

Indholdsfortegnelse

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstreguleringsmidler i 2001. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager og havebrugsafgrøder Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 2001 for use in agricultural and horticultural crops <i>Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, Peder Elbæk Jensen & Kamilla Jentoft Fertin</i>	5
Tyske, svenske og danske forsøg og erfaringer med bekæmpelse af rapsjordlopper i vinterraps German, Swedish and Danish experiences with control of cabbage stem flea beetles (<i>Psylliodes chrysocephala</i>) in winter oil seed rape <i>Ghita Cordsen Nielsen, Hans-Joachim Gleaser, Henning Lindenberg & Gunilla Berg</i>	15
Hvad skal vi gøre ved de resistente glimmerbøsser? What is to be done about the insecticide-resistant pollen beetles? <i>Lars Monrad Hansen</i>	27
Fysiologiske bladpletter i korn Physiological spotting in cereals <i>Lise Nistrup Jørgensen, Ghita Cordsen Nielsen & Susanne Sindberg</i>	33
Udsædsbårne sygdomme i korn - bejdsemidler og andre behandlingsmetoder Seed-borne diseases in cereals – seed treatments and other control methods <i>Bent J. Nielsen</i>	43
Planteværn Online – et internetbaseret beslutningsstøttesystem Plant Protection Online – an Internet based decision support system <i>Per Rydahl, Leif Hagelskjær, Ole Qvist Bøjer, Lise Nistrup Jørgensen, Jens Bligaard, Lars Pedersen & Mike Jørgensen</i>	59
Sprøjtefrie zoner og afdriftsreducerende udstyr Buffer Zones and “Low Drift” equipment <i>Dorthe Kappel & Bill Taylor</i>	75
Handskers beskyttelsesgrad ved arbejde med pesticider i landbruget, samt transferkoefficienter for fyldning og udsprøjtning (foreløbige resultater) Mitigation studies of protective gloves used in handling pesticides in agriculture and transfer coefficients for loading and spraying (preliminary results) <i>Erik Kirknel & Pia Sjelborg</i>	89

Udvaskning af glyphosat vurderet ud fra tre markforsøg Leaching of glyphosate from three agricultural sites <i>Jeanne Kjær, Marlene Ullum, Bo Lindhardt, Preben Olsen & Jørgen Ole Jørgensen</i>	101
Floraændringer i danske sædskiftemarker. En ny ukrudtsundersøgelse er begyndt Flora changes in Danish fields. A new weed survey has begun <i>Christian Andreasen & Jens Carl Streibig</i>	113
Konkurrence mellem afgrøde og ukrudt om tilført husdyrgødningskvælstof Competition between spring barley and weed for applied nitrogen in pig slurry <i>Jens Petersen</i>	119
Model til forudsigelse af ager-tidslers fremspiring på baggrund af temperaturgrader Modelling shoot emergence of Canada thistle based on day degrees <i>Rikke Klith Jensen, Dave Archer & Frank Forcella</i>	129
Grå bynke (<i>Artemisia vulgaris</i> L.) - udbredelse, problemer og bekæmpelse belyst ved interviewundersøgelse Mugwort (<i>Artemisia vulgaris</i> L.) - occurrence, problems and control options illustrated by interviewing Danish farmers <i>Vibe Skov, Gitte Rasmussen, Karsten Rasmussen & Egon Noe</i>	137
Ukrudtsudviklingen i forskellige sædskifter med og uden bekæmpelse i konkurrencestærke afgrøder Weed development with and without control in competitive crops <i>Karsten Rasmussen, Gitte Rasmussen, Jens Henrik Badsberg & Niels Holst</i>	151
Glyphosat-tolerante roer: Perspektiver for landmand og miljø Glyphosate-tolerant beets: Perspectives for the farmer and the environment <i>Beate Strandberg, Marianne Bruus Pedersen & Niels Elmegaard</i>	167
Noget nyt vejr! Weather information in a new way! <i>Torben Klausen</i>	181

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstreguleringsmidler i 2001. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager og havebrugsafgrøder

Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 2001 for use in agricultural and horticultural crops

Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, Peder Elbæk Jensen & Kamilla Jentoft Fertin
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The Danish Institute of Agricultural Sciences grants approval to chemicals and biological plant protection products for control of plant diseases, pests and weeds, when satisfactory trial results are available. The testing is voluntary and performed upon the companies' applications for approval. The trials are carried out according to international guidelines elaborated by the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO).

From the 1st January 1996 Denmark has been operating a GEP-recognition system (Good Efficacy Practice) in accordance with the EU-directive 93/71EØF.

The Department of Crop Protection has been working in accordance with the principles of GEP during the 2001-season. The recognising authorities (GEP-unit) have inspected the testing units. The department is officially recognised with validity from 1st January 1996.

The trials are carried out at the Department of Crop Protection under the Danish Institute of Agricultural Sciences, and the products are tested to such an extent that it is possible to evaluate whether they will be suited for their purpose under Danish climatic and agricultural conditions. This normally implies 3-6 trials per year carried out under different conditions. Usually the products are tested for two or three years, until a basis of trials, which allows a qualified evaluation, is available.

The dosage is considered to be of great importance. In order to test the potential of the products and establish the approved dosage (normal dose), the trials are generally carried out with 3 dosages. For fungicides and insecticides in agricultural crops 1/1 (normal dosage), 1/2, and 1/4, and for herbicides 2/1, 1/1 (normal dosage), 1/2 and 1/4. For observation trials (seed treatment cereals) dosages of 2/1, 1/1, 1/2 and 1/4 are necessary.

With validity from the first of January 2002, several new fungicides, insecticides and herbicides have been granted an approval. Names of approved products, dosages, active ingre-

dients, plant diseases, insect pests and names of companies are shown in tables 1-5.

The products must be registered in order to be marketed. In Denmark the Danish Environmental Protection Agency gives registrations.

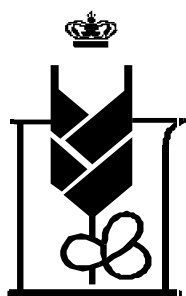
Indledning

Under afprøvningssystemet ved Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg udføres forsøg med bekæmpelsesmidler for at undersøge virkningen på forskellige skadegørere med henblik på at finde de bedst egnede produkter til bestemte anvendelsesområder. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg kan efter tilfredsstillende afprøvningsresultater tildele en anerkendelse, som betyder, at midlet har været undersøgt under danske forhold, og at det har en virkning på højde med eller bedre end standarden på markedet. Forsøgene udføres i henhold til aftale med Dansk Planteværn (Nielsen, 1993). Aftalen er frivillig og senest revideret med virkning fra august 2001.

Som resultat af afprøvningsarbejdet er der med gyldighed fra 1. januar 2002 anerkendt en række nye fungicider, insekticider og herbicider. Vedrørende midler, skadegørere, virksomt stof, anerkendt dosering og anmeldende firma henvises til tabellerne 1-5.

Forsøgsarbejdet vedrørende svampesygdomme i korn er nærmere omtalt i Jørgensen & Høyer (2002), bejdsemidler i korn (Nielsen, 2002a) og svampesygdomme i kartofler (Nielsen 2002b). Skadedyr i landbrugsafgrøder er omtalt i Paaske (2002). Forsøgsdata med videre er angivet i de årlige forsøgsrapporter (Jørgensen *et al.*, 2001; Paaske, 2001; Jensen *et al.*, 2001). Angående tidligere tildelte anerkendelser og anerkendte midler i øvrigt henvises til "Vejledning i Planteværn 2002" (Petersen *et al.*, 2002). Midlerne optages dog først på denne liste, når de er godkendte af Miljøstyrelsen.

De med * mærkede midler i tabellerne 1-5 er på tidspunktet for udarbejdelsen af oversigterne i tabellerne ikke godkendte af Miljøstyrelsen.



Dette indregistrerede fællesmærke for anerkendte plantebeskyttelsesmidler (pesticider og vækstregulerende midler) kan af firmaerne anbringes på anerkendte midlers etiketter i umiddelbar tilknytning til anerkendelsesteksten samt anvendes ved annoncering med videre, såfremt anerkendelsesteksten også anføres. Fællesmærket anvendes også i publikationer i forbindelse med omtalen af anerkendte midler.

Forsøgsbeskrivelse

Forsøgene er gennemført efter EPPO Guidelines (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) (Anon. 1 - 4).

Danmark har fra 1. januar 1996 haft et GEP anerkendelsessystem (God Effektivitets Praxis) i overensstemmelse med EU-direktiv 93/71EØF.

Afdeling for Plantebeskyttelse har haft en officiel GEP-godkendelse siden 1. januar 1996

og har siden udført afprøvningsarbejdet i overensstemmelse med disse principper.

Forsøgene er udført som frilands- eller væksthushorsøg suppleret med laboratorieundersøgelser i relevant omfang.

Midlerne afprøves i et omfang, der giver mulighed for at fastslå, om de vil være egnede til formålet under danske klima- og jordbundsforhold. Dette vil normalt indebære 3-6 forsøg pr. år. Hvis betydningen af eventuelle sortsforskelle i kulturplanterne skal kunne vurderes, vil det være nødvendigt at øge forsøgsantallet.

Midlerne afprøves sædvanligvis i 2-3 år, før anerkendelse kan gives.

For at belyse et middels virkningsgrad under danske forhold og skabe grundlag for fastsættelse af den anerkendte dosering ("normaldoseringen") foretages afprøvningen generelt i 3 doseringer i sammenligning med et standardmiddel i normaldosering. Specielt gælder for fungicider og insekticider til landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager, at de afprøves i 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. Herbicider afprøves i 2/1, 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. Bejdsemidler afprøves i 2/1, 1/1, 1/2 og 1/4 dosering.

Forsøgene har været placeret på egne eller lejede arealer, på DJF's Forsøgsstationer eller udstationeret hos landmænd samt frugt- og bæravlere. I forsøgene er der medtaget anerkendte standardmidler som sammenligningsgrundlag for de afprøvede midler.

Nyanerkendte midler

Nedenfor er angivet nyanerkendte midler eller midler, hvor anerkendelsen er udvidet eller ændret. Hvor anerkendelsen er udvidet, er det kun den nye anerkendelse, der er omtalt.

Tabel 1. Bejdsemidler med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder (1. januar 2002). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Seed dressings with new, extended or changed approval (1st January 2002). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Latitude* silthiopham 125 g/l	Monsanto	2 ml/kg	Goldfodsyge (<i>Gauemanomyces graminis</i>)
Prelude 20 LF prochloraz 200 g/l	Aventis	100 ml/100 kg	Bygstribesygge på vinterbyg (<i>Drechslera graminea</i>)

Tabel 2. Fungicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder (1. januar 2002). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Fungicides with new, extended or changed approval (1st January 2002). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
BAS 560* metrafenone 300 g/l	BASF	0,5 l/ha	Meldug på korn (<i>Erysiphe graminis</i>)
BAS 01 + Corbel* pyraclostrobin 250 g/l fenpropimorph 750 g/l	BASF	1,0+0,5 l/ha	Meldug på hvede (<i>Erysiphe graminis</i>) Hvedegråplet (<i>Septoria tritici</i>) Hvedebrunplet (<i>Stagonospora nodorum</i>) Gulrust (<i>Puccinia striiformis</i>) Skoldplet (<i>Rhynchosporium secalis</i>) Bygbladplet (<i>Drechslera teres</i>) Bygrust (<i>Puccinia hordei</i>)
Opera (BAS 02/ BAS 512)* pyraclostrobin 133 g/l epoxiconazole 50 g/l	BASF	1,5 l/ha	Hvedegråplet (<i>Septoria tritici</i>) Hvedebrunplet (<i>Stagonospora nodorum</i>) Gulrust (<i>Puccinia striiformis</i>)
Unix 75 WG* cyprodinil 750 g/l	Syngenta	1,0 kg/ha	Meldug på byg (<i>Erysiphe graminis</i>) Bygbladplet (<i>Drechslera teres</i>)
Electis* zoxamid 83 g/l mancozeb 667 g/l	DOW	1,8 kg/ha	Kartoffelskimmel (<i>Phytophthora infestans</i>)
Tanos* famoxate 250 g/l cymoxanil 250 g/l	DuPont	0,7 kg/ha	Kartoffelskimmel (<i>Phytophthora infestans</i>)

Tabel 3. Herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2002). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Herbicides with new, extended or changed approval (1st January 2002). * = not registered in Denmark.

Midler Products	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
BAS 647 H*	BASF	i vinterhvede med 2,5 l/ha om efteråret, når afgrøden har 1-2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, haremadv, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, burresnerre, agerstedmoder, valmue og ærenpris
Basagran 480 + Stomp Pentagon	BASF	i ærter til modenhed med 0,4 l Basagran 480 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med kimblade efterfulgt af 0,5 l Basagran 480 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha 10 – 14 dage senere.	alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, agerstedmoder, svinemælk (som frøplante), tve-tand og ærenpris
Basagran M75 + Stomp Pentagon	BASF	i vårbyg med udlæg af enten kløvergræs eller af kløvergræs + ært, samt i ærter med udlæg af kløvergræs med 1,5 l Basagran M75 + 1,0 l Stomp Pentagon pr. ha, når kløveren har de første trekoblede blade.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, lugtløs kamille, bleg/fersken pileurt, storkenæb, tve-tand, vortemælk og storkronet ærenpris
Basagran M75 + Stomp Pentagon	BASF	i ærter til modenhed med 0,75 l Basagran M75 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med kimblade efterfulgt af 0,75 l Basagran M75 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha 10 – 14 dage senere.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, agerstedmoder, tve-tand og ærenpris
Basagran M75 + Stomp Pentagon	BASF	i ærter til modenhed med 1,5 l Basagran M75 + 1,5 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med 1-2 blade.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, tve-tand og ærenpris
Bromyl* + Pendimethalin EC*	Inter Trade BASF	i vintersæd med 0,5 l Bromyl + 2,0 l Pendimethalin SC pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, haremadv, hyrdetaske, kamille, enårig rapgræs, raps, burresnerre, agerstedmoder, valmue og ærenpris

Midler Products	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Bromyl* + Pendimethalin SC*	Inter Trade BASF	i vintersæd med 0,5 l Bromyl + 2,0 l Pendimethalin EC pr. ha om efteråret, når afgrø- den har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, haremad, hyrdeta- ske, kamille, enårig rapgræs, raps, burresner- re, agerstedmoder, valmue og ærenpris
Bromyl*	Inter Trade	i vinterbyg, vinterhvede og vinterrug med 1,0 l/ha om efteråret, når afgrøden har 2-3 blade.	fuglegræs, hyrdetaske, kamille, raps, tvetand, valmue og ærenpris
Chekker* + Actirob*	Aventis	i vårbyg med 0,12 kg Chekker + 0,4 l Actirob pr. ha, når afgrøden har 3-4 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, bleg/fersken pileurt, snerle pileurt, raps, agersennep, burresnerre, agerstedmoder, tvetand og storkronet ærenpris
Chekker* + Actirob*	Aventis	i vintersæd med 0,12 kg Chekker + 0,5 l Actirob pr. ha tidlig forår.	fuglegræs, hundepersille, hyrdetaske, kamil- le, snerle pileurt, agersennep og burresnerre
Gratil + Actirob*	Aventis	i vinterhvede med 20 g Gratil + 0,5 l Actirob pr. ha tidlig forår.	hyrdetaske, kamille og burresnerre
Hussar + Actirob*	Aventis	i vårbyg med 0,15 kg Hussar + 0,5 l Actirob pr. ha, når afgrøden har 3-4 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hanekro, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, snerle pileurt, agersennep, raps, agerstedmoder, tvetand og storkro- net ærenpris
Inter Pendimethalin	Inter Trade	i vintersæd med 4,0 l/ha om efteråret, når afgrø- den har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, burresnerre, agerstedmoder, storkenæb, tvetand, valmue og ærenpris
Inter Terbuthylazin	Inter Trade	i majs ¹ og planteskole- kulturer med 2,3 l/ha, samt i skovkulturer, frugttræer og -buske med 3,0 l/ha, når ukrud- tet har kimblade ¹ I majs tilsættes penet- reringsolie (2,0 l/ha).	hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, limurt, fer- sken- og bleg pileurt, vejpileurt, agersted- moder og storkronet ærenpris
Monitor* + Lissapol Bio	Monsanto	i vinterhvede med 12,5 g Monitor + 0,2% Lis- sapol Bio tidlig forår efter start af vækst, men inden strækning efter- fulgt af 12,5 g Monitor + 0,2% Lissapol Bio 2-	gold og blød hejre

		3 uger senere på afgrødens st. 30 – 31.	
Midler Products	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Oxitril CM + Stomp Pentagon	Aventis BASF	i vintersæd med 0,5 l Oxitril CM + 2,0 l Stomp Pentagon pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, enårig rapgræs, raps, agerstedmoder, valmue og ærenpris
Pendimethalin EC* + Bromyl*	BASF Inter Trade	i vintersæd med 0,5 l Bromyl + 2,0 l Pendi- methalin SC pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, harem, hyrdetaske, kamille, enårig rapgræs, raps, burre, agerstedmoder, valmue og ærenpris.
Pendimethalin SC* + Bromyl*	BASF Inter Trade	i vintersæd med 0,5 l Bromyl + 2,0 l Pendi- methalin EC pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, harem, hyrdetaske, kamille, enårig rapgræs, raps, burre, agerstedmoder, valmue og ærenpris.
Primera Super + Isoblette	Aventis	i vintersæd med 0,4 l Primera Super + 0,4 l Isoblette pr. ha om ef- teråret, når afgrøden har 2-3 blade.	agerrævehale og vindaks
Primera Super + Stomp Pentagon + Isoblette	Aventis BASF	i vintersæd med 0,4 l Primera Super + 2,0 l Stomp Pentagon + 0,4 l Isoblette pr. ha om ef- teråret, når afgrøden har 2-3 blade.	agerrævehale, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, agerstedmoder, tve-tand, valmue, vindaks og ærenpris
Stomp Pentagon + Basagran 480	BASF	i ærter til modenhed med 0,4 l Basagran 480 + 0,75 l Stomp Penta- gon pr. ha på ukrudt med kimblade efterfulgt af 0,5 l Basagran 480 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha 10 – 14 dage senere.	alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåse- fod, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, ager- stedmoder, svinemælk (som frøplante), tve- tand og ærenpris
Stomp Pentagon + Basagran 480	BASF	i ærter til modenhed med 1,0 l Basagran 480 + 1,5 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med 1-2 blade.	alm. brandbæger, fuglegræs, hvidmelet gåse- fod, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, ager- stedmoder, svinemælk (som frøplante), tve- tand og ærenpris

Midler Products	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Stomp Pentagon + Basagran M75	BASF	i vårbyg med udlæg af enten kløvergræs eller af kløvergræs + ært, samt i ærter med udlæg af kløvergræs med 1,5 l Basagran M75 + 1,0 l Stomp Pentagon pr. ha, når kløveren har de første trekoblede blade.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, lugtløs kamille, bleg/fersken pileurt, storkenæb, tvetand, vortemælk og storkronet ærenpris
Stomp Pentagon + Basagran M75	BASF	i ærter til modenhed med 0,75 l Basagran M75 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med kimblade efterfulgt af 0,75 l Basagran M75 + 0,75 l Stomp Pentagon pr. ha 10 – 14 dage senere.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, agerstedmoder, tvetand og ærenpris
Stomp Pentagon + Basagran M75	BASF	i ærter til modenhed med 1,5 l Basagran M75 + 1,5 l Stomp Pentagon pr. ha på ukrudt med 1-2 blade.	fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, nat limurt, bleg/fersken pileurt, raps, agersennep, tvetand og ærenpris
Stomp Pentagon + Oxitril CM	BASF Aventis	i vintersæd med 0,5 l Oxitril CM + 2,0 l Stomp Pentagon pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, kamille, enårig rapgræs, raps, agerstedmoder, valmue og ærenpris
Stomp Pentagon + Primera Super + Isoblette	BASF Aventis	i vintersæd med 0,4 l Primera Super + 2,0 l Stomp Pentagon + 0,4 l Isoblette pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2-3 blade	ærenpris, agerrævehale, forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, agerstedmoder, tvetand, valmue, vindaks og ærenpris
Stomp Pentagon	BASF	i vintersæd med 4,0 l/ha om efteråret, når afgrøden har 2 blade.	forglemmigej, fuglegræs, hyrdetaske, enårig rapgræs, raps, burresnerre, agerstedmoder, storkenæb, tvetand, valmue og ærenpris
Synergy 63 WG + SweDane Contact	Syngenta	i vårbyg og i vårbyg med udlæg af rajgræs og rød svingel til slæt med 0,1 l Synergy 63 WG + 1 l SweDane Contact pr. ha	forglemmigej, fuglegræs, haneke, hvidmelet gåsefod, hundepersille, hyrdetaske, kamille, pengeurt, bleg/fersken pileurt, snerle pileurt, vej pileurt, raps, agersennep, burresnerre,

		1 Synergy 63 WG pr. ha + 0,2% SweDane Contact, når afgrøden har 2-3 blade.	agerstedmoder, svinemælk (som frøplante), tvetand og valmue
Midler Products	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Topik 100 EC* + Sun oil 33E	Syngenta	i vinterhvede med 0,4 l Topik 100 EC + 0,5 l Sun oil 33E pr. ha om efteråret, når afgrøden har 2-3 blade.	rajgræs og vindaks
Touchdown Premium	Syngenta	vårraps med 3,0 l/ha senest 10 dage før høst ærter med 4,0 l/ha senest 10 dage før høst rød svingel med 4,0 l/ha senest 10 dage før pløjning/slæt.	nedvisning af vårraps nedvisning af ærter bortsprøjtning/nedvisning af rød svingel

Tabel 4. Navn og indhold af aktivstof i herbicider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse, som anført i tabel 3. Name and active ingredients in herbicides with new, extended or changed approval, as stated in table 3.

Middel Product	Aktivstof Active ingredient	Aktivstof indhold AI content
Actirob	penetreringsolie	
Basagran 480	bentazon	480 g/l
Basagran M75	bentazon MCPA	250 g/l 75 g/l
BAS 647 H	cinodon ethyl pendimethalin	13,3 g/l 333 g/l
Bromyl	bromoxynil ioxynil	200 g/l 200 g/l
Chekker	idosulfuron amidosulfuron	125 g/kg 125 g/kg
Gratil	amidosulfuron	750 g/kg
Hussar	idosulfuron	50 g/kg
Inter Pendimethalin	pendimethalin	330 g/l
Isoblette	surfactant	
Lissapol Bio	surfactant	
Monitor	sulfosulfuron	800 g/kg
Oxitril CM	bromoxynil ioxynil	200 g/l 200 g/l
Pendimethalin EC	pendimethalin	330 g/l
Pendimethalin SC	pendimethalin	400 g/l
Primera Super	fenoxapropethyl	69 g/l
Stomp Pentagon	pendimethalin	330 g/l
Sun oil 33E	penetreringsolie	
Synergy 63 WG	triasulfuron dicamba	30 g/kg 600 g/kg
Topik 100 EC	clodinafop	100 g/l
Touchdown Premium	glyphosat	360 g/l

Tabel 5. Insekticider med ny, udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og havebrug (1. januar 2002). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Insecticides with new, extended or changed approval (1st January 2002). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	Firma Company	Dosering Dosage	Anerkendt mod Approved against
Karate 2,5 WG lambda-cyhalothrin 25 g/kg	Syngenta	0,2 kg/ha	Stribet bladrandbille i ærter

Litteratur

- Anon 1. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Introduction, general & miscellaneous guidelines, new and revised guidelines.
- Anon 2. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 2, Fungicides and bactericides.
- Anon 3. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Insecticides and acaricides.
- Anon 4. 1999. Guidelines for efficacy evaluation of plant protection products. Volume 1, Herbicides and plant growth regulators.
- Jensen PE & Fertin KJ. 2001. Weed 2001 Approval. Results from testing of herbicides and growth regulators. Book 1 & 2. Research Centre Flakkebjerg.
- Jensen PE & Fertin KJ. 2002. Ukrudtsbekæmpelse, nedvisning og vækstregulering i landbrugsafgrøder. Pesticidafprøvning. DJF rapport nr. 63, 2002.
- Jørgensen LN, Nielsen BJ, Høyer MD & Paaske K. 2001. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1999. Results from testing of fungicides, insecticides and seed-treatments. Research Centre Flakkebjerg.
- Jørgensen LN & Høyer MD. 2002. Svampesygdomme i korn. DJF rapport, nr. 63. 2002.
- Nielsen BJ. 2002a. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. DJF rapport, nr. 63. 2002.
- Nielsen BJ. 2002b. Bekæmpelse af svampesygdomme i kartofler. DJF rapport, nr. 63. 2002.
- Nielsen BJ. 1993. Afprøvning af bekæmpelsesmidler i Danmark. Statens Planteavlfsforsøg Årsberetning 1992, 50-53.
- Petersen PH, Nielsen GC, Friis K, Jensen PK, Jørgensen LN & Paaske K. 2002. Vejledning i Planteværn. Landbrugsforlaget. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby, 8200 Århus.
- Paaske K. 2001. Sygdomme og skadedyr 2001. Resultater af forsøg med fungicider og insekticider i frugtavl, væksthushavreguler, pryddplanter og planteskolekulturer samt frilandsgrønsager. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.
- Paaske K. 2002. Skadedyr i landbrugsafgrøder. DJF rapport, nr. 63. 2002.

