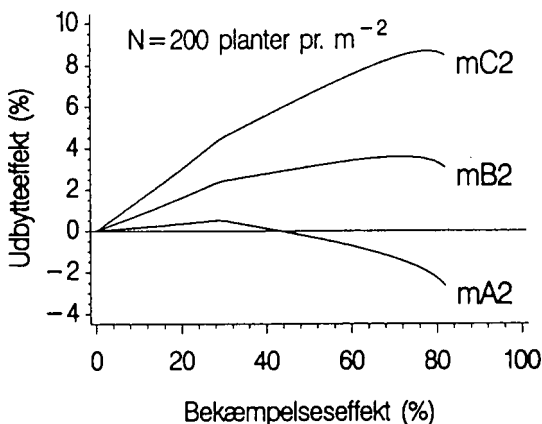
*The yield response of harrowing (=sum) seperated into a positive part coming from the weed killing effect (=pos.) and a negative part (=neg.) coming from the crop covering. Relation between the percentage of weed control and yield response (upper figure) and the percentage of crop covering and yield response (lower figure). Simulations based on preconditions according to Figs. 1- 3. N=weed density in unweeded. Yield response relative to yield in unweeded.*



Figur 5.

Ukrudtsharvningens udbytteeffekt ved forskellige ukrudtstætheder og bekæmpelseeffekter. Simuleringsforudsætninger er angivet med betegnelser jvf. fig. 1-3. N=antal ukrudtsplanter i ubehandlet. Udbytteeffekt i forhold til ubehandlet.

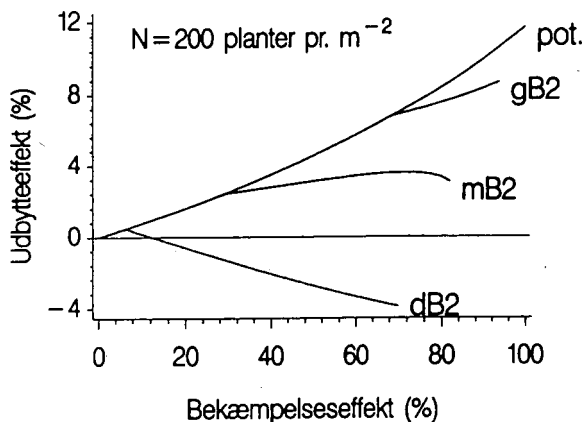
*Relation between yield response and weed density in unweeded. Simulations based on preconditions according to Figs. 1-3. N=weed density in unweeded. Yield response relative to yield in unweeded.*



Figur 6.

Ukrudtsharvningens udbytteeffekt ved forskellige ukrudtsarts-sammensætninger og bekæmpelseeffekter. Simuleringsforudsætninger er angivet med betegnelser jvf. fig. 1-3. N=antal ukrudtsplanter i ubehandlet. Udbytteeffekt i forhold til ubehandlet.

*Relation between yield response and competitive ability of the weeds. Simulations based on preconditions according to Figs. 1-3. N=weed density in unweeded. Yield response relative to yield in unweeded.*



Figur 7.

Ukrudtsharvningens udbytteeffekt ved forskellige selektivetsforhold og bekæmpelseeffekter. Det potentielle merudbytte (=pot.) er det teoretisk maksimale merudbytte, der kan opnås, hvis ukrudt fjernes uden samtidig afgrødeskade. Simuleringsforudsætninger er angivet med betegnelser jvf. fig. 1-3. N=antal ukrudtsplanter i ubehandlet. Udbytteeffekt i forhold til ubehandlet.

*Relation between yield response and selectivity of treatment. The potential yield response (=pot.) is yield response without crop damages due to weed control. Simulations based on preconditions according to Figs. 1-3. N=weed density in unweeded. Yield response relative to yield in unweeded.*

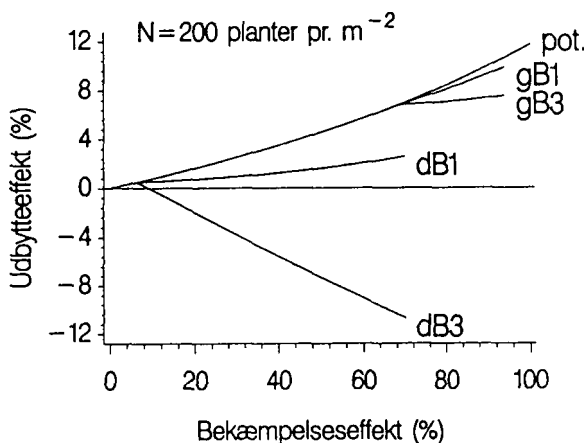
### Diskussion og konklusion

Simuleringsmodeller er et vigtigt værktøj, når komplekse biologiske sammenhænge skal afdækkes, som det er tilfældet med ukrudtsharvningens udbytteeffekter. Selvom simuleringsresultater altid kan drages i tvivl, så længe de ikke er eksperimentelt eftervist, kan de alligevel hjælpe med at skabe en forståelse for forskellige faktorerers samspil og relative betydning. De kan også hjælpe med at strukturere forsøgsarbejdet, hvad der er meget vigtigt for en optimal udnyttelse af forskningsressourcerne.

Uanset de forbehold, som må tages i forbindelse med den anvendte model, kan der dog næppe være tvivl om, at behandlings- selektiviteten er en meget vigtig faktor, som man ikke kommer uden om ved ukrudtsharvning. Resultaterne viser også, at selektivetsforholdene kan være så dårlige, at man ikke bør ukrudtsharve. Når selektivetsforholdene derimod er gode, viser beregningerne, at der kan opnås resultater, der er fuldt på højde med den kemiske bekæmpelse. Der er derfor grund til nøjere at undersøge hvilke forhold, der påvirker behandlingselektiviteten. Der bør især lægges vægt på behandlingstidspunktets betydning, da såvel selektivetsundersøgelser (Rasmussen, 1991b) som udbytteforsøg har vist (Rasmussen, 1989), at sene behandlinger kan være mere selektive end tidlige. I nogle tilfælde skal der muligvis harves senere, end man traditionelt har været vant til. Sene behandlinger kræver dog sandsynligvis kraftigere harver, end dem der anvendes i dag.



Selvom den præsenterede model synes at rumme nogle lovende perspektiver i arbejdet med at udvikle ukrudtsharvning, må det huskes, at den kun udgør et første forsøg på at lave en model, der kan sammenkæde bekæmpelseeffekt og afgrødeskade på behandlingstidspunktet med udbyttet. Flere af modellens forudsætninger bør undersøges nærmere, bl.a. om afgrødens reaktion på jordtildækning generelt er upåvirket af det ukrudt, som harvningen ikke bekæmper. Er afgrødens reaktion afhængig af ukrudtet, skal vekselvirkningerne også modelleres. Afgrødens tolerance overfor harvning må så undersøges i forsøg med ukrudtsforekomst.



Figur 8.

Ukrudtsharvningens udbytteeffekt ved forskellige selektivetsforhold, afgrødereaktioner på tildækning samt bekæmpelseeffekter. Det potentielle merudbytte (=pot.) er det teoretisk maksimale merudbytte, der kan opnås, hvis ukrudt fjernes uden samtidig afgrødeskade. Simuleringsforudsætninger er angivet med betegnelser jvf. fig. 1-3. N=antal ukrudtsplanter i ubehandlet. Udbytteeffekt i forhold til ubehandlet.

*Relation between yield response, selectivity of treatment, and crop yield response to crop covering. The potential yield response (=pot.) is yield response without crop damages due to weed control. Simulations based on preconditions according to Figs. 1-3. N=weed density in unweeded. Yield response relative to yield in unweeded.*

Det bør også nærmere undersøges, hvilke biologiske sammenhænge der sædvanligvis vil være koblet. Er ukrudtets konkurrenceevne f.eks. koblet med behandlingsselektiviteten? Hvis det er tilfældet, vil det naturligtvis begrænse ukrudtsharvningens anvendelsesmuligheder.

I præsentationen har der været lagt mest vægt på modellens evne til at forklare, hvordan forskellige forhold påvirker harvningens effekt på udbyttet. Hvis modellen skal anvendes i den praktiske vejledning, er det nødvendigt at fokusere på andre problemstillinger, end dem der har været behandlet. F.eks. problemet med at vurdere selektivetsforholdene på behandlingstidspunktet. Det er der endnu ikke udarbejdet praktiske retningslinier for. Det kan gøres på forskellige måder f.eks. ved prøveharvninger eller morfologiske registreringer. Sidstnævnte metode må dog udvikles helt fra grunden, da den endnu ikke har været forsøgt.

Afslutningsvis skal det konkluderes, at den præsenterede model giver en bedre forståelse af harvningens virkemekanisme i relation til udbyttet, end der tidligere har eksisteret. Den bør derfor danne basis for det videre arbejde.

### **Sammendrag**

Der præsenteres en model, som kan anvendes til at vurdere ukrudtsharvningens effektivitet under forskellige biologiske forhold, og som på lidt længere sigt forventes at kunne anvendes i det praktiske vejledningsarbejde. Modellen tager udgangspunkt i ukrudtsharvningens modsatrettede effekter på afgrøden, som skyldes henholdsvis ukrudtsbekæmpelsen og den afgrødetildækning, som sædvanligvis ledsager bekæmpelsen. Foruden behandlingselektiviteten, som er forholdet imellem bekæmpelseeffekt og afgrødetildækning på behandlingstidspunktet, indgår afgrødens udbyttreaktion på tildækning samt ukrudtets konkurrenceevne i modellen. Simuleringer baseret på eksperimentelle data viser, at ukrudtsharvningens behandlingselektivitet er en afgørende faktor for ukrudtsharvningen. Den bestemmer, om der kan opnås en tilfredsstillende udbytteeffekt. Under ugunstige forhold kan selektivetsforholdene være så dårlige, at ukrudtsharvning bør undlades, og under gode forhold kan ukrudtet bekæmpes næsten uden afgrødeskader. Selektivetsforholdene bør derfor undersøges nærmere, inden en generel vurdering af ukrudtsharvningen foretages.

### **Litteratur**

- Cousens, R. (1985): A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Cussans, G. W. & Rolph, J. (1990): HERBMAST - a herbicide selection system for winter wheat. *Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*: 451-457.
- Dindorff, V. (1990): Development of an expert system for non-chemical weed control. *Fællesberetning nr. SF 1-1990*: 23-26.
- Jensen, P. K. (1986): Skadetærskler for tokimbladet ukrudt i vårbyg. *Tidsskrift for Planteavl* 90: 369-376.
- Jensen, P. K. (1991): Comparison of Competitiveness of Weed Species. *Weed Research* (in press).

- Koch, W. (1959): Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung durch Saatzpflege und Stoppel Bearbeitungsmassnahmen. Dissertation. Stuttgart-Hohenheim. 153 pp.
- Kouwenhoven, J. K.; Terpstra, R. (1979): Sorting action of tines and tinelike tools in the field. J. agric. Engng. Res. 24: 95-113.
- Rasmussen, J. (1989): Forsøg med ukrudtsharvning og radrensning i korn. Nordisk Planteværnskonference, 1989: 345-354.
- Rasmussen, J. (1990): Selectivity - an important parameter on establishing the optimum harrowing technique for weed control in growing cereals. Proc. EWRS. Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals: 197-204.
- Rasmussen, J. (1991a): A model for prediction of yield respons in weed harrowing (manuskript til publicering).
- Rasmussen, J. (1991b): Testing harrows for mechanical control of seed propagated weeds in agricultural crops (manuskript til publicering).
- Rasmussen, J. & Vester, J. (1991): Udvikling og afprøvning af ikke-kemiske metoder til ukrudtsbekæmpelse. Tidsskrift for Planteavl (i trykken).
- Streibig, J. C.; Andreasen, C. & Fredshavn, J. (1990): A computer programme for economic thresholds. - Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals: 459-466.



## Perspektiver for udnyttelse af afgrødens konkurrenceevne *The possibility of utilizing the competitive ability of the crop*

Svend Christensen

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg, 4200 Slagelse

### *Summary*

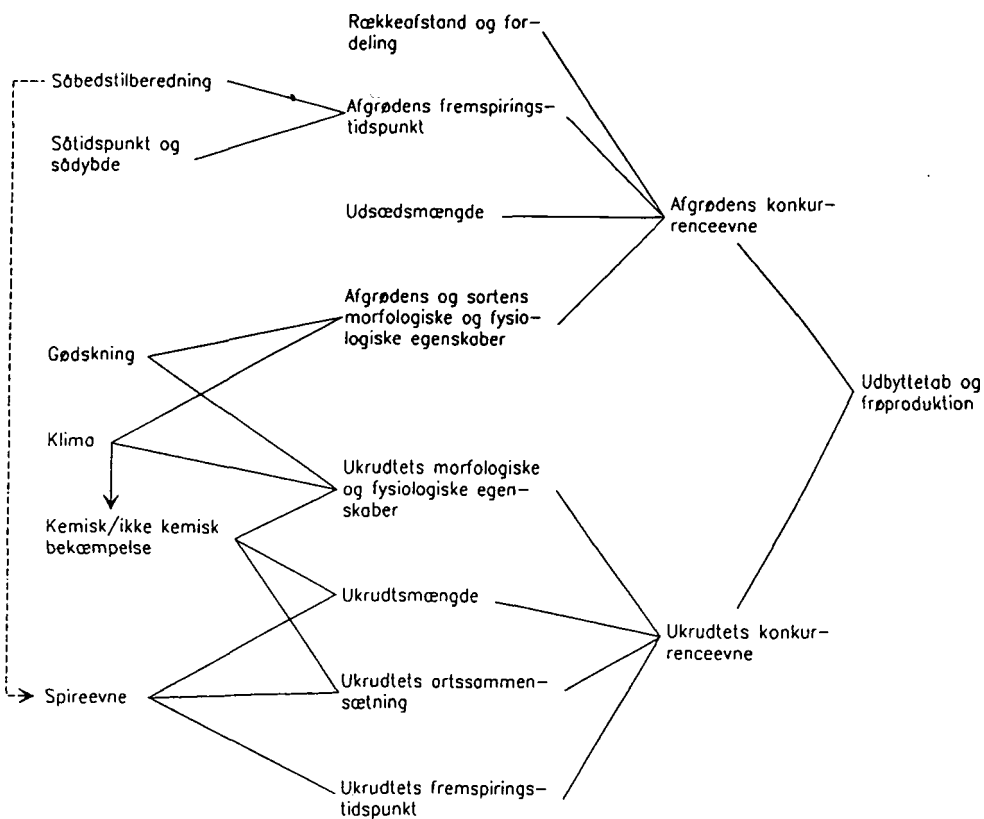
*An experiment with winter cereals showed that winter rye and winter barley were the most competitive crops, but the winter wheat cultivars Kosack and Rektor had a high competitive ability too. The wheat cultivar Sleipner was a poor competitor and the same level of weed control was achieved in the winter barley cultivar Trixi with only 1/6 of the herbicide dose necessary in Sleipner. An other experiment showed that by increasing the level of nitrogen the yield loss from weed in spring barley decreased in the cultivar Ida but increased in the cultivar Grit.*

*In the paper the possibility of using models to describe competition and predict yield loss is discussed. A physiological model was used to simulate yield loss of sugar beet at different densities and emergence times of *Chenopodium album* (L.). Further the model was used to simulate the effect of different control levels of *Chenopodium album*. The results of the simulations showed that because of the poor competitive ability of sugar beet the control of *Chenopodium album* must be efficiently in order to prevent high yield loss even at low densities.*

### Indledning

Med baggrund i det politiske krav om nedsættelse af pesticidforbruget må de kommende års strategier for bekæmpelse af ukrudt i højere grad baseres på reduceret anvendelse af herbicider. Dette kan ske i form af nedsatte doseringer, alternative bekæmpelsesmetoder eller i visse tilfælde undladelse af bekæmpelse.

Muligheden for at anvende nedsatte doseringer er især til stede i kornafgrøder, da disse yder et stort konkurrencetryk på ukrudtet. I åbne afgrøder (rækkeafgrøder) er mulighederne derimod begrænset, da evnen til at konkurrere med ukrudtet er yderst ringe. I korn er en dosering, der standser væksten af ukrudtet i en periode, ofte tilstrækkelig, idet ukrudtets konkurrenceevne forringes så afgrøden vokser fra ukrudtet. Effekten af nedsatte doseringer bliver derved et samspil mellem afgrødens konkurrenceevne og den fytotoksiske effekt af herbicidet. For at forhindre udbyttetab samt opformering af ukrudtet bør de dyrkningsmæssige forhold (figur 1) derfor sikre, at afgrødens konkurrenceevne er optimal.



Figur 1. Faktorer der har betydning for konkurrence mellem afgrøde og ukrudt.  
*The elements of the competition between crop and weed.*

Dette er naturligvis også vigtigt ved alternative bekæmpelsesmetoder (mekanisk bekæmpelse) samt ved undladelse af bekæmpelse.

I figur 1 er vist de dyrkningsmæssige forhold, der påvirker afgrødens og ukrudtets konkurrenceevne. I denne artikel vises betydningen af sortsvalg, gødningsniveau, fremspiringstidspunkt og plantetæthed af ukrudt.

I relation til den praktiske udnyttelse af afgrøders eller sorters konkurrenceevne er det vigtigt at kunne forudsige udbyttetab samt frøproduktion på bekæmpelsestidspunktet. Til dette formål anvendes modeller og i artiklen beskrives to typer:

Regressions- og fysiologiske modeller. De grundlæggende forskelle mellem de to typer af modeller omtales og anvendelsesmuligheder diskuteres. I artiklen benyttes en fysiologisk model til at simulere udbyttetabet i sukkerroer ved forskellige plantetætheder og fremspiringstidspunkter af hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*). Endvidere simuleres udbyttetabet ved forskellige bekæmpelsesgrader af hvidmelet gåsefod. Modellen er udviklet af C.J.T. Spitters og M.J. Kropff, Department of Theoretical Production Ecologi, Wageningen Agricultural University, Holland.

### Materialer og metoder

Dette afsnit er opdelt i en beskrivelse af 2 udførte markforsøg og i en kort beskrivelse af den fysiologiske model. Modellen er en udbygning af SUCROS (Keulen et al., 1986; Penning de Vries & van Laar, 1982 og Spitters et al. 1989), der er en fysiologisk model til simulering af planteproduktion for hvede.

### Forsøgsbeskrivelse

**Forsøg 1:** Doseringsforsøg med 4 vinterhvedesorter, 1 vinterrugsort samt 1 vinterbygsort isået vinterraps som ukrudtsplante. Forsøget blev rotorharvet og sået d. 1/10 1989. Udsædsmængden blev reguleret så plantetætheden i alle sorter var 400 planter/m<sup>2</sup>. Plantetætheden af vinterraps var 200 planter/m<sup>2</sup>, sådybden ca. 4 cm og rækkeafstand 12 cm. Vinterrapsen blev fordelt jævnt på jordoverfladen umiddelbart før korpet blev sået. Forsøget blev gødet med 145 kg N, 28 kg K og 70 kg P, og sprøjtet på vinterrapsens 4. løvbladsstadiet med Ioxynil+Mechlorprop (Mylone Power) i 0, 1/127, 1/81, 1/27, 1/9, 1/3, 1/1 af normaldoseringen (320+960 aktivstof g/ha). Tørstof af vinterraps blev bestemt d. 15/5 1990.

**Forsøg 2:** Forsøg med kvælstofs indflydelse på 2 vårbygsorters konkurrenceevne. Våraps blev isået som ukrudt. Forsøgsarealet blev fældet d. 28/3 1990, rotorharvet d. 3/4 1990 og sået samme dag. Forsøget blev gødet med 3 niveauer af N: 50, 100 og 200 kg/ha. Våraps (ca. 200 planter/m<sup>2</sup>) blev fordelt jævnt oven på jorden umiddelbart før byggen blev udsået. Plantetætheden af begge sorter var 350 planter/m<sup>2</sup>, sådybden ca. 4 cm og rækkeafstand 12 cm.

## Modelbeskrivelse

Grundlaget for de fysiologiske modeller er, at den daglige tilvækst i tørstof ( $\text{kg/ha} \cdot \text{dag}$ ) er en funktion af de fysiologiske processer i planten (fotosyntese, respiration m.fl.), der omsætter vand, næring og lys til biomasse. Processerne afhænger af artens/sortens fysiologiske karakteristika samt af klimaforhold, og er påvirket af artens eller sortens morfologiske egenskaber. Processerne beskrives ved hjælp af differentiaalligninger og den aktuelle biomasse ( $\text{kg/ha}$ ) til et givet tidspunkt beregnes ved hjælp af numerisk integration over det tidsinterval de pågældende processer forløber i. Modellerne betegnes som dynamiske, idet de kan simulere udviklingen i biomasse over tid.

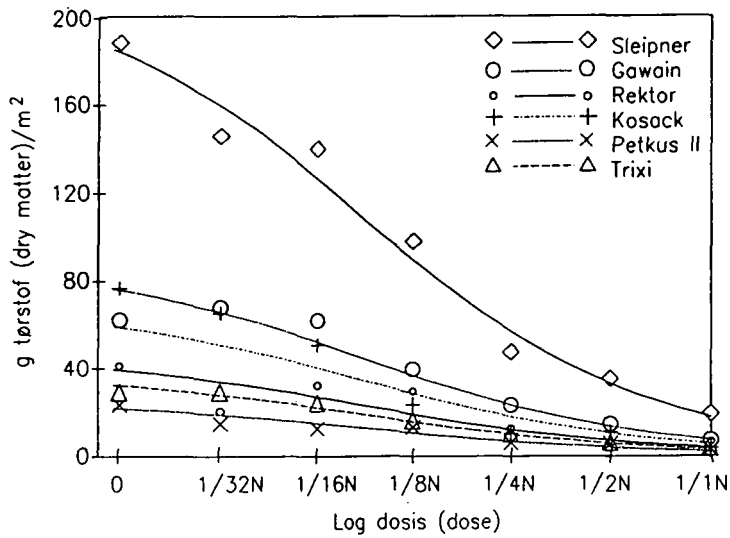
I artiklen anvendes en fysiologisk model til at simulere konkurrence i sukkerroer ved forskellige plantetætheder og fremspiringstidspunkter af hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*). I modellen antages, at forholdet mellem afgrøde og ukrudt kun påvirkes af konkurrencen om lys. Dette er en acceptabel antagelse, idet andre forsøg (Rademacher 1950, Donald 1963, Hölsenberg 1968, Ammon 1979, Spitters & Aerts 1983, Satorre 1988 og Christensen 1990) har vist, at lyset er den primære faktor, der bestemmer konkurrence. I modellen er der taget hensyn til eventuel vandstress ved hjælp af en simpel vandbalancemodel, men vandstress påvirker ikke konkurrenceforholdet mellem afgrøde og ukrudt. Da lyset er den begrænsende faktor, er der i modellen lagt særlig vægt på en præcis beskrivelse af lysets indtrængning og fordeling i plantedækket (canopyen) som en funktion af arternes vækstform og potentielle plantehøjde. I øvrigt er der benyttet hollandske klimadata fra vækstsæsonen 1986.

Da udviklingen og evaluering af modellen har været omfattende, er den endnu kun afprøvet på konkurrence mellem majs og hanespore (*Echinochloa crus-gali*) (Spitters 1984) samt på konkurrence mellem sukkerroer og hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) (Kropff 1988). Evalueringen af modellen viser, at der er god overensstemmelse mellem observerede og simulerede resultater. I princippet kan modellen udvikles til at beskrive konkurrence mellem andre afgrøder og ukrudtsarter, men dette kræver en bestemmelse af de for modellen nødvendige morfologiske og fysiologiske karakteristika.

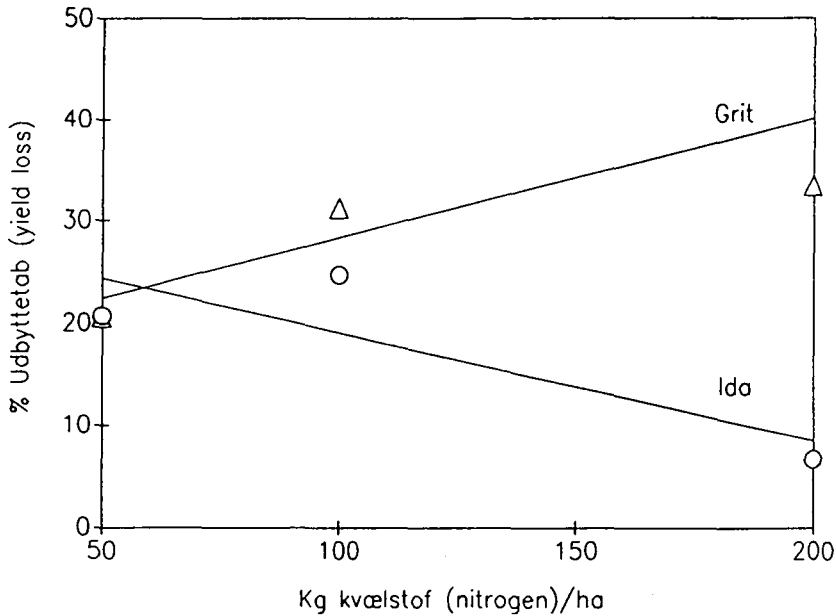
## **Resultater**

I figur 2 er vist resultaterne fra forsøg 1. Af det ubehandlede forsøgsled (dosering=0) fremgår det, at vinterrug og vinterbyg var de mest konkurrencedygtige afgrøder, men hvedesorterne Kosack og Rektor var næsten lige så konkurrencedygtige som rugen og byggen. I rugsorten Petkus II og bygsorten Trixi var der kun få rapsplanter der blomstrede. Sleipners konkurrenceevne var derimod ringe, hvilket var tydeligt at se på blomstringstidspunktet, hvor rapsens gule blomster dominerede parcellerne. Rugens hurtige vækst og tidlige strækning og byggens buskningsevne var årsag til disse afgrøders gode konkurrenceevne. Sleipners ringe evne til at begrænse rapsens vækst skyldes primært en ringe skyggeevne, som





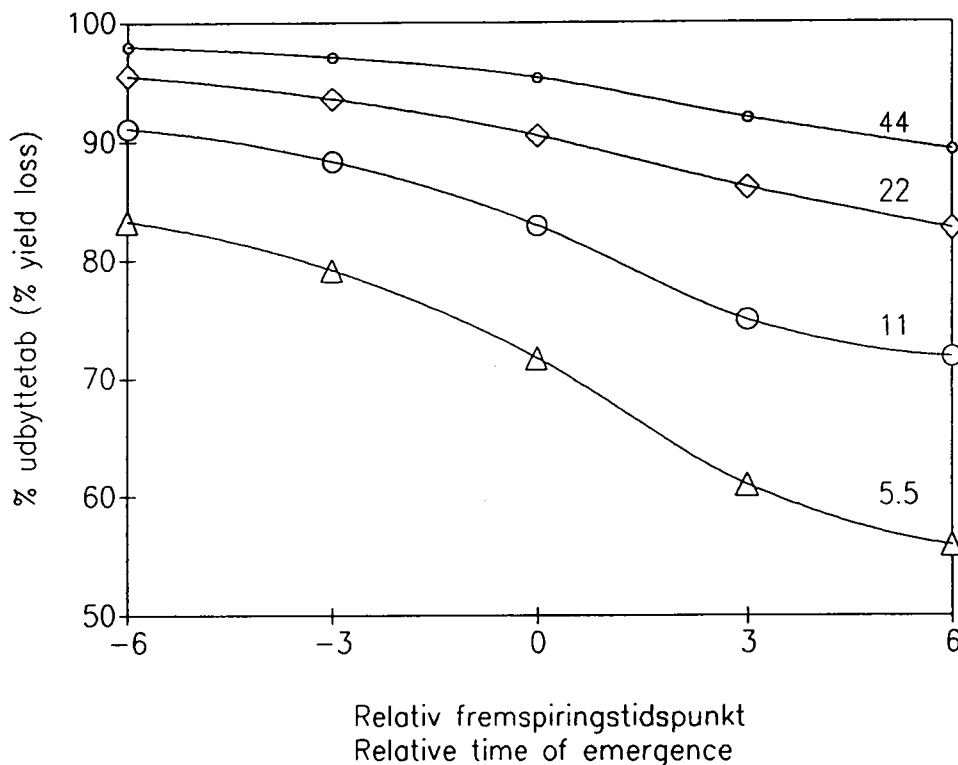
Figur 2. Tørstof af vinterraps ved bekæmpelse med Ioxynil + Merchlorprop i 6 vinterafgrøder. 1/1 dosering = (320+960 aktivstof g/ha).  
*Dry matter of oil seed rape controlled with Ioxynil + Merchlorprop in 6 different winter cereals. 1/1 dose = (320+960 a.i. g/ha).*



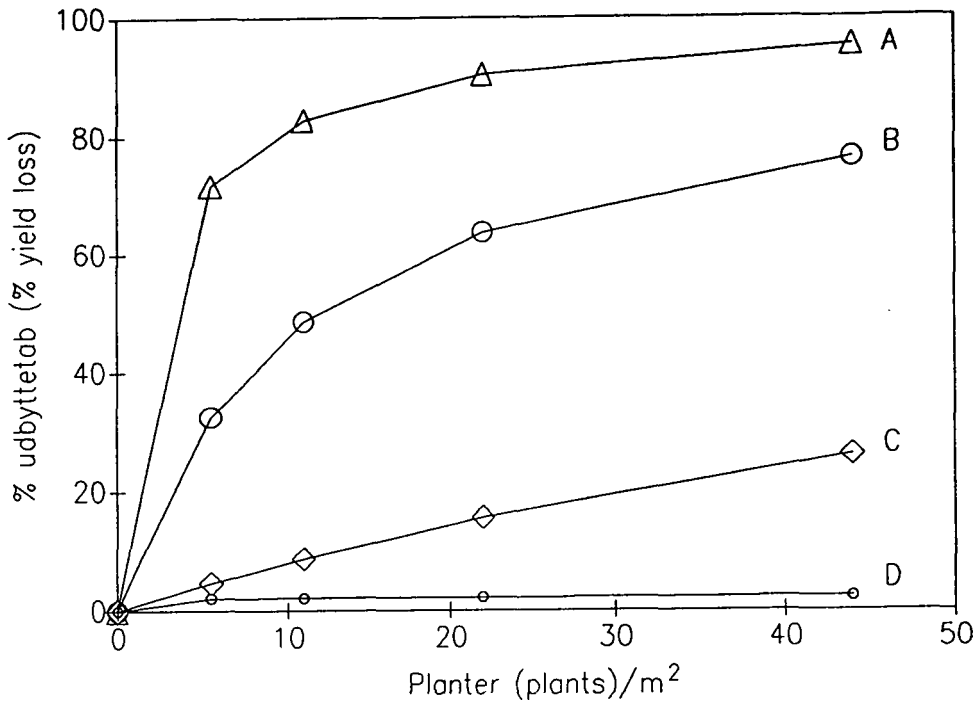
Figur 3. % udbyttetab i vårrapsarterne Grit og Ida ved stigende mængder kvælstof i forsøg med vårraps som ukrudt.  
*% yield loss of the spring barley cultivars Grit and Ida at different levels of nitrogen in an experiment with oil seed rape as a weed.*

Tabel 1. Relative styrkeforhold mellem vintersædssorter.  
*The relative potency between cultivars of winter cereals.*

|        | Trixi | Gawain | Sleipner | Rektor | Kosack | Petkus II |
|--------|-------|--------|----------|--------|--------|-----------|
|        | 1.00  | 2.34   | 5.69     | 1.22   | 1.82   | 0.67      |
| (s.e.) | -     | 0.23   | 0.51     | 0.12   | 0.17   | 0.07      |



Figur 4. Simuleret % udbyttetab i sukkerroer ved forskellige fremspiringstidspunkter og plantetætheder (5.5, 11, 22 og 44 planter/m<sup>2</sup>) af *Chenopodium album* (L.).  
*Simulated % yield loss of sugar beet at different time of emergence and densities (5.5, 11, 22 og 44 plants/m<sup>2</sup>) of *Chenopodium album* (L.).*



Figur 5. Simuleret % udbyttetab i sukkerroer (medio september) ved forskellige plantetætheder af hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*). Tæthed af sukkerroer: 11 planter/m<sup>2</sup>. Gentagne behandlinger med doseringer af et herbicid, der bevirker nedsat bladvækst på hvidmelet gåsefod:

A: Ubehandlet

B: Tilvæksten af LAI (bladarealindex) er nedsat med 50% i perioderne 3-8, 11-16 og 19-23 dage efter fremspiring.

C: Ingen tilvækst af LAI i de 3 perioder.

D: LAI aftager i de 3 perioder med 50% om dagen i de 3 perioder.

*Simulated % yield loss of sugar beet (medio September) at different plant densities of *Chenopodium album*. The density of sugar beet: 11 plants/m<sup>2</sup>. Replicated treatment with a herbicid that affects the growth rate of the leaves of *Chenopodium album*:*

*A: Untreated*

*B: The growth rate of LAI is reduced by 50% between 3-8, 11-16 and 19-23 days after emergence.*

*C: The growth rate is 0 in the 3 periods.*

*D: LAI decreases by 50% per day in the 3 periods.*

følge af opret vækst og et kort strå.

Af figur 2 fremgår det endvidere, at biomassen af raps ved forskellige doseringer afhang af sorten/arten, men en regressionsanalyse viste, at de relative forhold mellem sorter/arter (tabel 1) var konstant med aftagende doseringer.

Arternes/sorternes forskellige konkurrenceevne bevirkede, at der skulle anvendes 5.7 gange højere dosering for at bekæmpe ukrudtet i den dårligst konkurrerende sort (Sleipner) i forhold til den bedst konkurrerende sort (Trixi).

I figur 3 er vist udbyttetabet i vårbygsorterne Grit og Ida ved forskellige gødningsniveauer. Udbyttetabet var det samme i begge sorter ved 50 kg N/ha, men med stigende mængder N blev forskellen mellem sorter markant. Udbyttetabet aftog i Ida med stigende mængder N, idet sortens evne til at skygge for ukrudtet tidligt i vækstforløbet blev forbedret. Udbyttetabet voksede derimod i Grit, hvor stigende mængder N forbedrede rapsens skyggeevne.

Simulering af konkurrence mellem sukkerroer og hvidmelet gåsefod viste, at sukkerroers konkurrenceevne generelt var ringe, idet udbyttetabet var stort ved få planter af hvidmelet gåsefod (figur 4 samt behandling A, figur 5). Resultaterne af simuleringen viste endvidere, at der var vekselvirkning mellem plantetæthed og fremspiringsforhold (figur 4). Ved høje plantetætheder af hvidmelet gåsefod (44 planter/m<sup>2</sup>) var udbyttetabet uafhængig af fremspiringstidspunktet mellem sukkerroer og hvidmelet gåsefod, men ved lave tætheder (5.5 planter/m<sup>2</sup>) var udbyttetabet 85%, når ukrudtet spirede frem 6 dage før sukkerroerne, men aftog til 55%, når fremspiringen var forsinket med 6 dage i forhold til sukkerroernes fremspiringstidspunkt.

I figur 6 er vist udbyttetabet ved simulering af forskellige bekæmpelsegrader af hvidmelet gåsefod svarende til en splitbehandling. Væksthastigheden af hvidmelet gåsefod blev reguleret i 3 perioder á 5 dage med de i figur 5 angivne faktorer. Udenfor de nævnte perioder var væksten kun begrænset af konkurrencen fra sukkerroer.

Simuleringen viser, at en bekæmpelsesgrad, der blot standser væksten af ukrudtet, ikke var tilstrækkelig til at forhindre et betydeligt udbyttetab ved få planter af hvidmelet gåsefod (figur 5). Kun i behandling D, hvor væksten af ukrudtet blev reguleret så bladmassen aftog med 50% om dagen i de 3 perioder, var udbyttetabet ringe. Bekæmpelse af hvidmelet gåsefod bør derfor være effektiv for at forhindre udbyttetab i sukkerroer.

### Diskussion

Selvom der i sortsforsøgene blev anvendt en aggressiv ukrudtsart må det imidlertid forventes, at det relative forhold mellem sorter er uafhængig af ukrudtsarten. Betydningen af sorters konkurrenceevne for herbicideffekten må derfor antages at være den samme under mere naturlige ukrudtsforhold.

Da en afprøvning af sorter for konkurrenceevne ville blive omfattende har et 3-årigt forskningsprojekt ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse bl.a. haft til formål at undersøge muligheden for at benytte egenskaber bestemt i den lovpligtige sortsafrøvning til at

karakterisere vårbygsorters konkurrenceevne. Undersøgelserne har vist, at sorterens skyggeevne i tid og rum var årsag til sortsvariationen (Christensen 1990). Konkurrence-dygtige sorter var karakteriseret ved at have en hurtig vækst og strakte sig tidligt i vækstforløbet således, at bladmassen fik en fordelagtig position i forhold til ukrudtets bladmasse. Undersøgelserne viste endvidere, at konkurrenceevne ikke var korreleret med egenskaber (strållængde, vækstform og tidlighed) bestemt i sortsafprøvningen.

Den praktiske udnyttelse af sorters konkurrenceevne afhænger derfor af mulighederne for at udvikle en model, der inddrager de vigtigste dyrkningsmæssige faktorer, herunder forskellige dyrkningsforhold samt artssammensætning og plantetæthed af ukrudt.

Som nævnt i indledningen kan konkurrencemodeller i hovedtræk opdeles i to typer. Den mest anvendte type er regressionsmodellen, der beskriver sammenhængen mellem afgrødens udbyttetab og plantetæthed af ukrudt (antal planter/m<sup>2</sup>) ved hjælp af lineære eller ikke lineære modeller (de Witt, 1960; Håkansson, 1983; Spitters, 1983; Cousens, 1985; Jensen, (1986); Vleeshouwers et al., 1989). Anvendes et forsøgsdesign med varierende tætheder af afgrøde og ukrudt (additivt design) opnås præcise parameterestimer. Resultaterne fra denne type af forsøg kan imidlertid ikke overføres på andre dyrkningsforhold end dem, der blev anvendt i det pågældende forsøg. Forsøgene har derfor betegnelsen modelforsøg og er velegnet til f.eks. at rangordne ukrudtsarter eller sorter efter konkurrenceevne. I praksis er anvendelsesmulighederne dog begrænset, idet det specielle forsøgsdesign bevirker, at forsøgsarealet bliver for stort, selv ved et mindre antal sorter eller ukrudtsarter.

Regressionsmodeller anvendes ofte til fastlæggelse af skadetærskler for forskellige ukrudtsarter og afgrøder (Jensen 1986). Til dette formål benyttes ikke additive forsøgsdesign, hvilket medfører usikre parameterestimer (Connolly 1987). Endvidere antages det, at udbyttetabet ikke er påvirket af varierende dyrkningsforhold. Som det fremgår af nærværende resultater, påvirkes afgrødens konkurrenceevne imidlertid af sortsvalg, gødningsniveau og fremspiringstidspunkt. En del af usikkerheden ved de hidtil fastlagte skadetærskler må derfor bero på, at der ikke tages hensyn til disse forhold.

Den anvendte fysiologiske model tilhører den anden type af modeller, der adskiller sig fra regressionsmodellerne ved at være baseret på at beskrive konkurrence ud fra fysiologiske mekanismer, hvilket vil sige konkurrence om lys i tid og rum. Modellen er ikke mekanistisk, idet adskillige parametre er bestemt empirisk. Flere af disse parametre er endvidere ikke særligt præcist bestemt, og det er derfor tvivlsomt om modellen kan anvendes til fastlæggelse af skadetærskler. Modellen åbner derimod mulighed for en bedre forståelse af de dyrkningsmæssige forholds betydning for konkurrenceevne og udbytte, herunder forskellige bekæmpelsesstrategier. På baggrund af et sådant modelarbejde vil det bl.a. være muligt at bedømme hvilke variable, der evt. skulle inddrages i en regressionsmodel for at opnå en forbedret sikkerhed i fastlæggelsen af skadetærskler.

Den fysiologiske model er i artiklen anvendt til at simulere konkurrence mellem sukkerroer og hvidmelet gåsefod, da der endnu ikke foreligger morfologiske og fysiologiske karakteristika for andre afgrøder og ukrudtsarter. Når disse foreligger vil modellen kunne anvendes på mere relevante afgrøder set i relation til reduceret anvendelse af herbicider. I kombination med populationsmodeller vil modellen formentlig kunne benyttes til at beskrive ukrudtets opformeringsmuligheder (frøproduktion) i forskellige sædskifter og under

forskellige bekæmpelsesstrategier.

### **Sammendrag**

Et forsøg med vintersæd viste, at vinterrug og vinterbyg var de mest konkurrencedygtige af grøder, men hvedesorterne Kosack og Rektor var næsten lige så konkurrencedygtige som rugen og byggen. Hvedesorten Sleipner var den dårligste konkurrent til ukrudtet, og der skulle derfor anvendes 5.7 gange højere dosering for at opnå samme effekt af Ioxinil + Merchlorprop i denne sort sammenlignet med bygsorten Trixi. Et andet forsøg viste, at med stigende kvæstofførelse aftog udbyttetabet i vårbygssorten Ida, hvorimod det tiltog i sorten Grit.

I artiklen diskuteres mulighederne for at benytte modeller til at beskrive konkurrence og udbyttetab. Der er anvendt en fysiologisk model til at simulere udbyttetabet i sukkerroer ved forskellige plantetætheder og fremspiringstidspunkter af hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* (L.)). Endvidere er modellen anvendt til at simulere forskellige bekæmpelsesgrader af hvidmelet gåsefod. Resultatet af disse simuleringer viste, at på grund af sukeroers ringe konkurrenceevne var en bekæmpelsesgrad, der blot standser væksten af ukrudtet i 15 dage, ikke tilstrækkeligt til at forhindre et betydeligt udbyttetab af få planter pr. m<sup>2</sup>.

### **Erkendtlighed**

Der rettes en tak til Statens Jordbrugs- Og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd, der har finansieret projektet, samt til Forskerakademiet, der har finansieret et 6 måneders ophold ved University of Wageningen, Department of Theoretical Production Ecology, Holland.

### **Litteratur**

- Ammon H.U. (1979): Lichtverhältnisse in Beständen Verschiedener Kulturpflanzen resp. Sorten im Verlauf der Vegetationsperiode und ihre Auswirkungen auf einige Unkrauter. Proceedings. EWRS. Symposium 1979: 257 -263.
- Christensen S. (1990): Kvantificering af vårbygssorters konkurrenceevne overfor ukrudt. Nordiska Forskerutbildningskurs i Växtodlingslära/Plantekultur. Elfte kursen: Ogräs och ogräsbekämpning. Garpenberg, Sverige, 4-9 marts 1990: 15 s.
- Cousens R. (1985): An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statical comparison with other models. Journal of Agriculture Science Cambridge, 105: 513 - 521.
- De Wit C.T. (1960): On competition. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 66 (8): 197 - 209.
- Donald C.M. (1963): Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 15: 1 - 118.
- Hölsenberg C. (1968): Lichtökologische Untersuchungen über die Konkurrenzkraft Zweier Winterweizensorten. Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau 127: 114 - 124.

- Håkansson S. (1983): Competition and production in shortlived crop - weed stands. Density effects. Institutionen för Vækstodling, Sveriges Landbrugsuniversitet. Rapport no. 127.
- Jensen P.K. (1986): Skadetærskler for tokimbladet ukrudt i vårbyg. Tidskrift for Planteavl 90: 369-376.
- Kropff M.J. (1988): Modelling the effects of weeds on crop production. Weed Research 28: 465 - 471.
- Penning de Vries F.W.T. & Van Laar H.H. (Eds.) (1982): Simulation of plant growth and crop production. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen: 308 pp.
- Rademacher B. (1950): Über die Lichtverhältnisse in Kulturpflanzenbeständen, insbesondere in Hinblick auf der Unkrautwuch. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 92: 129-165.
- Satorre E.H. (1988): The competitive ability of spring cereals. Ph.d. thesis. Department of Agricultural Botany. University of Reading. 263 s.
- Spitters C.J.T, Van Keulen H. & Van Kraalingen D.W.G. (1989): A simple and universal crop growth simulator: SUCROS 87. In: Simulation and systems management in crop protection. (eds. Rabbinge R., Ward S.A. og Van Laar H.H.). Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen: 147-181.
- Spitters C.J.T. (1983): An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. Estimations of competition effects. Netherlands Journal of Agricultural Science 31: 1-11.
- Spitters C.J.T. & Aerts R. (1983): Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. Aspects of Applied Biology 4: 467 - 484.
- Spitters C.J.T. (1984): A simple simulation model for crop weed competition. 7th International Symposium on Weed Biology, Ecology and Systematics. COLUMA-EWRS, Paris: 355-366.
- Van Keulen & Wolf J. (1986): Modelling of agricultural production: wheather, soils and crops. Simulation monographs. Pudoc, Wageningen: 463 pp.
- Vleeshouwers L.M., Streibig J.C. & Skovgaard I. (1989): Assessment of competition between crops and weeds. Weed Research 29: 273 - 280.





## Udnyttelse af ukrudtsfrø's behov for lysinduktion

### *Utilization of the demand for light induction in weed seeds*

Peter Kryger Jensen

Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Flakkebjerg

4200 Slagelse

#### *Summary*

*The article gives a review of the literature describing the influence of light on weed seed germination. Also the article includes results on one pot trial and 3 field trials dealing with this topic. In the pot trial, it was investigated how light during seedbed preparation influences the germination of weed seeds. Where seedbed preparation was carried out in darkness and germination took place under natural day/night conditions, a reduced number of weed seedlings emerged compared to pots where seedbed preparation was carried out in daylight, and the germination took place under natural day/night conditions. In pots prepared in darkness, the germination and emergence was also delayed compared to the light prepared pots. In field trials, a corresponding reduction in number of emerged weeds and delay in emergence time was found in plots where seedbed preparation was carried out in darkness, compared to the same treatment carried out in daylight.*

#### **Indledning**

I 1990 offentliggjorde Hartmann & Nezadal nogle overraskende resultater fra et markforsøg. Forsøget viste at der spirede mindre ukrudt frem hvis jordbehandling i forbindelse med såning, det vil sige såbedstilberedning, såning samt eventuelt tromling blev udført i mørke, i forhold til hvis samme behandlinger var udført i dagslys. Det skal bemærkes at resultaterne må betegnes som orienterende idet forsøget var udført uden gentagelser.

Det har længe været kendt at en række ukrudtsarter's spiring var påvirket af lys, men det var første gang det var demonstreret at denne faktor kunne have betydning i praksis. Normalt ville man forvente at dagslyset den følgende dag efter en sådan jordbehandling i mørke, ville påvirke ukrudtsfrøet tilsvarende som det sker i forbindelse med jordbehandling udført i dagslys. Resultatet af det tyske forsøg var imidlertid så interessant at vi i efteråret 1990 udførte nogle forsøg for at undersøge om vi kunne finde tilsvarende udslag. Resultaterne af disse forsøg er beskrevet i artiklen. I artiklen gennemgås desuden den teoretiske baggrund for ukrudtsfrø's reaktion på lyspåvirkning.

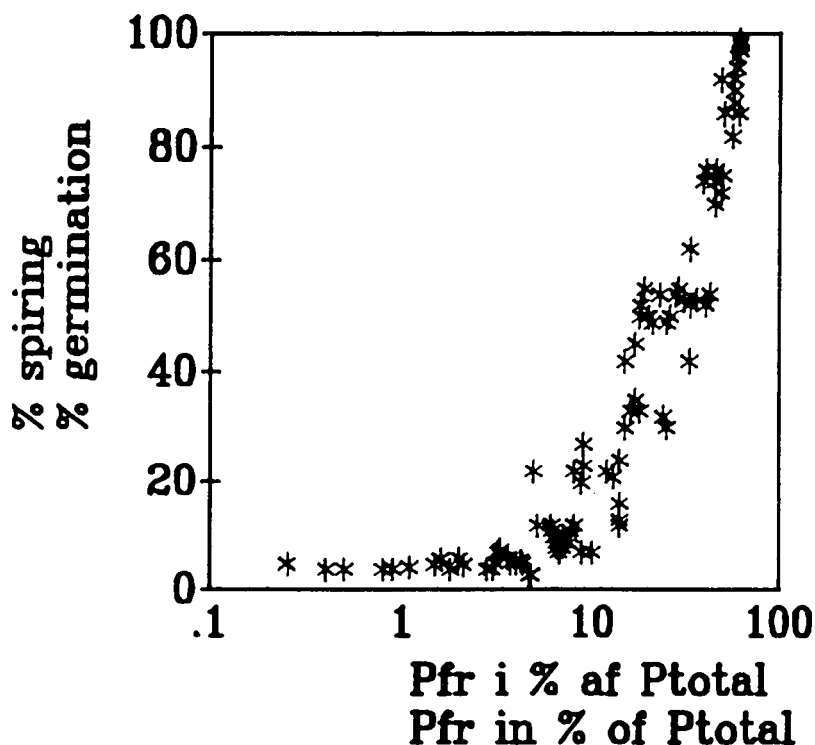
#### **Baggrund**

Ukrudtsfrø's evne til at reagere på lys er styret af et lysopfangende pigment, phytochrom, der er aktivt overfor stråling i området 400-800 nm nær det fotosyntetisk aktive område (PAR).



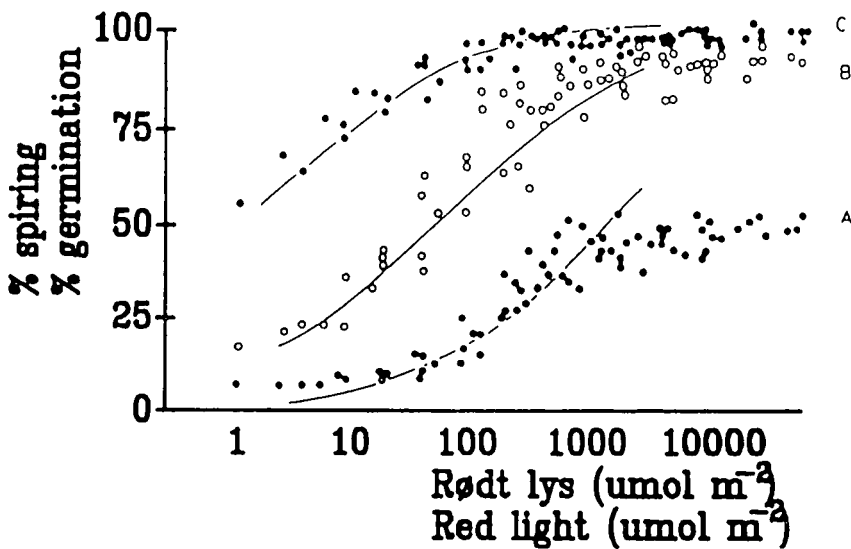
Phototransformationen af  $Pr \rightleftharpoons Pfr$  er alene afhængig af produktet af eksponeringstid og effekt indenfor et forholdsvis bredt område af effekter (Frankland, 1976). Med samme energimængde opnås der altså samme effekt på ligevægten ved en kortvarig lyspåvirkning med stor effekt, som med en længerevarende lysbehandling med lav effekt.

Som tidligere omtalt er det Pfr der er den fysiologisk aktive form af phytochrom. For en ukrudtsart kan sammenhængen mellem Pfr/Ptotal og spiring se ud som i figur 2. Da det er koncentrationen af Pfr der er af betydning (Frankland, 1986) vil kurvens position i figur 2 være påvirket af den totale phytochrommængde, der dog synes at være ret konstant i frø. Sammenhængen mellem Pfr indhold og %spiring følger sandsynligvis en sigmoid kurve, der er et udtryk for en normalfordeling blandt frøpopulationen med hensyn til lyskrav (Duke, 1978; Frankland, 1976).



Figur 2. Sammenhæng mellem % spiring af *Arabidopsis thaliana* og Pfr i % af total phytochrommængde, Ptotal (efter Cone & Kendrick, 1985). Relationship between the % germination of *Arabidopsis thaliana* and Pfr in % of total phytochrome amount (Cone & Kendrick, 1985).

De energimængder der skal til at omdanne phytochrom til den aktive Pfr form er afhængige af den anvendte lyskildes spektrale sammensætning, og sammenhængen mellem energimængde og %spiring er undersøgt for flere ukrudtsarter og lyskvaliteter (Taylorson & Hendricks, 1971; Frankland, 1981). Figur 3 viser sammenhængen mellem energimængde og spiring af 3 forskellige prøver af agersennep. Sollys har en effekt på ca  $2000 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  midt på dagen i sommerhalvåret. Fuldt sollys i 1/1000 af et sekund skulle således være tilstrækkeligt til at opnå 'mætning' med aktivt phytochrom, Pfr, og dermed inducere spiring i et lysafhængigt ukrudtsfrø. Figuren viser også at der kræves lysmængder svarende til under en milliontedel af et sekund i fuldt dagslys for helt at undgå photoreaktioner. Ifølge vore egne målinger svarer det til at ukrudtsfrø må udsættes for fuld lysmængde i et sekund ca 1 time efter solnedgang uden at der skulle forekomme målelige spirings effekter. Imidlertid afviger den spektrale energifordeling i sollys betragteligt i dagens løb således at timerne nær solnedgang/solopgang har et relativt højere indhold af infrarød stråling end sollys midt på dagen (Holmes & Smith, 1977a). Lyskvaliteten i begge ender af dagen er således mindre effektive til at påvirke ligevægten henimod en høj Pfr koncentration.



Figur 3. Spiring af 3 prøver af frø af agersennep (A, B og C) i relation til energimængde af rødt lys. (efter Frankland, 1976).  
*Germination of three batches of Sinapis arvensis seeds (A, B and C) in relation to red light dose. (Frankland, 1976).*

Den spektrale energifordeling ændres ligeledes når sollys passerer ned igennem et plantedække (Holmes & Smith, 1977b). Grønne planter absorberer en stor del af strålingen i det blå og røde område mens den infrarøde stråling transmitteres næsten 100%. Det betyder at lyset i bunden af en afgrøde indeholder en meget større procentdel infrarød stråling end sollys over afgrøden eller på bar jord. Den ændrede energifordeling til fordel for infrarød stråling bevirker at Pfr/Ptotal reduceres til et lavt niveau, og spiring af frø af arter med behov for lysinduktion er derfor meget lav under plantedække (Silvertown, 1980; Górski, 1975; Górski et al, 1978; Taylorson & Borthwick, 1969). Hvor energiforholdet rødt/infrarødt lys er 1,2 i direkte sollys kan forholdet mellem energi i de 2 bølgelængder være reduceret til 0,05 efter at være transmitteret gennem grønne blade (Frankland & Poo, 1980).

Hvor en kortvarig påvirkning med sollys virker stimulerende på spiring virker længerevarende udsættelse for sollys med høj intensitet hæmmende på spiring (Bartley & Frankland, 1982; Negbi & Koller, 1964). Processen  $Pr \rightleftharpoons Pfr$  er her beskrevet meget enkelt, men i virkeligheden indgår der flere mellemprodukter i processen. Ved vedvarende behandling med sollys med høj intensitet, vil der hele tiden foregå omdannelse af Pr til Pfr og af Pfr til Pr via mellemprodukter, da sollys indeholder et bredt spektrum af bølgelængder. I denne situation findes størsteparten af phytochromet som fysiologisk inaktive mellemprodukter (Górski & Górska, 1979; Kendrick & Spruit, 1973). I mørke omdannes disse mellemprodukter til Pfr (Kendrick & Spruit, 1977), men denne omdannelse sker så langsomt at når frøet befinder sig på jordoverfladen vil koncentrationen af Pfr vedblive med at være for lille til at inducere spiring så længe frøet dagligt udsættes for højintensitets sollys.

De forskellige reaktioner på lys af forskellig intensitet og kvalitet skal ses som en økologisk tilpasning. Småfrøede ukrudtsarter er kun istand til at etablere sig ved spiring fra de allerøverste jordlag og en afhængighed af phytochromsystemet, der er følsomt overfor meget små lysmængder, sikrer at disse frø kan registrere hvornår de befinder sig tæt på jordoverfladen. Spirehæmningen under grønne plantedele/afgrøder sikrer at frøet ikke spirer frem i situationer hvor konkurrence fra andre planter ville hindre væksten. Endelig betyder den spirehæmmende effekt af vedvarende lys at frøet undgår at spire i situationer hvor etableringsmulighederne er dårlige. Frø der spirer på jordoverfladen i direkte sollys har dårlige chancer for at overleve på grund af risiko for udtørring før rødderne når ned i fugtig jord.

Allerede under modningen på moderplanten påvirkes frøets phytochromsystem (Gutterman, 1982; Gray & Thomas, 1982). Frø der udvikles på planter nede i en afgrøde eller på anden måde er omgivet af grønt bladvæv får et lavere Pfr indhold og dermed efterfølgende større lyskrav end frø udviklet øverst på ukrudtsplanter eller uden omgivende grønt bladvæv (Cresswell & Grime, 1981). Phytochromsystemet fungerer fuldt reversibel ned til et vandindhold på 15-20% (Frankland & Taylorson, 1983). I frø med lavere vandindhold kan infrarød stråling omdanne Pfr til et mellemprodukt (Bartley & Frankland, 1984; Kendrick & Russell, 1975), der senere ved rehydrering kan omdannes til såvel Pr som Pfr. Nyhøstede frø i primær spirehvile kan være mindre følsomme overfor lys (Jones & Bailey, 1956; Hazebroek & Metzger, 1990) og andre spirefremmende foranstaltninger, muligvis som en følge af spirehæmmende stoffer, mens følsomheden overfor lys senere tiltager som en følge af større reaktion overfor ændringer i Pfr koncentration (Frankland & Taylorson, 1983). I frø der er i stand til at spire uden lysinduktion kan dette krav induceres. Wesson & Wareing

(1969a) fandt eksempelvis at i frø af fuglegræs og spergel der spirede uafhængigt af lyspåvirkning var spiringen stærkt afhængig af lys efter nedgravning i jord i et år. Da ukrudtsfrø's behov for lysinduktion således påvirkes af faktorer under modningsprocessen, opbevaring samt omgivende forhold vil der kunne forekomme store forskelle indenfor en art med hensyn til behov for lysinduktion som følge af forskellig baggrund.

Forskellige ukrudtsarters behov for lysinduktion i forbindelse med spiring fremgår af blandt andet undersøgelser af Toole (1973) samt af Dedonder et al (1980), der undersøgte 250 arter for deres afhængighed af lyspåvirkning. Af disse spirede 36% uafhængigt af lyspåvirkning, 25% delvist lysafhængigt, mens 40% af arterne var helt afhængige af lyspåvirkning for at spire. Dedonder et al fandt en tæt sammenhæng mellem frøstørrelse og lysafhængighed. Storfrøede arter med tusindkornsvægte på 10 g og derover spirede for størstepartens vedkommende uafhængigt af lysinduktion. Med aftagende frøstørrelse steg andelen af arter med behov for lysinduktion således at dette var et absolut krav for over 90% af arterne med tusindkornsvægt under 0,1 g.

Behovet for lysinduktion i forbindelse med spiring vekselvirker synergistisk med en række andre faktorer. Det er ikke overraskende idet også andre faktorer end lys har betydning for frøets etableringsmuligheder. Eksempelvis er der fundet vekselvirkning mellem lyskrav og temperaturkrav/vernaliseringsbehov (Karssen, 1982; Isikawa & Fujii, 1961; Meyer et al, 1990; Taylorson, 1982; Taylorson & Dinola, 1989) og mellem lyskrav og nitrat (Egley, 1989; Henson, 1970; Vincent & Roberts, 1977). Vekselvirkningen med nitrat forklarer Hilhorst (1990) ved at Pfr for at virke i cellen er afhængig af en membranbunden receptor hvis koncentration øges af nitrat. Såvel substrater der påvirker membranpermeabilitet eksempelvis alkohol (Taylorson, 1989), som gibberellin behandling (Taylorson & Hendricks, 1976; Hsiao, 1980; Fredericq et al, 1980) vekselvirker synergistisk med lyskrav. Temperatur-effekten formodes også at foregå via påvirkning af membranpermeabilitet, da effekten ligner det der opnås med alkohol (Taylorson & Hendricks, 1977). Pfr formodes derfor at påvirke spiring dels ved at have en effekt på cellens indhold af gibberellin og cytokinin, og dels ved at øge membranpermeabiliteten og derved muliggøre at enzymer og substrater der har været holdt adskilt kommer i kontakt med hinanden (Wareing, 1982).

Ukrudtsfrø med behov for lysinduktion, og som ikke får dette krav opfyldt hvis jordbehandling udføres i mørke, vil blive udsat for sollys i det jordlag hvor frøet er placeret. Som tidligere nævnt vil ukrudtsfrø der er placeret på jordoverfladen være udsat for spirehæmning på grund af konstant 'cykling' mellem de 2 phytochrom former og mellemprodukter, med konstant lavt Pfr indhold til følge. Den lysmængde ukrudtsfrø nede i jorden påvirkes af varierer såvel kvantitativt som kvalitativt med jorddybde og her har den pågældende jordtypes partikel- og aggregatstørrelse, farve samt vandindhold stor betydning (Bliss & Smith, 1985; Mandoli *et al.* 1990). I en lys jordtype fandt Kasperbauer & Hunt (1988) således lystransmission ned til 8 mm dybde (ca 1/4 promille af lysintensiteten ved jordoverfladen) mens lysmængden i en 'sortjord' i 2 mm's dybde var under 0,1 promille af lysmængden ved jordoverfladen. I sideløbende biologiske test's med lysfølsomt salatfrø fandtes en spireprocent på 99% ved fuld lysinduktion, 9% spiring i 8 mm's dybde i den lyse jord, og ca 1% spiring i 2 mm's dybde i 'sortjorden'. Tilsvarende fandt Woolley & Stoller (1978) at frø i 6 mm's dybde i en sandjord spirede med samme procentdel som frø holdt i konstant mørke. Samtidig med at lysmængden reduceres med jorddybden ændres den

spektrale sammensætning (Woolley & Stoller, 1978; Frankland, 1981) da infrarød stråling lettere transmitteres i jord.

Ud fra disse forsøg skulle man formode at den kortvarige lyspåvirkning i forbindelse med jordbehandling kunne have en væsentlig effekt på ukrudtsbestandens størrelse under markforhold men dette er kun undersøgt i det omtalte forsøg af Hartmann & Nezadal (1990). Under laboratorieforhold er der fundet tilsvarende resultater af kortvarig lyspåvirkning af Sauer & Struik (1964) og af Wesson & Wareing (1969b).

### Egne undersøgelser

Ved forsøg af denne type har der været anvendt forskellige lyskilder for at undgå påvirkning af ukrudtsfrøene (Iino & Carr, 1981). I vores forsøg blev der anvendt infrarød natbriller ved behandlinger der skulle udføres i mørke.

Der er udført 1 pottforsøg i drivhus/mørkekammer. Der blev anvendt 1 l potter med sphagnum som underjord. Testjorden, en havejord, blev udtaget i fuldstændigt mørke d. 2/9 i 10-25 cm's dybde, og blev udlagt i potterne i 1 hhv 3,5 cm's lag som overjord d. 3/9. Tilberedning af potterne foregik for halvdelens vedkommende i lys mens den anden halvdel blev tilberedt i mørke. Efter tilberedning blev den ene halvdel af potterne stående hvor de var tilberedt mens den anden halvdel blev flyttet, således at der blev opnået 4 kombinationer af tilberedning og spireforhold.