Tyske, svenske og danske forsøg og erfaringer med bekæmpelse af rapsjordlopper i vinterraps

German, Swedish and Danish experiences with control of cabbage stem flea beetles (*Psylliodes chrysocephala*) in winter oil seed rape

Ghita Cordsen Nielsen
Landbrugets Rådgivningscenter
Udkærvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Dr. Hans-Joachim Gleser og Henning Lindenberg
Amt für ländliche Räume, Abteilung Pflanzenschutz
Westring 383
D-24118 Kiel
Tyskland

Gunilla Berg
Jordbruksverket
S-230 53 Alnarp
Sverige

Summary

The following is an account of German, Swedish and Danish experiences with control of cabbage stem flea beetles (*Psylliodes chrysocephala*) in winter oil seed rape with comments on monitoring and forecasting systems, recommended damage thresholds, and strategies for control.

Biologi

I august-september ved 16-20°C vandrer rapsjordlopper i større antal ind i de nye vinterrapsmarker, hvor de æder af bladene. 1-2 timer efter solnedgang er de især aktive. Dette skyldes, at de er lidt følsomme for lys, ligesom de gradvist omstiller sig fra 16-20°C til 6-8°C. De er desuden meget afhængige af fugtighed på dette tidspunkt. Rapsjordlopperne er 4,5 mm lange og har en aflang-oval form. Ryggen er meget buet og dækvingerne er glinsende sort-blå til grøn-blå. Benene er gulligrøde. Baglårene er meget tykke (gode springere).

Omkring 1½ uge efter, at rapsjordlopperne er søgt ind i marken, begynder æglægningen. Fra at rapsjordlopperne flyver ind i marken til æglægningen begynder, kræves ca. 80 daggrader. Der regnes med max. temperaturen, og 10°C er basistemperatur, det vil sige er max. temperaturen en dag f.eks. 18°C, tæller den dag med (18-10) 8 daggrader (ProPlant, rapsmodul). Hunnerne lægger æggene i grupper på 3-6 styk i 1-2 cm's dybde i jorden i

nærheden af rapsplanterne. Hunnen lægger i gennemsnit 280 æg og op til omkring 800-1000 æg. Æggene er gule. Det er bemærkelsesværdigt, at rapsjordlopperne endnu lægger æg ved lave temperaturer; i milde vintre fortsætter æglægningen ved over 5 til 6°C, og æglægningen kan fortsætte til foråret. Hunnerne dør senest i maj og bliver maksimalt 11 måneder. Æggene klækker efter ca. 200 daggrader (gennemsnitstemperaturer skal være over 4°C), hvilket vil sige efter ca. 2-3 uger. Fra klækning til larverne er fuldt udviklede (3. larvestadium), kræves ca. 200 daggrader (gennemsnitstemperaturen skal være over 4°C) (ProPlant, raps modul). Larverne er ligesom de voksne afhængige af fugtighed. Larverne bliver op til 7 mm lange og er hvidlige med små sorte pletter på hele kroppen og mørkt hoved. Der er 3 korte benpar på brystet. Larverne trænger ind i bladstilkene, hvor de æder gange. Senere trænger de også ind i stænglerne. Larver fra æg, der bliver lagt meget tidligt, forpupper sig allerede i jorden i det sene efterår. De fleste larver forbliver i planterne om vinteren og forlader først planterne i løbet af foråret og kravler ned i jorden. Først senere i foråret, i maj og juni, forpupper de sig i en kokon i jorden i 1-4 cm's dybde. Der er kun en generation om året. De nye rapsjordlopper dukker op i juni og juli, hvor de søger ind i rapsmarker og andre marker med korsblomstrede arter, hvor de æder af skulper og stængler uden at forvolde skade. Senere søger de ind i hegn og lignende steder, hvor det er køligt, skyggefuldt og fugtigt. Høje temperaturer øger flyveaktiviteten men ikke i sommerdiapausen. Når vinterrapsen høstes, ses tit mange rapsjordlopper i det høstede frø, men rapsjordlopperne gør ikke skade på dette tidspunkt.

Rapsjordlopperne er stærkt afhængige af fugtighed, hvilket måske også kan forklare den lange sommerdiapause i hegn o.lign. Kolde vintre hæmmer bestanden. Jordtypen har også betydning. På lettere jorder og middel jorder forekommer der en større opformering end på svære jorder (f.eks. marskjorder).

Skadebillede

Rapsjordlopperne æder større eller mindre runde huller i bladene. Hullerne kan både være helt bidt igennem, men der kan også være efterladt en hvidlig bladhinde. Angreb kan forveksles med angreb af agersnegle, men snegleknag ses mere udbredt i bladrandene.

Larverne æder inde i bladstilkene og søger senere ind i stænglerne. Flækkes bladstilke og stængler, kan larvernes gange ses. Larverne kan findes inde i bladstilkene i det sene efterår og kan her forveksles med angreb af kålminerfluens larver (*Phytomyza rufipes*). Disse er dog bl.a. lemmeløse, mens rapsjordloppelarver har ben.

Sent forår kravler larverne af rapsjordlopper tit ind i vækstpunktet, hvilket ofte resulterer i blødråd. Larvernes aktivitet generer planternes vækst, og planterne strækker sig ikke normalt. Om foråret er det ofte et "kapløb" mellem planterne og larverne. Er planterne veletablerede og klimaforholdene sådan, at der er en god vækst, kan planterne overleve selv relativ kraftige angreb. Svage planter, der kun vokser meget langsomt, er derimod udsatte for angreb, da larverne her tit vinder "kapløbet". I Tyskland angives en skadetærskel i foråret i svagt udviklede marker på 3 larver pr. plante og i kraftigt udviklede marker 5 larver pr. plante.

Der kan trænge vand ind i larvernes gange, hvilket kan lede til øget udvintring af vinterrapsen. Tyske forsøg har også vist en øget modtagelighed mod rodhalsråd (*Phoma lingam*) ved kraftige angreb af rapsjordloppers larver.

Tabel 1. Data vedrørende rapsjordlopper ved forsøgsstationerne Birkenmoor og Rendsburg-Eckernförde. Data on cabbage stem flea beetles at the experimental station Birkenmoor, Rendsburg-Eckernförde.

	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Fangster i firkantede gule fangbakker (akkumuleret antal rapsjordlopper pr. fangbakke fra midten af september til begyndelsen af oktober) Number of fleas caught in rectangular yellow flea traps (accumulated cabbage stem flea beetles per trap from the mid-September to beginning of October)	45	67	53	24	4	65	92	51
Temperatur i 20 cm's højde, gns. i perioden 23/9 – 6/10, laveste temperatur Temperature at a height of 20 cm, average for the period 23/9 – 6/10, lowest temperature	9,86°C - 1,0°C	10,89°C - 0,5°C	9,85°C + 1,7°C	11,74°C + 2,3°C	10,81°C + 3,3°C	12,83°C + 6,1°C	12,28°C + 4,4°C	12,19°C + 5,3°C
Procent angrebne planter i efteråret (larveangreb) % affected plants in fall (attack of larvae)	10	20	9	9	5	89	75	

	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Larver pr. plante Number of larvae per plant								
I efteråret In fall	0,17	0,37	0,14	0,06	0,06	3,48	2,75	
I foråret In spring	0,51	0,06	0,08	1,00	0,18	4,13	2,12	
Procent effekt af pyrethroid-sprøjtning i september/oktober målt på larveangreb i foråret % effect of pyrethroide spraying in September/October, measured on larvae attack in spring	96	83	91	100	100	94	92	
Angreb af rodhalsråd (1-9 skala) i vækststadium 79-83 Attack of <i>Phoma lingam</i> (on a 1-9 scale) in growth stage 79-83								
I ubehandlet Non-treated	4,43	5,58	3,65	4,74	5,08	5,44	5,60	
I pyrethroidsprøjtet Insecticide treated	4,06	5,69	3,59	4,70	5,03	5,75	5,49	
Merudbytte i hkg/ha ved pyrethroidsprøjtning i september/oktober Excess yield in hkg per ha with insecticide application in September/October	0,00	2,40	blev ikke høstet was not harvested	1,29	0,54	1,50	3,26	

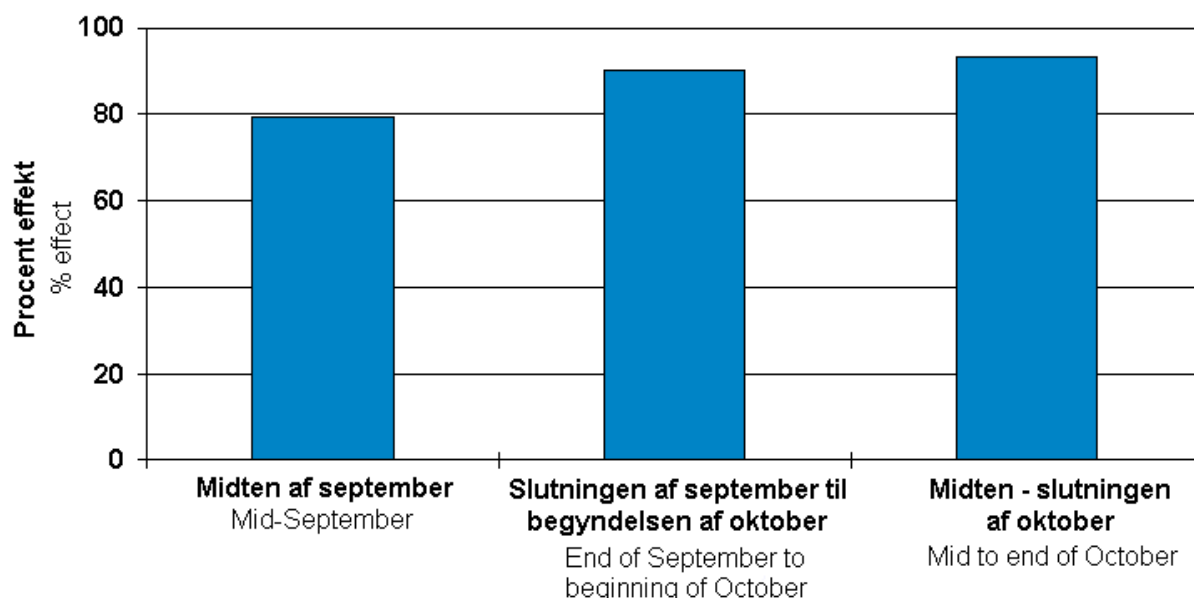
Rapsjordlopper forveksles tit med jordlopper (*Phyllotreta*-arter), men jordloppernes larver optræder i modsætning til rapsjordloppernes larver ikke som et skadedyr i vinterraps i praksis i dag.

Tyske erfaringer

Rapsjordlopper har i de sidste tre år været mere udbredte end normalt i Slesvig Holsten. I efteråret 2001 strakte flyvningen sig over en lang periode på grund af den megen nedbør. I Tyskland anbefales bekæmpelse af rapsjordlopper, hvis der indenfor en periode på 3 uger (ved normal såtid er fangbakkerne sat ud i marken fra midten af september til begyndelsen af oktober) fanges over 50 rapsjordlopper pr. gul firkantet fangbakke. Fangbakkernes størrelse er 25 x 32 cm.

I tabel 1 ses fangsterne i Slesvig Holsten i perioden 1994/1995 til 2000/2001.

Sprøjtning med et pyrethroid blev gennemført i slutningen af september eller begyndelsen af oktober i forsøgene, og der blev, som det fremgår, opnået en god bekæmpelse (83 – 100 procent) af larverne i alle årene. Det vurderes, at larverne er bekæmpet, før de er søgt ind i bladstilkene. I tidligere forsøg viste det sig, at en sen behandling i midten af oktober tilsyneladende havde bedre effekt end en tidlig behandling i midten af september – se figur 1. Der var dog overvejende svage angreb i forsøgene. Forklaringen skal nok først og fremmest findes i, at fortyndingseffekten er mindre på det sene tidspunkt, fordi væksthastigheden nedsættes senere i efteråret.



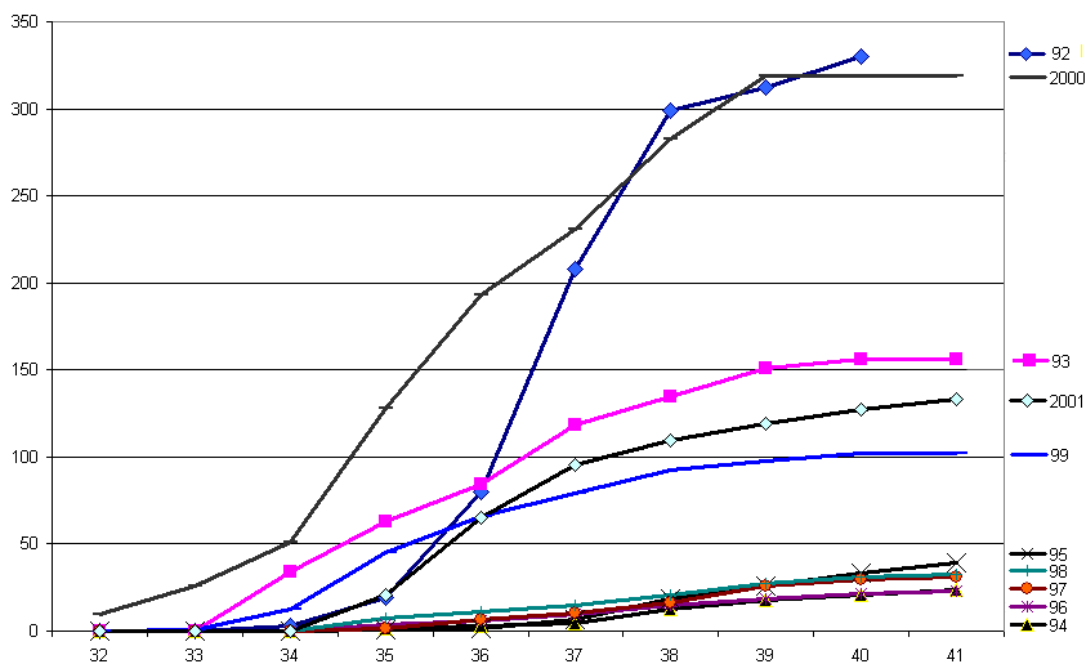
Figur 1. Bekæmpelseseseffekt mod larver af rapsjordlopper (*Psylliodes chrysocephala*) ved bekæmpelse på forskellige tidspunkter med 100 ml/ha Karate. Gennemsnit af 7 forsøg 1993/1994 til 1997/1998. Effect of larvae control of cabbage stem flea beetles. Control at different spraying times with 100 ml per ha Karate. Average of 7 trials 1993/1994 to 1997/1998.

Fra praksis er der erfaringer med, at der også ved en senere behandling i efteråret, hvor larverne er trængt ind i bladstilkene, kan opnås god effekt. Dette forklares ved, at de ikke systemiske pyrethroider trænger ind i plantens vokslag og herved tilsyneladende virker på larverne. Denne effekt skulle være større med EC-formuleringer end med WG-formuleringer. Selv ved forårsbehandling kan der opnås god effekt men kun mod meget små larver, det vil sige mod larver, hvor æggene er lagt meget sent. De fleste æg lægges tidligere.

I Tyskland bejdses raps med Chinook (imidachloprid og beta-cyfluthrin) og Combicoat CBS (carbosulfan). Disse midler har effekt mod skadedyr til at ca. 4 løvblade er udviklet, men herefter er behandling mod rapsjordlopper nødvendig ved angreb. I Tyskland er forskellige pyrethroider tilladt til bekæmpelse af rapsjordlopper.

Erfaringer i Danmark

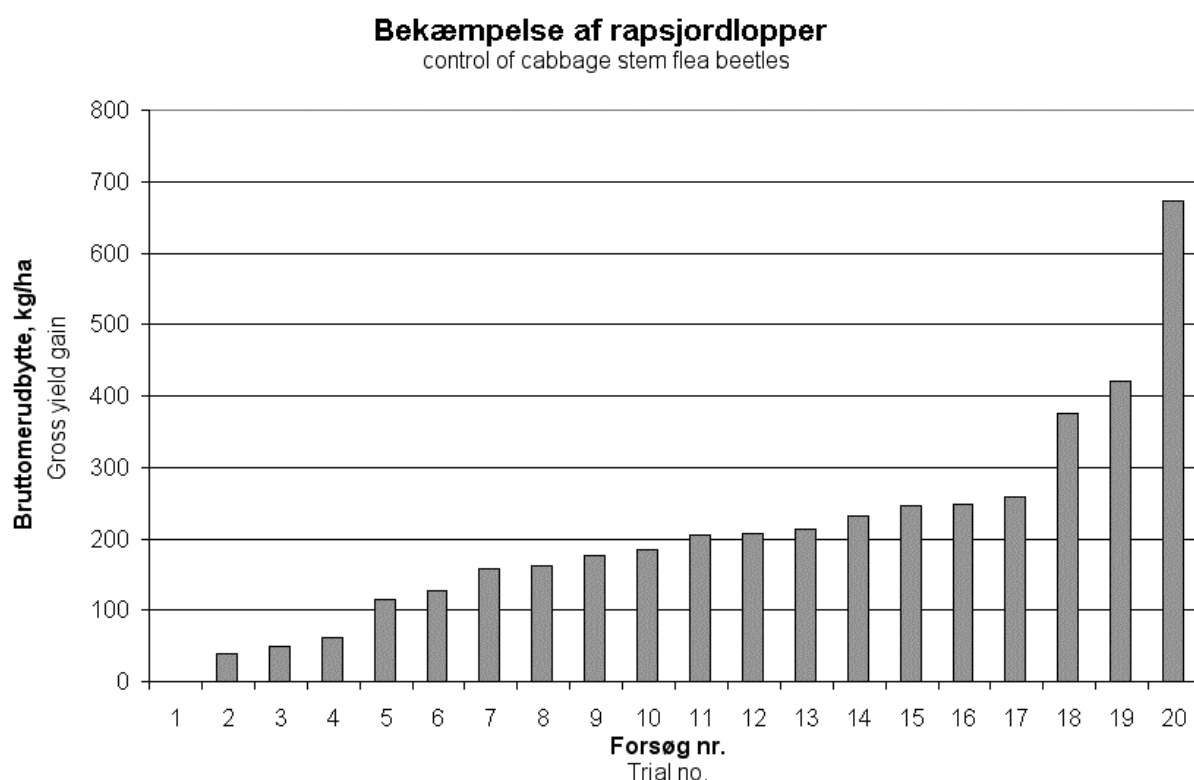
Rapsjordlopper er et relativt nyt skadedyr i Danmark. Første gang rapsjordlopper optrådte som et problem i Danmark i nyere tid var i 1992. Angreb forekom de første år kun i Sønderjylland, på Langeland og Sydfyn. Rapsjordlopperne har siden bredt sig syd fra for i efteråret 2001 at kunne findes i hele landet, dog fortsat med færrest rapsjordlopper i



Figur 2. Opsummerede fangster af rapsjordlopper i firkantede gule fangbakker i planteavlskonsulenternes registreringsnet i uge 32-41 i 1992-2001. Antallet af lokaliteter med fangbakker har varieret fra år til år men har ligget på 35-60 de fleste år. I 1992 er dog kun vist fangster fra ca. 10 lokaliteter, der alle lå i Sønderjylland. I 2001 var der ca. 105 lokaliteter, der lå over hele landet. Accumulated number of cabbage stem flea beetles caught in rectangular yellow traps in the plant advisers' monitoring system in the weeks 32-41 in 1992-2001. The number of localities with flea traps has varied from year to year with about 35-60 in most of the years. However, in 1992 the number is from about 10 localities only, all in South Jutland. In 2001 there were about 105 localities from all over the country.

Nordjylland. Siden efteråret 1992 har forekomsten af rapsjordlopper hvert år været fulgt via gule fangbakker i planteavlskonsulenternes registreringsnet. Det fremgår af figur 2, at der især forekom kraftige angreb i 1992-1993 og 2000-2001. Der har været udstationeret både runde og firkantede fangbakker, men i figuren er alle fangster omregnet til fangster i firkantede fangbakker (de samme som anvendes i Slesvig Holsten), således at tallene er sammenlignelige. De ugentlige fangster er opsummeret i figuren.

Bekæmpelsesstrategien har været fastlagt ud fra retningslinierne i Slesvig Holsten, hvor de i en længere årrække end i Danmark har haft problemer med rapsjordlopper. Her anbefales bekæmpelse rettet mod bladgnav ved over 10 procent bortgnavet bladareal frem til, at ca. 4 løvblade er udviklet. Bejdsning med Promet og andre bejdsemidler har ikke tilstrækkelig effekt ved angreb. Bekæmpelse rettet mod larveangreb anbefales ved en samlet fangst af 50 rapsjordlopper pr. fangbakke i de firkantede fangbakker i 3 uger i hovedflyvningsperioden. I de runde fangbakker skal der fanges cirka det halve, det vil sige 25 rapsjordlopper. Udbredelsen af rapsjordlopper formidles ugentligt om efteråret via Planteinfo (under afgrøder-vinterraps). Til bekæmpelse anbefales pyrethroider dog ikke pyrethroidet Mavrik. Dimethoat har mindre god effekt.



Figur 3. Opnåede bruttomerudbytter for bekæmpelse af rapsjordloppers larve med et pyrethroid omkring slutningen af september i 20 forsøg med angreb af rapsjordlopper i 1993-1998 (Oversigt over Landsforsøgene). Gross yield gains for control of cabbage stem flea beetles with an insecticide around the end of September in 20 trials with attack of cabbage stem flea beetles in 1993-1998 (Annual Report).

I årene 1993-1998 har der været udført forsøg med bekæmpelse af rapsjordlopper i landsforsøgene. Resultatet af i alt 20 forsøg fremgår af figur 3.

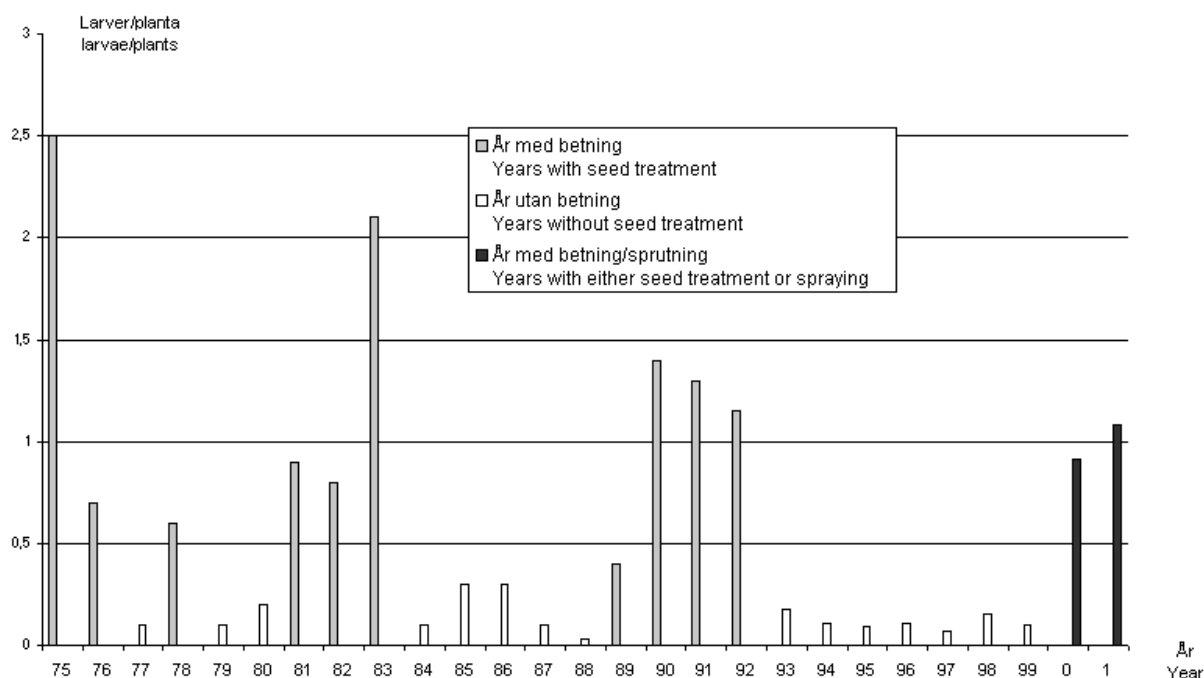
Der har været varierende angreb i forsøgene. Erfaringerne fra vækstsæsonen 2000-2001 er, at der ved kraftige angreb kan forekomme meget store tab.

I efteråret 2001 blev der igen opstartet forsøg med bekæmpelse af rapsjordloppens larve. Effekten af forskellige sprøjtetidspunkter (fra begyndelsen af september til begyndelsen af oktober) og antal behandlinger er belyst. Bejdsning med Chinook er også sammenlignet med Promet. Ifølge tyske erfaringer er effekten af Chinook for kortvarig til at bekæmpe væsentlige angreb af rapsjordlopper. Virkningstiden af en bejdsning angives til ca. 15-20 dage. Flyvningen af rapsjordlopper er ligeledes fulgt i forsøgene via gule fangbakker.

Svenske erfaringer

Rapsjordlopper har længe fået opmærksomhed i Sverige, og larvetætheden er blevet undersøgt i mange år, se figur 4. Angreb af rapsjordlopper er som regel størst i Skånes kystnære områder, men i nogle år forekommer angreb også langs østkysten og på Öland og Gotland. Her omtales kun erfaringer fra Skåne.

Populationens størrelse varierer meget fra år til år, hvilket kan ses i figur 4. Store forekomster ses med jævne mellemrum. Der er flere årsager til denne periodicitet, men samspillet med naturlige fjender spiller en stor rolle. Derudover har vinter- og forårstemperaturen betydning, da perioder med vedvarende kulde dræber en stor del af larverne. Intensiv bekæmpelse kan også have en vis påvirkning.