Forsøget blev udført med 12 gentagelser, men da der ikke viste sig forskel mellem de 2 jorddybder er tallene et gennemsnit for 24 gentagelser.

I marken er der udført 3 forsøg. D. 18/9 blev følgende forsøg udført med henholdsvis jordbehandling i dagslys og i mørke:

1. Pløjning med forplov, rotorharvning, tromling kl 15<sup>00</sup>-17<sup>00</sup>
2. \_\_\_\_\_ || \_\_\_\_\_ 21<sup>00</sup>-23<sup>00</sup>

Under mørkebehandlingen i led 2 begyndte det at regne og tromling kunne derfor ikke udføres. Såbedet i dette forsøgsled blev derfor ikke pakket så meget som det lystilberedte, hvilket kan have været en fordel i det meget våde efterår. Forsøget blev udført med 6 gentagelser og der blev foretaget optælling i 6\*0,25 m<sup>2</sup> flader pr parcel. Optællingerne blev foretaget i samme optællingsflade hver gang.

Der blev udført 2 forsøg med det formål at undersøge hvor stor lysmængde der kan tolereres ved jordbehandlingen. Forsøgene blev udført på marker der var pløjet med jordpакker i dagslys d. 11/9. Forsøgsbehandlingerne blev udført d. 2/10 (forsøg 1) hhv d. 10/10 (forsøg 2). Det var tilstræbt at allerede fremspiret eller spirende ukrudt skulle ødelægges ved forsøgsbehandlingen der bestod af 3\*harvning med rotorsmuldrer med 7 km/t, men da der i begge tilfælde faldt regn straks efter behandlingernes afslutning lykkedes dette ikke. For delvis at undgå at dette 'gamle' ukrudt skulle forstyrre resultatet blev det ene forsøg talt op 1 uge efter forsøgsbehandlingen og dette antal er fratrukket i den endelige optælling d. 8/11, mens det andet forsøg blev sprøjtet med Reglone 1 uge efter forsøgsbehandlingen. På trods af disse forholdsregler må det forventes at en del af ukrudtet ved den

endelige optælling er induceret til spiring inden forsøgsbehandlingerne. Det betyder i så fald at de registrerede forskelle mellem behandlingerne reelt burde være større. Forsøgenes formål var imidlertid at undersøge hvor meget lys der kan tolereres og til dette formål er de absolutte udslag af mindre betydning. I hvert af de 2 forsøg

blev der udført 7 behandlinger, der bestod af 3\*harvning med efterharve på 7 tidspunkter fra midt på dagen og til det var helt mørkt. Forsøgene blev udført med 4 gentagelser og med optælling af ukrudt d. 8/11 på 4\*0,25 m<sup>2</sup> pr parcel. I samtlige markforsøg udgjorde fugegræs hovedparten af ukrudtsbestanden.

### Resultater og diskussion

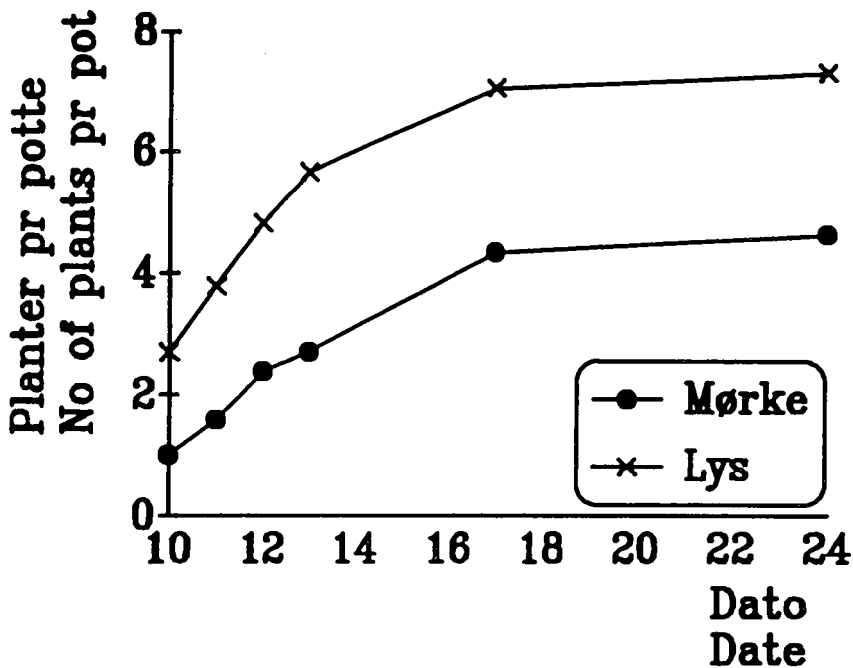
Resultaterne af pottforsøget er vist i figur 4 og tabel 1. Efter at have stået til spiring fra d. 3/9 blev potterne der havde stået i konstant mørke optalt d. 14/9. I potter hvor jorden på intet tidspunkt var udsat for lys blev der optalt under 1% af det plantetal der fandtes i potter hvor såvel tilberedning som spiring foregik i dagslys. I led 2. hvor potterne blev tilberedt i mørke og derefter sat til spiring ved almindelig døgnrytme i drivhus, er spiring kun induceret ved hjælp af den lysmængde der har trængt ned i jorden, mens planterne der er spiret i led 3 kun har modtaget lysinduktion i et kortvarigt øjeblik i forbindelse med tilberedningen af potterne.

Tabel 1. Totalt antal fremspirede planter d. 14/9. Jordprøver udtaget i mørke d. 2/9 og såning d. 3/9. Ved spireforhold 'Lys' stod potterne til spiring ved alm. dag/nat forhold.  
*Number of emerged weeds on 14/9. Soil sampling was made on 2/9 in darkness and sowing performed on 3/9. Germination conditions 'Light' means normal day/night conditions.*

| Såbedstilberedning<br><i>Seedbedpreparation</i> | Spireforhold<br><i>Germination conditions</i> | Planter/potte<br><i>No of plants pr pot</i> |
|---|---|---|
| Mørke <i>Darkness</i>                           | Mørke <i>Darkness</i>                         | 0,05  |
| Mørke <i>Darkness</i>                           | Lys <i>Light</i>                              | 3,25  |
| Lys <i>Light</i>                                | Mørke <i>Darkness</i>                         | 2,63  |
| Lys <i>Light</i>                                | Lys <i>Light</i>                              | 6,08  |
| LSD <sub>95</sub>                               |   | 1,1   |

Ud fra teoretiske overvejelser burde antal planter efter lystilberedning/spiring i lys svare til summen af antal planter ved lystilberedning/mørkespiring + antal planter efter mørketilberedning/lysspiring, dog alle med fradrag for antal mørkespirende planter dvs:  
led 4 - led 1 (led 3 - led 1) + (led 2 - led 1), hvilket med 24 gentagelser pr behandling giver 145 og 139 og altså stort set er opfyldt.



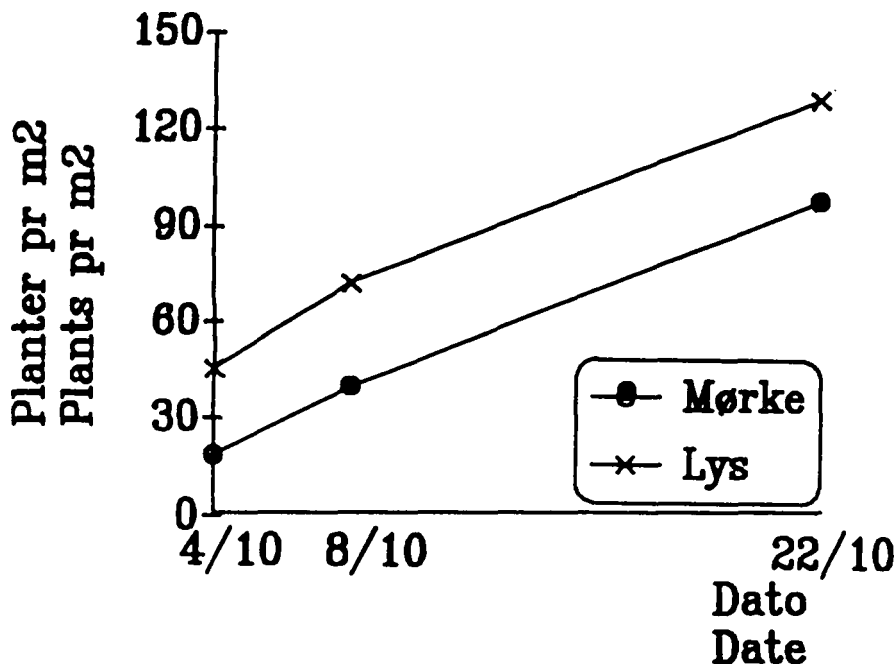


Figur 4. Antal fremspirede planter efter jordtilberedning i lys eller mørke. Alle pottes har stået under naturlige dag/nat forhold under spiringen.  
*Number of emerged weeds after seedbed preparation either in daylight x, or in darkness •. All pots have been kept under natural day/night conditions in the germination period.*

Figuren viser plantetallet for de 2 mest interessante behandlinger, led 2 og led 4, som er de behandlinger der er relevante under markforhold. Ved første optælling er der næsten fremspiret 3 gange så mange planter hvor tilberedningen af potteserne er foretaget i dagslys. Opgjort som ukrudtseffekt har jordtilberedning i mørke givet en effekt på 63%. Forskellen mellem de 2 behandlinger aftager med tiden således at der ved sidste optælling d. 24/9 er ca 35% færre planter i de pottes der er tilberedt i mørke. Mørketilberedning har således dels givet en mindre total fremspiring, og dels resulteret i en forsinkelse af fremspiringen.

Liden nælde, fuglegræs, hvidmelet gåsefod og enårig rapgræs forekom i ca halvt antal i de mørketilberedte pletter ved sidste optælling d. 24/9 mens der overraskende nok ikke blev fundet udslag for lugtløs kamille, der ellers er kendt for at være lysfølsom, samt andet 2-kimbladet ukrudt.

Forsøget med pløjning under markforhold (figur 5) viser helt tilsvarende resultat med en forsinkelse samt en reduktion i fremspiring i det mørkebehandlede forsøgsled.



Figur 5. Antal fremspirede planter pr m<sup>2</sup> efter såbedstilberedning d. 18/9 i lys eller mørke under markforhold.  
*Number of weeds pr m<sup>2</sup> after seedbed preparation on 18/9 in either daylight ✕, or in the night ●, under field conditions.*

Resultaterne fra forsøgene med tidspunktsharvninger er vist i tabel 2. Der er målt lysstyrke i det fotosyntetisk aktive område (PAR) lige før og lige efter hver kørsel. I forsøg 2 blev der anvendt forlys på traktoren ved de 2 sidste behandlinger, men dette kunne ikke påvirke lysmængden ved harven. Forsøgene viser at når lysstyrken er under ca 0,2 umol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> er spiringen reduceret til samme niveau som efter behandling i fuldstændigt mørke.

Tabel 2. Antal ukrudtsplanter pr m<sup>2</sup> i markforsøg efter harvning ved forskellige lysintensiteter. Lysintensitet ved start og slut er angivet (PAR).  
*Number of weeds pr m<sup>2</sup> in field trials after harrowing at different light intensities. Light intensity at the start and at the end of the treatment is given (PAR).*

| Forsøg 1          |                                      | Trial no 1                | Forsøg 2        |                                      | Trial no 2                |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Lysintensitet     |                                      | Planter pr m <sup>2</sup> | Lysintensitet   |                                      | Planter pr m <sup>2</sup> |
| Light intensity   |                                      | Plants pr m <sup>2</sup>  | Light intensity |                                      | Plants pr m <sup>2</sup>  |
| 475-500           | umol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> | 17,2                      | 900-900         | umol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> | 26,0                      |
| 795-1045          | —                                    | 18,7                      | 180-78          | —                                    | 21,7                      |
| 174-95            | —                                    | 16,2                      | 30-12           | —                                    | 26,8                      |
| 45-25             | —                                    | 16,0                      | 7-0,9           | —                                    | 25,0                      |
| 3,6-0,7           | —                                    | 15,8                      | 0,2-0,02        | —                                    | 19,3                      |
| 0,03-0,003        | —                                    | 12,6                      | 0-0             | — forlygter tændt                    | 21,2                      |
| 0                 | —                                    | 12,2                      |                 |                                      |                           |
| LSD <sub>95</sub> |                                      | 5,0                       |                 |                                      | NS                        |

### Erkendtlighed

For udlån af natbriller takkes Østre Landsdelskommando.

### Sammendrag

Artiklen giver et review af den litteratur der beskriver ukrudtsfrø's reaktion overfor lyspåvirkning. Desuden indeholder artiklen resultater fra et pottforsøg og 3 markforsøg. I pottforsøget blev det undersøgt hvilken effekt lys i forbindelse med jordtilberedning har på spiring af ukrudtsfrø. Hvor jordtilberedningen foregik i mørke og spiring under naturlig dag/nat forhold spirede der færre ukrudtsplanter frem end i pletter, hvor jordtilberedningen foregik i dagslys, og spiringen i under naturlige dag/nat forhold. Ud over den reducerede fremspiring i de mørketilberedte pletter var fremspiringen også forsinket i disse pletter i forhold til hvor jordtilberedningen var foregået i dagslys. I markforsøg fandtes en helt tilsvarende reduktion i plantetal og forsinkelse i fremspiringstidspunkt af ukrudt i forsøgsled hvor jordbehandling blev foretaget i mørke, i forhold til samme jordbehandling foretaget i dagslys.

### Litteratur

- Bartley, M. R., Frankland, B., (1982) Analysis of the dual role of phytochrome in the photoinhibition of seed germination. *Nature*, **300**, 750-752.
- Bartley, M. R., Frankland, B., (1984) Phytochrome intermediates and action spectra for light perception by dry seeds. *Plant Physiol.*, **74**, 601-604.
- Bliss, D. & Smith, H. (1985): Penetration of light into soil and its role in the control of seed germination. *Plant, Cell and Environment*, **8**, 475-483.

- Cone, J. W., Kendrick, R. E., (1985) Fluence-response curves and action spectra for promotion and inhibition of seed germination in wildtype and long-hypocotyl mutants of *Arabidopsis thaliana* L.. *Planta*, **163**, 43-54.
- Cone, J. W., Kendrick, R. E., (1986) Photocontrol of seed germination. In Kendrick, R. E., Kronenberg, G. H. M., (Ed.), *Photomorphogenesis in plants*, 443-465.
- Cresswell, E. G., Grime, J. P., (1981) Induction of a light requirement during seed development and its ecological consequences. *Nature*, **291**, 583-585.
- Dedonder, A., Rethy, R., De Petter, E., Fredericq, H., De Greef, J., (1980) Preliminary screening experiments on the effects of light and GA3 on the germination of different seed species. In De Greef, J., (Ed.), *Photoreceptors and plant development*, 431-435.
- Duke, S. O., (1978) Significance of fluence-response data in phytochrome-initiated seed germination. *Photochemistry and Photobiology*, **28**, 383-388.
- Egley, G. H., (1989) Some effects of nitrate-treated soil upon the sensitivity of buried redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) seeds to ethylene, temperature, light and carbon dioxide. *Plant, Cell and Environment*, **12**, 581-588.
- Frankland, B., (1976) Phytochrome control of seed germination in relation to the light environment. In Smith, H., (Ed.), *Light and plant development*, 477-491.
- Frankland, B., (1981) Germination in shade. In Smith, H., (Ed.), *Plants and the daylight spectrum*, 187-204.
- Frankland, B., (1986) Perception of light quantity. In Kendrick, R. E., Kronenberg, G. H. M., (Ed.), *Photomorphogenesis in plants*, 219-235.
- Frankland, B., Poo, W. K., (1980) Phytochrome control of seed germination in relation to natural shading. In De Greef, J., (Ed.), *Photoreceptors and plant development*, 357-366.
- Frankland, B., Taylorson, R., (1983) Light control of seed germination. In Shropshire, W., Mohr, H., (Ed.), *Photomorphogenesis*, Vol 16 A, 428-456.
- Fredericq, H., Rethy, R., Dedonder, A., De Greef, J., De Petter, E., (1980) Photocontrol of *Kalanchoe blossfeldiana* seed germination. In De Greef, J., (Ed.), *Photoreceptors and plant development*, 367-374.

- Górski, T., (1975) Germination of seeds in the shadow of plants. *Physiologia Plantarum*, **34**, 342-346.
- Górski, T., Górska, K., Rybicki, J., (1978) Studies on the germination of seeds under leaf canopy. *Flora*, **167**, 289-299.
- Górski, T., Górska, K., (1979) Inhibitory effects of full daylight on the germination of *Lactuca sativa* L.. *Planta (Berlin)*, **144**, 121-124.
- Gray, D., Thomas, T. H., (1982) Seed germination and seedling emergence as influenced by the position of development of the seed on, and chemical applications to, the parent plant. In Khan, A. A., (Ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, 81-110.
- Gutterman, Y., (1982) Phenotypic maternal effect of photoperiod on seed germination. In Khan, A. A., (Ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, 81-110.
- Hartmann, K. M., Nežadal, W., (1990) Photocontrol of weeds without herbicides. *Naturwissenschaften*, **77**, 158-163.
- Hazebroek, J. P., Metzger, J. D., (1990) Environmental control of seed germination in *Thlaspi arvense* (Cruciferae). *American Journal of Botany*, **77**, 945-953.
- Henson, I. E., (1970) The effects of light, potassium nitrate and temperature on the germination of *Chenopodium album* L.. *Weed Research*, **10**, 27-39.
- Hilhorst, H. W. M., (1990) Dose-response analysis of factors involved in germination and secondary dormancy of seeds of *Sisymbrium officinale*. *Plant Physiol.*, **94**, 1090-1095.
- Holmes, M. G., Smith, H., (1977a) The function of phytochrome in the natural environment -I. Characterization of daylight for studies in photomorphogenesis and photoperiodism. *Photochemistry and Photobiology*, **25**, 533-538.
- Holmes, M. G., Smith, H., (1977b) The function of phytochrome in the natural environment -II. The influence of vegetation canopies on the spectral energy distribution of natural daylight. *Photochemistry and Photobiology*, **25**, 539-545.
- Hsiao, A. I., (1980) The effect of sodium hypochlorite, gibberellic acid and light on seed dormancy and germination of stinkweed and wild mustard. *Can. J. Plant Sci.*, **60**, 643-649.

- Iino, M., Carr, D. J., (1981) Safelight for photomorphogenetic studies: infrared radiation and infrared-scope. *Plant Science Letters*, 23, 263-268.
- Isikawa, S., Fujii, T., (1961) Photocontrol and temperature dependence of germination of rumex seeds. *Plant & Cell Physiol.*, 2, 51-62.
- Jones, M. B., Bailey, L. F., (1956) Light effects on the germination of seeds of henbit (*Lamium amplexicaule L.*). *Plant Physiol.*, 31, 347-349.
- Karssen, C. M., (1982) Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In Khan, A. A., (Ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, 243-270.
- Kasperbauer, M. J., Hunt, P. G., (1988) Biological and photometric measurement of light transmission through soils of various colors. *Botanical Gazette*, 149, 361-364.
- Kendrick, R. E., Spruit, C. J. P., (1973) Phytochrome inter mediates in vivo-l. effects of temperature, light intensity, wavelength and oxygen on intermediate accumulation. *Photochemistry and Photobiology*, 18, 139-144.
- Kendrick, R. E., Russell, J. H., (1975) Photomanipulation of phytochrome in lettuce seeds. *Plant Physiol.*, 56, 332-334.
- Kendrick, R. E., Spruit, C. J. P., (1977) Phototransformations of phytochrome. *Photochemistry and Photobiology*, 26, 201-214.
- Mandoli, D. F. Ford, G. A. Waldron, L. J. Nemson, J. A., Briggs, W. R. (1990): Some spectral properties of several soil types: implications for photomorphogenesis. *Plant, Cell and Environment*, 13, 287-294.
- Meyer, S. E., Monsen, S. B., McArthur, E. D., (1990) Germination response of *Artemisia tridentata* (Asteraceae) to light and chill: Patterns of between-population variation. *Botanical Gazette*, 151, 176-183.
- Negbi, M., Koller, D., (1964) Dual action of white light in the photocontrol of germination of *Oryzopsis miliacea*. *Plant Physiol.*, 39, 247-253.
- Sauer, J., Struik, G., (1964) A possible ecological relation between soil disturbance, light-flash, and seed germination. *Ecology*, 45, 884-886.
- Silvertown, J., (1980) Leaf-canopy-induced seed dormancy in a grassland flora. *New Phytol.*, 85, 109-118.

- Taylorson, R. B., (1982) Interaction of phytochrome and other factors in seed germination. In Khan, A. A., (Ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, 323-346.
- Taylorson, R. B., (1989) Responses of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and witchgrass (*Panicum capillare*) seeds to anesthetics. *Weed Science*, **37**, 93-97.
- Taylorson, R. B., Borthwick, H. A., (1969) Light filtration by foliar canopies: significance for lightcontrolled weed seed germination. *Weed Science*, **17**, 48-51.
- Taylorson, R. B., Hendricks, S. B., (1971) Changes in phytochrome expressed by germination of *Amaranthus retroflexus* L. seeds. *Plant Physiol.*, **47**, 619-622.
- Taylorson, R. B., Hendricks, S. B., (1976) Interactions of phytochrome and exogenous gibberellic acid on germination of *Lamium amplexicaule* L. seeds. *Planta (Berlin)*, **132**, 65-70.
- Taylorson, R. B., Hendricks, S. B., (1988) Dormancy in seeds. *Ann. Rev of Plant Physiology*, **28**, 331-354.
- Taylorson, R. B., Dinola, L., (1989) Increased phytochrome responsiveness and a high-temperature transition in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seed dormancy. *Weed Science*, **37**, 335-338.
- Toole, V. K., (1973) Effects of light, temperature and their interactions on the germination of seeds. *Seed Sci. & Technol.*, **1**, 339-396.
- VanDerWoude, W. J., (1985) A dimeric mechanism for the action of phytochrome: evidence from photothermal interactions in lettuce seed germination. *Photochemistry and Photobiology*, **42**, 655-661.
- Vincent, E. M., Roberts, E. H., (1977) The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Sci. & Technol.*, **5**, 659-670.
- Wareing, P. F., (1982) Hormonal regulation of seed dormancy - past, present and future. In Khan, A. A., (Ed.), *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*, 185-202.
- Wesson, G., Wareing, P. F., (1969a) The induction of light sensitivity in weed seeds by burial. *Journal of Experimental Botany*, **20**, 414-425.
- Wesson, G., Wareing, P. F., (1969b) The role of light in the

germination of naturally occurring populations of buried weed seeds. *Journal of Experimental Botany*, 20, 402-413.

Woolley, J. T., Stoller, E. W., (1978) Light penetration and light-induced seed germination in soil. *Plant Physiol.*, 61, 597-600.



## Udvaskning af pesticider fra juletræskulturer. *Leaching of pesticides from Christmas tree planting.*

Gitte Felding  
Planteværnscentret  
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi  
Flakkebjerg  
DK-4200 Slagelse

### *Summary*

*The concentrations of the herbicides atrazine and hexazinone has been determined in water below 7-10 years old Christmas trees grown on two clayey soil types. The trees were treated as usual with the two herbicides. Water was sampled in the temporarily saturated zone 1-1.3 m below the soil surface. The concentration of atrazine varied from 0.06 to 7.79 µg/l on one location and from 0.09 to 3.95 µg/l on the other. For hexazinone the concentrations varied from 0.07 to 2.09 µg/l on one location and from 3.47 to 42.66 µg/l on the other. Degradation products of both herbicides have been verified.*

### **Indledning**

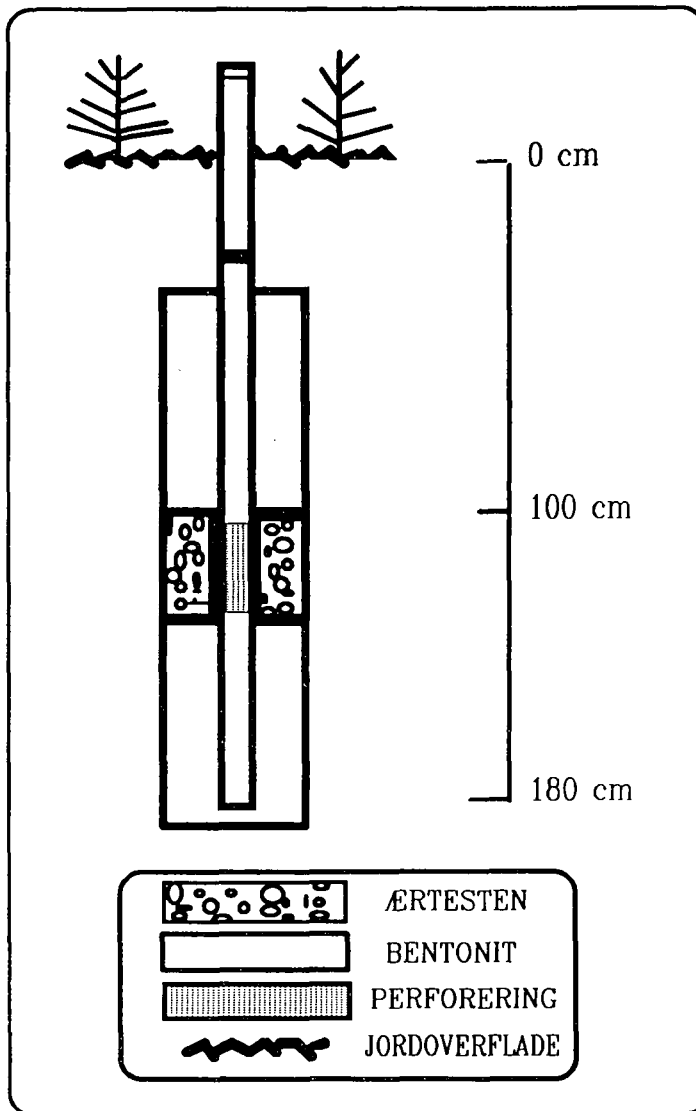
Pesticiderne atrazin og hexazinon, som bl.a. anvendes til ukrudtsbekæmpelse i juletræskulturer, bindes kun moderat til jorden og er forholdsvis persistente, hvilket gør dem potentielt udvaskelige.

Helling et al. (Helling, C. S. (1971)) har inddelt pesticiderne i 5 grupper afhængig af deres bevægelighed med de mest bevægelige i gruppe 5, atrazin er placeret i gruppe 3, Rhodes (Rhodes, R. C. (1980)) har efter Helling's inddeling placeret hexazinon i gruppe 4. Ifølge Bouchard (Bouchard, D. C. (1985)) bliver hexazinon ikke adsorberet til jorden i samme grad som atrazin. Stoffernes nedbrydningstid varierer mellem 6 og 18 måneder (Helweg, A. (1984)).

Udvaskningen af ovennævnte pesticidkemikalier fra rodzonen, på 2 lerede lokaliteter beliggende henholdsvis på Sjælland og Lolland, er søgt belyst ved nedsætning af stålror til udtagning af vandprøver (3 rør pr. lokalitet). Koncentrationen af pesticidkemikalier er fulgt fra foråret 1988.

Projektet er opstået på baggrund af en nu afsluttet undersøgelse (Felding, G. & Helweg, A. (1987); Felding, G. (1989); Felding, G. (1990)) over fladeforureningen med bl.a. atrazin i tilknytning til grovsandede arealer.

Udvaskningen af pesticider fra disse 7-10 år gamle juletræskulturer følges fra september/oktober og til april/maj, hvor det temporært mættede grundvand vil trænge ind i rørene (figur 1).



Figur 1. Rustfrit stålør til udtagning af vandprøver. Røret er 200 cm langt og har en diameter på 8 cm. Røret er i toppen lukket med et skruelåg. Røret er pakket med bentonit, ud for perforeringen er der ærtesten, gennem hvilke vandet har adgang til røret.

*Stainless steel tube for sampling of water. The tube is 200 cm long has a diameter of 8 cm and is closed with a screw cap. The tube is packed with bentonite, outside the perforation is gravel (Jarczyk, H. J., Bayer, Monheim (1986) personal communication).*

## Metodik

### Lokalitet Gl. Kjøgegaards Skovdistrikt

I tilknytning til Gl. Kjøgegaards Skovdistrikt, som er beliggende ved Køge, blev der på ca. 8 ha plantet juletræer (*Abies nordmanniana*) i 1981. Behandlingen op til 1986 er noget usikker. I 1982 har der været anvendt atrazin formentlig i anbefalede mængder, ellers har der i de første år været anvendt slåmaskiner i forbindelse med bekæmpelse af Canadisk Bakkestjerne. Fra 1987 til og med 1989 er der årligt sprøjtet med Velpar (hexazinon) ca. 2 kg aktivt stof pr. ha. Fra 1987 kendes gødningstilførslen den varierer fra 100 til 139 kg N/ha årligt.

### Lokalitet Bremersvold

I tilknytning til Bremersvold Avlsgård, som ligger på det sydlige Lolland, er der i 1978 plantet juletræer (*Abies nordmanniana*) på 0,6 ha gammel agerjord. Fra 1978-1984 er der ikke optegnelser over eventuelle sprøjtninger, der er muligvis anvendt atrazin en gang måske Round-up. I 1984 er der sprøjtet med Holtax F (atrazin og cyanazin) i en dosis på 3 l af begge aktive stoffer pr. ha. Fra 1985 til og med 1990 er der årligt udsprøjtet Velpar L (hexazinon) ca. 2 kg aktivt stof pr. ha. Fra 1983 er der tilført mellem 49-88 kg N/ha årligt.

### Teksturbestemmelser

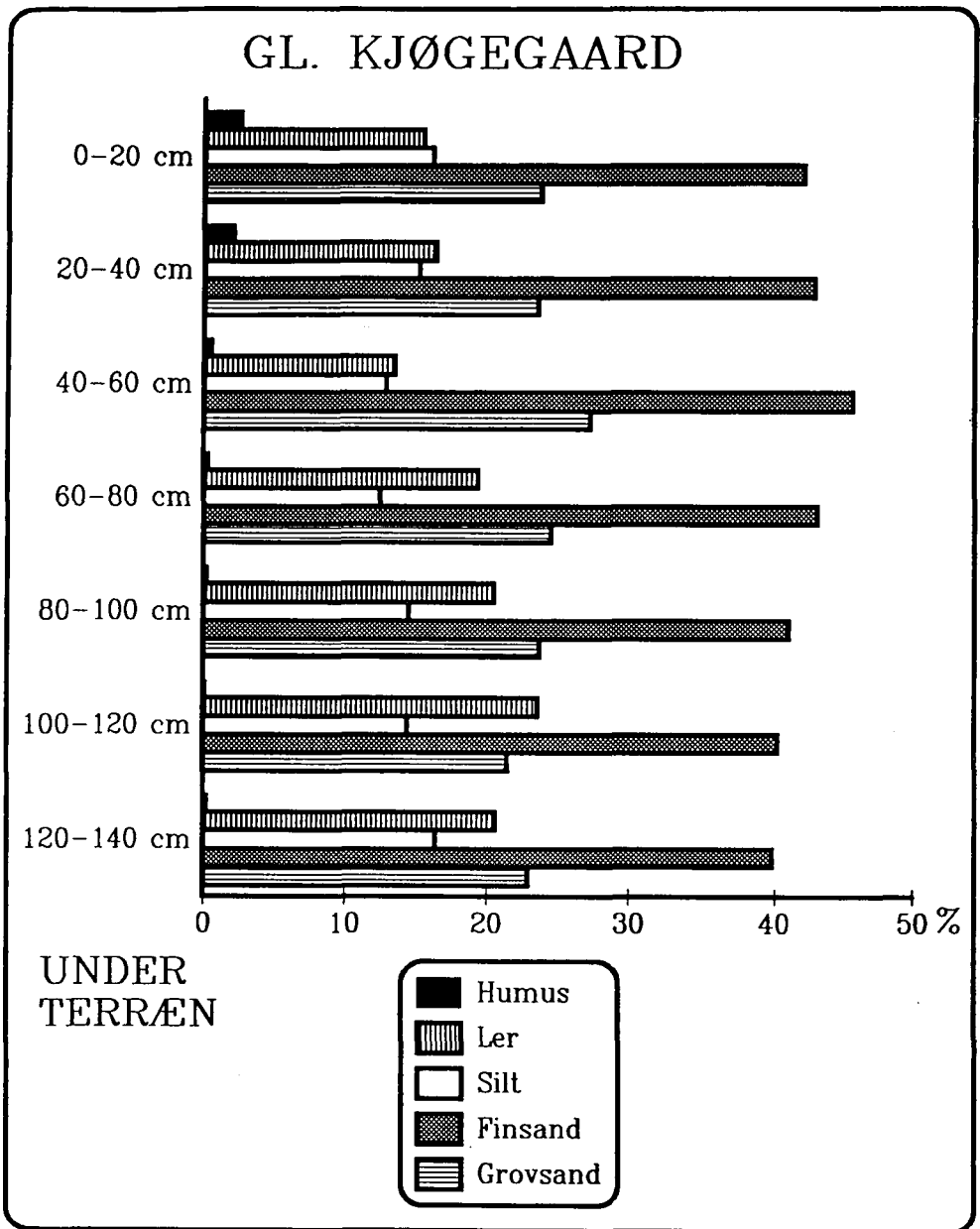
Figur 2 viser et typisk jordprofil fra Gl. Kjøgegaard. Pløjelagets indhold af humus er ca. 2-3%. Jordprofilet indeholder en del kalk, hvilket er typisk i forbindelse med marine forlande, i de øst-danske moræner og hvor kalkklippen er presset op af isen.

På figuren er jordprofilets indhold af  $\text{CaCO}_3$  ikke medtaget, men vil fremgå som differencen mellem 100% og de samlede procenter for humus, ler, silt og sand fraktionerne. På Gl. Kjøgegaard kommer  $\text{CaCO}_3$  i godt 1 meters dybde og varierer mellem 3 og 18% stigende med dybden.

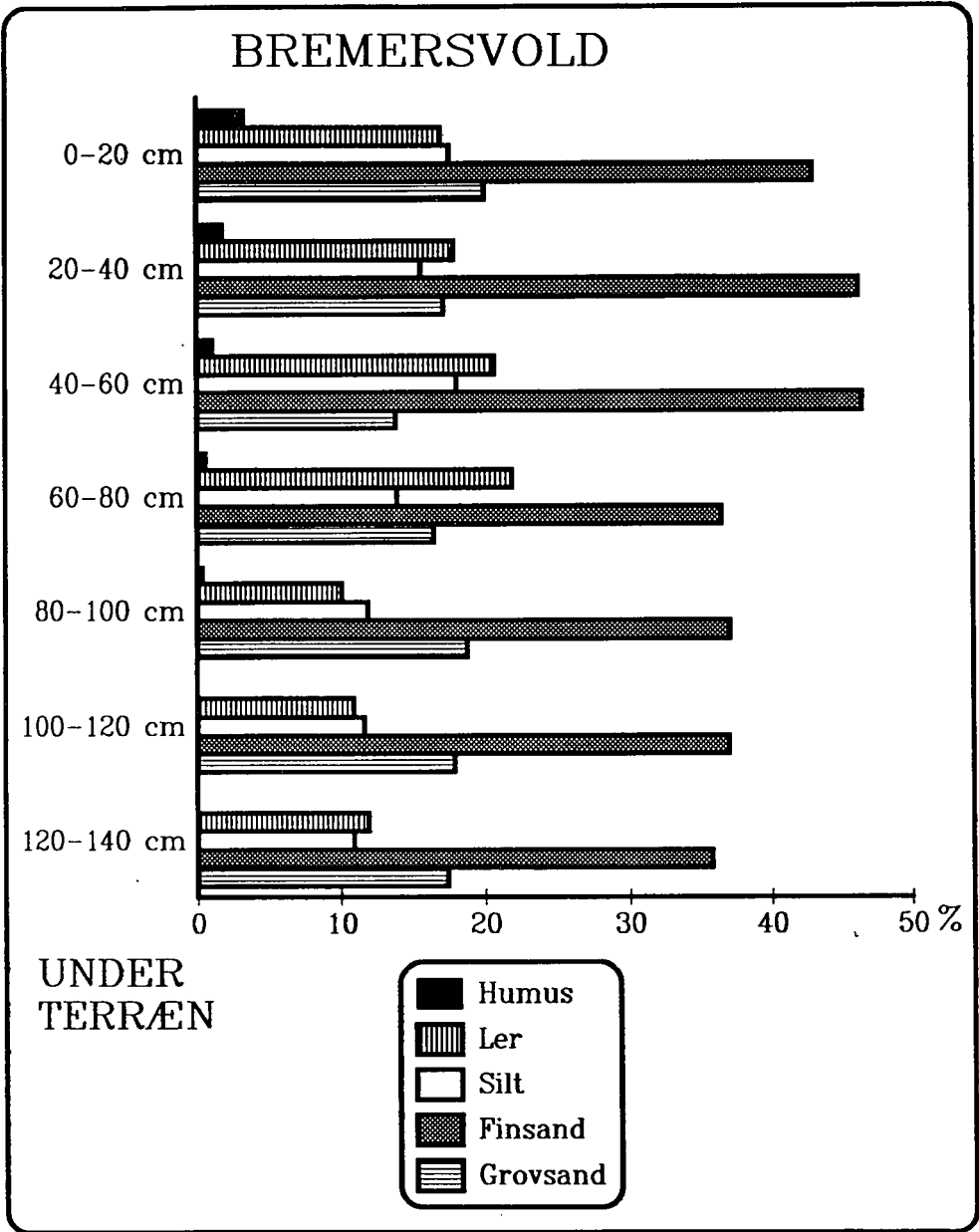
Figur 3 viser et tilsvarende jordprofil fra Bremersvold. Pløjelagets indhold af humus er ca. 3%. Jordprofilet indeholder  $\text{CaCO}_3$  allerede fra 0-20 cm dog i meget små mængder, men fra niveauet 80-100 cm og nedefter stiger  $\text{CaCO}_3$  procenten fra 20 til 25. I følge teksturanalyserne er begge jorde en lerjord (JB 7)/fin sandblandet lerjord (JB 6).

### Udtagning af vandprøver

På hver lokalitet er der, som hjørnerne i en trekant, placeret tre rustfrie stålrør med en indbyrdes afstand på mellem 10 og 25 meter. Rørene er, som det fremgår af figur 1, pakket med bentonit for at forhindre nedsivning af vand langs rørene, udfør perforeringen er der placeret ærtesten, reservoiret under perforeringen kan rumme ca. 2 l vand. Når jorden i vinterhalvåret bliver mættet med vand, vil vandet søge ind gennem perforeringen via ærtestenene. Designet af rørene stammer fra Bayer, Monheim (personlig meddelelse 1986 H. J. Jarczyk). Udtagningen af vandet fra reservoiret sker ved nedsænkning af en speciel designet vandhenter - udført i materialerne teflon og rustfrit stål - herved undgås at vandet bringes under tryk.



Figur 2. Teksturanalyse af jordprofil fra Gl. Kjøgegaard.  
*Texture analysis of a soil profile from Gl. Kjøgegaard down to a depth of 140 cm.*



Figur 3. Teksturanalyse af jordprofil fra Bremersvold.  
*Texture analysis of a soil profile from Bremersvold down to a depth of 140 cm.*

Vandprøverne ekstraheres med methylenchlorid (EPA (1982)) umiddelbart efter udtagningen, ligesom pH og nitratindholdet bestemmes.

Ekstrakterne opkoncentreres og analyseres på en gaschromatograf (Hewlett Packard) med et massespektrometer som detektor. Der blev analyseret for herbiciderne atrazin og hexazinon samt enkelte nedbrydningsprodukter heraf jvf. tabel 1.

Tabel 1. Analyserede pesticider og metabolitter.  
*Analysed pesticides and metabolites.*

| Handelsnavn | Analyseret, aktivstof  | Analyseret, metabolitter   |
|-------------|--|--|
| Atrazin     | 2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazin                   | 4-amino-2-chloro-6-isopropylamino-1,3,5-triazin (deethyleret atrazin)<br><br>6-amino-2-chloro-4-ethylamino-1,3,5-triazin (deisopropylet atrazin) |
| Velpar      | 3-cyclohexyl-6-(dimethylamino)-1-methyl-1,3,5-triazin-2,4-(1H,3H)-dion | 3-cyclohexyl-6-(methylamino)-1-methyl-1,3,5-triazin-2,4-(1H,3H)-dion   |

For en given kalibreringskurve med dobbelt bestemmelse af hver koncentration er målepunkterne bestemt ved lineær interpolation mellem kalibreringspunkterne. Detektionsgrænserne for hexazinon og atrazin er klart afhængig af GC/MS'ens følsomhed på analysetidspunktet og varierer mellem 0,005 og 0,5 ng (ng =  $10^{-9}$  g). Genfindelsen for atrazin og hexazinon er henholdsvis 79 og 95%.

## Resultater

### Vandets pH og nitrat indhold

I de udtagne vandprøver ligger pH fra 7,0-7,7 og nitratindholdet fra 50 ppm op til 250 ppm for Gl. Kjøgegaards vedkommende. I vandprøverne fra Bremersvold er pH på nær en udtagning fra 7,3-7,8 nitratindholdet her er begrænset, idet der maksimalt er målt 50 ppm.

## Vandets indhold af pesticidkemikalier

Pesticidindholdet i vandet fra rørene, som funktion af udtagnings tidspunktet, fremgår af tabel 2-5.

### Atrazin

Udtagningen af vandprøver fra Bremersvold går fra foråret 1988 til foråret 1990.

Prøvernes indhold af atrazin (tabel 2), falder for alle 3 rør's vedkommende fra 1988 til 1990, fra max. 7,79 ppb til min. 0,07 ppb.

Tabel 2. Koncentrationen af atrazin bestemt i vand udtaget på Bremersvold. Den angivne spredning er fremkommet som resultatet af en dobbeltbestemmelse.

\* prøverne er udtaget fra fyldte rør.

\*\* vandet er udtaget umiddelbart efter tilløb.

Table 2. The concentrations of atrazine in water taken at Bremersvold. The standard deviation appears from determinations in duplicate.

\* sampled from filled tube.

\*\* water is sampled immediately after inlet.

#### Lokalitet Bremersvold

| Udtagnings-<br>dato<br><i>Sampling date</i> | Rør 1/Tube 1<br>atrazin/atrazine<br>$\mu\text{g}/\text{l}$ (ppb) | Rør 2/Tube 2<br>atrazin/atrazine<br>$\mu\text{g}/\text{l}$ (ppb) | Rør 3/Tube 3<br>atrazin/atrazine<br>$\mu\text{g}/\text{l}$ (ppb) |
|---|--|--|--|
| 20.04.88                                    | 7,07 $\pm$ 0,05  | 7,79 $\pm$ 1,01  | 0,33 $\pm$ 0,02  |
| 01.05.88                                    | 1,64 $\pm$ 0,03  | 6,47 $\pm$ 0,14  | 1,02 $\pm$ 0,03  |
| 31.10.88                                    | 0,74 $\pm$ 0,03  | 4,86 $\pm$ 0,08*<br>4,36 $\pm$ 0,01**                            | 0,23 $\pm$ 0,01  |
| 16.01.89                                    | 0,40 $\pm$ 0,05  | 1,69 $\pm$ 0,05  | 0,18 $\pm$ 0,01  |
| 14.09.89                                    | 0,32 $\pm$ 0,01  | 2,10 $\pm$ 0,42  | 0,19 $\pm$ 0,01  |
| 12.12.89                                    | 0,09 $\pm$ 0,01  | 0,76 $\pm$ 0,01  | 0,09 $\pm$ 0,01  |
| 06.02.90                                    | 0,06 $\pm$ 0,01  | 0,32 $\pm$ 0,03  | 0,10 $\pm$ 0,01  |
| 06.03.90                                    | 0,07 $\pm$ 0,01  | 0,84 $\pm$ 0,06  | 0,09 $\pm$ 0,01  |

Der er påvist 2 nedbrydningsprodukter af atrazin nemlig deethyleret atrazin (4-amino-2-chloro-6-isopropylamino-1,3,5-triazin) og deisopropylet atrazin (6-amino-2-chloro-4-ethylamino-1,3,5-triazin).

For deethyleret atrazins vedkommende er koncentrationerne i 1988 og 1989 omkring godt 10 ppb reduceret til ca. 2 ppb i 1990. For den deisopropylede atrazin gælder, at koncentrationen er faldende fra 1989 til 1990 fra ca. 20 ppb til 8 ppb.

Vandprøverne fra Gl. Kjøgegaard er udtaget i den samme periode som prøverne på Bremersvold. Atrazinkoncentrationerne - tabel 3 - viser også her en faldende tendens fra 1988 til 1990 fra knap 4 ppb til 0,09 ppb.

Tabel 3. Koncentrationen af atrazin bestemt i vand udtaget på den pågældende dato på Gl. Kjøgegaard. Den angivne spredning er fremkommet som resultatet af en dobbeltbestemmelse.

Δ ikke analyseret.

Table 3. The concentrations of atrazine in water taken at Gl. Kjøgegaard. The standard deviation appears from determinations in duplicate.

Δ not analysed.

| Lokalitet Gl. Kjøgegaard             |  |  |  |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Udtagnings-<br>dato<br>Sampling date | Rør 1/Tube 1<br>atrazin/atrazine<br>μg/l (ppb) | Rør 2/Tube 2<br>atrazin/atrazine<br>μg/l (ppb) | Rør 3/Tube 3<br>atrazin/atrazine<br>μg/l (ppb) |
| 25.03.88                             | 3,95 ± 0,47                                    | 2,67 ± 0,09                                    | 0,51 ± 0,05                                    |
| 17.10.88                             | 0,70 ± 0,15                                    | 2,38 ± 0,06                                    | 0,23 ± 0,01                                    |
| 25.01.89                             | 0,75 ± 0,04                                    | Δ  | 0,16 ± 0,02                                    |
| 15.09.89                             | 0,64 ± 0,05                                    | 0,56 ± 0,05                                    | 0,51 ± 0,02                                    |
| 10.01.90                             | 0,38 ± 0,01                                    | 0,42 ± 0,01                                    | 0,09 ± 0,01                                    |
| 05.03.90                             | 0,15 ± 0,01                                    | 0,56 ± 0,03                                    | 0,16 ± 0,01                                    |



Den deethylerede atrazin er påvist i området mellem 0,5 og 40 ppb og den deisopropylerede fra 0,5 til 6 ppb. De højeste koncentrationer af deethyleret atrazin forekom i 1988 og 1989, i 1990 er niveauet 0,5-1 ppb. For den deisopropylerede atrazin er koncentrationerne mere konstante nemlig omkring 2 ppb i 1988 og 1989. I 1990 var koncentrationen ca. 1 ppb.

### Hexazinon

Koncentrationen af hexazinon i vand fra Bremersvold fremgår af tabel 4, hexazinon koncentrationerne varierer fra 0,07 ppb til 2,09 ppb uden nogen klar tendens.

Tabel 4. Koncentrationen af hexazinon bestemt i vand udtaget på Bremersvold. Den angivne spredning er fremkommet som resultatet af en dobbeltbestemmelse.  
 ' pesticidet er påvist, men i en koncentration under kvantificeringsgrænsen.  
 " u.d. under detektionsgrænsen.

\* prøverne er udtaget fra fyldte rør.

\*\* vandet er udtaget umiddelbart efter tilløb.

Table 4. The concentrations of hexazinone in water taken at Bremersvold. The standard deviation appears from determinations in duplicate.

' the pesticide is detected, but in a concentration below the limit of quantitation.

" below the limit of detection.

\* sampled from filled tube.

\*\* water is sampled immediately after inlet.

### Lokalitet Bremersvold

| Udtagnings-<br>dato<br>Sampling date | Rør 1/Tube 1<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) | Rør 2/Tube 2<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) | Rør 3/Tube 3<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) |
|--------------------------------------|--|--|--|
| 20.04.88                             | 0,19 ± 0,01  | 2,09 ± 0,07  | 0,17 ± 0,01  |
| 01.05.88                             | 0,10 ± 0,01  | 0,93 ± 0,06  | 0,38 ± 0,04  |
| 31.10.88                             | spor'  | 0,76 ± 0,07*<br>0,47 ± 0,04**                      | 0,15 ± 0,01  |
| 16.01.89                             | u.d."  | 0,16 ± 0,01  | u.d."  |
| 14.09.89                             | 0,07 ± 0,01  | 0,84 ± 0,14  | 1,76 ± 0,18  |
| 12.12.89                             | 0,09 ± 0,01  | 0,28 ± 0,01  | 0,48 ± 0,09  |
| 06.02.90                             | 0,29 ± 0,02  | 0,54 ± 0,01  | 0,77 ± 0,01  |
| 06.03.90                             | 0,20 ± 0,01  | 0,74 ± 0,05  | 0,53 ± 0,07  |

Hexazinon er på Gl. Kjøgegaard påvist i forholdsvis høje koncentrationer fra 3,47-42,66 ppb, jvf. tabel 5. Variationerne i hexazinonkoncentrationerne udviser heller ikke her noget entydigt mønster.

Her er påvist et nedbrydningsprodukt fra hexazinon nemlig 3-cyclohexyl-6=(methylamino)-1-methyl-1,3,5-triazin-2,4-(1H,3H)-dion i koncentrationsområdet 0,5 ppb, under forudsætning af at metabolitten har den samme genfindelses procent og ioniseringsgrad som hexazinon.

Tabel 5. Koncentrationen af hexazinon bestemt i vand udtaget på Gl. Kjøgegaard. Den angivne spredning er fremkommet som resultatet af en dobbeltbestemmelse.

\* der foreligger kun 1 måling

Δ ikke analyseret.

Table 5. The concentrations of hexazinone in water taken at Gl. Kjøgegaard. The standard deviation appears from determinations in duplicate.

\* there is only one determination

Δ not analysed.

Lokalitet Gl. Kjøgegaard

| Udtagnings-<br>dato<br>Sampling date | Rør 1/Tube 1<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) | Rør 2/Tube 2<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) | Rør 3/Tube 3<br>hexazinon/hexazinone<br>µg/l (ppb) |
|--------------------------------------|--|--|--|
| 25.03.88                             | 3,64 ± 0,2   | 4,00 ± 0,05  | 38,79 ± 3,08                                       |
| 17.10.88                             | 30,17 ± 3,02                                       | 7,48 ± 0,01  | 29,86 ± 2,62                                       |
| 25.01.89                             | 42,66 ± 2,76                                       | Δ  | 12,50 ± 0,12                                       |
| 15.09.89                             | 8,05 ± 0,63  | 17,21 ± 1,45                                       | 7,20 ± 0,42  |
| 10.01.90                             | 12,05 ± 0,45                                       | 17,05 ± 4,5  | 38,97 ± 2,94                                       |
| 05.03.90                             | 24,06 ± 1,69                                       | 3,47 ± 0,05  | 18,51*   |

## Diskussion og konklusion

Dette system af rør gør det muligt at vurdere, hvilke pesticider der udvaskes fra rod-zonen, og hvor længe denne proces varer. Da det udtagne vand er temporært mættet grundvand og ikke vand udtaget fra grundvandszonen, kan man ikke nøjagtigt beregne, hvor stor en procentdel af det udsprøjtede pesticid der udvaskes.

Da de første vandprøver blev udtaget på Bremersvold i april 1988 (tabel 2) var det 4 år efter, at der var blevet behandlet med atrazin, i 2 af de 3 rør var atrazinkoncentrationen på henholdsvis 7.07 og 7.79 ppb, i løbet af 1989 falder koncentrationen jævnt ned til henholdsvis 0,07 og 0,09 ppb for rør 1 og 2's vedkommende. Faldet i atrazin koncentrationen tyder på at stoffet 6 år efter, at det er blevet anvendt, er ved at være nedbrudt eller vasket ud af jorden.

På Gl. Kjøgegaard (tabel 3) udtages de første vandprøver 6 år efter, at der har været anvendt atrazin, koncentrationerne varierer fra 0,51-3,95 ppb, efter yderligere 2 år er koncentrationen nede på fra 0,15 til 0,56 ppb.

For begge lokaliteters vedkommende gælder, at atrazin koncentrationen i vandprøverne aftager betydeligt fra 1988 til 1990. Noget tilsvarende gælder for de 2 metabolitter - deethyleret og deisopropylet atrazin - på lokaliteten Gl. Kjøgegaard stagnerer koncentrationen af deisopropylet atrazin i 1989, hvorefter den falder brat til omkring 1 ppb i 1990. På Bremersvold er der kun oplysninger fra 1989 og 1990, men også her er langt de laveste koncentrationer at finde i 1990. Forholdet mellem koncentrationerne af atrazin og dens metabolitter svarer stort set til, hvad Muir (Muir, C. D. & Baker, E. B. (1976)) finder i en undersøgelse over triazin herbicider og deres nedbrydningsprodukter i drænvand fra marker med intensiv majsproduktion, nemlig at koncentrationerne af deethyleret og deisopropylet atrazin er af samme størrelsesorden som koncentrationerne af atrazin.

På Bremersvold er det i foråret 1988 fjerde gang stoffet hexazinon bliver anvendt, det ses i analyserne fra vandet i forholdsvis beskedne koncentrationer fra 0,07-2,09 ppb i perioden fra foråret 1988 til foråret 1990. Hexazinon udsprøjtes hvert forår, og man må antage, at der, når forholdene tillader det, finder en kontinuerlig udvaskning sted således, at der er flere bånd af hexazinon samt eventuelt metabolitter på vej ned gennem jorden, hvilket passer med de varierende koncentrationer.

På Gl. Kjøgegaard er det i foråret 1988 knapt et år siden, at hexazinon blev anvendt for første gang, alligevel ses stoffet allerede i vandprøverne i koncentrationer fra 3,64-38,79 ppb. Det betyder, at stoffet har bevæget sig ca. 1 meter i løbet af 1 år.

Perioden 1/4-1987 til 30/11-1987 havde i modsætning til de foregående og efterfølgende år en positiv vandbalance, hvilket betyder, at der allerede i forsommeren, umiddelbart efter sprøjtning, har været mulighed for at transportere hexazinonen væk fra pløjelaget, hvor nedbrydningen må forventes at foregå med en større hastighed end i de dybere jordlag.

Om tidligere års anvendelse af hexazinon på Bremersvold har medført en opformering af

en særlig population af hexazinon nedbrydere kunne være en forklaring på de meget lavere koncentrationer her end på Gl. Kjøgegaard, hvor der kun har været anvendt hexazinon et år inden de første prøver blev taget. Rhodes (Rhodes, R. C. (1980) har i et forsøg behandlet 2 forskellige jorde med  $^{14}\text{C}$ -hexazinon, efter 10-20 døgn steg udviklingen af  $^{14}\text{CO}_2$  brat, 80 døgn senere var mellem 45 og 75% af den tilsatte radioaktivitet udskilt som  $^{14}\text{CO}_2$ . Forsøget tyder på, at triazinringen er blevet totalt nedbrudt rent mikrobielt. Noget tilsvarende er set i forbindelse med nedbrydning af atrazin. Det utroligt lave atrazin indhold i grundvandet fra Sønderjylland førte til undersøgelser af jordens nedbrydningsevne over for atrazin (Helweg, A. (1989)), det viste sig, at jorden havde en forholdsvis høj nedbrydningskapacitet.

En af forklaringerne på koncentrationsforskellene mellem Gl. Kjøgegaard og Bremersvold kan være forskelle i doseringen af hexazinon, og dette kan også være årsag til de koncentrationsforskelle, der er mellem rørene på henholdsvis Gl. Kjøgegaard og Bremersvold.

Atrazinens tilstedeværelse i vandet er delvis af historisk interesse, idet anvendelsen i skovbruget ikke længere er tilladt fra sommeren 1991. Resultaterne viser, at stofferne kan udvaskes, men om koncentrationerne i den forholdsvis terræn nære dybde, hvor prøverne er udtaget, er uacceptable kan diskuteres, idet der jo vil ske en yderligere nedbrydning og fortynding inden vandet eventuelt bliver anvendt som drikkevand.

Udvaskningen af hexazinon, er specielt på Gl. Kjøgegaard kritisk. Om man efter at være ophørt med at anvende hexazinon kan spore stoffet i mange år, vil vi søge at belyse ved at fortsætte udtagningerne.

Der tilføres ca. 2 kg aktivt stof (hexazinon) pr. ha årligt, hvilket svarer til  $0,2 \text{ g/m}^2$ . Antager vi, at et års nedbørsoverskud (225 mm) indeholder hele pesticidmængden, vil de  $0,2 \text{ g}$  være opløst i 225 l vand svarende til en koncentration på  $900 \mu\text{g/l}$ .

Gennemsnitskoncentrationen på Gl. Kjøgegaard var over den 2 årige forsøgsperiode ca.  $20 \mu\text{g/l}$ . Det svarer til en hexazinon udvaskning på omkring 2% af den tilførte mængde.

Rørene kan dog kun give et skøn over den udvaskede mængde. For at klarlægge udvaskningsrisikoen for hexazinon under mere kontrollerede forhold bør der udføres lysimeterforsøg.

### **Sammendrag**

Udvaskningen af ukrudtsmidlerne atrazin og hexazinon er fulgt i forbindelse med stoffernes anvendelse i juletræskulturer på leret jord. Vandprøverne er udtaget i ca. 1-1,3 meters dybde via nogle rustfri stålrør, som fyldes med vand, når jorden, som omgiver dem, er mættet. Koncentrationen af de 2 stoffer og nogle af deres metabolitter er fulgt gennem 2 år. Atrazinkoncentrationerne varierede fra 0,06 til 7,79 ppb på de 2 lokaliteter faldende med tiden.

Hexazinonkoncentrationerne på den lokalitet, hvor stoffet havde været anvendt flere år, før vandprøverne blev udtaget viste ikke nær så høje koncentrationer ( $0,07$ - $2,09 \text{ ppb}$ ),

som vandprøverne (3,64-42,66 ppb) fra den lokalitet, hvor stoffet kun havde været anvendt 1 gang før første udtagning fandt sted.

### **Erkendtlighed**

En varm tak til laborant Hanne-Louise Krasinikoff for et stor og samvittighedsfuldt udført arbejde.

### **Litteratur**

- Bouchard, D. C & Lavy, T. L. (1985): Hexazinone Adsorption-Desorption Studies with Soil and Organic Adsorbents. J. Environ. Qual., Vol. 14, no. 2 p: 181-186
- EPA. Test Method. Base/Neutrals and Acids Method 625. (1982): p. 1-19
- Felding, G. & Helweg, A. (1987): 4. Danske Planteværnskonference. Pesticider/Miljø, s. 3-14.
- Felding, G. (1988): 5. Danske Planteværnskonference. Pesticider/Miljø, s. 45-57.
- Felding, G. (1990): 7. Danske Planteværnskonference. Pesticider/Miljø, s. 211-224.
- Helling, C. S, Kearney, P. C. and Alexander, M. (1971): Behavior of pesticides in soils. Adv. Agron. 23, 147-240.
- Helweg, A. (1984): Beskrivelse af pesticiders nedvaskning i jord. En udredning om problemet med forslag til foranstaltninger på området.
- Helweg, A. (1989): 6. Danske Planteværnskonference. Pesticider/Miljø, s. 4-13.
- Muir, C. D. & Baker, E. B. (1976): J. Agric. Food Chem., Vol. 24. No. 1, p. 122-126.
- Rhodes, R. C. (1980): Soil studies with <sup>14</sup>C-labelled Hexazinone. J. agric. food chem. 28 p 311-315.



## Udvaskning af pesticider fra landbrugsjord *Leaching of pesticides from arable land*

Betty Bügel Mogensen og Niels Henrik Spliid  
Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøkemi  
Mørkhøj Bygade 26 H  
2860 Søborg

### *Summary*

*Leaching of some selected herbicides (atrazin, simazin, MCPA, 2,4D, mechlorprop, dichlorprop, DNOC, dinoseb, bromoxynil, ioxynil and isoproturon) from arable land has been investigated during one year at two survey areas. One area consists of clayey soil the other one of sandy soil.*

*Samples from soil water stations, drainage water stations and stream water stations have been analysed.*

*In the clayey soil area concentrations of pesticides in soil water and drainage water are of equal order of magnitude. The highest concentration found in soil water is 1.0 ug/l of 2,4D. In the sandy soil area the highest concentration found in soil water is 1.36 ug/l dichlorprop. These concentrations are about a factor two below the "critical concentration" (2.5 ug/l) for soil water at 1 m's depth. The "critical concentration" has been calculated from the criterium of non acceptable mobility from the National Agency of Environmental Protection (Kriterier 1988).*

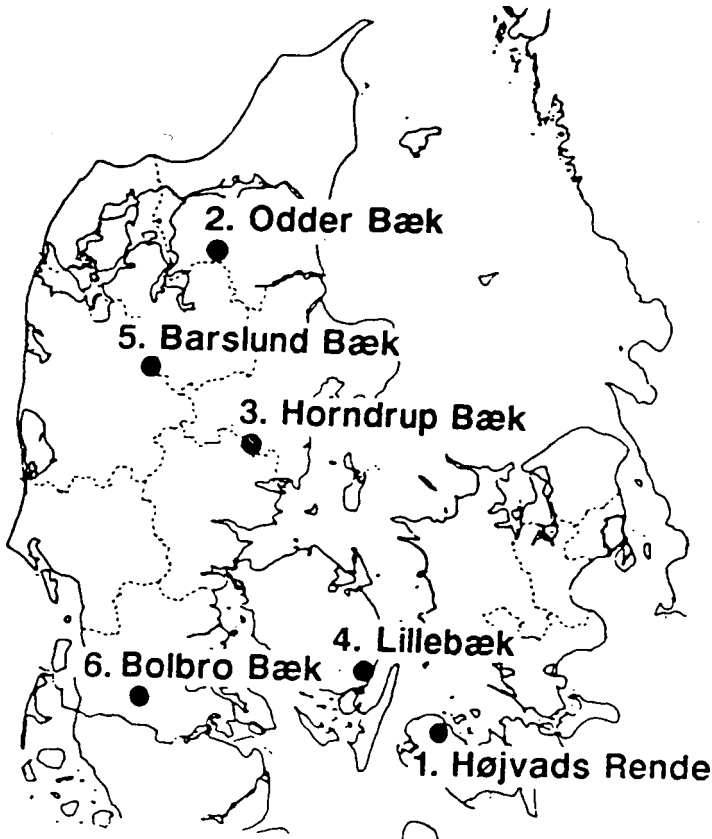
*In stream water in the clayey soil area occurrence of pesticides is more frequent and the concentrations higher than in soil water and drainage water. The results indicate that there are additional important sources of contamination of stream water with pesticides apart from leaching. In the sandy soil area the concentrations of pesticides are a little below the concentrations found in soil water.*

### **Indledning**

Undersøgelser i bl.a. Sverige har vist forholdsvis høje koncentrationer af pesticider i åer på visse årstider. Blandt de 18 pesticider, der blev fundet i vandløbene, var 11 herbicider. (Kreuger og Brink 1988). De fleste af åerne i undersøgelsen ligger i det sydlige Sverige, hvor klima, dyrkningsmetoder og jordtyper ligner de danske forhold. Resultaterne kunne derfor give mistanke om, at tilsvarende problemer kunne findes i danske vandløb, hvor der imidlertid ikke er foretaget nogen undersøgelser. En oversigt over danske resultater viser primært pesticidforureninger af brønde og borerer samt enkelte udvaskningsundersøgelser med atrazin. (Helweg og Felding 1989).