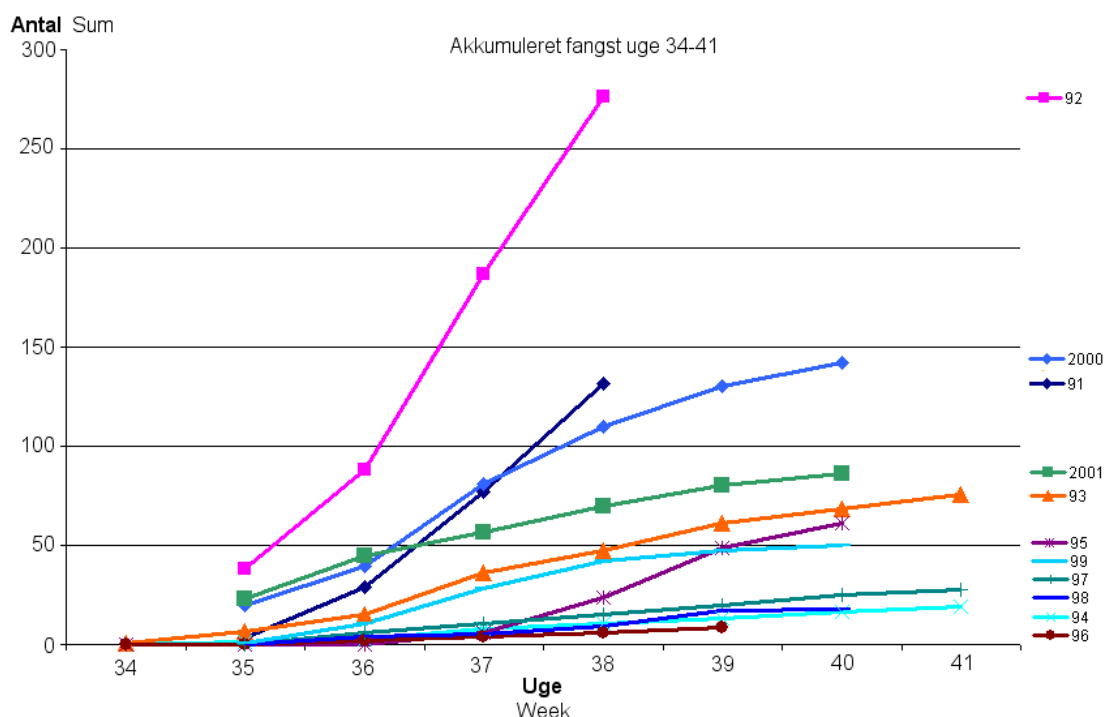


Figur 4. Larvetæthed af rapsjordlopper i Skåne 1975-2001. Gennemsnit fra 40-80 prøver pr. år fra både ubehandlede og behandlede marker. Density of larvae of cabbage stem flea beetles in 1975-2001, Scania, Sweden. Average from 40-80 samples per year from both untreated and treated fields.

For at undgå rutinebejdsning af udsæden og for at kunne behovstilpasse bejdsningen, har der siden slutningen af 1960'erne været udsendt en årlig prognose for bejdsebehov. I Sverige bejdses hovedsagelig med Chinook FS 200. Som grænseværdi anvendes en larvetæthed på 0,5 larve pr. plante. Angrebsstyrken året før er således udslagsgivende for, om der er bejdsebehov året efter. Figur 4 viser også, i hvilke år bejdsning har været anbefalet. Bejdsning har ikke tilstrækkelig effekt, når populationen overstiger 1 larve pr. plante. Her skal suppleres med sprøjtning. I de to seneste år har bekæmpelsesbehovet mod rapsjordlopper været stort, men det har været op til landmanden at vælge strategi – enten kun sprøjtning eller kombination af både bejdsning og sprøjtning. I nogle områder i Skåne med svagere angreb af larver har bejdsning alene været tilstrækkelig.

Bejdsning alene har ca. 50% effekt på larverne og er et godt grundlag for at beskytte rapsen mod bladnav i fremspiringsfasen og frem til 1-2 løvblade er udviklet. Fem forsøg fra 1999/2000 har vist, at bejdsemidlerne Chinook, Marshal MUP (carbosulfan) og Promet har ensartet effekt (Frö- och Oljeväxtodlarna, 1999/2000). Sprøjtning med pyretroid giver bedst effekt (80-90%) mod larveforekomsten i planterne. Sprøjtning alene er tilstrækkelig men kræver øget opmærksomhed på bladnav i fremspiringsfasen. To sprøjtninger kan her være tilrådeligt, hvis indflyvningen er stor med flere toppunkter, f.eks. hvis den første behandling sker allerede i kimbladstadiet, og der siden kommer en stor indflyvning relativt sent.

Bekæmpelse skal ske, inden hovedparten af æglægningen er kommet igang. For at kunne bestemme bekæmpelsestidspunkt og indflyvningens størrelse er fangbakker i mange år sat ud i ubehandlede områder af marker i slutningen af august. I Skåne anvendes hvide fangbakker. I figur 5 er fangsterne (ud fra fangbakkernes størrelse) omregnet, så de er direkte



Figur 5. Opsummerede fangster af rapsjordlopper i fangbakker i uge 34-41 i 1991-2001, Skåne. Antallet af lokaliteter med fangbakker har ligget på 20-25 de fleste år. Accumulated number of cabbage stem flea beetles caught in traps in the weeks 34-41 in 1991-2001, Scania, Sweden. The number of localities with flea traps was about 20-25 in most of the years.

Tabel 2. Sprøjtning mod rapsjordlopper på 2-4 løvbladstadiet samt 1 måned senere (tidspunkt II) (Nilsson, 1988). Result of an autumn spraying at 2-4 true leaves and 1 month later (II).

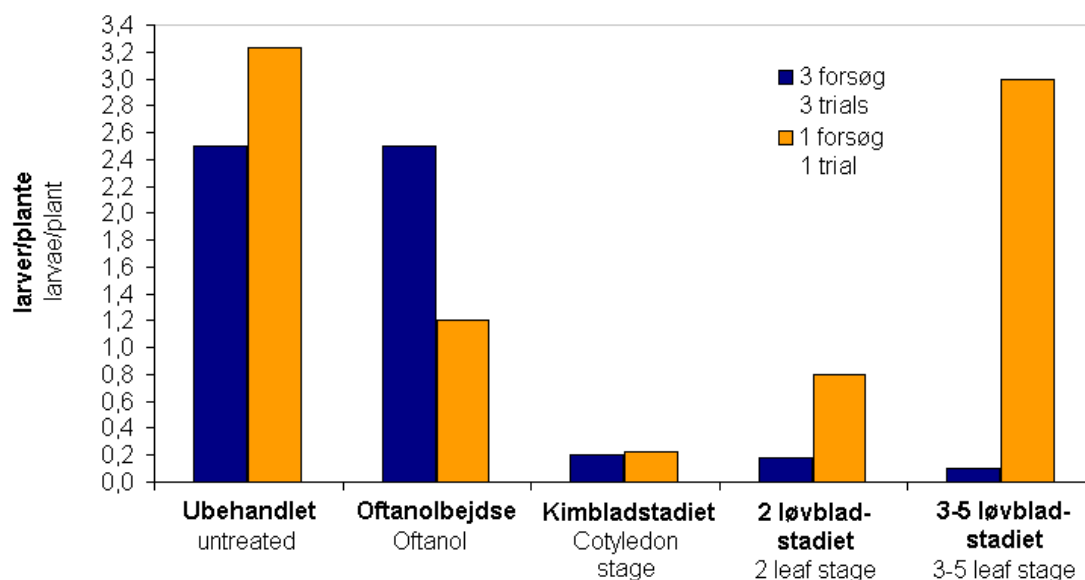
	Dosis l-kg/ha	Gns. af 3 forsøg 1984 Means for 3 trials in 1984			Gns. af 2 forsøg 1983 Means for 2 trials in 1983			Gns. af 3 forsøg 1983 Means for 3 trials in 1983		
		Antal larver pr. plante No. of larvae per plant	Olie, hkg/ha Oil 100 kg per ha	Relative tal Relative numbers	Antal larver pr. plante No. of larvae per plant	Olie, hkg/ha Oil 100 kg per ha	Relative tal Relative numbers	Antal larver pr. plante No. of larvae per plant	Olie, hkg/ha Oil 100 kg per ha	Relative tal Relative numbers
Ubehandlet		2,1 a	7,9 a	100	8,1 a	9,3 a	100	10,2 a	8,9 a	100
Cymbush DG	0,5	0,3 b	9,3 b	118	0,2 b	10,6 b	114			
Decis	0,3/0,4	0,5 b	9,5 b	121				1,2 b	11,2 b	126
Sumicidin 10 FW	0,4	0,8 b	9,4 b	119						
Cymbush DG, tidspunkt II	0,5	0,4	8,8 b	112						

Udsæd bejdset med Oftanol T i 1983. Also seed dressing with Oftanol T dust 1983.

sammenlignelige med tyske og danske værdier. De ugentlige fangster er opsummeret i figuren. Indflyvningen var meget stor i 1991-1992, men også i de seneste to år har forekomsten været stor. Bekæmpelsesstrategien er den samme som i Slesvig-Holsten og Danmark, det vil sige som bekæmpelsestærskel anvendes en samlet fangst af 50 rapsjordlopper.

Sprøjtning med pyretroid blev prøvet i otte forsøg i 1983-1984 i det sydvestlige Skåne (Nilsson, 1988). Behandlingen medførte, at larveantallet blev formindsket med 75% og i nogle forsøg med mere end 85%, og merudbyttet lå på 15-25%. Der indgik to forskellige tidspunkter for behandling, dels 2-4 løvbladstadiet og dels ca. en måned senere – se tabel 2. Det bedste resultat blev opnået ved 2-4 løvbladstadiet, selvom det senere tidspunkt også gav et godt resultat.

Tidspunktet for sprøjtning er også undersøgt i en forsøgsserie med 4 forsøg i 1990-1991 (Nilsson, 1991). Sprøjtningen blev udført på tre tidspunkter fra fremspiring til 3-5 løvbladstadiet. Der var ikke bejdsset med skadedyrsmiddel i forsøgene. Sprøjtning under fremspiring og 10 dage senere har haft meget god (93%) effekt på larvetætheden. Ved det sene tidspunkt var effekten lavere på grund af en tidlig indflyvning, og at æglægning dermed var sket. Antal larver pr. plante var i gennemsnit ca. 2,8 larver pr. plante. Der blev ikke opnået signifikante merudbytter for sprøjtning, hvilket var overraskende. I figur 6 ses resultatet fra de 4 forsøg. Et forsøg er vist for sig selv, fordi rapsen her spirede meget sent frem på grund af tørke. Bejdsning har i andre forsøg haft en bedre effekt mod larverne (ca. 50% bekæmpelse).



Figur 6. Larver pr. plante ved forskellige sprøjtetidspunkter. Der er anvendt 0,3 l/ha Decis (Nilsson, 1991). Number of larvae per plant at different spraying times. Dosis: 0.3 l per ha Decis.

Litteratur

- Andersson.* 1971. Skall rapsjordloppan bekämpas? 1971 års prognos för Skåne och Halland. Växtskyddsnotiser nr. 2-3, 1971.
- Frö- och Oljeväxtodlarna.* 1999/2000. Försöksrapport, försöksverksamheten.
- Nielsen GC.* 1994. Rapsjordlopper i vinterraps. SP Rapport nr. 7 (1994), 173–186.
- Nilsson Cr.* 1988. Kemisk bekämpning av rapsjordloppa. Växtskyddsnotiser 52:6, 153-157.
- Nilsson C.* 1991. Försök med betning och sprutning mot rapsjordloppa. Meddelande från södra Jordbruksförsöksdistriktet nr. 38 (1991), 20:1-20:4.
- Rufelt S.* 1993. Starka angrepp av rapsjordloppa 1992 – erfarenheter av 18 års prognosundersökningar. 34:e svenska växtskyddskonferensen, 197-202.
- Versuchsbericht.* 2001. Ackerbau. Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein. Ämter für ländliche Räume Husum, Kiel und Lübeck Abteilungen Pflanzenschutz.

Hvad skal vi gøre ved de resistente glimmerbøsser?

What is to be done about the insecticide-resistant pollen beetles?

Lars Monrad Hansen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Pollen beetles from 18 separate populations have been tested for insecticide resistance to 3 pyrethroids and dimethoate in 2001. All the populations were very highly resistant to the pyrethroids and to a lesser extent to dimethoate. A spraying strategy can not be worked out until a more exact knowledge of distribution and level of resistance is available.

Indledning

Glimmerbøsser i specielt vårraps kan være totalt ødelæggende for udbyttet. Det er derfor nødvendigt med effektive insekticider til at bekæmpe kraftige angreb.

I Frankrig begyndte man allerede i 1997 at få problemer med bekæmpelse af glimmerbøsser med pyrethroider, og i 1999 gik det helt galt. Man har derfor i år 2000 lavet en omfattende test af billernes resistensniveau, og resultaterne herfra viste endog meget høje resistensniveauer - specielt i Nordfrankrig. Undersøgelserne er fortsat i 2001 (Ballanger, 2000).

I Sverige havde man i sommeren år 2000 ligeledes store problemer med at bekæmpe glimmerbøsser med pyrethroider på adskillige arealer, og en omfattende screening i år 2001 viste fra ikke resistente til meget stærkt resistente glimmerbøssepopulationer (Nilsson, 2001).

I Danmark har der ligeledes været problemer med bekæmpelsen, og i år 2000 testede vi en enkelt population. Resultatet herfra viste, at ca. 40% overlevede firedobbelt dosis pyrethroid og 70% normal dosis.

Materiale og metoder

På det grundlag er der i år 2001 - med økonomisk støtte fra Landskontoret for Planteavl - blevet testet en række danske glimmerbøssepopulationer - 12 indsamlet på vinterraps og 6 på vårraps.

Billerne blev testet i en såkaldt 'dip-test'. De blev i specielle bure sænket ned i insekticidopløsningen i 10 sekunder, hvorefter de blev taget op og placeret på filtrerpapir ved stuetemperatur. Efter at de var tørre, blev de placeret i petriskåle med rapsknopper/blomster ved stuetemperatur. Antallet af døde/levende blev optalt efter ca. 24 timer.

Da det ikke var muligt at finde ikke-resistente glimmerbøsser, blev hvidkløversnudebiller anvendt til kontroltest.

Følgende insekticider og vand blev testet:

1. Dimethoat 400
2. Karate 25
3. Sumi-Alpha 5 FW
4. Mavrik 2F
5. Demineraliseret vand

Der blev testet ved ½-dosering, 1/1-dosering, 2/1-dosering og 4/1-dosering. Ved hver test og dosering anvendtes 10-20 glimmerbøsser.

Der er undersøgt 12 populationer fra vinterraps og 6 populationer fra vårraps. Tre af populationerne er indsamlet på vinterraps i Østjylland, resten er indsamlet på Midt- og Vestsjælland.

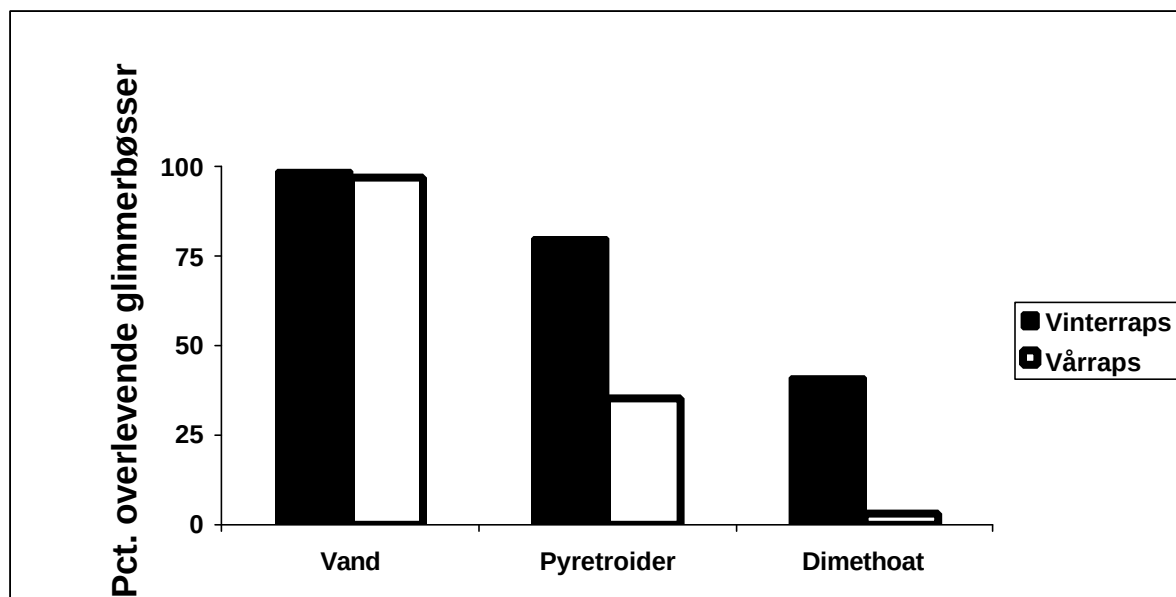
Resultater og diskussion

I tabel 1 er resultaterne fra de enkelte tests vist, og i figur 1 er resultaterne vist mere oversigtsmæssigt.

Tabel 1. Procent overlevende glimmerbøsser. Per cent surviving pollen beetles.

	Vinterraps				Vårraps			
	Dosis				Dosis			
	1/2	1/1	2/1	4/1	1/2	1/1	2/1	4/1
Vand		99				98		
Karate 25	78	74	81	73	40	32	40	34
Mavrik 2F	98	91	86	75	44	53	40	28
Sumi-Alpha 5 FW	83	78	78	65	35	32	19	29
Dimethoat 400	40	36	46	41	4	2	3	5

Alle de testede kløversnudebiller døde ved dypning i de enkelte insekticider ved alle doseringer, hvilket kan tages som dokumentation for, at testmetoden virker. Man kan naturligvis altid sætte spørgsmålstegn ved resultaterne, når der ikke indgår en kontrolgruppe (ikke-resistente glimmerbøsser) i testen. Imidlertid må de anvendte hvidkløversnudebiller betragtes som værende tilstrækkeligt, da de størrelsesmæssigt og på mange måder også biologisk ligner hinanden.



Figur 1. Insekticidresistente glimmerbøsser. Insecticide resistant pollen beetles.

En variansanalyse viste, at der inden for samme insekticid ikke er forskel de enkelte doser imellem. Mellem pyrethroiderne er der en tendens til, at Mavrik er lidt dårligere til at bekæmpe glimmerbøsser end Karate og Sumi-Alpha, men ingen af dem er specielt effektive. Dimethoat er klart det mest effektive middel men kan ikke anvendes i blomstrende afgrøder.

Hvad angår de glimmerbøsser, som blev indsamlet på vinterraps, lå resistensen her markant højere end for vårraps-glimmerbøssernes vedkommende. Egentlig skulle man forvente det modsatte, men resultatet skyldes sandsynligvis, at antallet af undersøgte populationer var forholdsvis begrænset.

Der er endvidere forskel på resistensen de enkelte populationer imellem, således at pyrethroid resistensen for vinterraps-glimmerbøsserne lå fra 46 til 98% overlevende og for vårraps-glimmerbøsserne fra 33 til 63% overlevende.

Insekticidresistensen hos de enkelte populationer varierede en del, men det er på grundlag af det forholdsvis spinkle materiale ikke muligt at udtale sig om fordelingen på landsplan. Det kan imidlertid konstateres, at de tre Østjyske populationer var betydelig mindre resistente end de Sjællandske populationer. Resultatet kan imidlertid skyldes en tilfældighed.

Denne undersøgelse viser således, at danske glimmerbøsser er meget resistente - primært over for pyrethroiderne men også over for dimethoat og måske andre insekticider, selv om det er i mindre målestok. Resistensmekanismen kendes ikke, men noget kunne tyde på, at der forekommer krydsresistens.

På baggrund af den foreliggende undersøgelse er det ikke muligt at anbefale en egentlig strategi. Det kræver en kortlægning af resistensforekomsten. For at få denne information om udbredelse og resistensniveauer må en større monitoring foretages, hvor mange glimmerbøsserpopu-

lationer fra hele landet testes i flere doseringer og mod flere insekticider. Kun på den måde kan resistensforekomsten blandt de danske glimmerbøsser i Danmark bestemmes mere præcist, således at informationerne kan gøres operative i den aktuelle bekæmpelsesstrategi.

Konklusion

- ?? Det kan konkluderes, at der forekommer stærk insekticidresistens i de danske glimmerbøssepopulationer
- ?? Der er tilsyneladende ikke forskel på resistensen mod de enkelte pyrethroider
- ?? Der forekommer tilsyneladende krydsresistens
- ?? For at få information om udbredelse og resistensniveauer kræves der en større monitoring, hvor mange glimmerbøssepopulationer fra hele landet testes i flere doseringer og mod flere insekticider. Kun på den måde kan resistensforekomsten blandt de danske glimmerbøsser i Danmark bestemmes mere præcist, således at informationerne kan gøres operative i den aktuelle bekæmpelsesstrategi.

Sammendrag

Glimmerbøsser fra 18 forskellige populationer er i år 2001 blevet tested for insekticidresistens mod pyrethroider og dimethoat. Alle populationer blev fundet resistente mod pyrethroiderne og i mindre grad mod dimethoat. En egentlig strategi kan ikke udarbejdes, før der foreligger et mere præcist kendskab til udbredelse og resistensniveau.

Litteratur

- Ballanger Y.* 2000. Centre Technique Interprofessionnel des Oleagineux Metropolitains (CE-TIOM), France. (Pers. com.).
- FAO.* 1979. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Method for aphids, FAO method No. 17. FAO Plant Protection Bulletin, 27, 2, and 29-32.
- Lakocy A.* 1977. The influence of some biological and ecological factors on the development of resistance to insecticides and on the course of chemical control of *Meligethes aeneus* F. in the Voivodships of Poznan and Wroclaw. Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin 19: 1, 123-181.
- Nilsson C.* 1987. Yield Losses in Summer Rape Caused by Pollen Beetles (*Meligethes* spp.). Swedish J. Agric. Res. 17: 105-111.
- Nilsson C.* 2001. Department of Plant Protection Sciences, Swedish University of Agricultural Science, Sweden. (Pers. com.).
- Watkinson IA, Wiseman J & Robinson J.* 1984. A simple test kit for field evaluation of the susceptibility of insect pests to insecticides. British Crop Protection Conference, Pest and Diseases, 559-564.

Williams IH & Free JB. 1978. The feeding and mating behaviour of pollen beetles (*Meligethes aeneus* Fab.) and seed weevils (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) on oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 91, 453-459.

Fysiologiske bladpletter i korn

Physiological spotting in cereals

Lise Nistrup Jørgensen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Ghita Cordsen Nielsen

Landskontoret for Planteavl

Udkærsvej 15

DK-8200 Århus N

Susanne Sindberg

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Sortsafprøvning.

Teglværksvej 10, Tystofte

DK-4230 Skælskør

Summary

Physiological or necrotic spotting often occurs in cereal crops without it being possible to give any specific reasons for the appearance of the symptoms. This paper summarises existing knowledge regarding the reasons for this spotting developing.

Many papers describe oxidative stress as the major reason for physiological spotting. Oxidative stress can be caused by environmental conditions like intensive light, drought, high temperatures and increased levels of ozone. Also lack in nutrients like manganese can cause oxidative stress particularly in combination with high levels of light intensity. Oxidative stress is caused by increased level of free oxygen radicals in the plant cells. These radicals are toxic to the cells and cause a collapse of the cell structure and lead to necrotic spotting. The sensitivity to physiological spotting varies between varieties, and some varieties are found to be more resistant to oxidative stress situations. Fungicides have been found to act as antioxidants and can reduce the attack of physiological spotting caused by oxidative stress.

Other spots also categorised as physiological spotting are genotype-specific. Some varieties are more prone to some types of spots. Mlo-resistant spring barley varieties are specifically known for giving spottings, which can be recognised as concentric rings.

Some types of physiological spotting have been found to be associated with attacks of fungi like *Ramularia*, *Botrytis*, *Alternaria* and *Cladosporium*, which are normally considered to be non-parasitic.

Indledning

Hvert år finder man en række pletter på bladene i korn, som ikke skyldes angreb af de traditionelle plantesygdomme. Især byg kan i udpræget grad få disse symptomer. Årsagen til pletterne kan skyldes et samspil mellem ydre og indre stressfaktorer hos planten, men pletterne kan også være meget genotype specifikke og kun optræde i en enkelt eller enkelte sorter.

Problemet med fysiologiske pletter vurderes af udenlandske forskere som værende stigende (Obst *et al.*, 2001). Årsagen til forøgelsen er uafklaret, men faktorer som klimaændringer, øget ozonindhold, mere følsomme sorter og ændret dyrkningspraksis menes at spille ind (Knoppik & Maguhn, 1995; Obst *et al.*, 2001).

Fra Tyskland meldes det, at kraftige angreb af fysiologiske pletter kan reducere udbyttet med henholdsvis 22% og 40% i vårbyg og vinterbyg (Baumer *et al.*, 2001), mens man i Storbritannien melder om udbyttetab på 8-10%, som følge af fysiologiske pletter (Oxley, pers. com).

I Tyskland og Storbritannien har man i løbet af de sidste år forsket meget i at klarlægge årsagerne til disse ”ikke patogene pletter”. Til trods for denne forskning er der stadig mange uafklarede spørgsmål omkring årsagen til dannelse af fysiologiske pletter. Denne artikel vil prøve at gøre status over den eksisterende viden på området. Illustrationer af forskellige fysiologiske pletter kan ses i en Grøn Viden om samme emne. De beskrevne årsager kan opdeles i 4 grupper:

- ?? stressfaktorer i planten som følge af klimatiske påvirkninger
- ?? stressfaktorer i planten som følge af mangel på mangan eller andre mikronæringsstoffer
- ?? forskellige sortsspecifikke reaktioner
- ?? sekundære sygdomsangreb forårsaget af f.eks. *Ramularia*

Fysiologiske pletter betinget af klimatiske faktorer

Et kompleks af faktorer, der kan medvirke til at stresse plantens vækst, er beskrevet at kunne bevirke dannelse af fysiologiske pletter.

Kraftig solindstråling omkring skridning efter en forudgående periode med regn og overskyet vejr er fra Tyskland kendt for at give anledning til kraftig udvikling af fysiologiske pletter (Baumer *et al.*, 2001; Obst *et al.*, 2001). Disse pletter er oftest mest udbredte på de dele af bladene, som vender direkte mod solen, mens blade, der sidder i skygge, kun udviser symptomer i mindre grad. Det er fundet, at når der i planten sker ændringer i det såkaldte source og sink forhold, hvor kulstofreserverne omfordes, er planten særligt modtagelig for stress og dannelse af fysiologiske pletter (Baumer *et al.*, 2001).

Forbundet med høj lysindstråling er ofte andre stressfaktorer som høje temperaturer, tørke og høje ozonkoncentrationer i planten. Stressfaktorerne påvirker tilsammen fotosyntesen og plantens chloroplast indhold, hvilket sætter planten i en situation med såkaldt oxidativt stress, hvor der dannes giftstoffer (frie iltradikaler) i planten, som får cellerne til at kolapse med efterfølgende nekroser til følge. De frie iltradikaler dannes helt naturligt i forbindelse med plantens stofskifte, men de giftige iltradikaler vil normalt blive afgiftet af enzymer (bl.a.

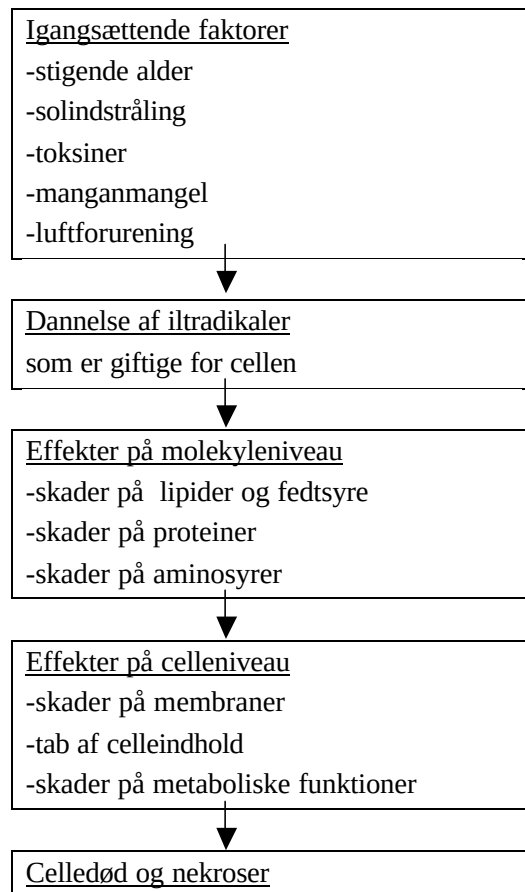
superoxid dismutase (SOD) og catalase (CAT)), der kan mindske den oxidative stressbelastning (Scandalios, 1993). Kraftig lysindstråling giver forøget produktion af iltradikalerne i en grad, så enzymet ikke længere kan følge med som nedbryder. Naturlig visning af planter sættes normalt i forbindelse med et øget oxidativt stress, hvor den enzymatiske nedbrydning af iltradikaler er sat ud af funktion med bladdød til følge (Pell & Dann, 1991). I skema 1 er vist dannelsen af iltradikaler i cellen, mens figur 1 viser en skitse over de processer, der foregår i en plante i forbindelse med, at oxidativt stress leder til dannelse af fysiologiske pletter.

Skema 1. Dannelse af iltradikaler i plantecellen og afgiftning af dem (efter Scandalios, 1993). Free radical formation in plant cells and defence mechanism.

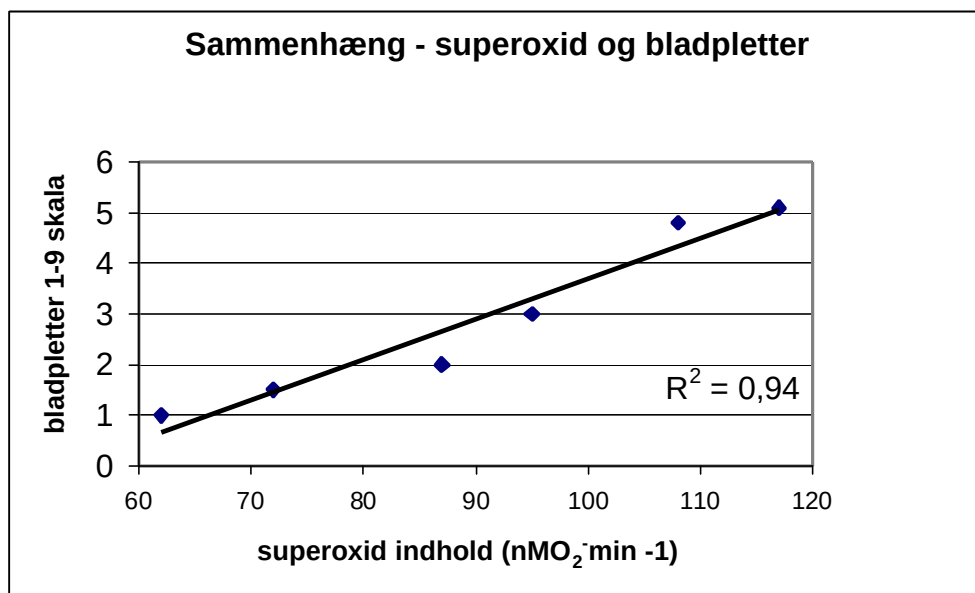
Høj lysintensitet og tørke medfører, at plantens stomata lukkes, og dermed mindskes tilgængeligheden af CO ₂ til plantens fotosyntese, ligesom O ₂ heller ikke kan frigives. Ophobning af O ₂ medfører sammen med høj lysintensitet dannelse af O ₂ ⁻	
(1) $O_2 + e^- \rightarrow \cdot O_2^-$	O ₂ ⁻ (superoxid radikal) er et giftigt iltradikal, det er meget reaktivt og bevirker, at cellens indre membraner opløses med celledød til følge.
(2) $\cdot O_2^- + \cdot O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$	Dannelse af hydrogenperoxid sker ved hjælp af enzymet superoxid-dismutase (SOD).
(3) $H_2O_2 + \cdot O_2^- \rightarrow OH^- + \cdot OH + O_2$	·OH (Hydroxyl radikal) er et meget giftig iltradikal.
(4) $H_2O_2 + H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$	Dannelse af vand og ilt v.h.a. af enzymet catalase (CAT).
Både SOD og CAT er vigtige antioxidant i planten, når de giftige iltradikaler skal neutraliseres.	

I flere regioner af Tyskland har ”kraftige angreb” af fysiologiske pletter været sat i forbindelse med megen kraftig solindstråling. Forsøg med stigende indhold af iltradikaler i vårbygsorten Barke har givet stigende angreb af fysiologiske pletter, som det kan ses i figur 2 (Tiedeman & Wu, 2001).

Visse sorter er mere følsomme over for ozonbelastning. Bl.a. har man fundet, at vårbygsorten Annabell er mindre følsom end Barke. Hvorvidt et øget ozonindhold i atmosfæren bl.a. i forbindelse med stabile højtryksperioder kan være med til at øge mængden af fysiologiske pletter er et forhold, der også diskuteres (Obst *et al.*, 2001).



Figur 1. Skitse af den proces, der foregår i planten, som kan lede til dannelse af fysiologiske pletter. Schema showing some initiators of oxyradicals and the biological consequences leading to biological cell death (Scandalios, 1993).



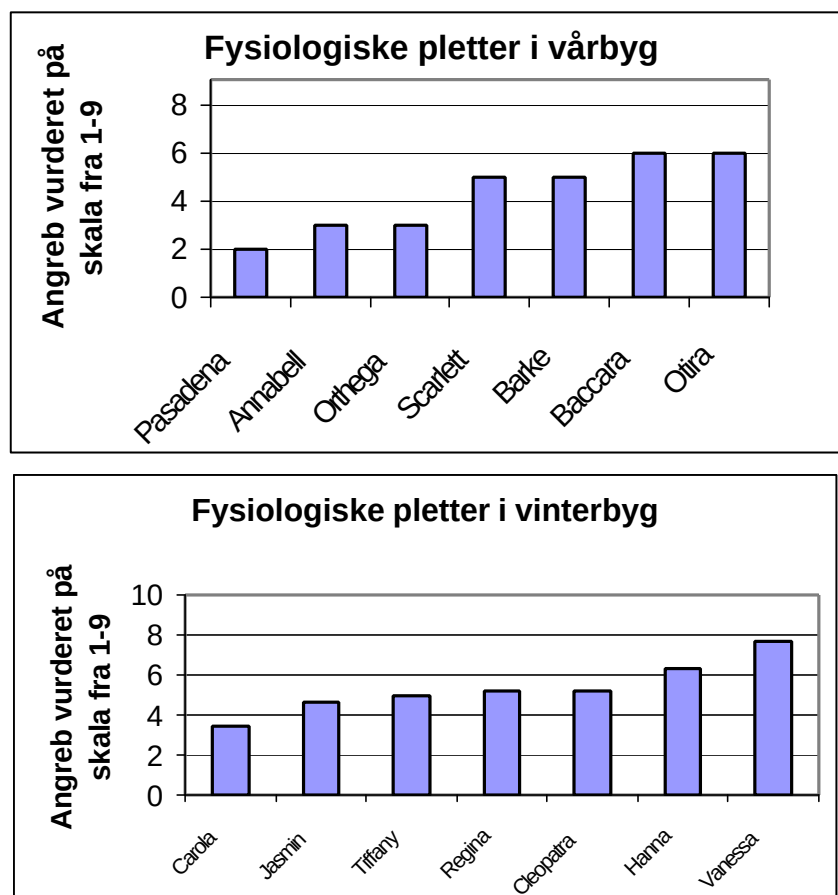
Figur 2. Sammenhæng mellem indhold af iltradikalet $O_2^{\cdot -}$ i bladet og bladpletter i vårbygssorten Barke. Relationship between content of superoxid radical in the leaf and physiological spotting in the spring barley variety Barke (Tiedemann & Wu, 2001).

Pletter betinget af mangel på mikronæringsstoffer

Manganmangel og mangel på andre mikronæringsstoffer er specifikt nævnt som faktorer, der også kan medvirke til, at planterne rammes af oxidativt stress. Dette skyldes, at mangan og andre mikronæringsstoffer indgår i de enzymer i planten, der er vigtige i forbindelse med at kunne nedbryde de giftige iltradikaler (MnSOD) (Husted, 2001). Dannelsen af giftige iltradikaler i forbindelse med manganmangel sker i cellernes mitochondrier. Manganmangel øger risikoen for dannelse af nekroser, en proces der igen specielt aktiveres i forbindelse med kraftigt sollys. Visse sorter er bedre til at klare en situation med manganmangel, idet skudvæksten tilpasser sig rodtilvæksten. Disse sorter er mindre udsatte for pletter forårsaget af Mn-mangel (Husted, 2001).

Fysiologiske pletter betinget af sortsreaktioner

Mange sorter af især vårbyg får fysiologiske pletter hen omkring skridning. Der er fra Tyskland set betydelige forskelle mellem sorterne (figur 3), hvilket også er tilfældet fra



Figur 3. Fysiologiske pletter i forskellige sorter af vårbyg og vinterbyg, baseret på tyske opgørelser i 2000, 1-9 skala, hvor 9 er mest modtagelige (Baumer *et al.*, 2001). Physiological spotting in different varieties of spring barley and winter barley, based on German assessments in 2000, 1-9 scale, where 9 is most susceptible.

Storbritannien, hvor især sorten Chariot (mlo resistens) har været kraftigt angrebet i de senere år. Chariot er i Storbritannien fundet mere modtagelig for både mlo-pletter, fysiologiske pletter og *Ramularia* end øvrige sorter (Oxley, pers. com).

I Danmark har vi også set betydelige ”angreb” af fysiologiske pletter. I observationsparcellerne er der i de senere år gjort optegnelser over fysiologiske pletter. Disse angreb har dog været yderst variable fra lokalitet til lokalitet og dækker over en række forskellige pletter. Der mangler fortsat en mere systematisk vurdering af omfanget af fysiologiske pletter i Danmark.

Forsøg har vist, at der er betydelige sortsforskelle i enzymaktiviteten af forskellige dismutase enzymer, hvilket har betydning for sorternes evne til at nedbryde de giftige iltradikaler (Baumer *et al.*, 2001).

Mange af de dyrkede vårbygsorter har mlo-resistens. Disse sorter er kendt for at danne nekroselignende pletter, som ikke har noget med meldugangreb at gøre, men som er knyttede til genet, der giver meldugresistens (Wolter *et al.*, 1993). Denne type pletter er ret karakteristiske ofte med koncentriske ringe. Mlo-pletterne ses ikke lige tydeligt i alle sorter, men bl.a. Alexis, Charmant og Alliot er kendt for kraftige reaktioner.

I sorter uden mlo-resistens kan der i en række sorter dannes nekroser i forbindelse med angreb af meldug. Ved nærmere eftersyn vil der i disse pletter ofte kunne findes små mængder af hvidt mycelium.

Pletter betinget af sekundære sygdomme

En række svampe, som kan optræde på korn, er kendt som sekundære svampe, der normalt ikke giver synlige angreb. Hvis planten er svækket eller beskadiget, kan disse svampe dog være medvirkende til dannelse af pletter på bladene. Tilstedeværelse af pollen på bladets overflade kan give ekstra næring til denne pletdannelse. Gråskimmel (*Botrytis cinerea*), *Alternaria* (*Alternaria alternata*) og *Cladosporium* (*Cladosporium herbarum*) hører til denne gruppe af svampe.

En anden svamp *Ramularia* (*Ramularia collo-cygni*) er i flere af vores nabolande (Norge, Tyskland, Østrig, Irland) specielt nævnt som en svamp, der giver symptomer, som nemt kan forveksles med fysiologiske pletter. *Ramularia* regnes ikke som en primær svampesygdom men derimod som en sygdom, der udvikler sig efter, at planten er svækket (Obst *et al.*, 2001). Denne svækkelse kan muligvis være forårsaget af kraftig solindstråling. Sortsundersøgelser fra udlandet peger på, at alle sorter kan angribes af *Ramularia*, men at sorterne angribes i forskellig grad (Amelung *et al.*, 1999; Oxley, pers. com.).

Fysiologiske pletter i byg

Fysiologiske pletter kan variere meget i deres udseende. Den efterfølgende inddeling bygger på erfaringer fra observationsparceller og indkomne prøver til skadestuen i Skejby.

1. Pletter, der er mørkebrune/sortbrune prikker eller større pletter, der bl.a. kan forveksles med plettypen af bygbladplet eller meldug afværgereaktioner. Er bl.a. set i vinterbygssorten Carola.

2. Små rødbrune pletter, der passer med beskrivelsen af *Ramularia* angreb. Det er dog sjældent, at *Ramularia* har kunnet isoleres fra disse pletter under danske forhold.
3. Mørke plamager på især oversiden af bladene. Er bl.a. set i Annabell og Blenheim. Symptomerne svarer til det, som i Tyskland beskrives som solskoldning.
4. Skoldpletlignende symptomer er især set i vinterbyg, bl.a. Ludo. Symptomerne findes især ved bladranden.
5. Mlo-pletter i vårbyg er brune, men med tendens til koncentriske ringe i pletterne. Er især velkendt fra i sorten Alexis.
6. Meldug afværge reaktioner. Brune pletter, hvor man ved nærmere undersøgelse kan se lidt mycelium. Er bl.a. set i Optic.

Manganmangel i byg er specielt kendt for at kunne medvirke til dannelse af forskellige nekroser. Manganmangel i vårbyg ses ofte som brune nekrotiske pletter, der er ordnet i striber på bladene, mens manganmangel i vinterbyg ofte ses som lyse pletter. Senere på vækstsæsonen kan der i vinterbyg, hvor der tidligere har været manganmangel optræde aflange brungule marmoreringer på bladene.

Fysiologiske pletter i byg kan forveksles med angreb af forskellige almindeligt forekomne bladsygdomme, bl.a. bygblaplet (plet typen) (*Drechslera teres*), hvedebrunplet (*Stagonospora nodorum*), som også kan angribe byg samt *Bipolaris* (*Bipolaris sorokiniana*).

Fysiologiske pletter i hvede

Fysiologiske pletter er ikke så udbredt et problem i hvede som i byg, men visse sorter danner nogle karakteristiske pletter, der sjældent lader sig forveksle med svampesygdomme. Små mørkebrune pletter er kendt i for eksempel Hussar og Yacht, mens lyse pletter kan ses i bl.a. Hereward, Grommit og Veronica. Pletterne er i starten små og gule men udvikler sig efterhånden til større brune pletter, der flyder sammen. Hvedebladplet (*Drechslera tritici-repentis*) kan ved tidlige angreb give symptomer, der kan forveksles med fysiologiske pletter. Hvedebladplet danner dog ofte en gul ring omkring den brune plet, hvilket ikke er tilfældet for fysiologiske pletter, ligesom den ofte danner en mørk plet i midten af den brune læsion.

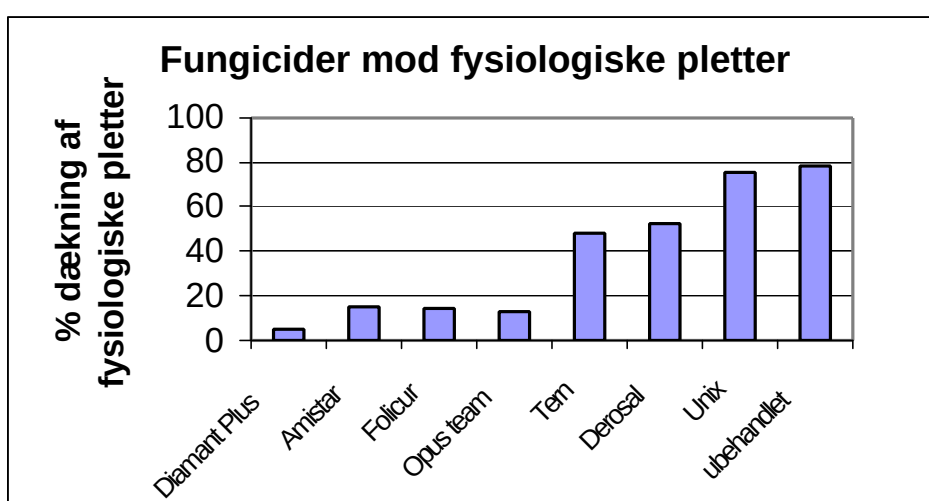
I hvede kan forekomme mørkfarvninger i akset. Disse symptomer er sortsspecifikke og kaldes melanisme. Farvningen tilskrives at forskellige sorter har varierende produktion og reaktion på melanin pigmenter i cellevævet (Wiese, 1987). Melanisme kan forveksles med hvedebrunplet i akset. Symptomerne er bl.a. kendt fra sorten Pentium.

Kan svampemidler bekæmpe fysiologisk pletter?

I mange tilfælde har man set, at fysiologiske pletter ikke påvirkes væsentligt af svampemidler. Dette gælder, når der er tale om pletter, der er rent sortsspecifikke (f.eks. mlo reaktion og Grommit pletter i hvede). Pletter, der er betinget af oxodativt stress eller sekundære parasitter som *Ramularia*, kan godt mindskes ved brug af svampemidler. Fra forsøg i både Tyskland og Storbritannien har man fundet gode effekter på *Ramularia* ved blanding af strobiluriner og triazoler. Bedst effekt er opnået ved sprøjtning på vækststadium 45-59, før symptomerne rammer de 2 øverste blade.

Forsøg med flere svampemidler har vist, at sprøjtning kan reducere angrebet af fysiologiske pletter forårsaget af oxidativt stress (figur 4). Specielt har visse forsøg vist, at både strobiluriner og triazoler kan reducere ”angrebet” af fysiologiske pletter markant (tabel 1).

Detaljerede undersøgelser har vist, at både triazoler og strobiluriner reducerer indholdet af iltradikalet superoxid (O_2^-), som er et af de første stresssignaler i planten. Samtidig er der målt en signifikant højere aktivitet af superoxiddismutase (SOD). Ligesom fungiciderne har øget mængden af hydrogen peroxid (H_2O_2) og aktiviteten af peroxidase. Hydrogen peroxid (H_2O_2) er et vigtigt signalstof i forbindelse med planternes generelle resistensreaktioner overfor bl.a. bladpatogener (Tiedeman & Wu, 2001). Det er således dokumenteret, at svampemidler kan virke som antioxidant og dermed medvirke til reduktion i plantens stressniveau og bl.a. mindske effekten af ozon skader (Wu & Tiedeman, 2001).



Figur 4. Fungiciders effekt på fysiologiske pletter i vårbygssorten Krona (Baumer *et al.*, 2001). Effect of different fungicides on physiological spotting in the spring barley variety Krona.

Tabel 1. Bekæmpelse af uspecificerede pletter i vinterbyg efter henholdsvis 1 og 2 sprøjtninger (BASF forsøgsrapport, 2001). Control of physiological spottings in winter barley after 1 and 2 applications with different fungicides.

	2 sprøjtninger (2 applications)	1 sprøjtning (1 application)
Behandling Treatment	% dækning af fysiologiske pletter % attack of physiological spottings	% dækning af fysiologiske pletter % attack of physiological spottings
Ubehandlet Untreated	30,4	43,0
Opus Team 1,5 l	12,0	12,7
Opera 1,5 l/ha	5,6	2,2
Antal forsøg No. of trials	8	5

Opus Team = epoxiconazole 84 g/l + fenpropimorph 250 g/l; Opera=pyraclostrobin 133 g/l + epoxiconazole 50 g/l.

Konklusion

Årsagen til fysiologiske pletter i marken kan være vanskelig at fastlægge og vil ofte skyldes et kompleks af faktorer. Denne artikel har refereret nogle af de årsager, der kan give fysiologiske pletter. Fysiologiske pletter vurderes i mange tilfælde at skyldes en påvirkning af klimabetingede stressfaktorer, som f.eks. kraftig lysindstråling. Planten kan bringes i en tilstand af oxidativt stress forårsaget af en øget produktion af iltradikaler, der dræber celler og giver nekroser. Manganmangel eller mangel på andre mikronæringsstoffer kan også give anledning til oxidativt stress hos planten og dannelse af nekroser. Fysiologiske pletter varierer meget fra sort til sort og er i mange tilfælde specifik for en given sort. Fysiologiske pletter kan også være koblet til angreb fra sekundære svampe f.eks. *Ramularia*. Fysiologiske pletter er fra udlandet målt som en faktor, der kan reducere udbyttet med 10-40%. Svampemidler kan reducere angrebet af visse typer af fysiologiske pletter, hvilket skyldes, at de kan virke som antioxidanter.

Litteratur

- Amelung D, Edelgard D & Huss H.* 1999 *Ramularia*-Blattfleckenkrankheit, Getreide, 5. 47.
- Baumer M, Behn A, Doleschel P, Fink K & Wybraniec J.* 2001. Notreife durch nicht parasitäre Blatverbräunung. Getreide 7 (2) 92-97.
- Grossman K & Retzlaff G.* 1997. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat. Pesticide Science 50, 11.
- Husted Søren.* 2001. Nogle sorter er resistente overfor manganmangel. Agrologisk Tidsskrift Marken, 9. 7-8.
- Husted S, Mattsson S & Brockstedt M.* 2001. Assimilation and translocation of Mn applied to the leaf surface of barley grown at different Mn deficiency levels. Plant Nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems (W.J. Horst *et al.* Eds.) 156-157.
- Knoppik D & Maguhn J.* 1993. Ozon schadet auch dem Weizen. PSP Pflanzenschutz Praxis 2, 4-5.
- Obst A & Volker P.* Grauschimmelfäule. Pilzenkrankheiten. Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Verlag th. Mann- Gelsenkirchen-Buer.
- Obst A, Baumer M & Schnitzler J.* 2001. 'Teerflecken' bei Gerste. DLG-Mitteilungen 2. 36-39.
- Pell EJ & Dann M.* 1991. Multiple Stress-Induced Foliar Senescence and Implication for Whole Plant Longevity. In: "Response of Plant to Multiple Stresses (H.A. Mooney, W.E. Winner E.J. Pellm E. Chin Eds.) pp. 189-204. Academic Press, New York 1991.
- Scandalios JG.* 1993. Oxygen stress and superoxide dismutases, Plant Physiology. 101, 7-12.
- Tiedemann A & Wu Y.* 2001. Sauerstoffstress in Blättern. DLG-Mitteilungen 2. 40-42.
- Tiedemann A & Wu Y.* 2001. Physiologische Effekte von Azolen und Strobilurinen bei Weizen und Gerste. Getreide 7 (2) 78-82.
- Wiese MV.* 1987. Compendium of wheat diseases. American Phytopathological Society. P. 97.