I Danmarks Miljøundersøgelser har man derfor ønsket at undersøge transporten af bekæmpelsesmidler fra landbrugsjorde til overfladevand på typiske danske landbrugsarealer.

På det tidspunkt, hvor undersøgelsen skulle starte, var der netop blevet etableret 6 overvågningsoplande i forbindelse med opfølgningen af vandmiljøplanen (fig.1.)



Figur 1. Oversigt over overvågningsoplandenes placering.  
*Location of the survey areas.*  
*Blicher-Mathiesen et al (1990).*

I disse oplande var jordstruktur og hydrologiske forhold blevet kortlagt, og der var etableret prøvestationer til udtagning af grundvand, jordvand, drænvand og vandløbsvand til analyse for indhold af næringssalte. Der var således meget, der talte for at undersøge pesticiders transport i tilknytning til overvågningsoplandene.

## Metoder

### Valg af lokaliteter

Ved valg af lokaliteter var det ønsket at finde et "rent" sandjords opland og et "rent" lerjords opland. Oplandet ved Bolbro Bæk i Sønderjyllands amt består hovedsagelig af hedeslette med grovsandet jord og en mindre del lerblandet sandjord. Oplandet ved Højvads Rende i Storstrøms amt består af moræneler med sandlinser. (Miljøstyrelsen 1988). Disse to oplande var de mest homogene af de seks oplande med hensyn til jordtype og blev derfor

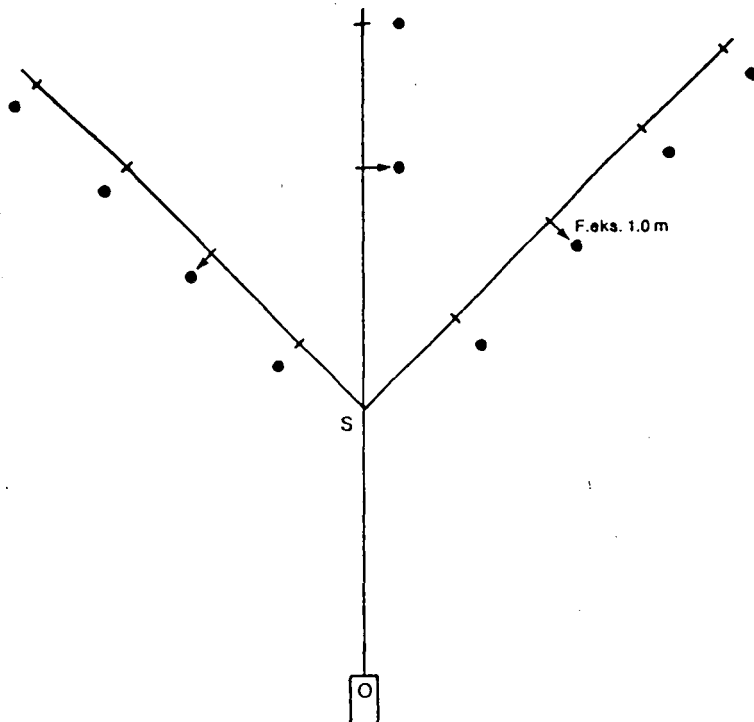


udset til undersøgelsesområder for pesticidprojektet. Ansvar for driften af overvågningsoplandene m.m. ligger i amterne. Der er indgået et samarbejde med de to berørte amter omkring prøveudtagning og forsendelse. Amterne står også for indsamling af oplysninger om anvendelsen af bekæmpelsesmidler i oplandene. Oplysningerne indsamles ved hjælp af spørgeskemaer og interview med de enkelte landmænd.

### Prøveudtagning

Fra Bolbro Bæk oplandet udtages prøver fra to jordvandsstationer og to vandløbsstationer. Fra Højvads Rende oplandet, som er drænet, tages prøver af drænvand foruden af jordvand og vandløb.

Jordvandsstationerne består af 10 sugekopper anbragt i et felt, som vist på fig. 2.

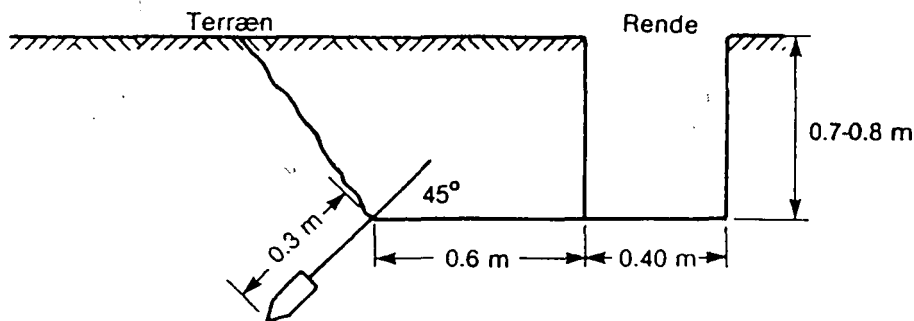


Figur 2. Placering af de 10 sugekopper i en jordvandsstation. Sugekoppens placering i forhold til renden med forbindesslanger. Kasse anbragt i markskel, indeholder prøvetagningsflaskerne.

*Location of the 10 suction cups in a soil water station. Location of suction cup in proportion to the groove containing the suction tubes. Box located at the field boundary containing sampling bottles.*

Sugekopperne er anbragt i 80-90 cm's dybde. Ved etableringen af jordvandsstationerne blev der gravet render i marken. Til hver sugekop blev der gravet et specielt felt, for at muliggøre

en placering af sugekopperne længere væk fra det forstyrrede jordvolumen. Ved hjælp af et jordspyd blev der lavet hul til sugekoppen under den uforstyrrede del af marken, jf. fig 3. Opslemmet jord er brugt som pakningsmateriale omkring sugekopperne.



Figur 3. Placering af sugekopper. Tværsnit.  
*Location of suction cups. Cross section.*  
 DGU (1989).

Jordvand, der er opsamlet af sugekopperne, bliver transporteret til vacuumflasker via et dobbelt slangesystem. Hver sugekop er forbundet individuelt til en vacuumflaske. Jordvandet suges op med et begyndelsesvacuum på 0,7 bar. Vandprøverne fra de 10 sugekopper i en station samles til en fællesprøve.

Sugekopperne består af teflon, slangerne er af polyethylen og vacuumflaskerne af pyrexglas. Der er udtaget jordvandsprøver ca 1 gang om ugen i afstrømningsperioden.

Drænvandsprøver er udtaget ca 1 gang om ugen i de perioder, hvor der har været afstrømning fra drænene. I drænvandsbrøndene opsamles bl.a. drænvand fra de marker, hvor jordvandsstationerne er anbragt.

Vandløbsprøver udtages manuelt ca en gang om ugen efter den metode, der er beskrevet i Kronvang og Rebsdorf (1988).

### Måleprogram

Fra Højvads Rende opland undersøges prøver fra to jordvandsstationer og de tilhørende drænvandsstationer samt fra to vandløbsstationer.

Fra Bolbro Bæk opland undersøges prøver fra to jordvandsstationer og to vandløbsstationer.

En nøjere beskrivelse af prøvestationernes funktion og instrumentering findes i etableringsrapporter fra DGU (1989 a-b)

Prøverne konserveres og sendes til Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Miljøkemi. Der er analyseret for indhold af en række herbicider, som vides at have en vis udvaskningsrisiko: Atrazin, simazin, MCPA, 2,4D, mechlorprop, dichlorprop, DNOC, dinoseb, bromoxynil, ioxynil samt isoproturon.

### Dyrkning samt anvendelse af pesticider

I Højvads Rende opland løber vandløbet på den nedre del af strækningen gennem skov. I den øvre del dyrkes der især roer, byg og hvede. Der er kun få marker med vedvarende græs.

I Bolbro Bæk opland er der store arealer med græsning. Derudover dyrkes der især foderroer og korn.

Oplysningerne om anvendelse af pesticider indsamles i vinterperioden for det forløbne år. Der er derfor ikke i øjeblikket oplysninger om forbruget i 1990, hvor størstedelen af prøvetagningen har fundet sted. Fra Højvads Rende er der oplysninger fra 1989.

### Analysemetode

Vandprøverne er ekstraheret med dichlormethan og opkoncentreret. Analyserne er udført ved HPLC med henholdsvis UV- eller elektrokemisk detektor. For alle pesticider er detektionsgrænsen af størrelsesorden 0,01 µg/l.

### **Resultater og diskussion**

Resultaterne af de hidtidige analyser er sammenstillet i tabellerne 1-5.

Tabel 1. Koncentrationer af pesticider i jordvand og drænvand fra to prøvestationer i Højvads Rende overvågningsopland.  
*Concentrations of pesticides in soil water and drainage water from two sampling stations in Højvads Rende survey area.*

| Højvads Rende. November 1989 - september 1990 |            |                  |            |                  |
|---|------------|------------------|------------|------------------|
| Pesticid navn                                 | Jordvand 1 |                  | Drænvand 1 |                  |
|   | Interval   | Positive (Total) | Interval   | Positive (Total) |
| simazin                                       | 0,04       | 1 (22)           | -          | 0 (13)           |
| MCPA  | 0,07-0,15  | 2 (23)           | 0,03       | 1 (13)           |
| 2,4D  | 0,01-1,0   | 5 (23)           | 0,03       | 1 (13)           |
| mechlorprop                                   | -          | 0 (23)           | 0,06       | 1 (13)           |
| dichlorprop                                   | -          | 0 (23)           | 0,12       | 1 (13)           |
| isoproturon                                   | 0,12       | 1 (10)           | -          | 0 (0)            |
| Pesticid navn                                 | Jordvand 2 |                  | Drænvand 2 |                  |
|   | Interval   | Positive (Total) | Interval   | Positive (Total) |
| atrazin                                       | -          | 0 (22)           | 0,03       | 1 (10)           |
| MCPA  | 0,12-0,26  | 3 (22)           | 0,04-0,08  | 3 (10)           |
| mechlorprop                                   | -          | 0 (22)           | 0,06       | 1 (10)           |
| dichlorprop                                   | 0,22       | 1 (22)           | 0,04-0,06  | 2 (10)           |
| ioxynil                                       | 0,09       | 1 (10)           | -          | 0 (3)            |
| isoproturon                                   | 0,15       | 1 (10)           | -          | 0 (3)            |

Tabel 2.

Koncentrationer af pesticider i vandløbsvand i Højvads Rende overvågningsopland.  
*Concentrations of pesticides in stream water in Højvads Rende survey area.*

| Højvads Rende. Oktober 1989 - september 1990 |               |                  |               |                  |
|--|---------------|------------------|---------------|------------------|
| Pesticid navn                                | Vandløb St. A |                  | Vandløb St. B |                  |
|  | Interval      | Positive (total) | Interval      | Positive (total) |
| simazin                                      | 0,02-0,04     | 4 (22)           | 0,02          | 1 (22)           |
| atrazin                                      | 0,01-0,20     | 6 (22)           | 0,01-0,29     | 7 (22)           |
| MCPA   | 0,18-0,50     | 3 (22)           | 0,14-0,59     | 3 (22)           |
| 2,4D   | 0,04-0,57     | 4 (22)           | 0,03-0,21     | 6 (22)           |
| mechlorprop                                  | 0,04-1,4      | 4 (22)           | 0,02-5,3      | 6 (22)           |
| dichlorprop                                  | 0,09-0,47     | 2 (22)           | 0,48-0,53     | 2 (22)           |
| DNOC   | 0,04-0,16     | 2 (22)           | 0,02-0,10     | 2 (22)           |
| dinoseb                                      | 0,01          | 1 (22)           | -             | 0 (22)           |
| bromoxynil                                   | 0,01          | 1 (11)           | 0,01-0,53     | 3 (11)           |
| ioxynil                                      | 0,01-0,02     | 2 (11)           | 0,01-0,11     | 3 (11)           |

Tabel 3.

Koncentrationer af pesticider i jordvand i Bolbro Bæk overvågningsopland.  
*Concentrations of pesticides in soil water in Bolbro Bæk survey area.*

| Bolbro Bæk opland. April 1990 - august 1990 |            |                  |            |                  |
|---|------------|------------------|------------|------------------|
| Pesticid navn                               | Jordvand 1 |                  | Jordvand 2 |                  |
|   | Interval   | Positive (total) | Interval   | Positive (total) |
| simazin                                     | 0,02-0,05  | 3 (13)           | 0,02-0,09  | 4 (11)           |
| MCPA  | 0,10       | 1 (13)           | 0,02-0,17  | 3 (11)           |
| 2,4D  | 0,18-1,2   | 2 (13)           | 0,10       | 1 (11)           |
| dichlorprop                                 | 1,36       | 1 (13)           | 0,09-0,19  | 2 (11)           |
| bromoxynil                                  | 0,01       | 1 (9)            | 0,01       | 2 (8)            |
| isoproturon                                 | 0,01-0,02  | 2 (9)            | 0,01-0,05  | 2 (8)            |

Tabel 4.

Koncentrationer af pesticider i vandløbsvand i Bolbro Bæk overvågningsopland.  
*Concentrations of pesticides in stream water in Bolbro Bæk survey area.*

| Bolbro Bæk opland. April 1990 - august 1990 |               |                  |               |                  |
|---|---------------|------------------|---------------|------------------|
| Pesticid navn                               | Vandløb St. A |                  | Vandløb St. B |                  |
|   | Interval      | Positive (total) | Interval      | Positive (total) |
| MCPA  | -             | 0 (12)           | 0,07-0,15     | 2 (13)           |
| 2,4D  | 0,15          | 1 (12)           | -             | 0 (13)           |
| dichlorprop                                 | 0,25-0,66     | 2 (12)           | 0,57          | 1 (13)           |
| mechlorprop                                 | 0,07          | 1 (12)           | -             | 0 (13)           |
| bromoxynil                                  | 0,03          | 1 (8)            | -             | 0 (9)            |
| ioxynil                                     | 0,01          | 1 (8)            | -             | 0 (9)            |

Tabel 5.

Forekomst af pesticider i vandløb. Måned nr.  
*Occurrence of pesticides in stream water. Month no.*

| Pesticidfund i vandløbsvand |   |               |   |       |
|-----------------------------|---|---------------|---|-------|
| Pesticid navn               | Højvads Rende<br>oktober 1989 -<br>september 1990 |               | Bolbro Bæk<br>april 1990 -<br>august 1990 |       |
|                             | Fundet i måned                                    |               | Fundet i måned                            |       |
|                             | St. A   | St. B         | St. A                                     | St. B |
| simazin                     | 10,2,6,7  | 6             | -   | -     |
| atrazin                     | 10,12, 3,5,7                                      | 10,3,5, 6,7,  | -   | -     |
| MCPA                        | 11,5,6  | 11,5,6        | -   | 5,7   |
| 2,4D                        | 11,6,7  | 10,11,<br>6,7 | 5   | -     |
| mechlorprop                 | 11,12   | 11,12,2       | 5   | -     |
| dichlorprop                 | 5   | 4,5           | 5,6                                       | 6     |
| DNOC                        | 11,3  | 11,3          | -   | -     |
| dinoseb                     | 8   | -             | -   | -     |
| bromoxynil                  | 5   | 5,8,9         | 6   | -     |
| ioxynil                     | 5,8   | 5,9           | 6   | -     |

## Højvads Rende

### Jordvand (Tabel 1)

Det er især phenoxyreherbicer, der er fundet, men også ioxynil og isoproturon optræder. Simazin er påvist i en enkelt prøve. Koncentrationerne ligger mellem 0,01 ug/l (detektionsgrænsen) og 1,0 ug/l. Koncentrationen af pesticider i det jordvand, der opsamles ved hjælp af sugekopperne, er udtryk for hvor meget pesticid, der på prøvetagningstidspunktet er i det vand, der forlader rodzonen.

### Drænvand (Tabel 1)

Indholdet af pesticider i drænvand minder om indholdet i jordvand. Koncentrationerne ligger dog generelt lidt lavere i drænvand end i jordvand.

### Vandløbsvand (Tabel 2 + Tabel 5)

I vandløbet optræder de herbicer, der indgår i undersøgelsen, både hyppigere og i højere koncentrationer, end tilfældet er for jordvand og drænvand. Der findes pesticider i vandløbet hele året. Phenoxyreherbicerne optræder dog hyppigst i oktober-november og i maj-juni. Den højeste koncentration, der er fundet i vandløbet er 5,3 ug/l mechlorprop. Disse resultater indikerer, at drænvand og udsivende jordvand næppe er den væsentligste kilde til forurening af vandløb med pesticider.

Der indgår ikke andre kilder i nærværende undersøgelse, men der kan peges på nogle mulige tilførselsveje: Vinddrift i forbindelse med udbringningen, overfladisk afstrømning i forbindelse med regnskyl og tilførsel med regnvand er potentielle kilder, som bør undersøges nærmere. Der kan også være tale om udsivning fra gamle, uhensigtsmæssigt deponerede dunke.

## Bolbro Bæk

### Jordvand (Tabel 3)

Det er især phenoxyre-herbicerne, der er fundet, men bromoxynil og isoproturon optræder også, og simazin er tilstede i flere prøver på begge stationer. Den højeste koncentration, der er fundet er 1,36 ug/l dichlorprop.

### Vandløbsvand (Tabel 4 + Tabel 5)

Hyppigheden i forekomst af de undersøgte herbicer er lidt mindre i vandløbet end i jordvandet. Den højeste koncentration, der er fundet i vandløbet er 0,66 ug/l dichlorprop, som også er det stof, der fandtes i højest koncentration i jordvand. Undersøgelserne i Bolbro Bæk er startet senere end undersøgelserne i Højvads Rende, og der er derfor færre resultater. Umiddelbart kunne det dog se ud til, at belastningen fra andre kilder er mindre i Bolbro Bæk end i Højvads Rende.

## **Konklusion**

Miljøstyrelsen har fastlagt kriterier for hvornår bekæmpelsesmidler anses for særligt skadelige for miljøet. (Kriterier 1988). Disse kriterier omfatter pesticiders mobilitet i jorden. Ifølge kriterierne kan et pesticid ikke godkendes, hvis der udvaskes mere end 5g/ha/år til under 1m's dybde. Med en årlig overskudsnedbør på 200mm (Aslyng 1961) svarer dette

kriterie til en gennemsnitlig koncentration af pesticid i det vand, der forlader rodzonen på 2,5 ug/l. Denne koncentration kan betragtes som en "kritisk koncentration".

I Højvads Rende oplandet er den højeste koncentration fundet i en jordvandsprøve 1,0 ug/l 2,4D. I Bolbro Bæk oplandet er den højeste koncentration i jordvandsprøverne 1,36 ug/l dichlorprop. De højeste fundne koncentrationer i begge oplande ligger således ca en faktor 2 under den "kritiske koncentration", der blev beregnet oven for på grundlag af Miljøstyrelsens kriterie for uacceptabel mobilitet.

### **Sammendrag**

Udvaskningen af en række udvalgte herbicider (atrazin, simazin, MCPA, 2,4D, mechlorprop, dichlorprop, DNOC, dinoseb, bromoxynil, ioxynil og isoproturon) fra landbrugsjord er gennem et år blevet undersøgt i 2 af amternes overvågningsoplande med henholdsvis lerjord og sandjord.

Der er undersøgt prøver fra jordvands- og drænvands- samt vandløbsstationer.

I lerjordsoplandet er koncentrationen af pesticider i jordvand og drænvand af samme størrelsesorden. Den højeste koncentration, der er fundet i jordvand er 1,0 ug/l 2,4D. I sandjordsoplandet er den højeste koncentration i jordvand 1,36 ug/l dichlorprop. Disse koncentrationer ligger omkring en faktor 2 lavere end den "kritiske koncentration" (2,5 ug/l) for jordvand i 1 m's dybde, som kan udledes af Miljøstyrelsens kriterie for uacceptabel mobilitet.

I vandløbet i lerjordsoplandet forekommer herbiciderne hyppigere og i højere koncentrationer end i jordvand og drænvand. Resultaterne kunne tyde på, at der er andre væsentlige kilder til pesticidforurening af vandløbet end udvaskning. I sandjordsoplandet ligger koncentrationen af pesticider i vandløbet lavere end koncentrationen i jordvand.

### **Litteratur**

Aslyng (1961). Klima, jord og vandbalance i jordbruget. DSR Den kgl. Veterinær og Landbohøjskole, 240 pp.

Blicher-Mathiesen, G et al. (1990). Landovervågningsoplande. Næringsstofudvaskning fra rodzonen. Hovedrapport. Faglig rapport fra DMU nr. 6.

DGU (1989 a). Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsoplande LOOP 1 Højvads Rende. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer.

DGU (1989 b). Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Landovervågningsopland LOOP 6 Bolbro Bæk. Etableringsrapport for jordvandsstationer og grundvandsstationer.

Helweg, A og Felding, G. (1989). Pesticider i drænvand, grundvand og overfladevand. Danske resultater og projekter. Nordisk Planteværnskonference 1989. Planteværnscentret, 433 -42.

- Kriterier (1988). Kriterier for hvornår bekæmpelsesmidler anses for særligt farlige for sundheden eller særligt skadelige for miljøet. Miljøstyrelsen, oktober 1988.**
- Kronvang og Rebsdorf (1988). Vandkvalitet i vandløb. Prøvetagning og analysemetoder. Teknisk rapport nr. 19. Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium.**
- Miljøstyrelsen (1988). Rapport fra arbejdsgruppen vedrørende Landovervågningsoplande. Miljøstyrelsen, Vandmiljøkontoret.**



## **Nedbrydning af herbicidet mechlorprop (MCP) i jord. Indflydelse af jordtemperatur og jorddybde.**

*Degradation of the herbicide mecoprop (MCP) in soil. Influence of soil temperature and soil depth.*

Arne Helweg  
Lisbeth Fomsgaard  
Edna Gardshodn  
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi  
Planteværnscentret  
Flakkebjerg  
4200 Slagelse

### **Summary**

*Influence of soil temperature and soil depth is determined on the degradation of  $^{14}\text{C}$ -MCP. The degradation is determined by  $^{14}\text{C}$  evolved as  $\text{CO}_2$ . At 5, 10 and 20°C 40% of the added  $^{14}\text{C}$  is evolved after 30, 20 and 5 days of incubation respectively with  $^{14}\text{C}$ -MCP (2 mg/kg). The degradation rate increases exponentially at all temperatures with a doubling time of 6.9, 4.9 and 1.4 days at 5, 10 and 20°C respectively, though there is a lag phase of 12-14 days at 5°C.*

*The degradation rate of MCP (0.05 mg/kg) decreases rapidly with soil depth. In the plough layer 30 to 35%  $^{14}\text{C}$  is evolved as  $\text{CO}_2$  after 20 days at 10°C whereas only 13 and 4%  $^{14}\text{CO}_2$  is evolved from the 33-66 cm and 66-99 cm layer respectively after 94 days of incubation.*

### **Indledning**

Mechlorprop (MCP) anvendes til bekæmpelse af tokimbladet ukrudt i kornafgrøder i mængder på 1,5 til 3 kg aktivt stof pr. ha. Forbruget af mechlorprop er steget gennem 80'erne fra ca. 200 tons til 5-600 tons, primært som følge af en stigende dyrkning af vintersæd, idet mechlorprop her kan anvendes i efterårsperioden.

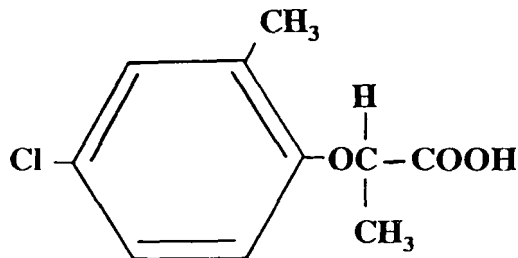
På grund af anvendelsen om efteråret vil MCP blive udbragt på jorden på et tidspunkt, hvor betingelserne for nedbrydning er dårlige (lav jordtemperatur), og hvor risikoen for udvaskning er stor (stort overskudsnedbør i vinterhalvåret).

På baggrund af risikoen for grundvandsforurening med MCP har vi undersøgt, hvor hurtigt stoffet kan nedbrydes ved lave jordtemperaturer, og om det kan nedbrydes, hvis det først har forladt pløjelaget.

### MCPP's nedbrydning

Trods den udbredte anvendelse er der kun relativt få oplysninger om MCPP's nedbrydning i jord, specielt mangler der oplysninger om indflydelsen af temperatur og vandindhold på nedbrydningen. Og som for de fleste andre pesticiders vedkommende mangler der oplysninger om nedbrydningen i jordlag under pløjelaget.

MCPP's strukturformel fremgår af figur 1, og første trin i nedbrydningen synes at være dannelsen af 4-Cl-2-methylphenol som er påvist som nedbrydningsprodukt (Smith, 1985). Den videre nedbrydning kan formodes at være den samme som for MCPA som ender i en fuldstændig mineralisering via 5-Cl-3-methyl catecol og 4-Cl-3-Methyl-muconsyre (Loos, 1975). Smith og Hayden (1981) anfører en halveringstid for MCPP på henholdsvis 7, 8 og 9 dage i 3 canadiske jordtyper. Resultater af Klint *et al.* (1990) tyder endvidere på, at MCPP også kan nedbrydes i grundvandszonen.



**Mechlorprop (MCPP)**

Figur 1. Herbicidet mechlorprop (2-(4-chlor-2-methylphenoxy)propionsyre). Mærket med  $^{14}\text{C}$  i benzenringen.

*The herbicide mecoprop (MCPP) (2-(4-chloro-2-methylphenoxy) propionic acid). Labeled with  $^{14}\text{C}$  in the benzene ring.*

### Materialer og metoder

$^{14}\text{C}$ -mærket MCPP er modtaget fra Amersham Inc. Specifik akt. 1,74 GBq/mmol og radiokemisk renhed 98%. Umærket MCPP er modtaget fra Riedel de Hæn med en renhed på 99%.

$^{14}\text{C}$ -MCPP opløses i diethylether og tildryppes en lille jordmængde. Efter fuldstændig afdampning af opløsningsmidlet blandes den lille mængde jord med resten af jorden, som fordeles i Erlenmeyer kolber á 50 g jord. I temperaturforsøget er jordprøverne tilsat 2 mg MCPP pr. kg svarende til ca. 2 kg pr. ha i et jordlag på ca. 7,5 cm.

I forsøget i jordprofilen er jorden tilsat 0.05 mg/kg, fordi det anses for en mere sandsynlig koncentration i dybe jordlag.

### Jordtyper og inkubering

Tabel 1 viser en teksturanalyse af de anvendte jordprøver henholdsvis fin sandblandet lerjord (Roskilde) og grovsandet jord (Jydevad). Inden start af forsøgene er jordprøverne tilsat vand til ca. 50% af jordens vandholdende evne (WHC). Fordampet vand er tilsat i forsøgsperioden.

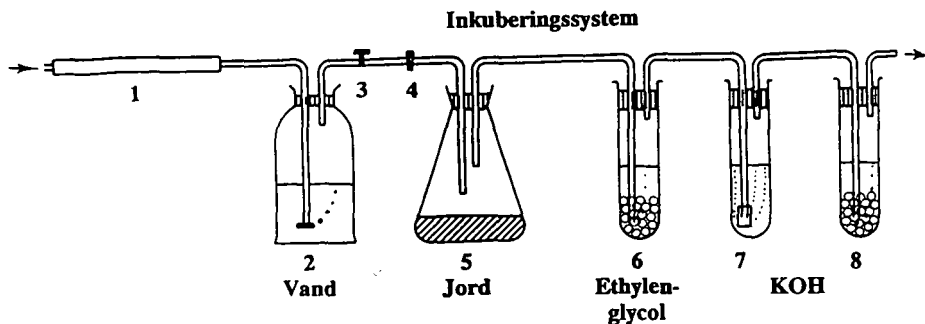
| Lokalitet<br>Origin | Dybde<br>Depth<br>cm | Ler<br>(Clay) | Silt | Grov<br>silt | Finsand<br>Fine<br>sand | Grovsand<br>Coarse<br>sand | Humus<br>Humus | pH<br>(H <sub>2</sub> O) |
|---------------------|----------------------|---------------|------|--------------|-------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------|
| Roskilde            | 0-30                 | 13,2          | 14,1 | 14,5         | 31,5                    | 24,0                       | 2,6            | 6,7                      |
| Jydevad             | 0-25                 | 4,0           | 3,8  | 2,8          | 20,4                    | 66,5                       | 2,4            | 6,6                      |
| -                   | 25-50                | 3,1           | 2,4  | 1,0          | 11,4                    | 81,1                       | 1,0            | 6,8                      |
| -                   | 50-75                | 3,1           | 1,0  | 1,0          | 9,7                     | 84,8                       | 0,5            | 6,5                      |
| -                   | 75-100               | 5,1           | 0,9  | 1,4          | 37,7                    | 54,6                       | 0,3            | 5,9                      |

Ler (Clay) < 0,002 mm, Silt 0,002-0,02 mm, Grovsilt (Coarse silt) 0,02-0,063 mm, Finsand (Fine sand) 0,063-0,2 mm, Grovsand (Coarse sand) 0,2-2 mm, Humus = % C x 1,72

Tabel 1. Partikelstørrelsesfordeling og humusindhold i de anvendte jordtyper. Roskilde er en fin sandblandet lerjord (JB6) og Jydevad en grovsandet jord (JB1).  
*Texture, pH and content of humus in the soils. Roskilde: sandy clay, Jydevad: coarse sand.*

### Måling af <sup>14</sup>C-udskillelse fra jord

<sup>14</sup>C udskilt som <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fra jordprøver tilsat <sup>14</sup>C-mechlorprop opfanges ved at lede en svag luftstrøm (5-10 ml/min) gennem kolber med 50 g jord (figur 2). Luften bobles herefter først gennem et reagensglas med ethylenglycol til opsamling af fordampede organisk stoffer. Derefter ledes luften gennem fælder af KOH til opsamling af den udskilte CO<sub>2</sub> (Helweg, 1987).



Figur 2. Inkuberingssystem til måling af  $^{14}\text{C}$ -MCPK nedbrydning i jord. 1) glasrør med natronkalk til absorbering af luftens  $\text{CO}_2$ , 2) vaskeflaske med vand til at fugte luften, 3) nålventil til at regulere lufthastigheden, 4) kolbe med jord tilsat  $^{14}\text{C}$ -mærket MCPK 5) absorber med ethylen-glycol, 6) og 7) og 8) absorber med KOH til absorbering af  $^{14}\text{CO}_2$ . Absorberne indeholder glaskugler eller sintret glas (Helweg, 1988).

*Incubation system used to determine degradation of  $^{14}\text{C}$ -labelled MCPK in soil. 1) sodalime for absorption of  $\text{CO}_2$  in air, 2) bottle for moistening of air, 3) needlevalve, 4) soil flask, 5) and 6) and 7) and 8) absorbers with ethyleneglycol, KOH and KOH respectively (Helweg, 1988).*

### Analysemetoder

Jorden analyseres for MCPK efter (Tsukioka & Murakami (1989)). Jordprøver á 25 g ekstraheres 4 gange med vand + calcium hydroxyd ved ultralyd. Efter centrifugering samles de vandige ekstrakter og ekstraheres ved  $\text{pH} < 1$  med methylenchlorid. Efter indblæsning til tørhed i  $\text{N}_2$  opløses inddampningsresten i 1 ml elueringsvæske og 20  $\mu\text{l}$  af opløsningen chromatograferes ved HPLC kolonne ODS-2, Eluent: methanol + tetrabutylammoniumhydrogensulfat 67:33 ( $\text{pH} 5,4$  i TBAHS). Efter passage gennem HPLC opsamles i fraktioner á 10 dråber, hvori  $^{14}\text{C}$  tælles til identifikation af MCPK og eventuelle nedbrydningsprodukter.