- Wolter M, Hollricher K, Salamini F & Schulze-Lefert P. 1993. The mlo resistance alleles to powdery mildew infection in barley trigger a developmentally controlled defence mimic phenotype. Mol. Gen. Genet. 239: 122-128.*
- Wu Y & Tiedemann A. 2001. Physiological Effects of Azoxystrobin and Epoxiconazole on Senescence and the Oxidative Status. Pesticide Biochemistry and Physiology. 71, 1-10.*

Udsædsbårne sygdomme i korn - bejdsemidler og andre behandlingsmetoder

Seed-borne diseases in cereals – seed treatments and other control methods

Bent J. Nielsen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Routine seed treatment with effective fungicides has for many years contributed to the very high health standard of cereal seeds. Products need to have a registration before they can be used in Denmark but in practice also a biological approval, which is granted at the Danish Institute of Plant and Soil Science, Flakkebjerg after GEP field trials. The most important target diseases are common bunt (*Tilletia caries*), leaf stripe (*Pyrenophora graminea*), loose smut (*Ustilago nuda*), *Septoria* and *Fusarium* seedling blight and to a certain extent rye stem smut (*Urocystis occulta*). Results from the last years with seed treatments in cereals will be presented. Although seed treatments give a stable and very high control level of seed-borne diseases, other control methods can also be used. But because of the high success with the conventional seed treatment, only little effort has for the moment been put into alternative solutions. Mainly because of a need for production of healthy seeds in organic agriculture, many new projects have now been started aiming at regulating or controlling seed borne diseases. The results from some of these experiments with acetic acid and hot water will be presented. The aim in conventional or organic seed production is to minimize multiplication of seed-borne diseases in the different certified seed generations and to ensure that the infection level is below the acceptable standard for the specific seed generation.

Indledning

Der har altid været et vist kendskab til, at nogle plantesygdomme overføres via kernerne, og at en form for indsats her kunne reducere problemerne med de udsædsbårne sygdomme. Man har brugt forskellige former for varmebehandling, rensning eller behandling med organiske stoffer. Disse metoder har dog kun været begrænset effektive, selv om varmtvandsbehandling af såsæd var et meget betydeligt fremskridt. Først med fremkomsten af de syntetiske bejdsemidler kom der for alvor gang i en effektiv og målrettet behandling. Vi har i dag midler på markedet, der er meget effektive selv i små mængder, og som ved en systematisk indsats de sidste 50 år stort set har reduceret problemerne med udsædsbårne sygdomme i visse afgrøder. I det følgende vil der blive bragt en oversigt over disse midler og deres anvendelse i Danmark.

Anvendelse af bejdsemidler har som sagt været en effektiv måde til at løse problemerne med de udsædsbårne sygdomme. Men brug af bejdsemidler er ikke den eneste metode. Svampenes tilstedeværelse i kernerne og deres infektion i planten kan bekæmpes på mange andre måder. Måske ikke så effektivt, som med bejdsemidlerne, men i kombination kan de andre metoder måske give en acceptabel bekæmpelse. De metoder, der i denne sammenhæng er relevante, er anvendelse af resistens samt forskellig former for varmebehandling, biologisk bekæmpelse, rensning eller behandling med organiske stoffer. Metoder, som er kendte, men som af forskellige grunde aldrig rigtigt er blevet effektiviseret eller optimeret. Der vil i det følgende blive bragt nogle resultater fra forskellige projekter og aktiviteter vedrørende bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme.

Tilgængelighed af sund udsæd er en vigtig forudsætning for en tilfredsstillende planteproduktion. Produktion af udsæd er en trinvis opformering af udsædsmateriale, og det er her vigtigt, at vi i de enkelte led stiller præcise og velbegrundede krav til bekæmpelse af de udsædsbårne sygdomme. Der vil til sidst blive bragt en diskussion af bekæmpelsesstrategier og acceptable toleranceniveauer.

Bejdsemidler

Ved Danmarks JordbrugsForskning afprøves alle nye bejdsemidler med henblik på at opnå en anerkendelse. Alle de bejdsemidler, der er tilladte til brug i Danmark (godkendte af Miljøstyrelsen), har været igennem en afprøvning ved DJF og er anerkendte til formålet (tabel 1 og 2). Metoder samt detailresultater er publiceret i Nielsen (1999, 2000a, 2001a, 2002).

Bejdsemidler til vintersæd

Der er 6 produkter, som er godkendte til anvendelse i hvede, rug og tritcale, heraf er det dog kun Sibutol LS 280 samt Dividend 37,5 LS, der har større markedsandel. I tabel 1 er anerkendelsen for stinkbrand delt op for udsædsbåren og jordbåren smitte. Det hænger sammen med, at den jordbårne smitte kan være vanskeligere at bekæmpe end den rent udsædsbårne smitte. Bejdsemidler til vinterbyg har en anden karakter, da de skal kunne bekæmpe sribesyge, spireskadende svampe og eventuelt nøgen bygbrand (tabel 2).

Bejdsemidler til vårsæd

Der er 7 produkter, som for nærværende kan anvendes i byg (tabel 2). De fleste bejdsemidler indeholder det virksomme stof *imazalil*, der er meget effektivt mod sribesyge. Prelude 20 LF (med *prochloraz*) er kommet på markedet igen. Produktet blev anerkendt til vårbyg allerede i 1982, og det kan anvendes mod sribesyge i vinter- og vårbyg, men virkningen mod spireskadende svampe i vinterbyg er endnu ikke dokumenteret. Til bekæmpelse af nøgen bygbrand, hvor smitten sidder inde i kimen, kræves bejdsemidler med systemisk komponent (Fungazil C eller Raxil IM 035 LS).

Tabel 1. Bejdsemidler anerkendt af DJF 2002 til bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme i vinterhvede, tritcale og rug. Seed treatments with biological approval 2002 against common bunt (*Tilletia caries*), rye stem smut (*Urocystis occulta*), *Septoria* and *Fusarium* seedling blight. Products which for the moment are registered for use in winter wheat, rye or tritcale are marked with G.

Produkt	Dosering pr. 100 kg	Godkendt til brug	Virksomt stof	g pr. l	Hvede			Triticale				Rug	
					Stinkbrand	Brunplet	Fusariose	Stinkbrand	Stængelbrand	Brunplet	Fusariose	Stængelbrand	Fusariose
Sibutol LS 280	100	G	bitertanol + fuberidazol	280 + 18	F + J	+	+	F+J	+	+	+	+	+
Celeste 025 FS	200	G	fludioxonil	25	F	+	+					+	+
Dividend 37,5 LS	150	G	difenoconazol	37,5	F + J	+	+					+	+
Dividend 030 FS	187,5	G	difenoconazol	30,0	F + J ¹⁾	+ ¹⁾	+ ¹⁾	F+J	+	+	+	+	+
Beret 050 FS	200	G	fenpiclonil	50	F	+	+					+	+
Beret Combi	200	G	fenpiclonil+ difenoconazol	50 + 50	F	+	+					+	+
Premis 25 FS	200	-	triticonazol	25					+			+	
Premis delta	200	-	triticonazol + iprodion	12,5 + 125								+	+
	400				F+J	+	+						

Kun midler mærket med G er for nærværende godkendt af Miljøstyrelsen til anvendelse i hvede, rug eller tritcale.

F: Anerkendt til bejdsning mod udsædsbåren stinkbrand. **J:** Anerkendt til bejdsning mod jordbåren stinkbrand.

¹⁾ Også vårhvede. Øvrige midler er kun til vinterhvede.

Forbrug

I 2000 blev der brugt ca. 36 tons virksomme stoffer af fungicid-bejdsemidler (heri indgår også produkter, der anvendes til eksport). Det er betydeligt mindre end den mængde, der blev anvendt for år tilbage (1995: 92 t, 1996: 74 t, 1997: 75 t, 1998: 47 t, 1999 41 t). Faldet i forbruget afspejler dels, at nye og mere koncentrerede midler er kommet på markedet, men også det generelle fald i anvendelse af fungicider. Fra 1998-2000 har anvendelsen af fungicid-bejdsemidler ligget på ca. 6% af det samlede fungicidforbrug. I forhold til det totale pesticidforbrug (inkl. herbicider og insekticider) er anvendelsen af fungicidbejdsemidler meget lille, omkring 1,3% (Anon., 2001).

Resultater med bejdsemidler

I det følgende bringes resultaterne af nogle forsøg ved Forskningscenter Flakkebjerg, DJF med forskellige bejdsemidler.

Tabel 2. Bejdsemidler anerkendt af DJF 2001 til bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme i vinter- og vårbyg samt havre. Seed treatment products with biological approval against leaf stripe (*Pyrenophora graminea*), loose smut (*Ustilago nuda*), Fusarium seedling blight and loose smut in oat (*Ustilago avenae*). Products which for the moment are registered for use in barley are marked with G.

Produkt	Dosering pr. 100 kg	G ^{a)}	Virksomt stof	g pr. l	Stribesyge	Bygbladplet	Nøgen bygbrand	Fusariose	Nøgen havrebrand
Fungazil A	100	G	imazalil	50	+			+	
Fungazil bejdse	100	G	imazalil	50	+			+	
Fungazil E	100	G	imazalil	50	vårbyg ¹⁾			vårbyg	
Fungazil MLF 50	100	G	imazalil	50	+			+	
Fungazil C	200	G	carboxin + imazalil	400+25	+	+	+	+	
	150	G							(x) ³⁾
Prelude 20 LF	100	G	prochloraz	200	+			vårbyg	
Premis delta	200	-	triticonazol + iprodion	12,5+125			+	+	
	400				+				
Premis 25 FS	200	-	triticonazol	25			+		
Raxil IM 035 LS	150	G	tebuconazol + imazalil	15+20	+		+		
	300							+ ²⁾	
Dividend 37,5 LS	200	G	difenoconazol	37,5	vårbyg	vårbyg			

^{a)} Kun midler mærket med G er for nærværende godkendt af Miljøstyrelsen til anvendelse i byg.

¹⁾ Hvor "vårbyg" er angivet gælder godkendelsen eller anerkendelsen *kun* for denne afgrøde.

²⁾ Raxil IM 035 LS er kun anerkendt til bekæmpelse af Fusariose med 300 ml/100 kg.

³⁾ Ikke anerkendt.

Rugstængelbrand (*Urocystis occulta*)

Sporer af rugstængelbrand sidder på overfladen af rugkernen, og det er nemt at få god kontakt med bejdsemidlet. Stort set alle afprøvede bejdsemidler har 100% virkning mod stængelbrand selv ved ½ til 1/4 dosering. Stængelbrand forekommer i dag sjældent i rug men kan ses, hvor bekæmpelse har været undladt over en årrække. I tabel 3 er vist eksempel fra forsøg med nogle aktuelle midler.

Forsøg ved DJF har vist, at stængelbrand kan være jordbåren (Nielsen, 1998, 1999). Der er ikke afprøvet så mange midler mod den jordbårne smitte, men Sibutol LS 280, Dividend 37,5 LS og Premis delta har tilsyneladende også høj virkning mod infektion fra jorden (Nielsen, 1998).

Tabel 3. Bejdsning mod rugstængelbrand (*Urocystis occulta*). DJF, Flakkebjerg. Control of stem smut (*Urocystis occulta*) in rye.

Produkt	Dos	Forholdstal f. fremspiring (Ubeh.=100)				Pct. bekæmpelse af rugstængelbrand			
		½	¾	1/1	2/1	½	¾	1/1	2/1
Sibutol LS 280	100	123 ab	121 abc	124 ab	124 a	100	100	100	100
Dividend 37,5 LS	150	116 cde	111 efg	112,0 ef	118,8 bcd	100	100	100	100
Dividend FS 030	200	115,5 cde	113,4 def	109,9 fg	115,3 c-f	100	100	100	100
Premis 25 FS	200	106,0 gh	103,6 hi	95,8 j	99,3 ij	100	100	100	100
Ubehandlet				100 *) ij				10,0 % **)	
Antal forsøg		2				1			

*) Ubehandlet: 10,6 planter pr. m række **) Pct. planter med stængelbrand i ubehandlet.

Spireanalyse 3,5% *Fusarium spp.*

Hvedestinkbrand (*Tilletia caries*)

Udsædsbåren stinkbrand er i princippet også nem at bekæmpe. Sporerne sidder på kernens overflade, og de fleste afprøvede midler har en høj virkning. Men da selv en lille restsmitte på blot få infektionsdygtige sporer på kernen kan føre til kraftige angreb i efterfølgende afgrøder, stilles der meget høje krav til virkning af anerkendte bejdsemidler. De produkter, der er anerkendte (og godkendte) i dag har næsten 100% virkning mod udsædsbåren stinkbrand. I tabel 4 er vist eksempel med nyere bejdsemidler. Ud over de her nævnte produkter (inkl. tabel 1) har der også været udført forsøg med bakterieproduktet Cedomon (*Pseudomonas chlororaphis*) anvendt i en vandig opløsning. Resultaterne var ikke tilfredsstillende mod stinkbrand, og yderligere forsøg afventes, herunder ny formulering af produktet.

Tabel 4. Bekæmpelse af hvedestinkbrand (*Tilletia caries*) ved lavt og højt smittetryk. DJF, Flakkebjerg. Control of common bunt (*Tilletia caries*) at two infection levels in winter wheat.

Produkt	Dos	Pct. bekæmpelse af hvedestinkbrand (lavt smittetryk)				Pct. bekæmpelse af hvedestinkbrand (højt smittetryk)			
		½	¾	1/1	2/1	½	¾	1/1	2/1
Sibutol LS 280	100	100	100	100	100	99,4	100	100	100
Dividend 37,5 LS	150	100	100	100	100	100	100	100	100
Dividend FS 030	200	100	100	100	100	100	100	100	100
Ubehandlet				12,1 % *)				32,2 % *)	
Antal forsøg (smitte)		1 (0,25g/kg)				2 (5g/kg)			

*) Pct. planter med stinkbrand i ubehandlet. Kunstig smitte med (g sporer/kg hvede) er angivet efter antal forsøg.

Jordbåren stinkbrand (*Tilletia caries*)

Hvis der først har været stinkbrand på et areal, kan det ikke udelukkes, at en efterfølgende hvede, der sås ubejdsset, eller er bejdsset med et uhensigtsmæssigt produkt, kan blive angrebet. Der vil være en vis sandsynlighed for angreb og risiko for en lav "baggrundssmitte", som kan starte ny epidemi i en ubejdsset hvede (Nielsen og Nielsen, 1994; Borgen og Kristensen, 1997). Angreb af stinkbrand fra jorden er sværere at bekæmpe end det angreb, som kommer direkte fra kernen (Nielsen, 2001b). Bakteriepræparatet Cedomon og de "ældre" bejdsedmidler *maneb* samt *guazatine* (Panocrine) er uden virkning mod jordbåren smitte. Kun Sibutol LS 280 og Dividend 37,5 LS/030 (samt det endnu ikke godkendte produkt Premis delta) er anerkendte til bejdsning mod jordbåren stinkbrand (tabel 1).

Nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*)

Nøgen bygbrand er svær at bekæmpe på grund af den dybtliggende smitte i kimen, og bejdsning kræver gode, systemiske midler. Det virksomme stof *carboxin* (Fungazil C) har ikke fuld virkning mod nøgen bygbrand, men med det nye produkt Raxil IM 035 FS (*tebuconazol*) er der nu mulighed for næsten 100% bekæmpelse. I vinterbyg blev opnået et bekæmpelsesniveau på henholdsvis 91% og 99% med Fungazil C og Raxil IM 035 FS (tabel 5). Det ses, at de almindeligt brugte midler mod stribesyg (f.eks. Fungazil A) er helt uden virkning på nøgen bygbrand. Det virksomme stof *triticonazol* er også meget effektivt mod nøgen bygbrand (tabel 2), men hverken Premis delta eller Premis 25 FS er endnu godkendte til brug i Danmark.

Tabel 5. Bejdsning mod nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*) i vinterbyg. DJF, Flakkebjerg.Control of loose smut (*Ustilago nuda*) in winter barley. Mean of 3 trials.

Behandling	Dosis pr. 100 kg	Rel. fremspiring (ubehandlet=100)				% planter med nøgen bygbrand			
		1/2	3/4	1/1	2/1	1/2	3/4	1/1	2/1
Ubehandlet				100				9,1	
Fungazil A	100 ml	104	99	99	98	9,6	9,9	8,6	8,4
Fungazil C	200 ml	100	99	98	95	2,6	1,5	0,8	0,5
Raxil IM 035 FS	150 ml	101	101	100	96	1,2	0,3	0,1	0,0
Antal forsøg		3				3			
Signifikans		n.s.				lsq(dose)=1,13 lsq(produkt)=1,12			

Antal planter i ubehandlet: 357 pr. 9 m række. Forsøgene er naturligt smittet med nøgen bygbrand. 1/2 , 3/4, 1/1 og 2/1 angiver dosering af anvendte bejdsemiddel, hvor 1/1 er standard dosis/100 kg. Signifikans for nøgen bygbrand er angivet ved kvotienten lsq. To tal inden for doser eller produkter er kun signifikant forskellige, hvis højeste tal/laveste tal > lsq (f.eks.: 9,9/8,4=1,18 >1,13; signifikant forskel).

Bygstribesygge (*Pyrenophora graminea*)

De fleste af de midler, der er markedsførte til anvendelse i byg, er hovedsageligt baserede på virkningen af *imazalil*. Med 5 g *imazalil* pr. 100 kg, som f.eks. udbringes med *Fungazil bejdse*, opnås næsten 100% effekt mod stribesygge. I tabel 6 er vist resultater fra forsøg med meget kraftige angreb (43,7%), og bedste virkning blev, som tidligere, opnået med *imazalil*-midlerne (98,6-99,1% bekæmpelse). Ved bejdsning med Raxil IM 035 ES blev der opnået 98% bekæmpelse ved anvendelse af 150 ml/100 kg. Virkningen blev hævet til 99,5% bekæmpelse ved at øge doseringen til 300 ml/100 kg. Bakterieproduktet Cedomon gav kun en ringe bekæmpelse i dette forsøg.

Tabel 6. Bekæmpelse af stribesygge (*Pyrenophora graminea*) i vårbyg ved lavt og højt smittetryk. Control of leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) at two infection levels in spring barley.

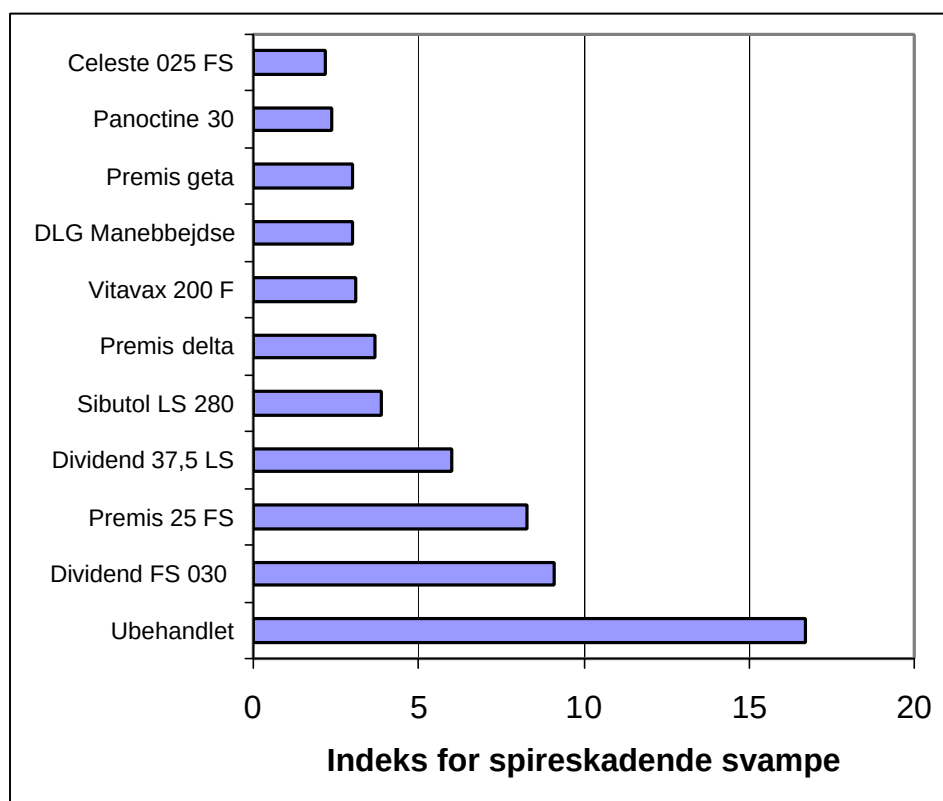
Behandling	Dosis pr. 100 kg	% planter med stribesygge (lavt smittetryk)				% planter med stribesygge (højt smittetryk)			
		1/2	3/4	1/1	2/1	1/2	3/4	1/1	2/1
Ubehandlet				43,7				3,6	
Cedomon	750 ml	34,5	35,5	34,5	29,6	3,6	3,6	3,7	1,6
Fungazil MLF	100 ml	0,9	0,9	0,4	0,2	0,3	0,0	0,1	0,0
Fungazil bejdse	100 ml	1,4	0,6	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Raxil IM 035 ES	150 ml	1,7	1,2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
Antal forsøg		3				1			
Signifikans		lsq (dose)= 1,23 lsq (prod.)=1,12				lsq (dose)= 1,29 lsq (prod.)=1,33			

Antal planter i ubehandlet: 346,9 pr. 9 m række. Forsøgene er naturligt smittet i marken med stribesygge. 1/2 , 3/4, 1/1 og 2/1 angiver dosering af anvendte bejdsemiddel, hvor 1/1 er standard dosis/100 kg. Signifikans for nøgen bygbrand er angivet ved kvotienten lsq. To tal inden for doser eller produkter er kun signifikant forskellige, hvis højeste tal/laveste tal > lsq (f.eks.: 1,7/0,9=1,9 >1,23; signifikant forskel).

Siden 1992 er der udført 15 forsøg med Raxil 035 ES med moderat-kraftige angreb af sribesygge, jævnfør bl.a. Nielsen 1999, 2000a, 2001a, 2002. Effekten af Raxil 035 ES ligger lige i underkanten af virkningen af standardmidlet Fungazil bejdse men på et acceptabelt niveau. Der er i gennemsnit af de 15 forsøg opnået en bekæmpelseseffekt på 97% ved bejdsning med 150 ml Raxil 035 ES. Virkningen ligger i mange forsøg højere, men enkelte år (f.eks. 1999) trækker en del ned. Ved bejdsning med 300 ml opnås en effekt på 99 og med 100 ml Fungazil en effekt på 98,6% i gennemsnit af de 15 forsøg. Det acceptable niveau for bekæmpelse af sribesygge er i dag 97-100% bekæmpelse.

Spireskadende svampe (*Microdochium nivale*, *Fusarium spp.* og *Septoria nodorum*)

En række svampearter (*Microdochium nivale*, *Fusarium spp.* og *Septoria nodorum*) kan forårsage forsinket fremspiring af korn, reduceret plantetal eller svækkede planter med efterfølgende udbyttetab til følge (Nielsen, 2000b). Det er dog sjældent, at det under danske forhold har givet årsag til større angreb (Nielsen og Scheel, 1997). Problemet er værst i



Figur 1. Angreb af spireskadende svampe i forsøg med forskellige bejdsemidler i vinterhvede. Gennemsnit af 3 forsøg, DJF, Flakkebjerg. Indeks for spireskadende svampe er beregnet ud fra symptomer på rødder: a) ingen symptomer, b) lille plet på koleoptilen, c) mere angreb på koleoptilen og noget på roden, men i øvrigt sunde planter, d) planterne tydeligt hæmmet. Meget angreb på koleoptile og rødder, e) døde planter. Indeks er beregnet efter: $\text{Indeks} = \frac{(b+c*2+d*3+e*4)*100}{4(a+b+c+d+e)}$ $\text{LSD}_{95}=5,7$. Control of seedling blight in winter wheat. Mean of 3 trials. Index of seedling blight is based on root symptoms.

vintersæd efter en våd sommer (sammenhæng mellem den samlede nedbørsmængde i juni, juli og august og procent kerner med *Microdochium nivale*, *Fusarium spp.* og *Septoria nodoru*), men sygdomskomplekset er kun ufuldstændigt belyst. Jordtemperaturen ved fremspiring spiller en stor rolle, og samme inficerede kornparti kan skades mere af *Microdochium nivale* i kold jord end i varm jord. I figur 1 er vist resultaterne af forsøg i hvede med en række gamle og nye bejdsemidler. Der er efter fremspiring gravet rødder op og bedømt for angreb af spireskadende svampe, som beskrevet i figurteksten.

Andre bekæmpelsesformer

Anvendelse af bejdsemidler sikrer på en nem og reproducerbar måde en meget effektiv bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme, men andre bekæmpelsesformer kan godt give en acceptabel bekæmpelse. Det afhænger meget af formålet og metodernes anvendelighed i praksis (Borgen, 2002). Der har de senere år været udført en del undersøgelser med andre bekæmpelsesformer, som bl.a. i det økologiske jordbrug kan medvirke til at reducere smittetrykket eventuelt helt bekæmpe de udsædsbårne sygdomme.

Organiske produkter

En række produkter som mælkepulver, sennepsmel, eddike mv. kan have en vis virkning på udsædsbårne sygdomme. Der er bl.a. udført forsøg med eddike anvendt i en koncentration på 5% (som husholdningseddike), men der var dog kun en moderat virkning mod stinkbrand i vårhvede (muligvis på grund af forstyrrende angreb af jordsmitte). Mod stribesygge var det kun ved den højeste dosering på 50 ml/kg, at der blev opnået en rimelig virkning (Nielsen, Borgen og Kristensen, 2000). Resultaterne i 2000 var i denne forbindelse lidt dårligere end, hvad der blev opnået i 1999 (tabel 8). Forsøg med andre koncentrationer har vist, at den

Tabel 8. Bekæmpelse af bygstribesygge (*Pyrenophora graminea*) i vårbyg med 5% eddikesyre (Nielsen, Borgen og Kristensen, 2000). Control of leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) in spring barley by seed treatment with 5% acetic acid.