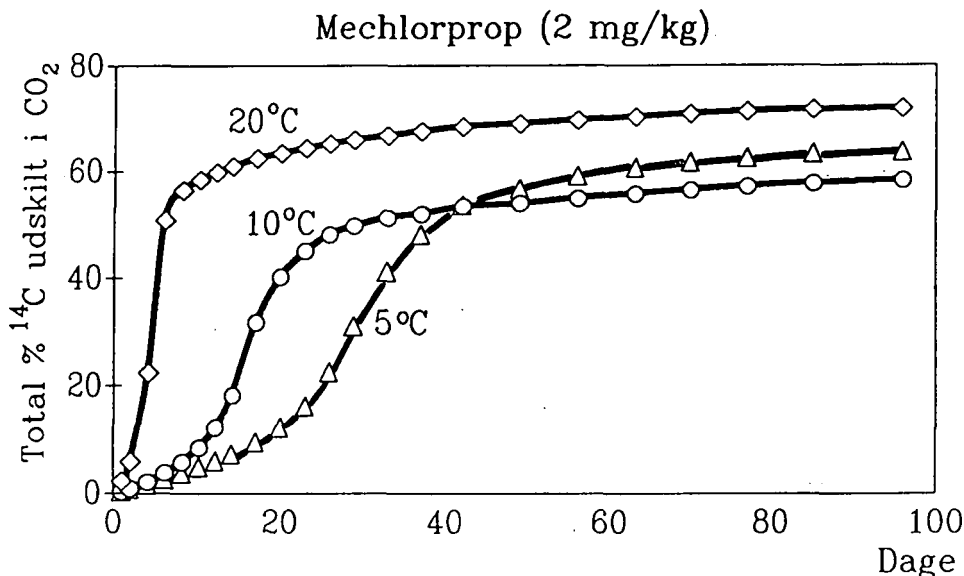
Efter ekstrahering af jordprøverne blev den hårdt bundne  $^{14}\text{C}$ -rest bestemt ved at afbrænde jordprøverne i  $\text{O}_2$ -strøm i en induktionsovn (Leco Corp.) og opsamle den dannede  $\text{CO}_2$  i ethanolamin.  $^{14}\text{C}$ -aktivitet er målt ved væskeintillationstælling på LKB 1215.

### **Resultater og diskussion**

Nedbrydningen af MCPK beskrives her primært ved udskillelsen af  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$ , som er det bedste mål for den totale mineralisering af et kemisk stof i jord. Forudsat mærkningen sidder i en central del af molekylet. MCPK er  $^{14}\text{C}$ -mærket i ringen.

### Temperaturens indflydelse på MCPP's nedbrydning

Figur 3 viser den totale udskillelse af  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$  fra jordprøver (Roskilde) tilsat MCPP (2 mg/kg) og inkuberet ved 5, 10 og 20°C i 96 dage. Figuren viser tydeligt den langsommere nedbrydning ved 5°C, hvor 10%  $^{14}\text{C}$  er udskilt i  $\text{CO}_2$  efter ca. 20 dage, medens der efter samme tidsrum er udskilt over 60%  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$  ved 20°C. Figuren viser også, at 50-60% af det tilsatte  $^{14}\text{C}$  er udskilt i  $\text{CO}_2$ . Efter ca. 10, 30 og 60 dages forløb ved henholdsvis 20, 10 og 5°C, herefter sker  $^{14}\text{C}$ -udskillelsen kun meget langsomt. Det skyldes, at den tilbageværende  $^{14}\text{C}$  i jorden nu er indbygget i mikroorganismer og i andre organiske forbindelser i jorden, hvorfra det kun langsomt bliver frigjort.

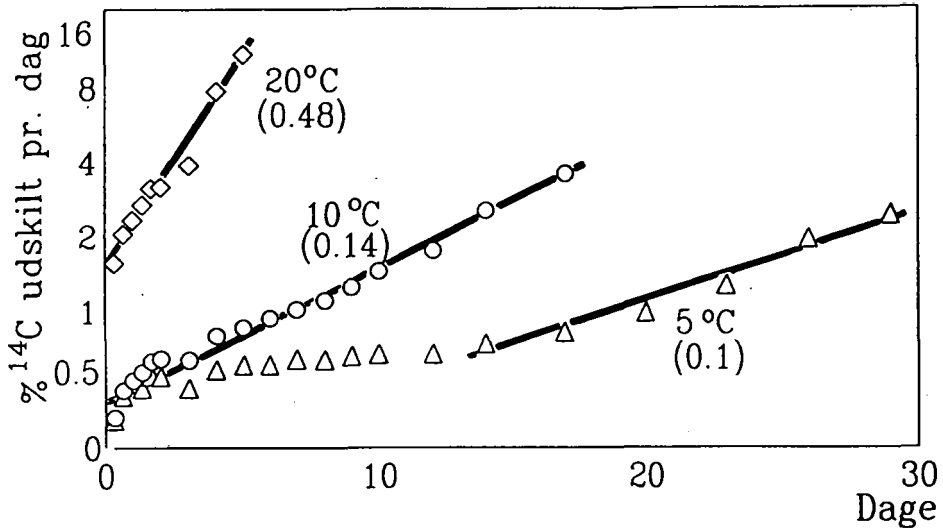


Figur 3. Total udskillelse af  $^{14}\text{C}$  som  $^{14}\text{CO}_2$  fra jordprøver (Roskilde) tilsat  $^{14}\text{C}$ -mecloprop (2 mg/kg) og inkuberet ved henholdsvis 5, 10 og 20°C i 96 dage. Total evolution of  $^{14}\text{C}$  as  $^{14}\text{CO}_2$  from soil samples (Roskilde) supplied with  $^{14}\text{C}$ -mecloprop (2 mg/kg) and incubated at 5, 10 and 20°C for 96 days (Roskilde).

Figur 3 tyder på, at  $^{14}\text{CO}_2$ -udviklingen stiger eksponentielt i en periode, som tegn på vækst af MCPP-nedbrydende mikroorganismer.

Ved at afsætte mængden af  $^{14}\text{C}$  udskilt pr. dag logaritmisk kan man få et udtryk for forløbet af den eksponentielle fase (figur 4). Ved 20°C viser figuren en relativt stor udskillelse af  $^{14}\text{C}$  ved forsøgets start (1-2% udskilt efter få dages forløb) desuden starter den eksponentielt stigende nedbrydning med det samme. Også ved 10°C ser nedbrydningen ud til at stige eksponentielt fra den første dag, blot er kurvens hældning ikke så stejl ( $\text{CO}_2$ -udskillelsen er målt med 8 timers mellemrum de første 2 dage). Ved 5°C varer det 12-14 dage før den eksponentielle nedbrydning starter, også her med et fladere kurveforløb end ved 10 og 20°C. Kurvernes hældning, som fremgår af figur 4, kan bruges til at vise fordoblingstiden ( $T_d$ ) for  $\text{CO}_2$ -udskillelsen ( $T_d = \frac{\ln 2}{\text{hældningen}}$ ). Tabel 2 viser, at fordoblingstiden varierer fra ca. 1,4 dage ved 20°C til 6,9 dage ved 5°C.

## Mechlorprop (2 mg/kg)



Figur 4. %<sup>14</sup>C udskilt som <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> pr. dag fra jordprøver (Roskilde) tilsat <sup>14</sup>C-mechlorprop (2 mg/kg) og inkuberet ved henholdsvis 5, 10 og 20°C (log skala). Kurvernes hældning er angivet i parentes.  
 %<sup>14</sup>C evolved as <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> per day from soil samples (Roskilde) supplied with <sup>14</sup>C-mecoprop (2 mg/kg) and incubated at 5, 10 and 20°C (log scale). Slope of the curves in parenthesis.

Tabel 2. Fordoblingstiden (Td) for <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> udskillelsen fra jord tilsat <sup>14</sup>C-MCPP (2 mg/kg) og inkuberet ved 5, 10 og 20°C.  
 Doubling time (Td) for the <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-evolution from soil supplied with <sup>14</sup>C-MCPP (2 mg/kg) and incubated at 5, 10 and 20°C.

| Temperatur | Periode (dage) | Hældning | $Td = \frac{\ln 2}{\text{hældning}} = \frac{0,6931}{\text{hældning}}$ |
|------------|----------------|----------|---|
| 5°C        | 14-29          | 0,1      | 6,9 dage  |
| 10°C       | 0,3-17         | 0,14     | 4,9 dage  |
| 20°C       | 0,3-5          | 0,48     | 1,4 dage  |

Ved forsøgets afslutning efter 96 dage blev jordprøverne ekstraheret og resterende  $^{14}\text{C}$  i de ekstraherede jordprøver blev målt ved afbrænding og opsamling af udskilt  $^{14}\text{CO}_2$ . Mængden af  $^{14}\text{C}$  i ekstrakterne var så lav, at MCPP ikke kunne påvises. Total genfindelse af  $^{14}\text{C}$  ligger mellem 81 og 111% i de 9 jordprøver. Se tabel 3.

Tabel 3. Nedbrydning af  $^{14}\text{C}$ -mechlorprop (2 mg/kg) efter 96 dages inkubering i jord (Roskilde) ved 5, 10 og 20°C. n.d. - under detektionsgrænsen.

*Degradation of  $^{14}\text{C}$ -mecroprop (2 mg/kg) after 96 days of incubation in soil (Roskilde) at 5, 10 and 20°C. % $^{14}\text{C}$  in  $\text{CO}_2$  % $^{14}\text{C}$  extracted from soil, % $^{14}\text{C}$  in extracted soil and total recovery of  $^{14}\text{C}$ .*

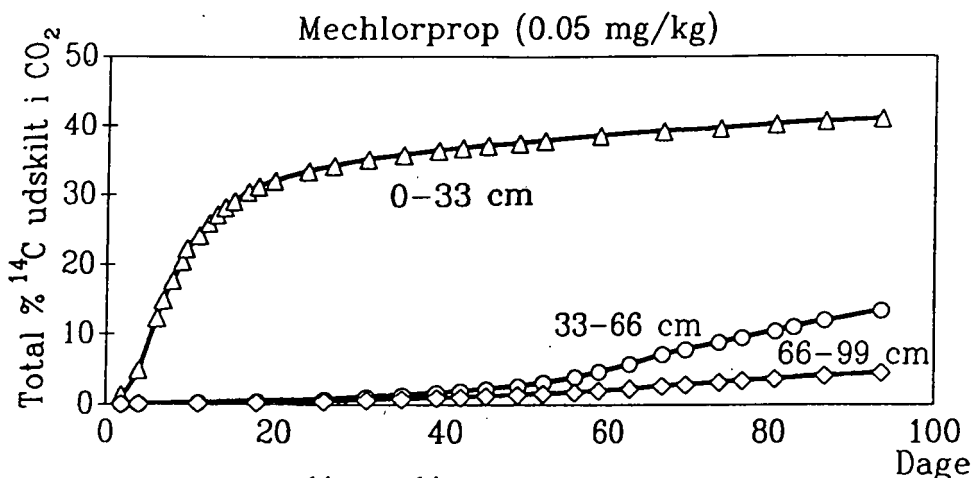
| Temperatur | % $^{14}\text{C}$<br>i $\text{CO}_2$ | % $^{14}\text{C}$<br>i ekstrakt | % $^{14}\text{C}$<br>i MCPP | % $^{14}\text{C}$ tilbage<br>i jorden | Total $^{14}\text{C}$<br>genfindelse |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 5° C I     | 61                                   | 5                               | n.d.                        | 32                                    | 98                                   |
| - II       | 69                                   | 6                               | n.d.                        | 36                                    | 111                                  |
| - III      | 61                                   | 6                               | n.d.                        | 33                                    | 100                                  |
| 10° C I    | 66                                   | 3                               | n.d.                        | 32                                    | 101                                  |
| - II       | 58                                   | 3                               | n.d.                        | 29                                    | 90                                   |
| - III      | 52                                   | 3                               | n.d.                        | 26                                    | 81                                   |
| 20° C I    | 74                                   | 3                               | n.d.                        | 24                                    | 101                                  |
| - II       | 71                                   | 2                               | n.d.                        | 25                                    | 98                                   |
| - III      | 71                                   | 2                               | n.d.                        | 28                                    | 99                                   |

#### Nedbrydning af MCPP i en jordprofil

For at måle om MCPP kan nedbrydes, hvis det er vasket ud af pløjelaget, er nedbrydningen af  $^{14}\text{C}$ -MCPP målt i jord udtaget i 3 dybder, henholdsvis 0-33 (pløjelaget), 33-66 og 66-99 cm. De to sidstnævnte zoner har kun et lavt indhold af humus (se tabel 1) og vil desuden have et væsentligt lavere indhold af mikroorganismer.

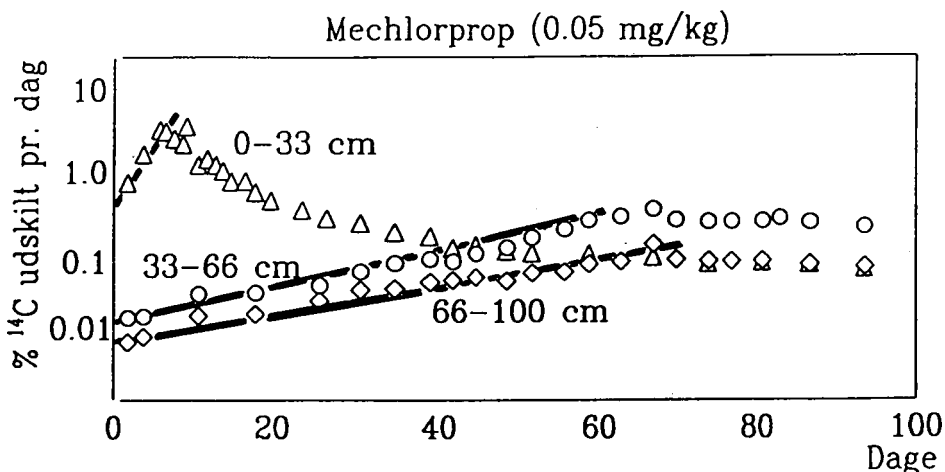
Jordprøverne er tilsat 0,05 mg MCPP pr. kg, idet det må forventes, at hvis MCPP bliver udvasket, vil koncentrationen være væsentlig lavere end i pløjelaget.

Figur 5 viser total udskillelse af  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$  fra de 3 jordprofiler i løbet af ca. 3 måneder. Figuren viser, at der i pløjelaget (0-33 cm) er udskilt 30-35%  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$  efter 20 dage, mens der fra jordlagene 33-66 og 66-99 kun er udskilt henholdsvis ca. 13 og 4%  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$  efter 95 dages inkubering.



Figur 5. Total udskillelse af  $^{14}\text{C}$  som  $^{14}\text{CO}_2$  fra jordprøver (Jydevad) udtaget i 0-33, 33-66 og 66-99 cm's dybde og tilsat  $^{14}\text{C}$ -mechlorprop (0,05 mg/kg).  
*Total evolution of  $^{14}\text{C}$  as  $^{14}\text{CO}_2$  from soil samples (Jydevad) sampled at 3 depths (0-33, 33-66 and 66-99 cm) and supplied with  $^{14}\text{C}$ -mecoprop (0.05 mg/kg).*

Trods den relativt langsomme nedbrydning i jorden under pløjelaget, så viser forsøget, at der sker nedbrydning og det ser ud til, at der er vækst af en population af nedbrydende mikroorganismer. Figur 6 viser udskillelsen af  $^{14}\text{C}$  pr. dag afsat logaritmisk, og man kan se, at der er en nogenlunde retlinet stigning i  $^{14}\text{C}$  udskillelsen pr. dag fra forsøgets start til ca. 65 dage efter tilførsel. Den eksponentielle fase i pløjelaget varer kun ca. 5 dage, idet substratmængden (mechlorprop) hurtigt bliver begrænsende for nedbrydningen.



Figur 6.  $\%^{14}\text{C}$  udskilt som  $^{14}\text{CO}_2$  pr. dag fra jordprøver (Jydevad) udtaget i 0-33, 33-66 og 66-99 cm's dybde og tilsat  $^{14}\text{C}$ -mechlorprop (0,05 mg/kg) log skala.  
 *$\%^{14}\text{C}$  evolved as  $^{14}\text{CO}_2$  per day from soil samples (Jydevad) sampled at 3 depths (0-33, 33-66 and 66-99 cm) and supplied with  $^{14}\text{C}$ -mecoprop (0.05 mg/kg).*



Ved forsøgets afslutning er jordprøverne ekstraheret, og resterende  $^{14}\text{C}$  i den ekstraherede jord er målt ved afbrænding. Tabel 4 viser total  $^{14}\text{C}$  i  $\text{CO}_2$ , ekstraherbart  $^{14}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  tilbage i ekstraheret jord samt massebalancen for  $^{14}\text{C}$  ved forsøgets afslutning efter 95 dages forløb. Tabellen viser, at jo større udskillelsen af  $^{14}\text{CO}_2$  har været des mindre  $^{14}\text{C}$  kan man ekstrahere fra jorden og des mere  $^{14}\text{C}$  er der tilbage i den ekstraherede jord. Den sidstnævnte fraktion skyldes, at når  $^{14}\text{C}$ -MCPP nedbrydes, vil noget  $^{14}\text{C}$  indbygges i mikroorganismer og i andet organisk stof i jorden, hvorfra det ikke umiddelbart kan ekstraheres. Den totale genfindelse af  $^{14}\text{C}$  er på 80-90%.

Tabel 4. Nedbrydning af  $^{14}\text{C}$ -mechlorprop (MCPP) (0,05 mg/kg) efter 95 dages inkubering ved  $10^\circ\text{C}$  i jord udtaget i 0-33, 33-66 og 66-99 cm's dybde  
*Degradation of  $^{14}\text{C}$ -MCPP (0.05 mg/kg) after 95 days of incubation at  $10^\circ\text{C}$  in soil sampled at 3 depths (0-33, 33-66 and 66-99 cm) %  $^{14}\text{C}$  in  $\text{CO}_2$  %  $^{14}\text{C}$  extracted from soil, %  $^{14}\text{C}$  in extracted soil and total recovery of  $^{14}\text{C}$ .*

| Jorddybde<br>Soil depth cm | % $^{14}\text{C}$<br>i $\text{CO}_2$ | % $^{14}\text{C}$ i<br>ekstrakt | % $^{14}\text{C}$ tilbage<br>i jorden | Total $^{14}\text{C}$ -<br>genfindelse |    |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|----|
| 0-33                       | I                                    | 42                              | 4                                     | 36                                     | 82 |
|                            | II                                   | 39                              | 5                                     | 38                                     | 82 |
|                            | III                                  | 42                              | 5                                     | 34                                     | 81 |
| 33-66                      | I                                    | 18                              | 51                                    | 17                                     | 86 |
|                            | II                                   | 9                               | 64                                    | 12                                     | 85 |
|                            | III                                  | 13                              | 59                                    | 13                                     | 85 |
| 66-99                      | I                                    | 4                               | 73                                    | 12                                     | 89 |
|                            | II                                   | 4                               | 72                                    | 12                                     | 88 |
|                            | III                                  | 5                               | 73                                    | 8                                      | 86 |

### Konklusion

Mechlorprop (MCPP) vil ofte blive anvendt i efterårsperioder, hvor jordtemperaturen er lav, og hvor der er stort overskudsnedbør. Resultaterne her viser, at nedbrydningen af MCPP er væsentlig langsommere ved 5 og  $10^\circ\text{C}$  (efterårstemperaturer) end ved  $20^\circ\text{C}$ . Der er dog også ved  $5^\circ\text{C}$  en tydelig nedbrydning. Kombinationen lav temperatur stor nedbør vil dog sandsynligvis kunne udvaske mindre mængder mechlorprop af pløjelaget. Hvis MCPP vaskes ud af det øverste jordlag vil nedbrydningshastigheden blive væsentlig nedsat men ikke gå i stå, og resultaterne tyder på, at forudsat en langsom transport ned gennem jordprofilen kan man forvente, at en stor del af det udvaskede MCPP vil blive nedbrudt.

### Sammendrag

Nedbrydningen af  $^{14}\text{C}$ -MCPD er målt ved forskellige temperaturer (5, 10 og 20°C) og i en jordprofil i 0-33, 33-66 og 66-99 cm's dybde. Nedbrydningen er målt ved udskillelsen af  $^{14}\text{C}$  som  $\text{CO}_2$ .

Ved 5, 10 og 20°C går der henholdsvis 30, 20, og 5 dage til 40%  $^{14}\text{C}$  er udskilt som  $\text{CO}_2$  (2 mg  $^{14}\text{C}$ -MCPD pr. kg). Der er både ved 5, 10 og 20°C eksponentielt stigende nedbrydningshastighed med en fordoblingstid på henholdsvis 6,9; 4,9 og 1,4 dage. Der er dog en lagfase på 12-14 dage ved 5°C. Nedbrydningen af MCPD (0,05 mg/kg) aftager stærkt med jorddybden. I pløjelaget er der udskilt 30-35%  $^{14}\text{C}$  som  $\text{CO}_2$  efter 20 dages inkubering ved 10°C, medens der i 33-66 og 66-99 cm's dybde kun er udskilt henholdsvis ca. 13 og ca. 4%  $^{14}\text{C}$  som  $\text{CO}_2$  efter 95 dage's inkubering.

### Erkendtlig

Forfatterne vil gerne takke laborant Helle Priess for hendes meget omhyggelige og kvalificerede arbejde med undersøgelserne.

### Litteratur

- Helweg, A. (1987): Degradation and adsorption of  $^{14}\text{C}$ -MCPA in soil - influence of concentration, temperature and moisture content on degradation. *Weed Res.*, 27, 287-296.
- Helweg, A. (1988): Undersøgelsesmetoder, i "Kemiske stoffer i landjordsmiljøer" red. A. Helweg, Teknisk Forlag, p. 59.
- Klint, M.; Arvin, E.; Jensen, B. K.; Snijders, A. (1990): Biodegradation of the pesticides atrazine and MCPD in aquifers. Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby (Report).
- Loos, M. A. (1975): Phenoxyalkanoic acids; In: *Herbicides: Chemistry. Degradation and Mode of Action* (eds P. C. Kearney and D. D. Kaufman), pp. 1-128. Marcel Dekker, New York.
- Smith, A. & Hayden, B. J. (1981): Relative persistence of MCPA, MCPB and mecoprop in Saskatchewan soils, and the identification of MCPA in MCPB-treated soils. *Weed Res.*, 21. 179-183.
- Smith, A. E. (1985): Identification of 4-chloro-2-methylphenol as a soil degradation product of ring-labelled  $^{14}\text{C}$ -Mecoprop. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 34, p. 656-660.
- Tsukioka, T. and Murakami, T. (1989): Capillary gaschromatographic-mass spectrometric determination of acid herbicides in soils and sediments. *J. Chromatography* 469, 351-359.

## Muligheder for at anvende mikroorganismer til at beskrive jordbundsforholdene i økologiske jordbrug.

*Is it possible to use microorganisms to describe soil conditions, related to organic farming?*

Susanne Elmholt  
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi  
Flakkebjerg  
4200 Slagelse

### *Summary*

*The purpose of the present study is to comment on the possibility to use microorganisms to describe soil conditions, related to organic farming. Soil samples were taken at 4 farms with a different age of ecological farming (3, 9, 12, and 32 ys). Based on previous experience, areas with comparable soil types, crops, and preceding crops were chosen. Soil sampling was performed in 2 fields at each farm (ley and winter wheat) and at 3 sampling dates from november 1989 to november 1990. Using the soil dilution plate method, the total number of filamentous fungi was enumerated. As representatives for dominating fungal genera in arable soil, the numbers of Fusarium (soil washing) and Penicillium (soil plate dilution) were enumerated. Microbial activity was determined by measuring the soil respiration. Preliminary, it can be concluded, that microbial activity is too unsensitive to describe 'ecological farming age'. Concerning the total number of filamentous fungi and Fusarium, large seasonal variations seem to make determinations of differences, related to farming system very difficult. Penicillium is not as sensitive to seasonal variations, probably because of its life strategy as a secondary saprotroph. This genus therefore seems more suited to describe differences, related to ecological farming age. This was supported by the results of the present study, which showed a consistent increase in the occurrence of Penicillium at the farm, which has been cultivated organically for the longest time.*

### **Indledning**

Ved Planteværnscentret i Flakkebjerg har vi startet et projekt, som med støtte fra Økologisk Jordbrugsråd, skal belyse muligheden for at anvende udvalgte mikrosvampe som led i en biologisk jordbundsbeskrivelse i økologisk jordbrug.

Saprophytiske mikroorganismer, dvs. mikroorganismer som lever af dødt, organisk materiale, spiller en meget væsentlig rolle for opretholdelse af agerjordens frugtbarhed, idet de nedbryder og omsætter organisk materiale, bidrager til en god jordstruktur og er med til at hæmme opformering af skadevoldende mikroorganismer. Med en biomasseandel på omtrent 70 % mod bakteriernes ca. 30 % udgør svampene den største del af jordens mikroorganismer i pløjelaget. Blandt de svampeslægter, som dominerer i agerjord, er *Fusarium*

og *Penicillium*.

Der er flere grunde til, at det er interessant at følge forekomsten af netop disse svampeslægter i forbindelse med undersøgelser af jordbundsfrugtbarhed:

- Disse svampeslægter rummer for *Fusarium* plantepatogene arter og for både *Fusarium* og *Penicillium* saprofytiske arter, som ved nedbrydning af bl.a. cellulose spiller en væsentlig rolle for omsætning af organisk materiale (f.eks. halm).
- Tidligere forsøg har vist, at forekomst af *Fusarium* og *Penicillium* synes korreleret til dyrkningssystem (Elmholt & Kjøller, 1987; Elmholt & Kjøller, 1989).
- Der findes velegnede næringssubstrater til isolering af *Fusarium* og *Penicillium* fra jord.

Foruden forekomst af ovennævnte svampe blev der foretaget optælling af det totale antal skimmelsvampe (incl. de 2 ovennævnte slægter) samt en bestemmelse af jordprøvernes mikrobielle aktivitet.

### Metodebeskrivelse

#### Valg af forsøgsarealer og prøveudtagning

Arealerne er på baggrund af tidligere erfaringer udvalgt, så de så vidt muligt har en sammenlignelig jordtype, en sammenlignelig afgrøde og en sammenlignelig forfrugt. Desuden har det været en forudsætning for udvælgelse, at arealerne var dyrket økologisk/biodynamisk i forskelligt tidsrum. På grundlag af ovennævnte kriterier udvalgte 3 af de gårde, som indgår i Helårsforsøgenes "Projekt økologiske Jordbrugssystemer" (Kristensen & Henneberg, 1989) samt "Systemforskningsarealerne" på Foulum:

#### **1: Steffenskilde (Høng)**

Omlægning til biodynamisk drift 1958 (32 år), JB 5-7.

Sædskifte: 1. Byg/ært m. udlæg. 2. Lucerne. 3. do. 4. do. 5. Vinterhvede. 6. Byg/ært m. udlæg. 7. Kløvergræs. 8. do. 9. Roer/grøntsager.

#### **2: Gl. Oremandsgård (Præstø)**

Omlægning til biodynamisk drift 1978 (12 år), JB 4-6.

Sædskifte: 1. Havre med udlæg. 2. Kløvergræs/lucerne. 3. do. 4. do. 5. Vinterhvede. 6. Roer/grøntsager/rug. 7. Byg og ærter.

#### **3: Yoga Ashrama (Gyllingnæs)**

Omlægning til biodynamisk drift 1981 (9 år), JB 5.

Sædskifte: 1. Helsæd m/ udlæg. 2. Kløvergræs. 3. do. 3a. do. 4. Vår/vintersæd m/ udlæg. 5. Lucerne. 6. do. 7. Vinterhvede

#### **4: Foulumgård (Viborg)**

Omlægning til økologisk drift 1988 (2 år), JB 4.

Sædskifte: (ØKOLOGISK) 1. Byg m/ udlæg. 2. Kløvergræs. 3. do. 4. Byg/ærter/rajgræs. 5. Havre. 6. Roer-kartofler. (INTEGRERET) 1. Byg. 2. Byg. 3. Hvede. 4. Ærter.

På hver af de fire gårde udvalgte 2 marker, en med 2. eller 3. års kløvergræs (eller lucerne/græs) og en med vinterhvede. På Systemforskningsarealerne måtte prøveudtagning foretages i en integreret dyrket hvedemark, fordi hvede ikke indgår i det økologiske sædskifte. Første prøveudtagning fandt sted 20/11-23/11 1989, anden prøveudtagning 27/4-30/4 1990 og tredje prøveudtagning den 1/11-5/11 1990. 60 prøver blev udtaget omkring 20 punkter i et net på 30 x 40 m. Prøverne blev udtaget med åbent jordspyd (diameter 2 cm) i 10-12 cm dybde. Prøver fra hver enkelt mark blev blandet til een sammensat jordprøve. Jordbundskemiske og fysiske data fra 1. udtagning ses i Tabel 1.

**Tabel 1.** Jordbundskemiske og fysiske analyser på prøver fra 1. udtagning.

*Soil characteristics of samples from the 1st sampling. Rt is  $pH(CaCl_2)+0.5$ . When calculating the Ft, one unit corresponds to  $3 \text{ mg P } 100\text{g soil}^{-1}$  (extracted with  $0.2n \text{ H}_2\text{SO}_4$ ). In the same way one unit of Pt corresponds to  $1 \text{ mg P } 100\text{g soil}^{-1}$  (extracted with  $0.5n \text{ NaCO}_3$ ) and one unit of Kt corresponds to  $1 \text{ mg K } 100\text{g soil}^{-1}$ .*

|                             | Humus<br>% | Tekstur   |          |            |             |              | Total N<br>% | Rt  | Ft   | Pt  | Kt   | CEC<br>meqv/100g jord |
|-----------------------------|------------|-----------|----------|------------|-------------|--------------|--------------|-----|------|-----|------|-----------------------|
|                             |            | <2-<br>20 | 2-<br>63 | 20-<br>200 | 63-<br>2000 | 200-<br>2000 |              |     |      |     |      |                       |
| <b>Steffenkilde</b>         |            |           |          |            |             |              |              |     |      |     |      |                       |
| Kløvergræs<br>ley           | 3          | 13        | 15       | 9          | 27          | 33           | 0,186        | 6,3 | 4,5  | 1,4 | 6,9  | 18,09                 |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 3          | 16        | 15       | 10         | 28          | 28           | 0,184        | 7,4 | 5,0  | 1,6 | 6,1  | 21,36                 |
| <b>Orcmandsgård</b>         |            |           |          |            |             |              |              |     |      |     |      |                       |
| Kløvergræs<br>ley           | 3          | 11        | 17       | 9          | 25          | 35           | 0,159        | 6,1 | 5,5  | 1,6 | 9,0  | 15,28                 |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 3          | 13        | 17       | 11         | 29          | 27           | 0,149        | 6,5 | 4,8  | 2,1 | 9,5  | 14,77                 |
| <b>Yoga Ashrama</b>         |            |           |          |            |             |              |              |     |      |     |      |                       |
| Kløvergræs<br>ley           | 3          | 5         | 6        | 5          | 22          | 59           | 0,144        | 6,5 | 2,3  | 1,2 | 11,1 | 16,61                 |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 3          | 8         | 9        | 8          | 30          | 42           | 0,189        | 7,5 | 8,6  | 1,4 | 8,1  | 11,78                 |
| <b>Foulumgård</b>           |            |           |          |            |             |              |              |     |      |     |      |                       |
| Kløvergræs<br>ley           | 3          | 8         | 11       | 13         | 28          | 37           | 0,157        | 6,1 | 10,1 | 3,5 | 8,3  | 14,98                 |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 3          | 8         | 11       | 11         | 28          | 39           | 0,147        | 6,0 | 10,8 | 4,1 | 5,2  | 15,21                 |

### Isolering af mikrosvampe

Til optælling af det totale antal skimmelsvampe og *Penicillium* spp. blev svampene isoleret ved pladespredning, som beskrevet i Elmholt & Smedegaard-Petersen (1988). Fra hver mark undersøgtes 5 delprøver. Som næringssubstrat anvendtes DG18, som p.gr.a. lav vandaktivitet er meget velegnet til *Penicillium* (OXOID CM729).