	Dosis pr. kg kerne stribesygge	1999		2000	
		Fht. for fremspiring	Pct. stribesygge	Fht. for fremspiring	Pct.
Ubehandlet		100a	7,8a	100a	15,0a
Fungazil bejdse	1,0 ml/ kg	99a	0c	126a	0,2c
5 % Eddikesyre	10 ml/kg	102a	8,3a	117a	9,8b
5 % Eddikesyre	20 ml/kg	101a	6,5a	104a	10,1b
5 % Eddikesyre	30 ml/kg	97a	4,5b	120a	5,7bc
5 % Eddikesyre	40 ml/kg	94a	3,4b	128a	4,8bc
5 % Eddikesyre	50 ml/kg	83b	0c	77a	3,1c

Antal planter i ubehandlet: 17,3 (1999) og 9,5 (2000) pr. m række. Tal med samme bogstav er ikke signifikant forskellige.

optimale dosering ved bekæmpelse af stinkbrand i vinterhvede er på 20 ml/kg af 5% koncentration (92-96% bekæmpelse), mens der ved bekæmpelse af sribesygge i byg blev opnået en bekæmpelse på 90-93% ved anvendelse af 20 ml/kg i en koncentration på henholdsvis 30% og 99,9% (Borgen og Nielsen, 2001). Der er også udført forsøg med citronsyre, der i modsætning til eddike er et fast stof og således ikke fordamper efter bejdsningen. Virkningen mod stinkbrand i vårhvede og sribesygge i vårbyg var dog kun begrænset med de anvendte koncentrationer.

Varmebehandling

Varmtvandsbehandling kan give en god bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme, men metoden skal udvikles yderligere og implementeres i moderne produktionspraksis. Der er

Tabel 9. Bekæmpelse af sribesygge (*Pyrenophora graminea*) i vårbyg ved udblødning i varmt vand (20°C) og efterfølgende varmt vand ved 45°C, 50°C og 55°C i 2, 4 og 6 minutter (Nielsen, Borgen og Kristensen, 2000). Relative plant emergence and attack of leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) in spring barley after pre treatment in water (20°C) and then hot water at 45°C, 50°C and 55°C for 2, 4 for 6 minutes.

Varmt vand		Udblødning (20°C) i minutter							
		0	10	20	30	0	10	20	30
temp.	min.	% sribesygge				Forholdstal for fremspiring			
45°C	0	9,0 ^{abc}	9,9 ^a	7,8 ^{b-g}	7,1 ^{b-h}	100 ^{a-g}	105 ^{abc}	105 ^{a-d}	104 ^{a-f}
	2	8,5 ^{a-e}	6,9 ^{c-h}	7,8 ^{a-g}	6,2 ^{fgh}	98 ^{e-i}	103 ^{a-f}	101 ^{a-f}	104 ^{a-f}
	4	9,1 ^{ab}	7,4 ^{b-h}	6,5 ^{e-h}	7,1 ^{b-h}	100 ^{a-g}	99 ^{b-h}	98 ^{c-i}	102 ^{a-f}
	6	6,5 ^{e-h}	8,1 ^{a-f}	6,9 ^{d-h}	7,3 ^{b-h}	103 ^{a-f}	101 ^{a-f}	100 ^{a-h}	102 ^{a-f}
50°C	0	6,7 ^{d-h}	7,6 ^{b-g}	6,2 ^{fgh}	5,4 ^{hi}	102 ^{a-f}	104 ^{a-e}	100 ^{a-h}	100 ^{a-h}
	2	6,0 ^{fgh}	5,9 ^{gh}	3,3 ^{ij}	2,8 ^{jkl}	103 ^{a-f}	99 ^{b-h}	102 ^{a-f}	107 ^a
	4	3,0 ^{jk}	1,8 ^{j-n}	2,2 ^{j-n}	1,0 ^{k-n}	103 ^{a-f}	103 ^{a-f}	102 ^{a-f}	106 ^{ab}
	6	2,6 ^{jm}	0,2 ⁿ	0,7 ^{lmn}	0,5 ^{lmn}	99 ^{b-h}	100 ^{a-h}	104 ^{a-f}	93 ^{g-j}
55°C	0	5,3 ^{hi}	8,8 ^{ad}	6,8 ^{d-h}	6,1 ^{fgh}	98 ^{d-i}	100 ^{a-g}	105 ^{a-e}	100 ^{a-h}
	2	2,2 ^{jn}	0,4 ^{lmn}	0,2 ⁿ	0,3 ⁿ	100 ^{a-g}	98 ^{b-h}	103 ^{a-f}	98 ^{b-h}
	4	1,5 ^{jn}	0,6 ^{mn}	1,0 ^{k-n}	0,6 ^{mn}	101 ^{a-g}	91 ^{ij}	100 ^{a-h}	97 ^{f-j}
	6	0,3 ⁿ	1,5 ^{j-n}	0,3 ⁿ	0,6 ^{mn}	93 ^{hij}	72 ^k	61 ^l	47 ^m
Fungazil A (1 ml/kg)		0,2 ⁿ				90 ^j			

Antal planter i ubehandlet: 18,6 pr. m række.

udført forsøg med kombination af udblødning i vand ved forskellige temperaturer og tider samt efterfølgende egentlig varmebehandling ved højere temperaturer og korte tidsintervaller (Nielsen, Borgen og Kristensen, 2000). Den egentlige varmtvandsbehandling gav god virkning mod stribesygge ved 55°C allerede ved 2 minutters behandling, som vist i tabel 9 (forudgående udblødning ved 20°C). Ved den lavere temperatur 50°C var virkningen ringere, og behandlingstiden skulle op på 6 minutter for at give godt udslag. De høje temperaturer kan påvirke spireevnen, men det var kun ved den høje temperatur (55°C) og lang behandlingstid (6 min.), der kunne konstateres nedgang i spireevnen i forsøgene (tabel 9). Varmtvandsbehandling mod nøgen bygbrand havde ingen eller svag effekt ved de anvendte behandlingstemperaturer og lav udblødningstemperatur. Det var tydeligt, at den høje udblødningstemperatur var udslagsgivende for virkningen mod nøgen bygbrand. Kun udblødning ved 45°C og efterfølgende varmtvandsbehandling ved 55°C (både 2 og 4 min.) blev der opnået en meget god virkning mod nøgen bygbrand (Nielsen, Borgen og Kristensen, 2000).

Biologisk bejdsning

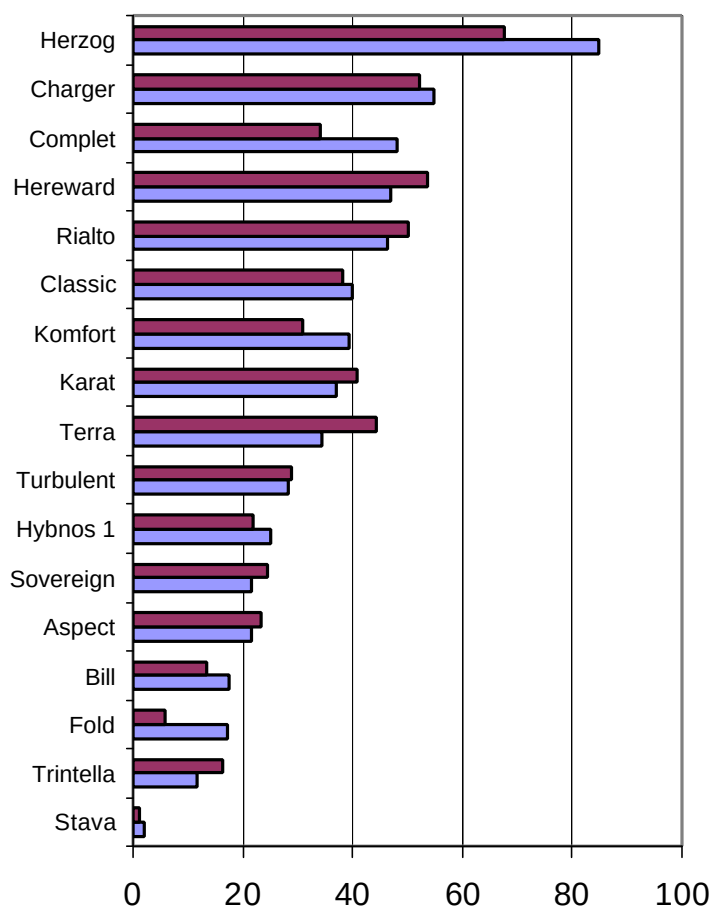
Det er nærliggende at anvende mikrobiologiske præparater ved bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme. Principielt er der gode muligheder for bekæmpelse og potentialet af en række mikrobiologiske præparater er testet, hvor bl.a. betydningen af præparaternes dosering og kombination med additiver som mælkepulver og planteolier er undersøgt (Jensen, Nielsen, Nielsen og Jensen, 2001). I markforsøg med *Fusarium culmorum* var bekæmpelsesniveauet for flere biologiske midler på højde med den kemiske standard Sibutol LS 280. I markforsøg med hvedestinkbrand blev der generelt opnået en bekæmpelseseffekt på 60-70% ved bejdsning med de bedste præparater. Kombination af midlerne med forskellige organiske stoffer (mælkepulver, olier) resulterede ikke i entydige forbedring af bekæmpelsen. Der er behov for yderligere optimering af produkterne med henblik på en mere målrettet anvendelse i en samlet bekæmpelsesstrategi, f.eks. ved anvendelse af midlerne i kombination med andre alternative bekæmpelsesformer som varmebehandling, organiske produkter eller sortsresistens (Jensen, Nielsen, Nielsen og Jensen, 2001).

Sortsresistens

Hos hvede kendes der mindst 15 specifikke resistensgener (*Bt*) mod stinkbrand. Der vides dog kun lidt om udbredelse af resistensgener i danske hvedesorter. Siden 1995 er der testet over 100 forskellige hvedesorter mod forskellige testpopulationer indsamlet fra forskellige dele af landet. Flertallet af sorterne blev kraftigt angrebet, men en gruppe synes kun at være moderat modtagelige. Flere af disse sorter som f.eks. Hereward og Rialto har i 3-4 års forsøg ligget lavt i forhold til den meget modtagelige sort Herzog. En gruppe sorter fik meget lave angreb (f.eks. Trintella), men dog mere end at de kunne anbefales som resistente i praksis. Forsøgene udført i 2001 gav meget høje angrebsgrader, og der kunne konstateres højere angreb i sorter, der tidligere lå lavt i angreb (figur 2). Sikker og høj resistens blev kun fundet i de svenske sorter Stava og Tjelvar (resistensgenerne *Bt 8*, *Bt 9* og *Bt 10*) samt krydsninger med baggrund i disse. Omkring 30 *triticale*-sorter er testet, og alle var resistente mod

stinkbrand (Nielsen, Christiansen og Bagge, 1999; Nielsen, Christiansen og Østergård, 1997; Nielsen 2000c).

Resistens mod stribesygge er baseret på en kombination af race-specifikke resistensgener (*Rdg1a*, eller "Vada" resistens samt mindst 3 nye resistenskilder), og polygen baseret, partiel resistens, der giver forskellige grader af resistens. Resistens mod stribesygge undersøges under markforhold ved naturlig smitte fra inficerede planter. Der er testet mere end 100 forskellige sorter og linier, og resultaterne viser, at flertallet af sorterne er modtagelige for stribesygge. En del sorter fik dog ingen eller kun svage angreb, bl.a. sorterne Golf, Ricarda og Scarlett (Nielsen, Christiansen og Bagge, 1999; Nielsen, Christiansen & Østergård, 1997; Nielsen, 2000c).



Figur 2. % angreb af stinkbrand (*Tilletia caries*) i forskellige vinterhvedesorter kunstigt smittet med to forskellige populationer af stinkbrand (mørk VIB, lys KJEL). % attack of common bunt (*Tilletia caries*) in winter wheat artificially infected with two different populations of common bunt.

Tabel 11. Oversigt over anbefalede tolerancer for udsædsbårne sygdomme i certificeret sædekorn C1 og C2 i Danmark sammenholdt med tilsvarende grænseværdier for bejdsning i andre lande (efter Nielsen, 2002). Recommended threshold values for wheat, rye, triticale and barley in Denmark compared with other countries.

Afgørde	Skadegører	Danmark		Sverige	Norge	Østrig	UK
		C1	C2				Egen udsæd C2 ¹¹⁾
Vinterhvede	Stinkbrand	0 ¹³⁾	> 10 sporer / g	0 ¹⁾		>10 sporer / <u>kerne</u> ¹⁰⁾	>= 1 spore pr. <u>kerne</u> ¹⁰⁾
	<i>Fusarium spp.</i>	15% ³⁾	15% ^{3) 8)}	0-40% ⁴⁾ anbefales	15%	10% ²⁾ <i>M. nivale</i>	>5% <i>M. nivale</i>
	Hvedebrunplet	15%	15% ⁸⁾	>40% nødvendig	5%	20%	>5%
Vårhvede	Stinkbrand	0 ¹³⁾	> 10 sporer / g			>10 sporer / <u>kerne</u>	>= 1 spore pr. <u>kerne</u>
	<i>Fusarium spp.</i>	15% ³⁾	15% ^{3) 8)}	16-40% ⁴⁾ anbefales	15%	10% ²⁾ <i>M. nivale</i>	>5% <i>M. nivale</i>
	Hvedebrunplet	15%	15% ⁸⁾	>40% nødvendig	5%	20%	>5%
Triticale	Stinkbrand	0 ¹³⁾	> 10 sporer / g			>10 sp. / <u>kerne</u>	Som hvede
	Stængelbrand	0 ¹³⁾	> 10 sporer / g			>10 sp. / <u>kerne</u>	
	<i>Fusarium spp.</i>	15% ³⁾	15% ³⁾	0-40% ⁴⁾ anbefales		10% ²⁾ <i>M. nivale</i>	Som hvede
	Hvedebrunplet	15%	15%	>40% nødv.			Som hvede
Rug	Stængelbrand	0 ¹³⁾	> 10 sporer / g			>10 sporer / <u>kerne</u>	Som hvede
	Fusariose	15% ³⁾	15% ³⁾	0-40% ⁴⁾ anbefales >40% nødv.		10% ²⁾ <i>M. nivale</i>	Som hvede
Vinterbyg	Bygstribesygge	0 ¹³⁾	5%	0– 20% ⁴⁾ anbefales	5%	2%	2%
	Bygbladplet	15%	15%	> 20% nødvendig	(6 radet) 10% (2 radet)		
	<i>Fusarium spp.</i>	15%	15%		25%	10% ²⁾	
	<i>Bipolaris</i>				10%		
	Nøgen bygbrand	0 ¹³⁾ ¹²⁾	2%	0,3% ⁵⁾	0,1% ⁶⁾ mark	0,1%	0,5%
Vårbyg	Bygstribesygge	0 ¹³⁾	5%	11–20% ⁴⁾ anbefales	5%	2%	2%
	Bygbladplet	15%	15%	> 20% nødvendig	(6 radet) 10% (2 radet)		
	<i>Fusarium spp.</i>	30%	30% ³⁾		25%	10% ²⁾	
	<i>Bipolaris</i>				10%		
	Nøgen bygbrand	0 ¹³⁾ ¹²⁾	2%	0,3% ⁵⁾	0,1% ⁶⁾ mark	0,1%	0,5%

		Danmark		Sverige	Norge	Østrig	UK
Havre	Havrebladplet			36-50% ⁴⁾	25%		
	<i>Fusarium spp.</i>	30% ³⁾	30% ³⁾	anbefales >50% nødv.	15%		>5% <i>M. nivale</i>
	Havrebrand			200 sp./g C1 500 sp./g C2 ⁹⁾			

- 1) I Sverige skal partier kasseres som såsæd, hvis hvedestinkbrand forekommer med > 1000 sporer/g
- 2) Sneskimmel (*Microdochium nivale*, syn. *Fusarium nivale*)
- 3) Flere *Fusarium*-arter, bl.a. *F. culmorum*, *F. avenaceum* m.fl. samt *Microdochium nivale*
- 4) Svampearterne *Fusarium spp.*, *Microdochium nivale*, *Septoria nodorum*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pyrenophora spp.* under ét. Vedrørende anbefalet og nødvendig vejledning, se tekst under Sverige, afsnit 4.6.
- 5) Ubejdset udsæd C1 må højst indeholde 0,3%. For tidligere generationer er tolerancerne: 0,1% for præ-basis (klasse A) og 0,2% for basis såsæd (klasse B). Der findes ingen specielle krav til C2.
- 6) % angreb planter i mark baseret på kontroldyrkning.
- 7) Der er ikke specifikke grænser for bygærtehelsæd, ærtehelsæd eller grøntært, men 10% anbefales.
- 8) Summen af spireskadende svampe + *Septoria nodorum* maks. 30%, dog maks. 15% *S. nodorum*
- 9) Der er krav om maksimalt 200 havrebrandsporer/g i C1, mens tolerancen for C2 på 500 sporer/g er en anbefaling.
- 10) Bemærk, at tolerancen er i sporer pr. kerne. Ved omregning til sporer/g skal der ganges med ca. 20 (afh. af TKV).
- 11) Anbefalede grænseværdier i UK for egen avl ("home saved seed" af C2).
- 12) I henhold til bekendtgørelse om Sædekorn (nr. 53, 2000) er der krav til markinspektion i DK af nøgen bygbrand i F-materiale og præ-basissæd. Pr. 20.000 undersøgte planter accepteres følgende antal planter med nøgen bygbrand, før der skal bejdses: F-materiale (til sædekorn): 5, præ-basissæd (til basissæd): 10, præ-basissæd (til C1): 20.
- 13) Konstateret forekomst efter gængs metode.

Bekæmpelsesstrategier

Produktion af udsæd er en proces, der strækker sig over flere såsædsgenerationer fra den første lille præ-basis generation til den sidste store generation af certificeret såsæd C2. Da flere af de alvorlige udsædsbårne sygdomme kan opformeres over få generationer, skal de første led i processen holdes så rene som muligt for udsædsbårne sygdomme. Det betyder, at der til og med certificeret såsæd C1 stilles maksimale krav til sundhedstilstanden. I den sidste generation, C2, som sælges til landmanden kan der imidlertid godt accepteres en vis restsmitte (se f.eks. nøgen bygbrand eller sribesyg i tabel 11). Forudsætningen er her blot, at der ikke opformeres yderligere på partiet. Med hensyn til stinkbrand er tolerancen i C2 sat til 10 sporer/g prøve, hvilket i praksis er mindste detekterbare mængde. I tabel 11 er vist tolerancerne for såsæd i Danmark 2002 sammenlignet med tilsvarende for andre lande. Forskellige muligheder for reduktion af bejdseforbruget har været diskuteret (Nielsen, Borgen, Nielsen & Scheel, 1998) og indtil videre er vårbyg det mest realistiske område på grund af de oplagte muligheder for at få analyseret såsæden for sygdomme. En afgørende forudsætning for at komme videre på dette område er imidlertid nye og mere sikre detektionsmetoder samt mere præcise toleranceværdier. Disse problemer er også vigtige for produktionen af sund økologisk såsæd (Nielsen, Nielsen, Pedersen & Tersbøl, 1999; Nielsen & Kristensen, 2002) og et nystartet projekt under Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) satser netop på at få løst disse problemer, som forhåbentlig også bliver til gavn for det konventionelle jordbrug.

Litteratur

- Anon. 2001. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 10, 2001.
- Borgen A & Kristensen L. 1997. Markforsøg med flerårig overlevelse af stinkbrand (*Tilletia tritici*) i jord. 14. Danske Planteværnskonference, SP-rapport nr. 8, 113-119.
- Borgen A & Nielsen BJ. 2001 Effect of seed treatment with acetic acid for control of seed-borne diseases. Proceedings from BCPC Symposium No. 76: "Seed Treatment: Challenges & Opportunities", eds. A. J. Biddle. BCPC, Farnham, 135-140.
- Borgen A. 2002. Regulering og bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme. I Nielsen og Kristensen (eds.) "Forædling af korn og bælgsæd samt produktion af såsæd i økologisk jordbrug". Vidensyntese om økologisk såsæd og forædling. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Foulum.
- Jensen B, Nielsen BJ, Nielsen GC & Jensen DF. 2001. Biologisk bejdsning mod udsædsbårne sygdomme i hvede. Slutkonference om "Biologisk og Mikrobiologisk Bekæmpelse af Skadedyr". Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 49 (2001), Markbrug, 51-56.
- Nielsen BJ & Nielsen GC. 1994. Stinkbrand og jordsmitte. 11. Danske Planteværnskonference. SP Rapport nr. 7 1994, 89-103.
- Nielsen BJ & Scheel CS. 1997. Production of quality cereal seed in Denmark. Proceedings of the ISTA Pre-Congress Seminar on Seed Pathology, ISTA, Zürich, 11-17.
- Nielsen BJ, Christiansen S & Østergård H. 1997 Resistens mod udsædsbårne sygdomme i korn. 14. Danske Planteværnskonference 1997, Sygdomme og Skadedyr. SP Rapport nr. 8, 105-111.
- Nielsen BJ. 1998. Frøbårne sygdomme i korn. DJF Rapport nr. 1 (1998), 59-66.
- Nielsen BJ, Borgen A, Nielsen GC & Scheel C. 1998. Strategies for controlling seed borne diseases in cereals and possibilities for fungicide seed treatments. The 1998 Brighton Conference - Pest and Diseases, vol. 3: 893-900.
- Nielsen BJ, Nielsen GC, Pedersen JB & Tersbøl M. 1999 Muligheder for produktion af sygdomsfri, økologisk såsæd. 16. Danske Planteværnskonference 1999, Sygdomme og Skadedyr. DJF Rapport nr. 10 (1999) 29-40.
- Nielsen BJ, Christiansen S & Bagge JO. 1999 Ny resistens mod frøbårne sygdomme i korn. 16. Danske Planteværnskonference 1999, Sygdomme og Skadedyr. DJF Rapport nr. 10 (1999) 149-160.
- Nielsen BJ. 1999. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. Pesticidafprøvning 1998. DJF Rapport nr. 8, Markbrug (1999), 67-81.
- Nielsen BJ. 2000a. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. Pesticidafprøvning 1999. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 22, Markbrug: 63-74.
- Nielsen BJ. 2000b. Bekæmpelse af spiringsfusariose i korn. 17. Danske Planteværnskonference, DJF Rapport nr. 24, 185-195.
- Nielsen BJ. 2000c. Resistens mod stinkbrand i vinterhvede & resistens mod stribesyg i vårbyg. I "Sortsforsøg. Korn, bælgsæd og olieplanter 2000", Deneken G. & Pedersen J.B. (eds), Danmarks JordbrugsForskning & Landbrugets Rådgivningscenter, 12-15.

- Nielsen BJ. 2001a. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. Pesticidafprøvning 2000. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport nr. 39 (2001), Markbrug, 58-74.
- Nielsen BJ. 2001b. Control of soil-borne common bunt (*Tilletia tritici*) by seed treatment. Proceedings from BCPC Symposium No. 76: "Seed Treatment: Challenges & Opportunities", eds. A. J. Biddle. BCPC, Farnham, 263-266.
- Nielsen BJ, Borgen A & Kristensen L. 2000. Control of seed-borne diseases in production of organic cereals. The BCPC Brighton Conference - Pest & Diseases 2000 (1), 171-176.
- Nielsen BJ. 2002. Bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme i korn. Pesticidafprøvning 2001. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport (2002), Markbrug.
- Nielsen BJ & Kristensen L. 2002. Forædling af korn og bælgsæd samt produktion af såsæd i økologisk jordbrug. Vidensyntese om økologisk såsæd og forædling. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Foulum, 168 pp.
- Nielsen BJ. 2002. Tolerancer for forekomst af udsædsbårne sygdomme i økologisk såsæd. I Nielsen og Kristensen (eds.) "Forædling af korn og bælgsæd samt produktion af såsæd i økologisk jordbrug". Vidensyntese om økologisk såsæd og forædling. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Foulum.

Planteværn Online – et internetbaseret beslutningsstøttesystem

Plant Protection Online – an Internet based decision support system

Per Rydahl, Leif Hagelskjær, Ole Qvist Bøjer & Lise Nistrup Jørgensen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Jens Bligaard, Lars Pedersen & Mike Jørgensen

Landbrugets Rådgivningscenter

Udkærsvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

The development of PC-Plant Protection was initiated in 1986, and the first release of the programme was made in 1991. The programme has been integrated into the Integrated Farm Management Programme, which is distributed by the Danish Agricultural Advisory Centre.

On a field level PC-Plant Protection can evaluate the need for control of weeds, pests and diseases and suggest pesticides for which dose rates have been adjusted to prevailing conditions. Comprehensive field validation tests of the programme have demonstrated that substantial reduction in the use of pesticides can be achieved without jeopardizing production economy.

A survey was made in 2000 among 400 of the farmers subscribing to the system. The survey showed, however, that many of the subscribing farmers do not fully exploit the potentials of the system and that a more direct access to the model facilities would be desirable. Therefore, the programme will successively be transferred to the Internet starting with the core models in cereals per March 2002. The survey in 2000 also pinpointed the fundamental problem that farmers cannot find time to do the field registrations needed for model input. Further developments of the system will therefore focus on alternative sources of field registrations to solve this problem.

Indledning

Med udgangspunkt i Pesticidhandlingsplan I blev der i sidste halvdel af 1980'erne udført en række forskningsopgaver vedrørende ukrudt, sygdomme og skadedyr, hvilket i 1991 resulterede i den første frigivelse af beslutningsstøttesystemet PC-Planteværn (PCP).

Sygdoms- og skadedyrsmodulet i PCP blev udviklet på baggrund af modeller for

svampesygdommenes udvikling i korn (Secher, 1991). De oprindelige modeller er blevet justeret og genafprøvet i talrige forsøg (Secher *et al.*, 1995; Henriksen *et al.*, 2000a; Henriksen *et al.*, 2000b). Ukrudtsmodul blev udviklet på baggrund af undersøgelser, som identificerede og kvantificerede en række faktorer af betydning for herbiciders aktivitet. Undersøgelserne viste, at der er et betydeligt potentiale for at reducere det samlede forbrug af herbicider, hvis anvendelsen af herbicider kan tilpasses forholdene på den enkelte mark (Kudsk, 1989; Kristensen & Kudsk, 1991). Den første udgave af PCP indeholdt relativt enkle modeller i vårbyg og vintersæd (Baandrup, 1989). Senere er programmet blevet udbygget med stadigt flere afgrøder og parametre, som tilsammen rummer et betydeligt potentiale for at reducere herbicidforbruget (Mathiassen *et al.*, 1996; Rydahl, 1999).

Der er igennem den seneste halve snes år gennemført langt over 1000 markforsøg med PCP i regi af Landbrugets Rådgivningscenter til brug for validering og justering af modellerne. Dette omfattende forsøgsarbejde viser, at de aktuelle udgaver af modellerne i PCP er meget robuste og samtidig rummer et betydeligt potentiale for at reducere behandlingshyppigheden for pesticider (Henriksen *et al.*, 2000a; Rydahl, 2000) i forhold til nuværende praksis (Miljøstyrelsen, 2000).

Idet PCPs potentiale er størst, når det anvendes på markniveau, sigter programmet primært mod landmanden som bruger. Når landmanden har indtastet de observerede angreb i marken, beregner PCP, om der er bekæmpelsesbehov, og programmet kommer også med det økonomisk optimale bud på middel og dosering. Med sine nuværende ca. 1500 landmandsbrugere og ca. 500 andre brugere er PCP fortsat blandt de mest udbredte beslutningsstøttesystemer indenfor planteværnsområdet. Tilgangen af brugere er dog stagneret i de senere år, hvorfor der i 2000 blev gennemført en omfattende spørgeskemaundersøgelse blandt et større antal landmandsbrugere. Svarene viste, at der er stor tillid til programmets anbefalinger, men at besværet med at registrere i marken og anvende PC'ere afholder mange fra at anvende programmet. Nogle brugere ønskede en enklere og mere direkte adgang til programmet, gerne via en internetbrowser.

I 2000 indledte Danmarks JordbrugsForskning og Landbrugets Rådgivningscenter derfor et nyt udviklingsprojekt, der, med afsæt i de velkendte beslutningsalgoritmer i PCP, skulle resultere i et nyt internetbaseret program. I første omgang sigtes alene mod de areal- og behandlingsmæssigt tunge kornafgrøder.

Teknologier og organisering

Planteværn Online er navnet på en internetbaseret udgave af PCP. Denne er opbygget over en teknisk platform bestående af centralt placerede SQL-databaser indeholdende modeldata. Programmet foretager databaseopslag og modelberegninger via JSP/ASP-forespørgsler. Generelt gælder, at brugeren på første internetside indtaster de nødvendige grundoplysninger om afgrødens art, sort og tidligere behandlinger. Herefter returnerer programmet en ny side, hvor brugeren skal indtaste vækststadie og angrebsgrader i modulet for sygdomme og skadedyr henholdsvis ukrudtsarter, antal og størrelse i ukrudtsmodulet. Som eksempel på den nye brugerflade vises i figur 1 registreringssiden for sygdomme og skadedyr. Registreringssiden

indeholder endvidere i begge moduler en 'Beregn-knap', som returnerer resultatsiden med programmets anbefalinger.

Planteværn Online
 Registrering [?] 10. januar 2002 Pl@nteInfo
 • Afgrødesort

Winterwede, Cortez

Udviklingsstadiet:
 39. Fanebladet fuldt udviklet, fanebladets bløddede synlig [i]

Procent planter med:	
Møldug	11-25 [i] Knekkelfedssygge ¹⁾ Ikke reg. [i]
Hvedegrøt	11-100 [i] Bladlus ¹⁾ Ikke reg. [i]
Brunrust	11-25 [i] Kornbl. billens larve 11-25 [i]
Gulrust	0 [i]

1) I vækststadium 39 har angreb af skadevolderen ikke økonomisk betydning.

Nedbør indenfor de seneste 13 dage:
 Antal dage med mere end 1 mm regn i perioden: 5

5 dages prognose:
 Forventes temperaturer over 20 grader C og ingen eller lidt regn: ☒
 Udsigt til kraftig regn: ☒

Andet:
 Skal der samtidig sprøjtes mod ukrudt: ☐
 Er der tidligere udført en behandling mod gulrust: ☐

Beregn behandlingsbehov >>

Pl@nteInfo udgives af Danmarks JordbrugsForskning og Landbrugets Rådgivningscenter.
 Informationer som ikke kræver abonnement må videregives med kildeangivelse.
 Webmaster: planteinfo@agract.dk

Figur 1. Skærbillede med data input til sygdoms- og skadedyrsmodul af Planteværn Online. Screendump from the data input screen in the pest and disease module.

Alle program- og modeldata ligger på centralt placerede databaser. Planteværn Online henter f.eks. oplysninger om midlernes godkendelser og priser direkte i en central database over midler på Landbrugets Rådgivningscenter (Middeldatabasen). Ligeledes trækker programmet på SortInfo, når det drejer sig om sortsspecifikke oplysninger. Opdatering af data og modelalgoritmer vil derfor fremover ske straks, når der foreligger nye godkendelser, forsøgs- og forskningsresultater. Dette giver en række frihedsgrader sammenlignet med distribution via CD, hvilket er dyrt, tidskrævende og ikke nær så fleksibelt.

Planteværn Online er forsynet med links til det store biologiske opslagsværk på PlanteInfo. Opstår der tvivl om, hvordan et skadedyr eller en ukrudtsart ser ud, er brugeren kun et enkelt klik væk fra dette opslagsværk, som indeholder detaljerede billeder og beskrivelser af forskellige skadevoldere.

Som en konsekvens af, at informationer på internettet fremover bliver allestedsnærværende, når disse kan hentes via håndholdte computere (PDA), er der udviklet en alternativ brugerflade tilpasset den meget mindre PDA-skærm, se figur 2. På opkaldstidspunktet detekterer Planteværn Online automatisk, hvorvidt opkaldet sker fra en traditionel desktop-pc eller fra en håndholdt computer, hvorefter brugeren får returneret den korrekte brugerflade. Skønt brugerfladen afviger væsentligt i PDA-udgaven, er det fortsat de samme beregningsrutiner, der ligger til grund for programmets anbefalinger.



Figur 2. Eksempel på en håndholdt computer/Personal Digital Assistant (PDA). An example of a handheld computer/Personal Digital Assistant (PDA).

Det forventes, at programmet frigives bag abonnementsdelen på PlanteInfo (www.planteinfo.dk) inden vækstsæsonen 2002. Der vil også findes links til systemet på LandbrugsInfo (www.landbrugsinfo.dk). Programmet kan anvendes på internet via en almindelig internetbrowser (Microsoft Explorer version 5.5 eller nyere, Netscape version 6.0 eller nyere). Det forventes endvidere, at den fremtidige vedligeholdelse og videreudvikling af programmet skal finansieres via brugerbetaling.

Sideløbende med opbygningen af Planteværn Online, vil PCP i de nærmeste år blive opdateret med nye midler og anden, simplere vedligeholdelse. Fremtidige, programmæssige nyskabelser og forbedringer foretages imidlertid kun i Planteværn Online. I det følgende beskrives planteværnsfaglige nyskabelser og ændringer ved overgangen fra PCP til Planteværn Online.

Modulet for sygdomme og skadedyr

Den grundlæggende opbygning af både brugerflade og det faglige indhold i sygdom/skade-dyr modulet ændres ikke væsentligt ved omlægningen til internet.

Rangering efter forventet merudbytte

I PCP er løsningsforslagene til bekæmpelse af svampesygdomme indtil nu blevet rangeret efter prisen på behandlingen, idet der forventes samme effekt på svampesygdommene af de foreslåede løsninger. Nogle af de nyere midler har imidlertid andre effekter, som har betydning for de merudbytter, der opnås ved behandlingerne. Det gælder specielt for strobilurinernes forgrønnende effekt (Grossman & Etzlaff, 1997). Der er derfor behov for at rangere de foreslåede behandlinger efter de forventede nettomerudbytter.

Forskellen på nettomerudbyttet ved svampebekæmpelse i korn forekommer kun ved de sene behandlinger og har størst betydning, når der skal bekæmpes septoria, bygbladplet og skoldplet. Derfor indføres en rangering efter forventet nettomerudbytte af de midler og blandinger af midler, der foreslås til bekæmpelse af septoria i vinterhvede (alle vækststadier hvor modellen gælder, det vil sige 33-71) og for bygbladplet og skoldplet fra vækststadium 37 i vårbyg og vinterbyg.

Rangeringen af de aktuelle løsningsforslag omfatter indtil videre kun tre klasser (karakteren 3 er udtryk for det højeste forventede merudbytte) men kan udvides efter behov, hvis der kommer nye midler, som er mere effektive end de midler, der er på markedet i dag. I Planteværn Online rangeres løsningsforslagene primært efter den nye inddeling for nettomerudbytte og sekundært efter den foreslåede behandlingspris.

Rangering af de midler og blandinger af midler, som programmet kan foreslå, er baseret på forsøgsresultater, der findes i DJF. Som udgangspunkt tildeles alle midler karakteren 1. Hvis der foreligger forsøgsdata, der dokumenterer et markant højere nettomerudbytte end standardbehandlinger, tildeles midlet en højere karakter. Hvis der er usikkerhed om et middels placering på grund af for spinkelt forsøgsgrundlag, tildeles midlet karakteren 1. Der findes ikke forsøgsresultater for alle relevante blandinger, og indtil disse foreligger, rangeres en blanding efter det bedst rangerede middel i blandingen.

I tabellerne 1-5 vises de enkelte midlers rangering efter nettomerudbytte og dokumentation herfor i form af forsøgsresultater, hvor den pågældende svampesygdom har været dominerende.

Tabel 1. Inddeling af aktuelle fungicider i Planteværn Online til bekæmpelse af septoria i vinterhvede efter forventet nettomerudbytte ved behandling. Forsøg ved DJF 1990-2001.

Grouping of present fungicides in Plant Protection Online for treatment of septoria in winter wheat. After expected net yield increase through treatment. Trials at DIAS 1990-2001.

Behandling Treatment	Dosis l pr. ha Dose l per ha	Brutto- merudbytte hkg pr. ha Gross yield increase hkg per ha	Netto- merudbytte hkg pr. ha Net yield increase hkg per ha	Rangering Ranking	Antal forsøg Number of trials
Mentor + Amistar	0,35 + 0,5	16,6	9,7	3	7 forsøg 1997-98
Mentor	2 x 0,35	11,5	5,6	2	
Tilt Top	2 x 0,5	6,0	0,5	1	
Amistar Pro	2 x 0,66	14,4	8,5	3	12 forsøg 1996-98
Mentor	2 x 0,23	11,1	6,7	2	
Tilt Top	2 x 0,33	8,7	4,6	1	
Folicur EW 250	2 x 1,0	8,2	-2,3	1	11 forsøg 1990-92
Sportak EW	2 x 1,0	7,9	-2,5	1	
Tilt 250 EC	2 x 0,5	7,4	-0,8	1	
Tilt Top	2 x 1,0	8,5	-1,0	1	
Stereo	2 x 2,0	9,2	-4,6	1	8 forsøg 1994-95
Tilt Top	1 x 1,0	7,7	-1,8	1	
Stereo	2 x 0,66	13,2	7,7	1	4 forsøg 1996
Tilt Top	2 x 0,33	9,7	5,6	1	
Zenit EC 575	2 x 0,33	8,1	3,8	1	16 forsøg 1996-97 og 2000-2001
Tilt Top	2 x 0,33	6,7	2,6	1	

Alle forsøg er behandlet i v.s. 30-31 og 49-59.

All trials are treated at g.s. 30-31 and 49-59.

Tabel 2. Inddeling af aktuelle fungicider i Planteværn Online til bekæmpelse af skoldplet i vinterbyg efter forventet nettomerudbytte ved behandling. Forsøg ved DJF 1991-2001.

Grouping of present fungicides in Plant Protection Online for treatment of Scald in winter barley. After expected net yield increase through treatment. Trials at DIAS 1991-2001.

Behandling Treatment	Dosis l pr. ha Dose l per ha	Brutto- merudbytte hkg pr. ha Gross yield increase hkg per ha	Netto-merudbytte hkg pr. ha Net yield increase hkg per ha	Rangering Ranking	Antal forsøg Number of trials
Tilt Top	2 x 0,33	6,6	2,4	1	6 forsøg 2000-2001
Amistar Pro	2 x 0,66	8,6	2,7	1	
Amistar Pro	2 x 1,0	6,2	-2,0	1	2 forsøg 2001
Folicur 250 EW	2 x 0,5	3,1	-2,9	1	
Tilt Top	2 x 0,33	4,5	0,4	1	1 forsøg 2001
Amistar Pro	2 x 0,66	4,2	-1,7	1	
Sportak EW	2 x 0,33	2,4	-2,1	1	
Tilt Top	2 x 1,0	5,9	-3,6	1	7 forsøg 1991-92
Tilt 250 EC	2 x 0,5	5,0	-3,2	1	
Folicur 250 EW	2 x 1,0	6,2	-4,3	1	
Sportak EW	2 x 1,0	7,1	-3,3	1	
Tilt Top	2 x 0,33	4,6	0,5	1	3 forsøg 2000-2001
Amistar Pro	2 x 0,66	5,9	0,0	1	
Stereo	2 x 0,53	6,9	2,1	2	
Tilt Mega Turbo	2 x 1,0	2,0	-7,5	1	4 forsøg 1992
Tilt 250 EC	2 x 0,5	2,9	-5,3	1	
Amistar Pro	2 x 1,0	4,7	-3,6	1	2 forsøg 2001
Unix	2 x 0,5	3,4	-3,5	1	
Tilt Top	2 x 0,33	4,7	0,5	1	2 forsøg 2001
Amistar Pro	2 x 0,66	6,8	0,9	1	
Zenit EC 575	2 x 0,33	3,8	-0,5	1	

Alle forsøg er behandlet på v.s. 29-31 og 39-45.

All trials are treated at g.s. 29-31 and 39-45.

Tabel 3. Inddeling af aktuelle fungicider i Planteværn Online til bekæmpelse af bygbladplet i vinterbyg efter forventet nettomerudbytte ved behandling. Forsøg ved DJF 1991-2001. Grouping of present fungicides in Plant Protection Online for treatment of net blotch in winter barley. After expected net yield increase through treatment. Trials at DIAS 1991-2001.

Behandling Treatment	Dosis l pr. ha Dose l per ha	Brutto- merudbytte hkg pr. ha Gross yield increase hkg per ha	Netto- merudbytte hkg pr. ha Net yield increase hkg per ha	Rangering Ranking	Antal forsøg Number of trials
Tilt Top	2 x 1,0	3,8	-5,7	1	4 forsøg 1996
Amistar Pro	2 x 1,0	7,3	-0,9	3	
Amistar	2 x 0,5	6,5	-1,4	3	
Tilt Top	2 x 0,33	4,7	0,5	1	3 forsøg 1996, 1 forsøg 2001
Amistar Pro	2 x 0,66	10,8	4,9	3	
Amistar Pro	2 x 1,0	6,2	-2,0	3	2 forsøg 2001
Folicur 250 EW	2 x 0,5	3,1	-2,9	1	
Tilt Top	2 x 1,0	9,7	0,2	1	1 forsøg 1991
Tilt 250 EC	2 x 0,5	7,9	-0,3	1	
Folicur	2 x 1,0	6,5	-4,0	1	
Sportak	2 x 1,0	10,8	0,4	1	
Tilt Top	2 x 0,33	4,7	0,5	1	3 forsøg 1996, 1 forsøg 2001
Amistar Pro	2 x 0,66	10,8	4,9	3	
Stereo	2 x 0,53	8,3	3,6	2	
Amistar Pro	2 x 1,0	3,4	-4,8	3	1 forsøg 2001
Unix	2 x 0,5	4,5	-2,4	1*	
Tilt Top	2 x 0,33	4,7	0,5	1	3 forsøg 1996, 1 forsøg 2001
Amistar Pro	2 x 0,66	10,8	4,9	3	
Zenit EC 575	2 x 0,33	5,6	1,3	1	

Alle forsøg er behandlet på v.s. 29-31 og 39-45.

All trials are treated at g.s. 29-31 and 39-45.

*** Datagrundlaget er for spinkelt til at rangere Unix højere end 1.**

* The data set is insufficient for ranking Unix above 1.

Tabel 4. Inddeling af aktuelle fungicider i Planteværn Online til bekæmpelse af bygbladplet i vårbyg efter forventet nettomerudbytte ved behandling. Forsøg ved DJF 1998-1999. Grouping of present fungicides in Plant Protection Online for treatment of net blotch in spring barley. After expected net yield increase through treatment. Trials at DIAS 1998-1999.

Behandling Treatment	Dosis l pr. ha Dose l per ha	Brutto- merudbytte, hkg pr. ha Gross yield increase hkg per ha	Netto- merudbytte, hkg pr. ha Net yield increase hkg per ha	Rangering Ranking	Antal forsøg Number of trials
Tilt Top	1,0	3,5	-1,2	1	1 forsøg 1999
Amistar	1,0	12,3	5,1	3	
Tilt Top	1,0	6,8	2,1	1	1 forsøg 1998
Amistar+Corbel (Amistar Pro)	1,0+0,5	13,1	4,4	3	
Folicur 250 EW				1	Dok. mangler
Sportak EW				1	Dok. mangler
Stereo				1	Dok. mangler
Tilt 250 EC				1	Dok. mangler
Unix				1	Dok. mangler
Zenit EC 575				1	Dok. mangler

Tabel 5. Inddeling af aktuelle fungicider i Planteværn Online til bekæmpelse af skoldplet i vårbyg efter forventet nettomerudbytte ved behandling. Forsøg ved DJF 2000-2001.
Grouping of fungicides in Plant Protection Online for treatment of scald in spring barley. After expected net yield increase through treatment. Trials at DIAS 2000-2001.

Behandling Treatment	Dosis l pr. ha Dose l per ha	Brutto- merudbytte, hkg pr. ha Gross yield increase hkg per ha	Netto- merudbytte, hkg pr. ha Net yield increase hkg per ha	Rangering Ranking	Antal forsøg Number of trials
Amistar Pro	0,66	7,1	4,1	1	2 forsøg 2000
Stereo	0,53	4,6	1,7	1	
Tilt Top	0,33	5,3	3,2	1	
Zenit EC 575	0,27	5,6	3,7	1	
Folicur 250 EW				1	Dok. mangler
Sportak EW				1	Dok. mangler
Amistar Pro	1,0	8,0	3,9	1	1 forsøg 2001
Tilt 250 EC	0,25	3,6	1,1	1	

Brunrustmodel i vinterhvede

Der har i de senere år, og især i 2000, været betydende angreb af brunrust i vinterhvede, og i enkelte forsøg er der opnået meget store merudbytter ved bekæmpelse (Nielsen, 2000; Nielsen, 2001). Derfor er der udviklet en model til brunrust, som er implementeret i Planteværn Online. Modellen bygger på modellen for bygrust, idet sygdomsudviklingen for brunrust og bygrust er meget ens. Vinterhvedesorternes modtagelighed for brunrust er blevet bedømt i observationsparceller i 2000 og 2001, og ud fra disse observationer er sorterne inddelt i modtagelighedsgrupper i SortInfo, som Planteværn Online anvender til sortsoplysninger. Modellerne for bekæmpelse af brunrust og gulrust er strukturelt ens.

Modulet for ukrudt

Ved opbygning af Planteværn Online er modellerne i PCP blevet fuldstændigt rekonstrueret. Herved løses en række faglige blokeringer, som findes i PCP, og samtidig opnås større åbenhed for yderligere ud- og ombygninger. I samme arbejdsgang er der endvidere gennemført en række ukrudtsfaglige ændringer og nyskabelser.

Ukrudtsfaglige ændringer og nyskabelser

Programstrukturen i Planteværn Online er udviklet til fælles brug i Danmark, de Baltiske lande og Polen. Dette er sket således, at både modelfunktioner og brugerflader kan tilpasses lokale forhold. PCPs brugerflader indeholder en række felter, som kun anvendes aktivt i bestemte

situationer. Som eksempler kan nævnes sort, såtidspunkt, sprøjtetøgnet temperatur m.fl. I Planteværn Online vil brugerfladerne blive tilpasset, således at kun de felter, som aktuelt behøves, vises.

En række grundlæggende definitioner er i PCP fælles med BEDRIFTLØSNING. For afgrøder gælder således, at udlæg og en række andre oplysninger, som er relevante at knytte til en afgrøde, defineres som en del af afgrødens navn. I Planteværn Online separeres afgrøder strukturelt fra udlæg, hvilket gør det enklere og mere overskueligt at tilbyde vejledning eksempelvis i forskellige typer af græsudlæg, som ikke alle tåler de samme herbicidbehandlinger.

I PCP har det været et tilbagevendende problem, at programmet ikke kan finde løsninger, når der indberettes uheldige kombinationer af 'årstid' og afgrødeudviklingstrin.

Årstid er imidlertid en nødvendig parameter i vinterafgrøder for at kunne skelne mellem efterårs- og forårssæson, idet dette ikke kan ske entydigt med afgrødens udviklingstrin alene. I Planteværn Online er begrebet 'årstid' blevet revideret, således at dette felt kun vises i vinterafgrøder og således, at denne parameter kun kan antage værdierne 'Efterår' eller 'Forår'. Programmet vil som udgangspunkt foreslå årstiden ifølge computerens ur.

I vintersæd om efteråret foretages flere ændringer af både model og brugerflade. Såtid fjernes som input parameter, og klassificeringer vedrørende det anbefalede bekæmpelsestidspunkt for hver af de indberettede ukrudtsarter fjernes også.

Oplysninger om anvendelse af additiver findes i PCP som tekstoplysninger i kemikaliebiblioteket. I Planteværn Online integreres anvisning af additiver i løsningsforslagene med angivelse af produktnavn, aktuel dosering og aktuel pris. Som udgangspunkt præsenteres det additiv, som er anerkendt sammen med herbicidet, men brugeren kan vælge at se alternative additivprodukter, hvis sådanne findes. Doseringen af additiver angives med mængder og priser, som er beregnet ud fra standard væskevolumner til forskellige sprøjteopgaver, jf. håndbogen 'Vejledning i Planteværn'.

Ved tankblanding af herbicider er en yderligere nuancering af anvendelsen af additiver nødvendig, idet nogle herbicider er formuleret med additiver, som i visse tilfælde også kan udnyttes af mulige blandingspartnere. Behovet for at tilsætte additiv afhænger i sådanne tilfælde derfor af de aktuelle doser af herbicider, som indgår i blandingerne. I Planteværn Online vil tilsætning af additiv til tankblandinger kun blive foreslået, når doseringen af en blandingspartner, som indeholder additiver, er mindre end en fastsat andel af normal dosis. I tilfælde, hvor to eller flere blandingspartnere kræver additiv, vil modellen kun an vise én portion additiv. Der varieres ikke på doseringen af additiver.

For at kunne få løsningsforslag frem i PCP kræves en vis forhåndsviden om hvilke afgrødeudviklingstrin, der giver adgang til bekæmpelse af forskellige ukrudtsarter. Eksempelvis kan der til bekæmpelse af agerpadderokke i korn kun anvendes MCPA, som kun må anvendes i kornets stadie 30-39. I PCP er brugeren henvist til at prøve sig frem med kombinationer af afgrøder og udviklingstrin, medens dette problem er løst på følgende måde i Planteværn Online:

- ?? en ny funktion vil oplyse brugeren om alternative afgrødeudviklingstrin, når modellen alene på grund heraf ikke kan finde løsninger
- ?? der indføres afgrødespecifikke 'sæsonplaner', som giver oversigt over, hvilke ukrudtsproblemer, der kan løses på forskellige afgrødeudviklingstrin i løbet af vækstsæsonen

Endvidere indføres en situationsbestemt vejledning i at foretage 'Næste registrering'. Heri beskrives, hvordan virkningen af tidligere behandlinger skal vurderes, og hvordan ukrudtsproblemer senere i sæsonen skal registreres og indberettes.

I Planteværn Online vil der endvidere blive udviklet nye værktøjer, som er målrettede til forskellige grupper af brugere og forskellige opgaver:

- ?? et nyt værktøj vil give brugeren overblik over et herbicids effekt på forskellige ukrudtsarter. Her gives samtidig mulighed for at justere på programmets effektkrav og se konsekvenser heraf for doseringsberegninger
- ?? et nyt værktøj vil beregne effekten af brugerens forslag til midler og doser i en tankblanding

I de afgrøder, hvor der endnu ikke er udviklet beregningsmodeller, tilbyder PCP tekstbaseret vejledning, som kopieres fra afgrødeafsnittene i håndbogen 'Vejledning i Planteværn'. Håndbogen har imidlertid undergået adskillige strukturelle omlægninger gennem tiden, hvilke ikke alle umiddelbart har kunnet indpasses i PCPs struktur. I konsekvens heraf fjernes de tekstbaserede vejledninger fra PCP med opdateringen pr. marts 2002, medens en ny struktur til brug for præsentation af tekstbaseret vejledning vil blive udviklet til Planteværn Online.

Ukrudtsmodellerne i Planteværn Online vil blive frigivet trinvis, hvor første version, som frigives pr. marts 2002, vil indeholde de basale funktioner til ukrudtsbekæmpelse i korn. Næste version vil bl.a. indeholde sæsonplaner og nye værktøjer til brug for dosis/respons beregninger. Senere vil der også komme modeller for andre afgrøder end korn, bl.a. raps, ærter og bederoer.