Til at undersøge forekomsten af *Fusarium* spp. blev svampene isoleret ved jordvask, som beskrevet i Elmholt (1988). Fra hver mark undersøgtes 3 delprøver á 40 organiske partikler (0,25-0,55 mm). Som næringssubstrat anvendtes SNA, der er udviklet specielt til denne svampeslægt (Nirenberg, 1981).

### Jordbundsrespiration

Fra hver mark blev respiration målt i 6 jordprøver, hver svarende til 50 g tørvægt. Halvdelen blev tilsat 0,5% hvedehalm som substrat. Prøverne blev placeret i 1 l flasker, vandet op til omkring 50% af deres vandholdende evne og forsynet med lufttætte propper, hvorigennem man med en injektionssprøjte kan udtage luftprøver. Flaskerne blev inkuberet ved 25°C. Udvikling af CO<sub>2</sub> fra jordprøverne blev bestemt ved gaschromatografi. Efter hver bestemmelse af CO<sub>2</sub> blev flaskerne gennemblæst med atmosfærisk luft og vandet op til begyndelsesvægten. CO<sub>2</sub>-udviklingen blev bestemt 1-2 gange om ugen i ca. 2 måneder.

### **Resultat**

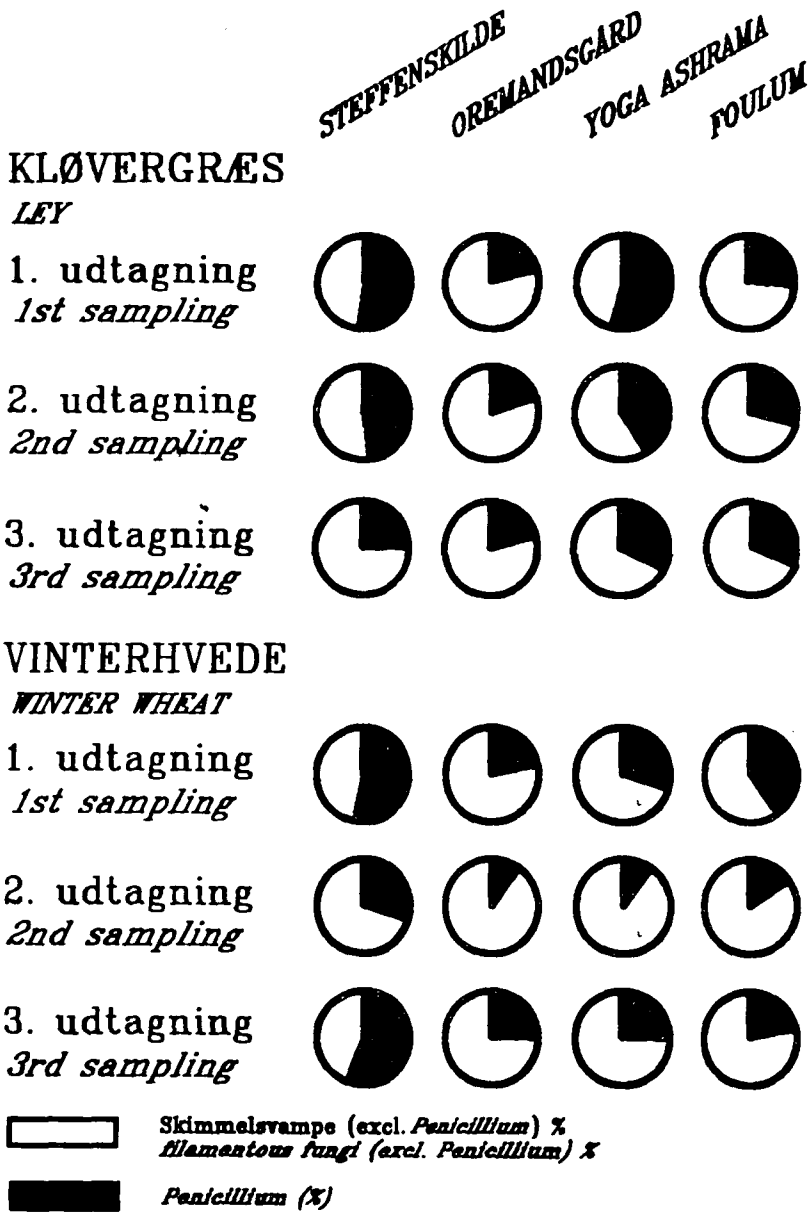
I Tabel 2 ses forekomst af skimmelsvampe (incl. *Penicillium*) samt *Penicillium* spp. Resultaterne for de enkelte marker er udregnet som det talte antal kolonier på petriskåle med en diameter på 9 cm (gennemsnitsværdier for 5 delprøver med angivelse af standardfejl på middeltal (s.e.m.)). Et optællingsresultat på 50 kolonier svarer ved de givne forsøgsbetingelser til 250.000 kolonier per gram tør jord. For skimmelsvampe totalt fandtes for kløvergræs en tendens til højere forekomster på Steffenskilde, mens der for vinterhvede ikke fandtes gennemgående forskelle mellem de fire gårde. For kløvergræs er der ikke nogen tydelig forskel mellem udtagningstidspunkterne, men en tendens for enkelte af markerne til lavere værdier i 3. udtagning. Det skyldes sandsynligvis, at prøverne ved 3. udtagning blev taget i en udlægsmark, mens prøverne i 1. og 2. udtagning blev taget i 2. og 3. års kløvergræsmarker. For vinterhvede er værdierne højere ved 2. udtagning, der blev foretaget i april end ved 1. og 3. udtagning, der blev foretaget i november. Det skyldes, at hvedens større rodmasse i april giver næring til en forøget antal mikroorganismer.

For slægten *Penicillium* fandtes en tydelig forskel mellem Steffenskilde, som er den ældste økologiske ejendom, og de 3 øvrige gårde, idet der både i kløvergræs og vinterhvede blev optalt omkring dobbelt så mange kolonier på Steffenskilde som på de andre gårde både ved 1. og 2. udtagning. Ved 3. udtagning fandtes ikke samme tydelige forskel i kløvergræs, hverken totalt eller når man udregner *Penicillium* i procent af det totale antal skimmelsvampe (Figur 1). I vinterhvede fås derimod ved den procentuelle udregning på alle 3 udtagningstidspunkter i vinterhvede, at *Penicillium* er klart mere dominerende på Steffenskilde end på de andre gårde (Figur 1). Forekomsten af *Penicillium* er omtrent den samme på alle udtagningstidspunkter og nogenlunde den samme i kløvergræs og vinterhvede, dog med en tendens til lavere værdier for vinterhvede.

Tabel 2. Forekomst af skimmelsvampe (incl. *Penicillium* spp.) og *Penicillium* spp. (pladespredning). Tabellen viser optællingsgennemsnit og s.e.m. (N=5).  
*Occurrence of filamentous fungi (incl. Penicillium spp.) and Penicillium spp. (soil plate dilution). The table shows mean numbers with s.e.m. (N=5). A number of 50 corresponds to  $2.5 \times 10^{-5}$  cfu/g oven-dry soil.*

Steffenskilde Oremandsgård Yoga Ashrama Foulumgård

|   |        |       |       |        |
|---|--------|-------|-------|--------|
| 1. Udtagning (kløvergræs). 1st sampling (ley)           |        |       |       |        |
| (nov.-89)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 87±1   | 72±3  | 54±2  | 46±4   |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 45±2   | 15±1  | 29±2  | 12±1   |
| 2. Udtagning (kløvergræs). 2nd sampling (ley)           |        |       |       |        |
| (april -90)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 85±3   | 95±2  | 58±3  | 65±3   |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 41±3   | 19±2  | 24±1  | 19±1   |
| 3. Udtagning (kløvergræs). 3rd sampling (ley)           |        |       |       |        |
| (nov.-90)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 65±5   | 56±1  | 63±2  | 58±3   |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 16±1   | 12±1  | 20±1  | 18±1   |
| 1. Udtagning (vinterhvede). 1st sampling (winter wheat) |        |       |       |        |
| (nov.-89)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 38±1   | 37±1  | 20±1  | 25±1   |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 20± <1 | 8±1   | 6± <1 | 10± <1 |
| 2. Udtagning (vinterhvede). 2nd sampling (winter wheat) |        |       |       |        |
| (april -90)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 90±5   | 117±3 | 61±5  | 105±7  |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 27± <1 | 12±1  | 6±1   | 17±1   |
| 3. Udtagning (vinterhvede). 3rd sampling (winter wheat) |        |       |       |        |
| (nov.-90)   |        |       |       |        |
| Skimmelsvampe   | 45±2   | 60±3  | 80±3  | 55±2   |
| <i>filamentous fungi</i>                                |        |       |       |        |
| <i>Penicillium</i> spp.                                 | 25±3   | 15±1  | 20±1  | 12±1   |



Figur 1. Forekomst af *Penicillium* spp. (sorte felter) i procent af isolerede svampe (pladespredning). Hele cirklen angiver det totale antal skimmelsvampe, incl. *Penicillium* spp.  
 Occurrence of *Penicillium* spp. (dark areas) in percentage of isolated fungi (soil plate dilution). The circle represents the total number of filamentous fungi, incl. *Penicillium* spp.



Dette tyder på, at *Penicillium* ikke varierer i takt med tilgængeligheden af letomsættelige næringsstoffer i jorden på samme måde som det totale antal skimmelsvampe, der udviser større variationer. F.eks. ses ingen forøget forekomst ved 2. udtagning i vinterhvede, som tilfældet er for skimmelsvampe totalt. Dette er i overensstemmelse med, at arter af *Penicillium* er sekundære saprofytter, der først går ind i nedbrydningen af organisk materiale på et relativt sent tidspunkt (Swift, 1976).

Tabel 3. Forekomst og identifikation af *Fusarium* spp. (jordvask).  
*Occurrence and identification of Fusarium spp. (soil washing).*

|   | F. avenaceum | F. culmorum | F. equiseti | F. flocciferum | F. merismoides | F. oxysporum | F. solani | F. tabacinum | F. tricinatum | F. sp. | Fusarium ialt | Partikler ialt med vækst |
|---|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------------|-----------|--------------|---------------|--------|---------------|--------------------------|
| 1. udtagning (kløvergræs). 1st sampling (ley)           |              |             |             |                |                |              |           |              |               |        |               |                          |
| Steffenskilde   | 8            | 4           | 2           | 1              | 1              | 6            | 1         | 13           | 1             | 1      | 38            | 89                       |
| Oremandsgård  | 6            | 1           | 0           | 0              | 1              | 2            | 1         | 10           | 0             | 0      | 21            | 75                       |
| Yoga Ashrama  | 9            | 1           | 0           | 0              | 1              | 2            | 0         | 12           | 0             | 2      | 27            | 84                       |
| Foulumgård  | 12           | 1           | 0           | 0              | 0              | 0            | 0         | 17           | 0             | 2      | 32            | 90                       |
| 2. udtagning (kløvergræs). 2nd sampling (ley)           |              |             |             |                |                |              |           |              |               |        |               |                          |
| Steffenskilde   | 2            | 1           | 2           | 0              | 0              | 0            | 1         | 1            | 0             | 0      | 7             | 58                       |
| Oremandsgård  | 2            | 2           | 0           | 0              | 0              | 0            | 1         | 3            | 0             | 1      | 9             | 78                       |
| Yoga Ashrama  | 5            | 5           | 1           | 0              | 0              | 5            | 0         | 1            | 0             | 2      | 19            | 78                       |
| Foulumgård  | 2            | 11          | 0           | 0              | 0              | 0            | 0         | 6            | 0             | 0      | 19            | 86                       |
| 1. udtagning (vinterhvede). 1st sampling (winter wheat) |              |             |             |                |                |              |           |              |               |        |               |                          |
| Steffenskilde   | 0            | 1           | 4           | 0              | 0              | 0            | 1         | 1            | 0             | 1      | 8             | 42                       |
| Oremandsgård  | 6            | 1           | 1           | 0              | 2              | 0            | 2         | 4            | 0             | 1      | 17            | 76                       |
| Yoga Ashrama  | 1            | 1           | 0           | 0              | 1              | 3            | 0         | 11           | 0             | 1      | 18            | 63                       |
| Foulumgård  | 3            | 1           | 0           | 0              | 1              | 0            | 0         | 10           | 0             | 1      | 16            | 85                       |
| 2. udtagning (vinterhvede). 2nd sampling (winter wheat) |              |             |             |                |                |              |           |              |               |        |               |                          |
| Steffenskilde   | 3            | 0           | 0           | 0              | 0              | 5            | 0         | 1            | 0             | 0      | 9             | 58                       |
| Oremandsgård  | 8            | 0           | 0           | 0              | 0              | 2            | 2         | 9            | 0             | 5      | 26            | 83                       |
| Yoga Ashrama  | 0            | 1           | 1           | 0              | 0              | 2            | 1         | 1            | 0             | 0      | 6             | 74                       |
| Foulumgård  | 5            | 1           | 1           | 1              | 0              | 0            | 0         | 1            | 0             | 2      | 11            | 94                       |

**Tabel 4.** Respiration i jordprøver fra kløvergræs og vinterhvede. Respiration uden og med tilsætning af halm er bestemt som kumuleret udskillelse af CO<sub>2</sub> (mg/50 g tørjord) efter inkubering i 64 dage (1. udtagning) og 59 dage (2. udtagning). I de totale værdier er medregnet resultater for både kløvergræs og vinterhvede. Værdier med forskelligt index er signifikant forskellige på 5% niveau.

*Respiration in soil samples from ley and winter wheat at 4 farms with different farming system histories. Respiration without and with amendment of straw has been determined as the cumulated evolution of CO<sub>2</sub> (mg/50 g dry soil) after incubation for 64 days (1st sampling) and 59 days (2nd sampling). Results from ley and winter wheat were pooled to obtain total values for each location. Values with different indices are significantly different at the 5% level.*

Steffenskilde Oremandsgård Yoga Ashrama Foulumgård

1. Udtagning. 1st sampling

|                             |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kløvergræs<br>ley           | 109             | 117             | 111             | 120             |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 69 <sup>b</sup> | 63 <sup>c</sup> | 83 <sup>a</sup> | 62 <sup>c</sup> |
| Total                       | 89 <sup>b</sup> | 90 <sup>b</sup> | 97 <sup>a</sup> | 91 <sup>b</sup> |

2. Udtagning. 2nd sampling

|                             |                  |                  |                  |                 |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Kløvergræs<br>ley           | 107 <sup>b</sup> | 129 <sup>a</sup> | 125 <sup>a</sup> | 91 <sup>c</sup> |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 100 <sup>b</sup> | 91 <sup>c</sup>  | 122 <sup>a</sup> | 64 <sup>d</sup> |
| Total                       | 104 <sup>c</sup> | 110 <sup>b</sup> | 124 <sup>a</sup> | 77 <sup>d</sup> |

1. Udtagning (m/ halm). 1st sampling (with straw)

|                             |                  |                  |                  |                  |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Kløvergræs<br>ley           | 306 <sup>b</sup> | 312 <sup>b</sup> | 347 <sup>a</sup> | 308 <sup>b</sup> |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 225 <sup>b</sup> | 226 <sup>b</sup> | 260 <sup>a</sup> | 264 <sup>b</sup> |
| Total                       | 265 <sup>b</sup> | 269 <sup>b</sup> | 304 <sup>a</sup> | 271 <sup>b</sup> |

2. Udtagning (m/ halm). 2nd sampling (with straw)

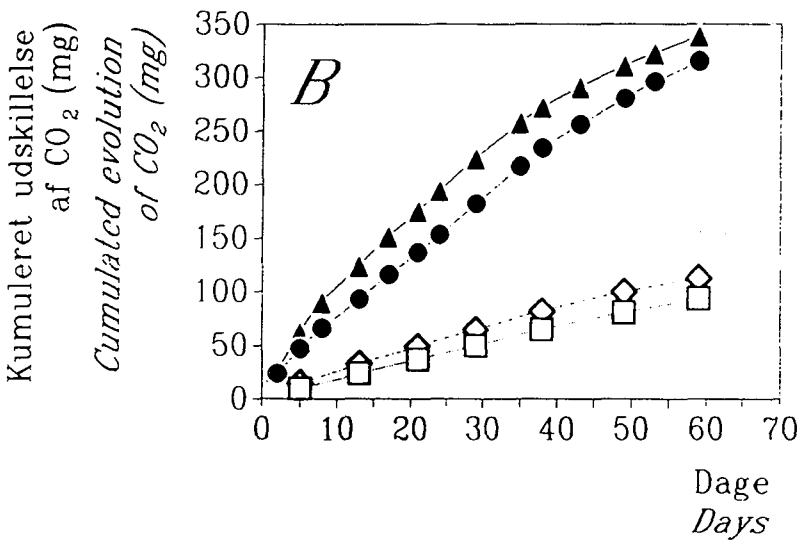
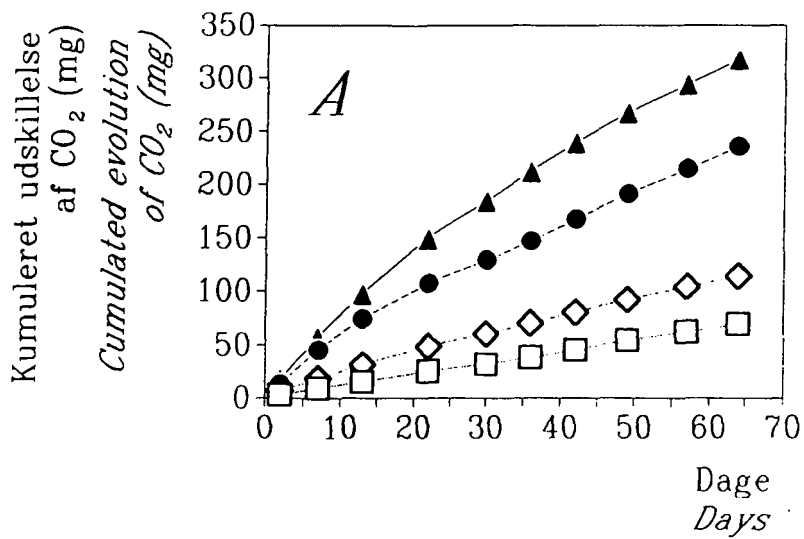
|                             |                   |                  |                  |                   |
|-----------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Kløvergræs<br>ley           | 336 <sup>c</sup>  | 366 <sup>a</sup> | 350 <sup>b</sup> | 302 <sup>d</sup>  |
| Vinterhvede<br>winter wheat | 308 <sup>bc</sup> | 305 <sup>c</sup> | 328 <sup>a</sup> | 320 <sup>ab</sup> |
| Total                       | 322 <sup>b</sup>  | 336 <sup>a</sup> | 339 <sup>a</sup> | 311 <sup>c</sup>  |

I Tabel 3 ses forekomst af *Fusarium* spp. Resultaterne for kløvergræs såvel som for vinterhvede er meget varierende og viser ingen gennemgående tendenser hverken mellem udtagningstidspunkterne eller mellem markerne. Det hænger sandsynligvis sammen med, at mange arter inden for *Fusarium* er primære saprofytter, som er langt mere følsomme end *Penicillium* over for periodiske svingninger i jordens indhold af lettilgængelige næringsstoffer.

I Tabel 4 ses resultatet af respirationsmålinger i jordprøver fra kløvergræs og vinterhvede uden og med tilsætning af halm. Resultaterne, der er udregnet som gennemsnit af 3 delprøver, er bestemt som kumuleret udskillelse af CO<sub>2</sub> (mg/50 g tørjord) efter inkubering i 64 dage (1. udtagning) og 59 dage (2. udtagning). I de totale værdier er medregnet resultater for både kløvergræs og vinterhvede. Resultaterne er underkastet en variansanalyse. Hvor der fandtes en statistisk sikker forskel af "økologisk dyrkningsalder", blev markerne sammenlignet indbyrdes med en LSD test. Værdier med forskelligt index er signifikant forskellige på 5% niveau. I de jordprøver, hvor der er tilsat 0,5% halm, ses en stigning i respiration på omkring 200%, og der var gennemgående mindre forskel mellem markerne end i de prøver, hvor der ikke er tilsat halm. I jordprøverne uden halmtilsætning ligger værdierne højest for Yoga Ashrama, mens der er en tendens til at de laveste værdier findes på Foulumgård. De høje resultater for Yoga Ashrama kan skyldes, at jorden indeholder noget mere grovsand, hvilket bl.a. p.gr.a. gode iltforhold stimulerer den mikrobielle aktivitet. Årsagen kan også være et højere indhold af letomsætteligt organisk stof. For kløvergræs er værdierne næsten ens for 1. og 2. udtagning, mens værdierne for 2. udtagning i vinterhvede ligger ca. 40% over værdierne for 1. udtagning (undtagen for Foulum). Den forøgede aktivitet ved 2. udtagning i vinterhvede er i overensstemmelse med den forøgede forekomst af svampe, og kan lige som denne sandsynligvis forklares ved forskel i hvedens udviklingstrin og dermed i rodmasse. I Figur 2 er alle resultater for hhv. kløvergræs og vinterhvede samlet. Der ses tydelig effekt af afgrøde, idet samtlige målinger i kløvergræsmarkerne var signifikant højere end i hvedemarkerne. Det skyldes, at rodmassen i kløvergræsmarkerne bevirker større mængder næring (eksudater og døde rødder) til rådighed for mikroorganismene. Især kan man forvente, at kvælstofforsyningen, som følge af den symbiotiske kvælstofbinding, er mere rigelig i kløvergræsmarkerne.

### Diskussion og konklusion

En biologisk parameter, der skal kunne beskrive jordbundsforholdene i økologisk jordbrug, skal være så lidt følsom som muligt over for de variationer som betinges af f.eks. jordtype og afgrøde (art, udviklingstrin). For at kunne sammenholde sådanne variationer med de forskelle, som måtte betinges af forskelle i "økologisk dyrkningsalder", blev der på alle fire gårde undersøgt jordprøver fra forskellige marker og på forskellige tidspunkter. Projektet er ikke afsluttet, men foreløbigt kan det konkluderes, at mikrobiel aktivitet målt som jordbundsrespiration ikke synes egnet til at beskrive økologisk dyrkningsalder, idet f.eks. jordtypen synes at spille en større rolle. For både det totale antal skimmelsvampe og for *Fusarium* synes de sæsonbetingede variationer, bl.a. som følge af afgrødens udviklingstrin, at spille en dominerende rolle. Dette er ikke ensbetydende med, at disse parametre ikke er påvirket af den økologiske dyrkningsalder, men at det vil blive meget vanskeligt i praksis måle sådanne forskelle. *Penicillium* synes ikke at udvise samme store sæsonsvingninger i sin



- ▲—▲ Kløvergræs med halm *ley with straw*
- Vinterhvede med halm *winter wheat with straw*
- ◇---◇ Kløvergræs uden halm *ley without straw*
- Vinterhvede uden halm *winter wheat without straw*

**Figur 2.** Jordbundsrespiration med og uden tilsætning af halm i jordprøver fra kløvergræs og vinterhvede (resultater fra de 4 lokaliteter behandlet under eet). A: 1. udtagning. B: 2. udtagning.  
*Respiration with and without amendment of straw in soil samples from ley and winter wheat (results from different locations have been pooled). A: 1st sampling. B: 2nd sampling.*

forekomst, hvilket sandsynligvis betinges af, at den først går ind i nedbrydningen på et relativt sent tidspunkt, når det hovedsageligt er stabile, organiske forbindelser, der er tilbage. Denne slægt synes lovende til at beskrive forskelle i økologisk dyrkningsalder, og resultaterne viser også en forskel som muligvis kan relateres til "økologisk dyrkningsalder", nemlig forskellen mellem Steffenskilde, der har været dyrket biodynamisk i 32 år, og de øvrige gårde. Hvis man foretog artsbestemmelse af *Penicillium* ville tendensen måske tegne sig endnu tydeligere. I det kommende år vil interessen koncentrere sig om *Penicillium* - og hvis vi får en mindre projektudvidelse igennem - også om andre svampe med samme livsform. Desuden vil der blive foretaget prøveudtagning på 2 andre gårde, der lige som Steffenskilde har en lang økologisk/biodynamisk dyrkningshistorie, for at undersøge, om de målte forskelle i *Penicillium* forekomst er reproducerbare.

### Dansk sammendrag

Formålet med projektet er at belyse muligheden for at anvende udvalgte mikrosvampe som led i en biologisk jordbundsbeskrivelse i økologisk jordbrug. Prøveudtagning er foretaget på arealer med forskellig "økologisk dyrkningsalder" og på baggrund af tidligere erfaringer udvalgt, så de så vidt muligt har en sammenlignelig jordtype, afgrøde og forfrugt. Fire gårde, der har været dyrket økologisk/biodynamisk i hhv. 3, 9, 12 og 32 år blev udvalgt. I 2 marker på hver gård (kløvergræs og vinterhvede) er foretaget 3 prøveudtagninger i perioden november 1989 til november 1990. Det totale antal skimmelsvampe, isoleret ved pladespredning, er optalt. Desuden er som repræsentanter for dominerende svampeslægter i agerjord foretaget optælling af *Fusarium* (jordvask) og *Penicillium* (pladespredning). Desuden blev der foretaget bestemmelse af jordprøvernes mikrobielle aktivitet (jordbundsrespiration). Projektet er ikke afsluttet, men foreløbigt kan det konkluderes, at mikrobiel aktivitet målt som jordbundsrespiration ikke synes egnet til at beskrive økologisk dyrkningsalder. For både det totale antal skimmelsvampe og for *Fusarium* synes store sæsonbetingede variationer at vanskeliggøre måling af forskelle, der måtte være forårsaget af den økologiske dyrkningsalder. *Penicillium* synes ikke at udvise samme store sæsonsvingninger i sin forekomst, hvilket sandsynligvis betinges af dens livsform, som ovenfor beskrevet. Denne slægt synes velegnet til at beskrive forskelle, betinget af økologisk dyrkningsalder, og resultaterne viser også en forskel som muligvis kan relateres hertil, nemlig forskellen mellem Steffenskilde, der har været dyrket biodynamisk i 32 år, og de øvrige gårde. I det kommende år vil interessen koncentrere sig om *Penicillium* og muligvis andre svampe med samme livsform. Desuden vil der blive foretaget prøveudtagning på 2 andre gårde, der lige som Steffenskilde har en lang økologisk/biodynamisk dyrkningshistorie.

### Erkendtlighed

En varm tak til laborant Alice Binder for et stort og dygtigt udført arbejde samt til forsøgsværterne på de økologisk drevne gårde.

### Litteratur

Elmholt, S. (1988): Effekt af sprøjtning med fungicider på jordens svampeflora under markforhold. Beretning nr. S 1935, Statens Planteavlsvorsøg, København. 100 pp.

- Elmholt, S. & A. Kjølter (1987): Measurement of the length of fungal hyphae by the membrane filter technique as a method for comparing fungal occurrence in cultivated field soils. *Soil Biology and Biochemistry* 19, 679-682.
- Elmholt, S. & A. Kjølter (1989): Comparison of the occurrence of the saprophytic soil fungi in two differently cultivated field soils. *Biological Agriculture and Horticulture*, 6, 229-239.
- Elmholt, S. & V. Smedegaard-Petersen (1988): Side-Effects of Field Applications of "Propiconazol" and "Captafol" on the Composition of Non-target Soil Fungi in Spring Barley. *Journal of Phytopathology*, 123, 79-88.
- Kristensen, E.S. & U. Henneberg (1989): Projekt "Økologiske jordbrugssystemer" - Teknisk-økonomiske resultater 1988-1989, pp. 146-164. I: Østergård, V. & J. Hindhede (eds). *Studier i Kvægproduktionssystemer*. 661. Beretning. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum.
- Nirenberg, H. (1981): A simplified medium for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Canadian Journal of Botany* 59, 1599-1609.
- Swift, M. J. (1976): Species diversity and the structure of microbial communities in terrestrial habitats, pp. 185-222. In: Anderson, J. M. and A. Macfadyan (eds). *The role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- OXOID CM729 Dichloran-Glycerol (DG18) Agar Base. Oxoid Ltd., Hampshire.

## **Fugle som indikatorer for pesticidanvendelse** *Birds as indicators of environmental effects of pesticide use*

Cand. scient.  
Henning Nøhr  
Ornis Consult A/S  
Vesterbrogade 140, 1.,  
DK-1620 København V

### **Summary**

*Since 1987 the Danish Ministry of Environment has carried out a bird monitoring program to follow the biological consequences of the planned 50% reduction in the use of pesticides in Denmark. On 1200 census points bird censuses are carried out each year to follow population trends of farmland bird species. Further, information on pesticides use, crop composition etc. are obtained from farms involved in the program. On a long term basis this gives possibilities of correlating trends in bird populations with trends in pesticide use. Several common bird species in Danish farmland have declined drastically since mid 1970'ies and have now stabilized on a relatively low population level. A number of factors influence bird populations and it is still too early to draw safe conclusions on the relationship between populations trends in the period 1987-1990 and the development in the use of pesticides.*

### **Fugle som indikatorer**

Fuglene spiller en vigtig rolle i hele problematikken omkring uønskede miljøeffekter ved brugen af pesticider.

Fuglene er som organismegruppe benyttet i en lang række af de laboratorietest, der udføres til belysning af pesticiders giftighed. Det drejer sig om forsøg, hvor pesticiders indvirkning på dødelighed og reproduktionsevne hos fugle i fangenskab undersøges. Disse standardiserede test benyttes i forbindelse med vurderinger af miljøeffekter af pesticider. Resultaterne finder videre anvendelse i forbindelse med myndighedernes godkendelser af pesticider.

Fuglene har som en del af det økologiske system spillet en væsentlig rolle i forbindelse med dokumentationen omkring pesticiders utilsigtede konsekvenser for miljøet. Fuglene er placeret højt i naturens fødekæder, er iøjnefaldende og har mange folks bevågenhed. Allerede

midt i 1960'erne blev de utilsigtede virkninger ved brugen af klorerede kulbrinter, f.eks. DDT, opdaget. De tungtopløselige klorerede kulbrinter reducerede ægskaltykkelsen, hvorefter de rugende fugle ødelagde æggene med en heraf følgende nedsat ynglesucces. Resultatet var markante bestandsnedgange hos f.eks. Vandrefalk og Fiskeørn i hele Vesteuropa og USA (for en oversigt se Nøhr & Klug-Andersen 1983).

### **Pesticider påvirker fuglene på to niveauer**

Pesticiders indvirkning på fuglelivet kan opdeles i to hovedgrupper;

- 1) direkte effekter, dvs. en direkte toksisk indvirkning på fuglene,
- 2) indirekte effekter, dvs. en ændring af det økologiske grundlag for fuglenes eksistens.

Den direkte effekt dækker pesticidernes toksiske indvirkning på fuglene som individer, både den direkte lethale effekt og påvirkningen af fuglenes reproduktionsevne. Denne direkte effekt formodes at være mindsket gennem de sidste årtier, idet de pesticider der nu bruges i Vesteuropa generelt er mindre persistente og toksiske end de stoffer, der førhen blev benyttet. Yderligere er sikkerheden i forbindelse med udbringningen af pesticider forbedret betydeligt. I dag foretages sprøjtninger med større sikkerhed, både med hensyn til den rette koncentration af det udbragte pesticid og med hensyn til at ramme netop den skadevolder, pesticidet er rettet imod. Dog bruges der stadig højtoksiske forbindelser (især insekticider og molluscicider), hvor der stadig er en direkte risiko for fuglene ved brugen. Et konkret eksempel er dødsfald hos 70 Bramgæs ved Højer i efteråret 1990, forårsaget af sneglemidlet Mesuro 4%.

Sammenfattende er det i dag opfattelsen at en direkte lethal effekt for fuglene *kan* forekomme ved de anvendte pesticider, men at effekten er af mindre betydning, og oftest kan henregnes til forkert brug, f.eks. forkerte doseringer eller forsætlig forgiftning. En usikkerhed ved denne konklusion er dog, at de pesticider der i dag benyttes er særdeles vanskelige at eftervise i døde fugle, idet stofferne har en langt kortere nedbrydningstid end tidligere. Herved er det svært at eftervise, om de fugle, der rent faktisk til tider findes døde i landbrugsområder, kan henføres til pesticidforgiftning eller til en naturlig dødsårsag.

Den indirekte effekt dækker pesticidernes indvirkning på det økologiske system i det dyrkede land, og en heraf følgende ændring af fuglenes eksistensgrundlag. Denne effekt er vanskelig at kvantificere, idet det økologiske system i landbrugsområderne er underlagt en lang række påvirkninger, f.eks. ændringer i afgrødevalg og arealanvendelse, brug af kunstgødning og ændret anvendelse af arealerne uden for omdrift. Der er dog en række undersøgelser, der tyder på, at pesticidernes reduktion af floraen og insektfaunaen i de dyrkede områder har betydning for fuglene gennem en reduktion af de tilgængelige fødemængder (f.eks. Potts 1986). Der er i Danmark foretaget undersøgelser i sprøjtede og ikke-sprøjtede (økologiske) landbrugsområder, der viser betydelig flere fugle i ikke-sprøjtede landbrugsområder (Braae et al. 1988). Efterfølgende har insekt- og floraundersøgelser i de samme områder vist, at denne forskel i favør af ikke-sprøjtede, økologisk dyrkede arealer også findes for fuglenes føde, insekter såvel som planter (Hald & Reddersen 1990).



Reducerede fødemængder vil påvirke fuglenes kondition og hermed overlevelsessevnen, især i vinterhalvåret, samt overlevelsen hos redeunger. Det sidste er vist for Agerhøne i England (Potts 1986) og igangværende undersøgelser i Danmark viser, at en art som Gulspurven får signifikant flere unger på vingerne på usprøjtede, økologiske landbrug sammenlignet med konventionelle områder (Nøhr & Petersen in prep.)

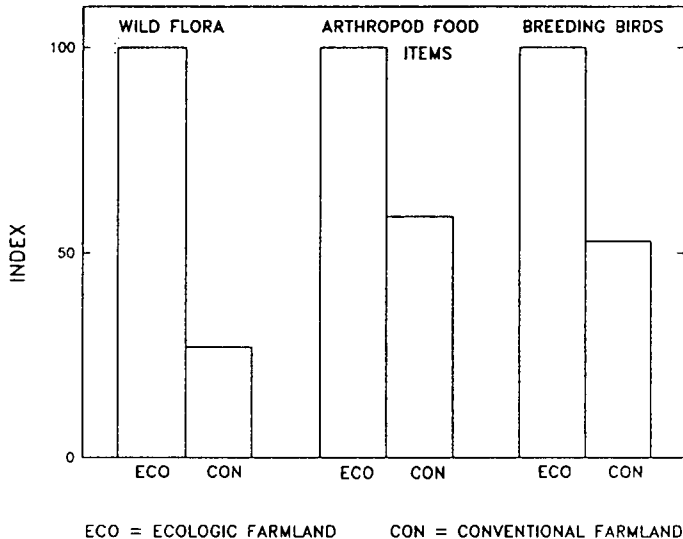


Fig.1. Forekomsten af vilde planter, fuglefødemer og ynglefugle på ikke-sprøjtede, økologiske landbrug (ECO) og sprøjtede, konventionelle landbrug (CON). (Hald & Reddersen 1990, Braae et al. 1988). Udtrykt ved et indeks, hvor forekomsten på ECO har indeks 100.

*Occurrence of wild flora, arthropod food items for birds and breeding birds (index) on non-sprayed, organically farmed land (ECO) and conventionally farmed land (CON) with pesticide treatments. Expressed as an index with value on ECO eq. 100.*

### Biologisk overvågning af pesticidhandlingsplanen

Med baggrund i pesticidernes dokumenterede effekt på fuglene, både direkte og indirekte, er det relevant at følge fuglenes trivsel i landbrugsområder som en monitoring af de biologiske konsekvenser af regeringens handlingplan for nedbringelse af brugen af pesticider. I perioden 1987-1997 stiler planen mod at nedbringe brugen af bekæmpelsesmidler med 50% og arbejdshypotesen er i store træk, at fuglepopulationerne i det danske agerland på længere sigt vil reagere positivt på en nedbringning af brugen af pesticider.

Der er flere fordele ved at bruge fuglene i et landsdækkende monitoringsprogram. En række fuglearter, f.eks. Sanglærke, Vibe, Gulspurv og Bomlærke, er tæt knyttet til det dyrkede land som levested. Yderligere er der udviklet standardiserede optællings- og analysemetoder, der muliggør indsamling af data fra store geografiske områder.

Monitoringsprogrammet, der blev iværksat af Miljøstyrelsen i 1987, er i dag baseret på 1200 optællingspunkter (Petersen & Nøhr 1991), og ud fra årlige optællingsresultater er det muligt at følge fuglenes trivsel på populationsniveau. Ud over data om fuglelivets trivsel søges der fra de involverede landbrug indsamlet oplysninger om arealanvendelse, afgrødevalg og brugen af pesticider og kunstgødning for på længere sigt at kunne sammenholde udviklingen i landbruget, herunder især brugen af pesticider, med udviklinger i fuglepopulationerne. Oplysningerne sammenkøres og EDB-behandles i en database.

### **Fuglepopulationernes udvikling i perioden 1987-1990**

Populationsudviklingen hos danske ynglefugle er fulgt siden 1976. Frem til midten af 1980'erne har bestandene af en række arter tilknyttet det dyrkede land været i tilbagegang (Petersen & Nøhr 1991). Der er utvivlsomt flere årsager til denne tilbagegang, herunder bl.a. ændringer i afgrødefordelingen (øgede arealer med vintersæd) og øget intensivisering af landbrugsdriften - herunder stigende forbrug af pesticider og kunstgødning - samt ændringer i landskabet udenfor omdrift.

Efter denne periode med voldsom tilbagegang for agerlandets karakterfugle er der tegn på, at bestandene af en række arter i 2. halvdel af 80'erne er stabiliseret eller i svag fremgang.

Den seneste stabilisering hos en række af karakterarterne kan i nogen grad tilskrives klimatiske forhold, men kan også være et resultat af, at intensiveringen af landbruget, herunder stigningen i pesticidforbruget, i nogen grad er stoppet. På trods af særdeles gunstige klimatiske betingelser i Vesteuropa de seneste tre vintre synes bestandsniveauerne dog stadig kun at være 1/3 - 2/3 af niveauerne i midten af 70'erne. Hvis bestandsniveauerne fra 70'erne af agerlandets karakterfugle skal genskabes, er det således ikke tilstrækkeligt med en opbremsning af udviklingen. Fouragerings- og ynglemulighederne skal forbedres gennem en mere miljøvenlig landbrugsdrift; en reduktion af pesticidforbruget hører naturligt hjemme i denne sammenhæng.

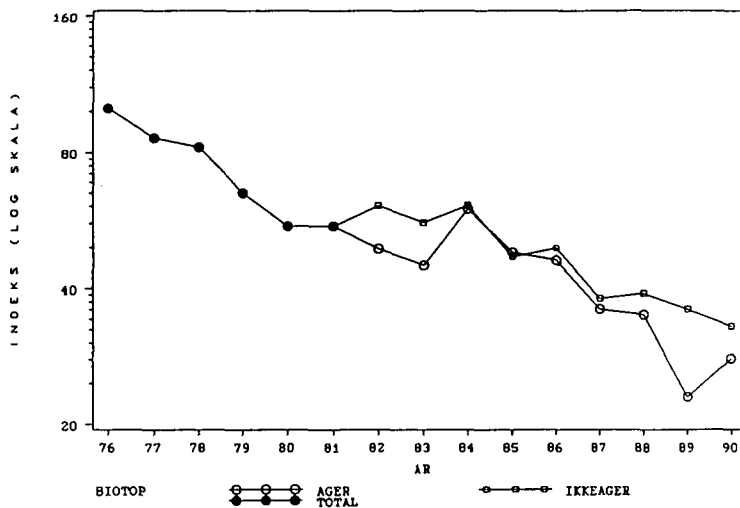


Fig. 2. Bestandsindeks for Vibe 1976-1990. Siden 1981 er udviklingen opdelt i et indeks i rent agerland (100% omdrift) og et ikke-agerlandsindeks.  
*Population index of Lapwing 1976-1990. Since 1981 the index is separated into an index of pure farmland (100% farmland surrounding the census point) and a non-farmland index.*

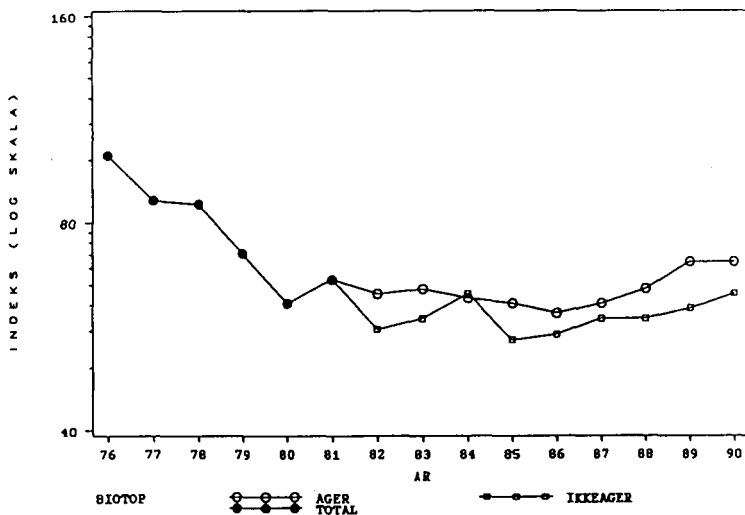


Fig. 3. Bestandsindeks for Sanglærke 1976-1990. Siden 1981 er udviklingen opdelt i et indeks i rent agerland (100% omdrift) og et ikke-agerlandsindeks.  
*Population index of Skylærke 1976-1990. Since 1981 the index is separated into an index of pure farmland (100% farmland surrounding the census point) and a non-farmland index.*

Med hensyn til pesticidanvendelsen giver den seneste udvikling med et stigende pesticidforbrug 1988-89 anledning til bekymring. Hvis det høje pesticidforbrug i 1989 fortsætter eller øges yderligere i de kommende år, må det frygtes at føre til fornyet nedgang i bestandene af de specialiserede agerlandsfugle - specielt i forbindelse med strenge (eller måske blot normale) vintre.

### **Konklusion**

Det eksisterende monitoringsprogram formodes at give et godt billede af udviklingen i ynglebestandene af de almindelige agerlandsfugle. Det kan ikke forventes, at år-til-år svingninger i pesticidforbruget umiddelbart kan aflæses i fuglenes bestandsudvikling. Artsforskelle m.h.t. hvordan og hvor hurtigt ændringer i pesticidanvendelsen afspejler sig i bestandenes størrelse, effekten af vejrforholdene samt statistisk usikkerhed er blandt årsagerne til dette. Den nuværende, brede monitoring af fuglebestandene i agerlandet kan derimod med god sikkerhed påvise effekterne af en tendens i pesticidanvendelsen, der forløber gennem nogle år.

### **Litteratur**

Braae, L., H. Nøhr & B. S. Petersen (1988): Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug. Miljøprojekt nr. 102. Miljøstyrelsen.

Hald, A.B. & J. Reddersen (1990): Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter. Miljøprojekt nr. 125. Miljøstyrelsen.

Nøhr, H. & B. Klug-Andersen (1983): Pesticidernes indflydelse på agerlandets fugle. - Miljøprojekt nr. 46, Miljøstyrelsen.

Nøhr, H. & B. S. Petersen in prep.: Ynglesucces hos Gulspurv på økologiske og konventionelle landbrug. Miljøstyrelsen.

Petersen, B. S. & H. Nøhr (1991): Monitoring af agerlandets fugle 1990. - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 1991.

Potts, G.R. (1986): The Partridge. Pesticides, Predation and Conservation. - Collins, London.

## **Mikrobielt producerede pesticider** *Microbially produced pesticides*

**Ole Skovmand**  
**Novo Nordisk A/S, Plant Protection Division (PPD)**  
**Novo Alle**  
**2880 Bagsværd**

### ***Summary***

*Biological control is traditionally connected to insects controlled by their predators, parasites and microorganisms.*

*In the future, microbially produced metabolites are going to be more important in the insect control as well as in the control of other plant pathogens (bacteria, fungi and vira). Avermectin is the first important microbially produced pesticide - although chemically slightly modified. In Novo Nordisk's Plant Protection Division, microbiologists and plant and insect pathologists are co-operating on the development of several metabolites for future application as pest control agents.*

*The products made by microbes are regarded as "biochemicals" they are produced by microorganisms and are easily destroyed in nature. As such, they should be registered in an in-between group between microbial pesticides (= diseases) and synthetic pesticides. This is the way the American EPA has grouped these pesticides.*

*Microbial pesticides are actually natural diseases of plant damaging organisms. The most important of these are still the group of *Bacillus thuringiensis* varieties. The varieties used today were all found in insects and each one has a rather narrow host range. *Bt* products are considered safe in environmental and health care aspects. It is therefore hard to understand, why the EEC regulations which seem to come, will make these products more difficult and expensive to register than before. The regulations in the EEC - if they follow these proposals - will probably destroy the European market for these products before it ever began.*

*The mechanisms employed by *Bt* in the insect disease process will be described and selected environmentally and efficacy studies will be described.*

### **Mikrobielt producerede pesticider**

Ved biologisk kontrol forstås i planteværnssammenhænge normalt kontrol af skadelige insekter ved deres prædatorer, parasitter og parasitoider, dvs mikroorganismer: svampe, bakterier og vira.

Fremover vil brug af stoffer dannet af mikroorganismer som kampstoffer mod andre mikroorganismer eller insekter blive anvendt. Et sådan let modificeret stof anvendes allerede i vid ustrækning: Avermectin.

Dansk lovgivning skelner ikke mellem mikrobielle, biologiske bekæmpelsesmidler og bekæmpelse ved hjælp af f.eks. snyltehvepse, idet begge områder slet ikke er dækket af bekæmpelsesmiddel-lovgivningen. Herved er disse midler "i gruppe" med f.eks. brændenælde-ekstrakt og andre, måske lidt tvivlsomme midler.

Miljøstyrelsen er flere gange blevet opfordret til at få etableret en lovgivning på området, vel vidende at en sådan har været undervejs i hvert fald de sidste 10 år. Novo Nordisk PPD har i de sidste 3 år produceret og eksporteret mikrobielle bekæmpelsesmidler, og det er ofte rart at kunne henvise til en dansk registrering i sådanne sammenhænge. Der er nu en EF-lovgivning på vej på området, som vil ændre dette radikalt.

Hidtil har det været sådan, at man fra Miljøministeriets side, ligesom fra økologers side, gerne så biologiske, og herunder mikrobielle midler, fremmet på de syntetiske midlers bekostning. I de lande, hvor man kræver registrering af mikrobielle bekæmpelsesmidler - f.eks. USA, Canada og England - har lovgivningen på områderne været indrettet således, at det var lettere og hurtigere, og derved billigere, at registrere et biologisk bekæmpelsesmiddel end at registrere et kemisk.

Genetisk ændrede mikroorganismer kommer selvfølgelig i en gruppe for sig.

Den amerikanske lovgivning skelner derudover mellem mikrobielle bekæmpelsesmidler og biochemicals, som kan være stoffer fremstillet ved hjælp af mikroorganismer. Disse stoffer placeres registreringskrav-mæssigt i en mellemgruppe mellem syntetiske bekæmpelsesmidler og biologiske bekæmpelsesmidler.

Den bagved liggende tankegang er formentlig, at stoffer dannet af mikroorganismer også let kan nedbrydes med mikroorganismer og derfor ikke belaster miljøet på længere sigt.

Dette hensyn ses ikke klart at kunne genfindes i det udkast til EF-lovgivning på området som nu foreligger, idet der stilles så omfattende krav til test af disse organismer, at registreringen vil blive stort set ligeså omfattende og kostbar som for syntetiske midler. Konsekvensen heraf er, at der ikke kan udvikles mikrobielle midler til de enkelte skadedyrsarter - og da mikrobielle midler altid er meget specifikke, kan de altså slet ikke udvikles til det europæiske marked. Miljøhensynsovervejelserne har "skudt sig selv i foden".

I de seneste år har der ellers været en hastig udvikling af mikrobielle bekæmpelsesmidler.

I dag er det muligt at massefremstille vira, bakterier og flercellede organismer som nematoder, men kun de sidstnævnte to grupper har i industriel skala kunnet fremstilles uden værtsorganismen. Virus mod sommerfuglelarver må således stadig dyrkes i sommerfuglelarver.

Den vigtigste mikroorganisme til bekæmpelse af insekter er bakterien Bacillus thuringiensis, som er en aerob, gram-positiv bakterie. Den findes i mange varianter, og en del af disse varianter kan slå forskellige arter eller grupper af arter insekter ihjel. Til dette brug kan bakterien danne forskellige toxiner mod insektet og enzymer til at inaktivere insektets forsvarsmekanismer mod bakterien. Det er teknisk muligt at adskille nogle af toxinerne fra bakterien, og man kan herved få et bakteriefrit toxin, som vil virke i passende høje doser alene.

Et sådant produkt er snarere et mikrobielt produceret bekæmpelsesmiddel end et mikrobielt bekæmpelsesmiddel. Tysk lovgivning foretrækker et sådant, så miljøet slipper for tilførslen af en masse bakteriesporer - som godt nok er der i forvejen, men i mindre koncentrationer.

Det er nærliggende at antage, at fremover vil flere bekæmpelsesmidler mod insekter, svampe og bakterier være mikrobielt fremstillede. De vil stadig have den fordel fremfor de syntetisk fremstillede, at de hurtigt kan nedbrydes i naturen. I Novo Nordisk's plantebeskyttelsesdivision arbejde vi med at isolere sådanne stoffer og svampe og bakterier mod andre svampe, bakterier og insekter. Mikrobielt dannede metabolitter til svampebekæmpelse ser allerede lovende ud.

#### **Mikrobielle bekæmpelsesmidler: Virker de?**

Midler baseret på Bacillus thuringiensis udgør 90-95% af al biologisk insektbekæmpelse og udgør ca. 2% af det samlede insekticidmarked. Virus er ofte for svært og dyrt at fremstille og virker for langsomt, så larverne har gjort deres skade, inden de dør. Nematoder og svampe stiller generelt for store krav til miljøet (høj fugtighed, ret høj temperatur), så resultatet er for usikkert.

Nye teknikker til jordbehandling (nedfældning) og formulering kan ændre dette, og de foreløbige forsøg ser lovende ud. Det er dog stadig Bacillus thuringiensis, der helt dominerer i den praktiske anvendelse.

I dette indlæg vil Bacillus thuringiensis' måde at dræbe insektet på blive kort gennemgået - og det vil fremgå, at døds kampen mellem insektet og bakterien er en scene med mange kampmidler og indbyrdes tilpasninger.

Indlægget vil også vise eksempler på miljøundersøgelser af Bacillus thuringiensis, på økonomiske vurderinger af Bt samt gennemgå nogle få resultater af de mange effektundersøgelser, vi selv har fået gennemført. Undersøgelserne er valgt således, at praktiske fordele og ulemper vil fremgå. En væsentlig pointe er, at brugen af sådanne midler kræver større viden og opmærksomhed fra gartneren, landmanden og forstmanden, end traditionelle midler.

Desuden vil gensplejsning af Bt toxinet ind i mikroorganismer og i højere planter, blive belyst, idet mange forsøg allerede har vist, at det både er muligt og at det virker, men hvor resistens ser ud til at blive en af de sikre konsekvenser.

### **Sammendrag**

Foredraget beskriver udviklingen af pesticider fremstillet ved hjælp af mikroorganismer ("biochemicals") og pesticider baseret på mikroorganismer ("biologicals" eller "microbial pesticides"). Registreringsmæssige problemer i EF rejses og sammenholdes med forholdene i USA og Canada. Til sidst gennemgås insektbekæmpelse ved hjælp af bakterien *Bacillus thuringiensis* - virkemekanismer, resultater og miljø-effekter.



## Kriterier og godkendelse af bekæmpelsesmidler. *Criteria and approval of pesticides.*

Claus Hansen  
Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K

### *Summary*

*The use of criteria in the approval of pesticides has only taken place in the last few years in Denmark. Up to the present criteria have been developed for 10 properties of active ingredients in pesticides. These criteria are being revised at the moment and new ones are being considered. It is the aim that there should be a criterion for each property of an active ingredient that is investigated according to the statutory order on chemical pesticides. An example is given of an existing criterion and how a revision is contemplated.*

### **Indledning.**

I bekendtgørelse nr. 791 af 10. december 1987 om kemiske bekæmpelsesmidler introduceredes et nyt begreb i forbindelse med godkendelsesproceduren. Det drejer sig om kriterier for hvornår bekæmpelsesmidler er så farlige for sundheden og skadelige for miljøet, at nægtelse af godkendelse skal finde sted. Kriterierne blev udarbejdet af Miljøstyrelsen i samarbejde med bekæmpelsesmiddelrådet.

Kriterierne definerer en grænse for hvad, der er acceptabelt med hensyn til en given egenskab ved aktivstoffer i bekæmpelsesmidler. Aktivstoffer, som overskrider denne grænse, kan dog stadig være i besiddelse af ubehagelige egenskaber, således at der er grund til at regulere anvendelsen af dem. Derfor er det Miljøstyrelsen pålagt, at lade en såkaldt alternativvurdering finde sted. Denne udføres af forskellige Landbrugsministerielle institutioner.

### **Beskrivelse af kriterierne.**

Nedenfor er der anført en liste over de kriterier, der blev udarbejdet i første omgang.

1. Akut giftighed (midlet)
2. Giftighed ved kortere tids påvirkning
3. Giftighed ved længere tids påvirkning
4. Kræftfremkaldende virkning
5. Mutagen virkning
6. Skadelig virkning på forplantningen (reproduktions toksicitet)
7. Skadelig virkning på nervesystemet (neurotoksicitet)
8. Persistens i jord
9. Mobilitet i jord
10. Bioakkumulering

Som eksempel på hvorledes et kriterie er opbygget, skal vises et af de kriterier, der har været en del debat om. Det omhandler kriteriet for uacceptabel mobilitet i jord således som det ser ud i øjeblikket ( se senere for overvejelser om justeringer).

Eks: Mobiliteten af aktivstof og vigtige metabolitter skal undersøges i kolonneforsøg i 3 forskellige jordtyper. Hvis mobiliteten overskrider en vis grænse i disse forsøg kræves mobiliteten undersøgt ved mere realistiske betingelser, hvilket normalt betyder, at der skal udføres lysimeterforsøg. Hvis der i disse forsøg er tale om en udvaskning (af enten aktivstof og/eller metabolitter), der overstiger 5 gr/ha/år ( til dybere end 1 m) kan sådanne produkter ikke godkendes.

Det blev fastlagt, at der skulle ske en revision af kriterierne efter at der var blevet opnået erfaring med brugen af dem. Det er nu sket og i dette forår vil der ske en revision. Samtidig vil der blive påbegyndt en udvikling af nye kriterier - i princippet for alle de dokumentationskrav, der findes i bekendtgørelsen.

Kriterierne har i den forløbne periode haft stor betydning for administrationen, og de vil fremover få endnu større betydning.

De danske kriterier danner udgangspunkt for de synspunkter, som Danmark fremfører i EF i forbindelse med forhandlingerne om en fælles godkendelsesprocedure. Her vil de få betydning i forhandlingerne om hvorledes der træffes beslutning om hvilke aktivstoffer, der kan optages på listen over EF-godkendte aktivstoffer.

Som optakt til dette arbejde, har der været afholdt foreløbig et møde mellem nogle EF-lande ( Holland, Tyskland og Danmark) og repræsentanter for industrien. Dette har været platform for udveksling af ideer til revision af eksisterende og udvikling af nye kriterier.

### **Revision af kriterierne.**

Som eksempel på de overvejelser, der har fundet sted, kan det nævnes, hvorledes kriteriet for uacceptabel mobilitet kunne tænkes modificeret. Det foreslås, at det præciseres, at det som udgangspunkt er uacceptabelt med pesticider eller metabolitter i grundvandet.

Grundvandet udgør en fundamental "ressource" ikke kun for mennesker men også for alle andre levende organismer. Da man ikke rigtig kan bruge "0" eller "intet" aktivstof eller metabolit, overvejes det, at grænsen sættes til 1/10 af den laveste observerede effekt - koncentration og under alle omstændigheder må nedvaskningen til mere end 1 m ikke overstige 200 mg/ha/år. Koncentrationer i afstrømningsvand og i drænvand må ikke medføre biologiske effekter. Påvisningsgrænsen i analyser for aktivstof og metabolitter overvejes sat til 1/10 af den laveste observerede koncentration, der har vist biologiske effekter i de forsøg, der kræves i forbindelse med godkendelse af bekæmpelsesmidler. Analysemetoderne kan være forskellige slags, blot der er tale om specifikke metoder. Endvidere skal der tages hensyn til stoffernes halveringstid i de indledende kolonne forsøg. Man må sige det har vist sig, at stoffer, der kan vaskes ned, ikke nødvendigvis fanges op i disse undersøgelser. Måske kan det gøres ved at mindske den procentdel, der anses som acceptabel udvaskning.

### **Sammendrag**

Der er udviklet kriterier for 10 egenskaber foreløbig. Disse kriterier skal nu revideres i lyset af indvundne erfaringer. Derudover skal Miljøstyrelsen lave nye kriterier for de undersøgelser, der kræves i medfør af bekendtgørelsen om kemiske bekæmpelsesmidler. Mobilitetskriteriet bruges til illustration af hvorledes kriterier er bygget op og hvorledes en revision kan tænkes udført.

### **Litteratur.**

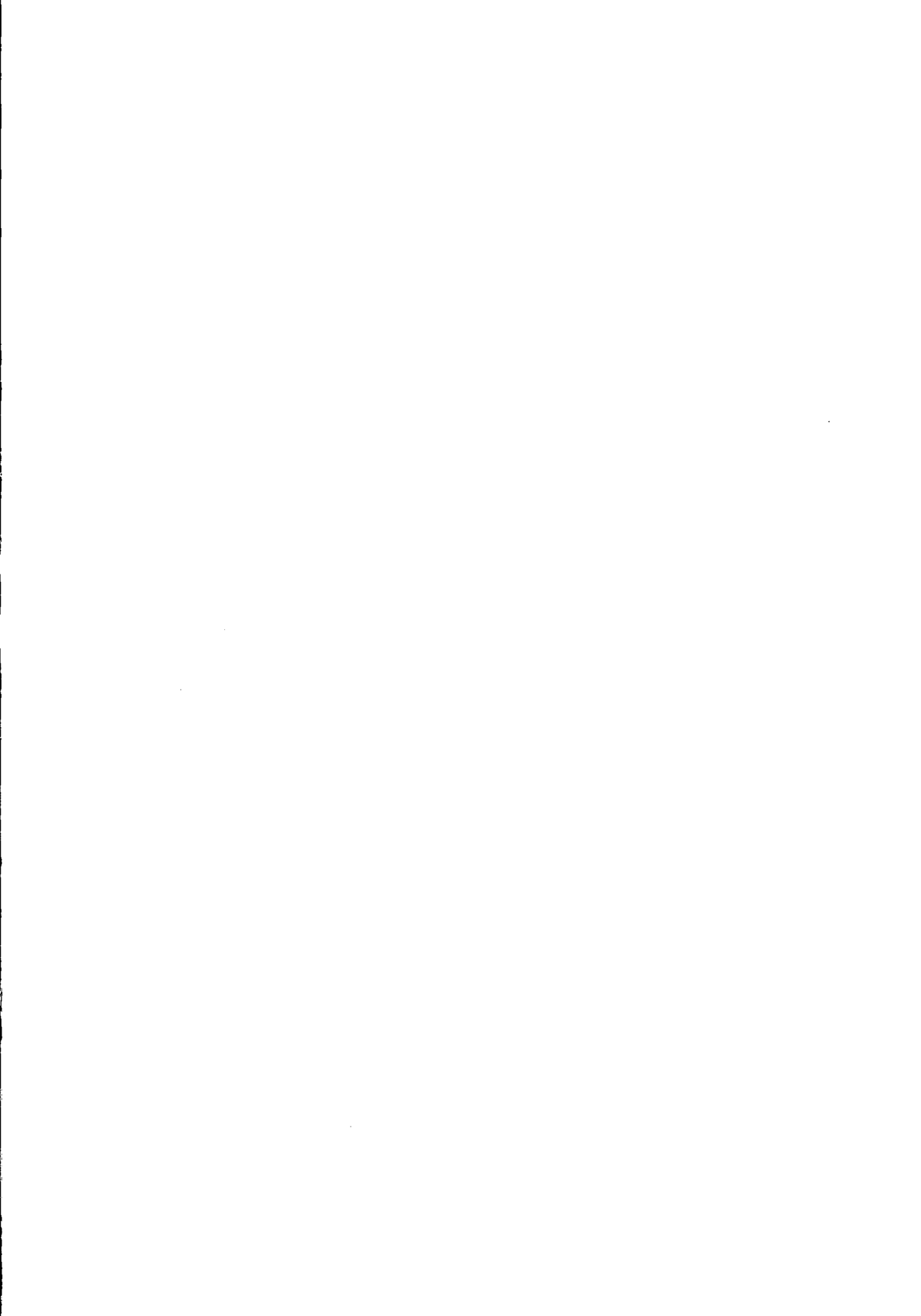
Miljøstyrelsen ( 1987): Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 791 af 10. december 1987

Mortensen L. et al. ( 1990): On Required Ecotoxicological Documentation and Criteria for Acceptance/Denial pertaining to Registration of Pesticides









## Afdelinger mv. under Statens Planteavlsforsøg

### Direktionen

|  |             |
|--|-------------|
| Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby .....                | 45 93 09 99 |
| Informationstjenesten, 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, Forsøgsanlæg Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele .....  | 86 65 25 00 |
| Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forsøgsanlæg 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 Planterneærning og -fysiologi, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen .....       | 75 36 02 77 |
| Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forsøgsanlæg 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 Blomsterdyrking, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev .....            | 65 99 17 66 |
| Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev .....               | 65 99 17 66 |
| Afdeling for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 Års .....           | 98 66 13 33 |
| 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 .....            | 42 87 25 10 |
| Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....                   | 42 87 25 10 |
| Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby .....                 | 42 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 .....                           | 42 87 25 10 |

### Centrallaboratoriet

|  |             |
|--|-------------|
| Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele ..... | 86 65 25 00 |
|--|-------------|