Diskussion

Teknologier og organisering

Informationsvejene ændres hurtigt i disse år. Hvor landmanden tidligere fik hovedparten af sine informationer gennem samtaler med kollegaer samt fra papirbaseret information, f.eks. avlerbreve fra rådgivningstjenesten og grovvarebranchen, forskydes dette fremover i retning af, at mere og mere af landmandens information tilflyder ham elektronisk. Internettet giver mange muligheder for at servere målrettet rådgivning via afgrødeorienterede temasider og elektroniske avlerbreve. En nyere GfK-analyse blandt landmænd fra 2001 viser, at 62% af alle landmænd har egen pc, og heraf har 82% internetopkobling. Dette betyder, at ca. halvdelen af alle landmænd umiddelbart har adgang til landbrugsrelevant viden på internettet.

At information tilbydes landmanden via temasider på internettet betyder ikke automatisk, at det bliver lettere at holde informationerne ajour. Mange hjemmesider lider i dag af, at de ikke er opdaterede i henhold til nyeste viden på området. Her vil Planteværn Online blive et vigtigt skridt i retning af vedligeholdelsesfrie avlerinformationssider på nettet. I stedet for at skrive direkte anbefalinger i et statisk dokument med risiko for, at informationen hurtigt forældes, ledes brugeren af Planteværn Online med ét enkelt klik til opdaterede informationer, som er tilpasset forholdene hos den enkelte bruger. Når afsenderadressen er kendt, er det endda muligt i visse situationer at lede læseren direkte til resultatsiden. Eftersom Planteværn Online bl.a. trækker på middelloplysninger direkte i den centrale Middeldatabase, garanterer dette, at programmets informationer om midler altid er opdaterede i henhold til nyeste lovgivning.

Korte opdateringstider åbner endvidere andre muligheder. Eksempelvis vil dataopdateringer, der følger af ændringer i midlernes godkendelser eller markante ændringer i sorters resistensegenskaber kunne ske fra dag til dag. Virulensovervågningen, som er en formaliseret landsdækkende overvågning af smittetryk og virulens af meldug- og gulrustsporer, får dermed et nyt perspektiv, idet det bliver muligt løbende i vækstsæsonen at ændre programmets resistensparametre for de enkelte sorter.

Plantebeskyttelsesmodellerne kræver også basale oplysninger om de forventede vejrforhold i den kommende periode. Disse oplysninger indtastes p.t. manuelt af brugeren, men allerede nu kan PlanteInfo levere præcise vejrprognoser indenfor 10 x 10 km grid, når blot brugerens lokalitet er kendt. En automatisk overførsel af disse vejroplysninger til modellerne i Planteværn Online vil øge brugervenligheden yderligere.

Brugen af håndholdte computere 'on-site' er stadig i sin spæde begyndelse, og overførsel af data via mobiltelefonnettet er da også fortsat markant langsommere end via fastnetforbindelser. Ikke desto mindre kan et opslag i Planteværn Online ude i marken gennemføres på to-tre minutter, og alt peger i retning af, at mobilkommunikation vil blive meget hurtigere inden for de næste 1 til 2 år. Sprøjteteknologien videreudvikles også hurtigt. Mulighederne i trådløs opkobling til Planteværn Online aktualiseres yderligere, når injektionssprøjter gør det muligt at tilpasse middelvalg og dosering direkte til stedspecifikke forhold.

Modulet for sygdomme og skadedyr

Planteværn Online giver mulighed for en hurtig konsultation af de planteværnsfaglige modeller uden forudgående tidsforbrug med oprettelse af marker m.v. Udbygningen med links til middel- og sortsoplysninger gør systemet til et centralt værktøj i plantebeskyttelsen.

Det forventede nettomerudbytte ved en foreslået behandling kan ikke kvantificeres præcist, men forsøgsresultater viser, at en rangering af midlerne og blandinger af midlerne i relativt få klasser er rimelig.

I mange af forsøgene optræder flere svampesygdomme samtidigt, hvilket gør sammenligninger mellem midler vanskelig, især hvis midlerne har forskellig effekt på flere forekommende svampesygdomme i forsøget. Hvis der eksempelvis optræder både bygrust og bygbladplet i byg, kan man således ikke sammenligne Amistars og Stereos udbyttmæssige betydning af effekten mod bygbladplet, da Stereo har dårlig effekt på bygrust. Derfor er antallet

af forsøg, som er velegnet til dette formål, relativt begrænset, og især i vårbyg mangler der dokumentation for rangeringen af nogle af midlerne. I disse tilfælde er rangeringen vurderet ud fra den kendte effekt af midlet mod den pågældende svampesygdom.

Indplaceringen af midler og blandinger af midler vanskeliggøres af, at merudbyttet varierer meget afhængig af angrebsgrad af de enkelte sygdomme, angreb af andre skadegørere og andre dyrkningsmæssige faktorer. Derfor skal rangeringen af midlerne justeres i takt med, at der fremkommer nye forsøgsresultater. En database er under opbygning til brug for akkumulering af resultater fra de årlige forsøgsrapporter.

Brunrust optræder normalt først sent i vækstsæsonen, og bekæmpelse kan ofte foretages sammen med bekæmpelse af Septoria. I enkeltforsøg med hvedesorterne Stakado, Ritmo og Kris i samme forsøg er der i Stakado opnået et nettomerudbytte for bekæmpelse af brunrust på ca. 10 hkg pr. ha. Brunrustmodellen i Planteværn Online sikrer, at der foretages bekæmpelse med midler med effekt på rustsygdomme i de tilfælde, hvor sygdommen optræder. Brunrust er ikke så epidemisk som gulrust, og bekæmpelse udløses derfor først ved 11-25% angrebne planter i modtagelige sorter (afgrødestadie 32-50), mens det udløses ved 1-10% angrebne planter i gulrustmodellen. Hvis der skal foretages bekæmpelse af andre sygdomme eller skadedyr, udløses bekæmpelse af brunrust dog allerede ved 1-10% angrebne planter.

Modulet for ukrudt

Siden frigivelsen af den første version af programmet er der foretaget adskillige ud- og ombygninger af ukrudtsmodellerne. Dette er sket ved 'knopskydninger' på en oprindelig modelkerne, som blev udviklet til vårbyg i 1980'erne. Denne arbejdsmetode har medført, at programmets struktur nu er unødigt kompliceret og unødigt vanskelig både at vedligeholde og foretage yderligere udviklinger i. Udskiftningen af IT-værktøjer, som er nødvendig ved omlægning til internet, er derfor en længe tiltrængt mulighed for også at gennemføre en ukrudtsfaglig og IT-mæssig restrukturering af hele systemet.

Fjernelsen af såtid som inputparameter i vintersæd om efteråret er sket, fordi effekten heraf på ukrudtsbestanden vurderes i tilstrækkelig grad at komme til udtryk ved de aktuelle registreringer af ukrudtet om efteråret.

Det anbefalede bekæmpelsestidspunkt i vintersæd om efteråret indplaceres i PCP i klasserne: a) 'Efterår', som udløser relativt høje effektkrav, b) 'Efterår/Forår', som udløser noget reducerede effekt krav og c) 'Forår', som udløser effektkrav på nul om efteråret. Disse klasser er en reminiscens fra tidligere versioner af PCP, hvor også bekæmpelsesbehovet blot blev angivet i klasser. Det er vurderet, at visningen af eksakte effektkrav i tilstrækkelig grad informerer brugeren om både bekæmpelsesbehov og strategi med hensyn til efterårs- og/eller forårsbekæmpelse.

Integrationen af additiver i programmets løsningsforslag, hvor der konsekvent vises eksakte doser pr. ha, er i modstrid med, at doseringen af nogle additiver andre steder angives som en procentdel af sprøjtevæsken. At denne præsenteringsform er valgt, skyldes hensyn til brugerfladen, hvor brugeren alternativt skulle oplyse planlagt væskevolumen, for at programmet kan beregne mængde af- og prisen for et additiv. Hertil kommer, at a) standard

væskemængderne er relativt store i sammenligning med praksis, hvorved der opnås god sikkerhed for, at koncentrationen af additiver ikke bliver utilstrækkelig, b) additiver er relativt prisbillige og c) ikke påvirker beregning af Behandlingsindeks (BI).

De strukturelle problemer i PCP med at følge strukturer og termer i 'Vejledning i Planteværn' skyldes især, at Miljøstyrelsen gennem de seneste år i stigende grad har inddraget forskellige parametre i udformningen af godkendelser for pesticider. Som eksempler herpå kan nævnes differentieringer i godkendelser med hensyn til: afgrøde, årstid, afgrødeudviklingstrin, forfrugt, etableringsmetode, maksimaldoser for sekventielle behandlinger, maksimaldoser pr. vækstsæson m.fl. Disse mangeartede restriktioner bevirker, at både den praktiske anvendelse af pesticider og udvikling af både administrative og taktiske værktøjer til brug i anvendelsen kompliceres og vanskeliggøres i betragtelig grad.

De nye værktøjer til brug for dosis/respons beregninger har været efterspurgt længe især blandt planteavlskonsulenter. Det forventes, at disse værktøjer kan bidrage til at udpege løsningsforslag, som udløser BI, som er lavere end alternative, lokale løsningsforslag. Programmets potentiale for at reducere pesticidforbruget på den enkelte mark er dog fortsat størst, når programmets behovsberegningsmodeller anvendes.

Sammendrag

Udviklingen af PC-Planteværn blev igangsat i sidste halvdel af 1980'erne, og første udgave af programmet blev frigivet i 1991. Programmet er indbygget i BEDRIFTSLØSNING, som distribueres af Landbrugets Rådgivningscenter.

Programmet kan på markniveau vurdere behovet for at regulere ukrudt, sygdomme og skadedyr og foreslå bekæmpelse med pesticider i doser, som er justeret efter forholdene. Omfattende afprøvninger har vist, at konsekvent brug af PC-Planteværn giver betydelige reduktioner i forbruget af plantebeskyttelsesmidler uden at tilsidesætte krav til dyrkningssikkerheden.

En spørgeskemaundersøgelse i år 2000 til ca. 400 af landmandsabonnenter viste imidlertid, at mange ikke får fuldt udbytte af programmet, og at en enklere og mere direkte adgang til programmets værktøjer er ønskelig. En gennemgribende omlægning af programmet er derfor i gang med henblik på trinvis at overflytte programmet til internettet, hvor modeller i korn frigives pr. marts 2002. Spørgeskemaundersøgelsen afslørede imidlertid også, at mange landmænd finder det vanskeligt at finde tid til at foretage de registreringer i marken, som programmet kræver. Videreudvikling af systemet vil derfor også fokusere på at udnytte andre informationskilder til at indhente de nødvendige data til modellerne i programmet.

Litteratur

- Baandrup M.* 1989. Three years field experience with and advisory computer system applying factor-adjusted doses. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 555-560.
- Grossman K & Etzlaff GR.* 1997. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum awstivum*). Pesticide Science 50, 11.

- Henriksen KE, Jørgensen LN & Nielsen GC.* 2000a. PC-Plant Protection – a Danish tool to reduce fungicide input in cereals. Brighton Crop Protection Conference, Pests & Diseases, 2000, 835-840.
- Henriksen KE, Jørgensen LN, Jensen KF & Nielsen GC.* 2000b. Justering af PC-Planteværns sygdomsmodeller og doseringer baseret på forsøg. 17. Danske Planteværnskonference II, 59-76. DJF rapport nr. 24, 2000.
- Kudsk P.* 1989. Experiments with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 1989, pp. 545-554.
- Kudsk P & Kristensen JL.* 1992. Effect of environmental factors on herbicide performance. Proc. 1st Int. Weed Control Congress, Vol. 1., 173-186
- Mathiassen SK, Kudsk P & Rydahl P.* 1996. Klimakorrektioner i PC-Planteværn – forsøgsmæssig baggrund. 13. Danske Planteværnskonference, ukrudt. SP rapport nr. 3, 1996. s. 203-213.
- Miljøstyrelsen.* 2000. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2000. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10, 2001. URL: <http://www.mst.dk/>
- Nielsen GC.* 2000. Svampe- og skadedyrsbekæmpelse i vintersæd. I: Oversigt over Landsforsøgene 2000.
- Nielsen GC.* 2001. Svampe- og skadedyrsbekæmpelse i vintersæd. I: Oversigt over Landsforsøgene 2001.
- Rydahl P.* 1999 Optimising herbicide mixtures within a decision support system (1999). Proceedings from the 1999 Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol. 3, 761-768.
- Rydahl P.* 2000. PC-Planteværn - faktorer i ukrudtsbekæmpelsen, som påvirker behandlingsindeks. 17. Danske Planteværnskonference II, side 77-86. DJF rapport nr. 23, 2000.
- Secher BJ.* 1991. The Danish plant protection recommendation models for cereals. Proc. Workshop on Computer-based Plant Protection Advisory Systems. Danish J. Plant and Soil Sci. 85 (S-2161), 127-134.
- Secher BJ, Jørgensen LN, Murali NS & Boll PS.* 1995. Field Validation of a Decision Support System for Control of Pests and Diseases in Cereals in Denmark. Pesticide Science, 45, 195-199.

Sprøjtefrie zoner og afdriftsreducerende udstyr

Buffer Zones and “Low Drift” equipment

Dorthe Kappel & Bill Taylor

Hardi International A/S

Helgeshøj Allé 38

DK-2630 Taastrup

Summary

The unintended pollution of environmentally sensitive areas, by agrochemicals that have drifted out of their intended treatment zone, has been and remains a major focal point for Regulatory and Enforcement Bodies in many countries. The intensity of this concern is so great that data to judge drift risk have been developed by international authorities and Buffer (No Spray) Zones introduced. In some countries, independently recognised ‘Low drift equipment’ can now be approved for specified use with reduced Buffer Zone widths that permit continued agrochemical use.

Drift – and its management – is quite well understood in arable crops. For example, field practice may be modified, coarser sprays can be generated or air assistance can be used to control the downwind fallout volumes. The preferred practice to be adopted will depend on factors such as the degree of drift reduction to be gained, the available hardware, the response of the agrochemical to changes in its surface deposit on the target structure as well as operator skills. These commercial and skill developments have permitted the continued responsible use of agrochemicals in cropped areas where their use would otherwise be restricted or even forbidden.

Indledning

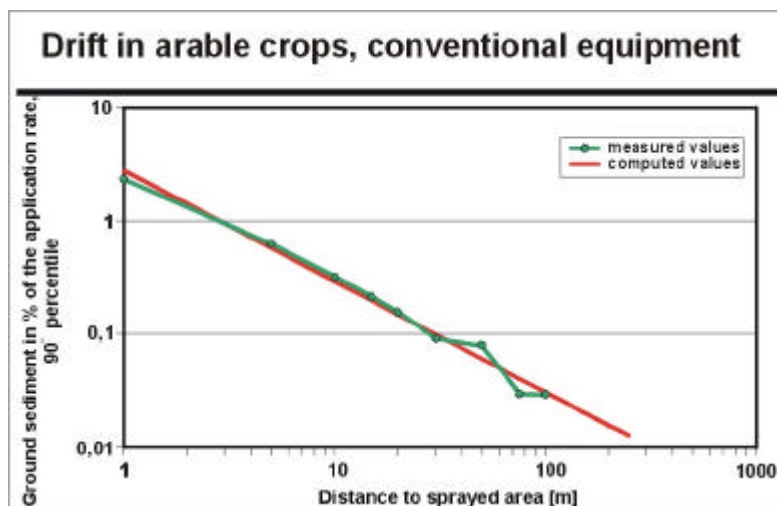
Kontaminering af særlig følsomme arealer forårsaget af pesticider på grund af afdrift har i længere tid været i fokus hos myndigheder og lignende i mange lande. Bekymringerne omkring dette emne har været så store, at de nationale myndigheder i flere lande har fået foretaget undersøgelser af afdrift. Dette har i de fleste af disse lande skabt baggrund for nationalt godkendte lister over afdriftsreducerende udstyr.

Med en effektiv afdriftsreduktion er det muligt også at reducere bredden på Buffer Zonen. Buffer Zoner skal her forstås som et areal, der grænser op til et særligt følsomt område, hvor bredden af dette areal er fleksibel og afhængig af brugen af afdriftsreducerende udstyr og dosering.

Afdriften fra sprøjter i landbruget er relativt godt undersøgt, f.eks. ændres markpraksis ofte til en grovere forstøvning, eller der anvendes luftassistance til at minimere afdrift.

Årsag til udvikling af liste over godkendt afdriftsreducerende udstyr

Miljøorganisationer og lignende interessenter er med til at afgøre hvilken øvre grænse for afdrift over følsomme områder, der accepteres for et specifikt pesticid. Som udgangspunkt for fastlæggelse af en acceptabel grænseværdi for afdrift over følsomme områder har myndighederne i flere lande anvendt en afdriftsmængde, som er baseret på eksisterende konventionel praksis (figur 1).



Figur 1. Tyske afdriftsdata plottet mod afstanden fra det behandlede areal angivet i dobbelt logaritmisk skala for markafgrøder. Grafen viser de beregnede værdier samt en computer beregnet linie. Den rette linie giver en god approksimation op til 100 m. Disse resultater er fremkommet på baggrund af 50 markforsøg (Ganzelmeier, 2000). German drift values versus the distance from the treated area in double logarithmic scales for arable crops. The measured values and the computed line are given. The straight line gives a good approximation up to 100 m. These results were calculated on the basis of 50 outdoor field trials.

Tyskland, Holland og England har alle offentligt gjort deres respektive, men forskellige værdier, som anvendes til at definere bredden på Buffer Zonen for bestemte aktivstoffer, der kan forårsage miljø- og/eller sikkerhedsmæssige beskadigelser (Gilbert, 2000; Hewitt, 2000; Van de Zande *et al.*, 2000b).

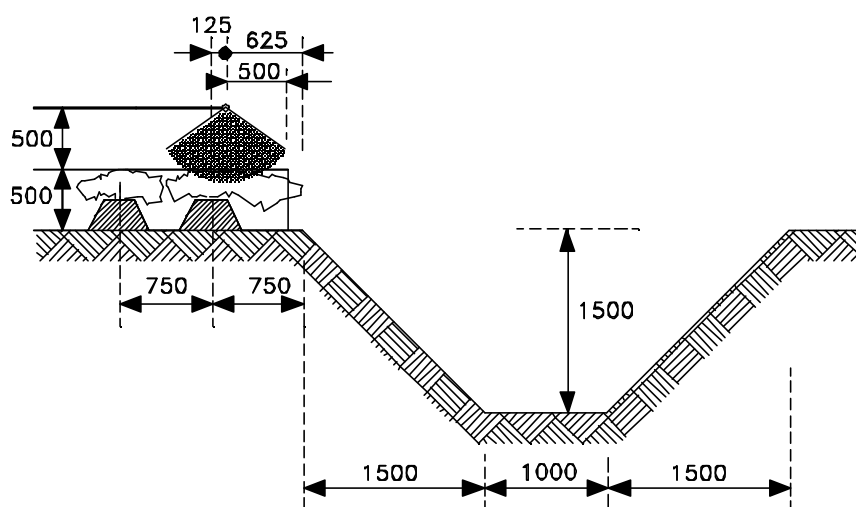
Konsekvensen af ikke at kunne sprøjte afgrøden i Buffer Zonen kan være forringet afgrøde kvalitet, -kvantitet, vanskeliggørelse af høsten og mange andre forhold. På baggrund heraf har myndighederne i nogle lande givet tilladelse til registrering af godkendt afdriftsreducerende udstyr. Når dette udstyr anvendes, må bredden af Buffer Zonen reduceres. Denne mulighed har desuden været en udfordring, som også kommercielle sprøjtefabrikanter har taget til sig.

I dag er registreringen af afdriftsreducerende udstyr kun baseret på absolutte værdier, typisk udtrykt som en procentdel af det udsprøjtede.

Egenskaber ved afdriftsskyen fra marksprøjter

Afdriftsskyen vokser, og indholdet af dråbepartikler bliver mindre, jo længere den bevæger sig væk fra sprøjten. Mængden af sedimentation (nedfald uden for bommen) bliver således mindre med afstanden. Denne karakteristik af afdriftsskyen er hovedårsagen til introduktion af Buffer Zoner, hvilket er et koncept, som ikke tager hensyn til det luftbårne tab men kun til sedimentationen.

Den største interesse har ligget i at måle sedimentationen over korte afstande fra bommen samt på skråninger ned til vandløb. Det er oftest her, de højeste koncentrationer findes og derved også den største risiko for miljøet (figur 2).



Figur 2. Skematisk oversigt af kartoffelmark og de dertil hørende afstande angivet i mm. Fra IMAG rapport, til reducere af afdrift volumen i Holland (Zande *et al.*, 1999).

Some key dimensions from potato crop with dimensions in mm. Reported by IMAG for their studies on reducing fallout volumes in Holland.

Faktorer som influerer på afdriftens størrelse

Mange kendte faktorer influerer på afdriften fra konventionelle marksprøjter. Kun nogle af disse faktorer kan landmanden kontrollere (tabel 1). For at vurdere det relative bidrag fra hver afdriftspåvirkende kilde, skal alle forhold vurderes.

Tabel 1. Faktorer, som kan influere på mængden af aktivstoffer i særlig følsomme områder. Some factors that may influence the amount of active ingredients that can contaminate sensitive downwind zones.

Ikke kontrollerbare Non-controllable	Kontrollerbare Controllable
Vindhastighed og retning Wind speed and direction	Pesticid dosering Pesticide dose rate
Temperatur og luftfugtighed Temperature and humidity	Buffer Zone bredde Width of Buffer Zone
Afgrødestruktur Cropping structures	Markpraksis Field practice
Læbælter Wind breaks	<u>Sprøjten:</u> Dyse type, størrelse og tryk Hastighed Luftassistance
Randzone vegetation Downwind vegetation	Afskærmede bomme <u>Sprayer:</u> Nozzle type, size and pressure Spraying speed Use of air assistance Shrouded booms

Ikke kontrollerbare afdriftsfaktorer

Overfladestruktur og vegetation

Erfaringer viser, at afdriften er større fra bar jord end fra arealer dækket med vegetation. Dette skyldes, at vindhastigheden er lavere lige oven over arealer med vegetation end over bar jord, eller over lav og sparsom vegetation. Afdriftens størrelse kan påvirkes af faktorer som hegn og vegetation, der filtrerer dråber fra, når afdriftsskyen passerer gennem, eller ændrer dråbernes bevægelse.

Vandoverfladens niveau i forhold til den behandlede mark samt udbredelsen af søen eller åen – smal/bred eller høj/lav strømning – er forhold, der influerer på, hvor stor en mængde pesticid, der afsættes i disse særligt følsomme områder.

Undersøgelser foretaget af IMAG i Holland viser, hvilken indflydelse randzonevegetation har på afdriften fra forskellige sprøjter (konventionelle eller luftassisterede), når begge sprøjtetyper er monteret med ISO 04 dyse ved tryk på 3 bar (tabel 2). Luftassisteret sprøjtning og randzonevegetation kan være med til at reducere afdriften med op til 98% i forhold til konventionel praksis.

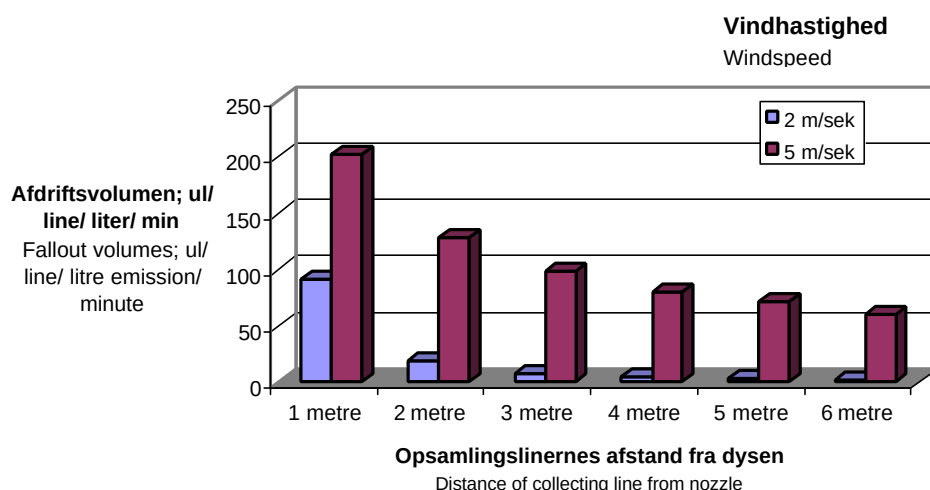
Tabel 2. Måling af afdrift (% af dosering) på vandoverflade liggende op til marken. Ved sprøjtning af sukkerroer konventionelt eller med luftassistance i kombination med afgrødefri Buffer Zone på 2 m, eller med læhegn af elefantgræs på 1,25 m bred og samme højde som afgrøde eller 0,5 m og 1,0 m højere end afgrøden (0,5 m) (Van de Zande *et al.*, 2000a). Spray drift deposition (% of dose) on surface water next to the field. When spraying a sugar beet crop conventionally or with air assistance in combination with a crop-free Buffer Zone of 2 m or a windbreak crop of *Miscanthus* of 1.25 m width of equal height or 0.5 m and 1.0 m higher than crop canopy (0.5 m).

Buffer Zone	Konventionel	Luftassistance
Buffer Zone	Conventional	Air assistance
Ingen	2.4 a	0.46 a
None		
2 m afgrøde fri	1.5 b	0.20 b
2 m crop-free		
Elefantgræs, samme højde	1.1 c	0.20 b
<i>Miscanthus</i> , equal height		
Elefantgræs, + 0,5 m høj	0.40 d	0.11 c
<i>Miscanthus</i> , + 0.5 m high		
Elefantgræs, + 1,0 m høj	0.28 e	0.05 d
<i>Miscanthus</i> , + 1.0 m high		

Værdier, i samme kolonne, med samme bogstav er ikke signifikant forskellige (ANOVA ? <0,05). Means within one column followed by the same letter do not differ significantly (ANOVA ? <0.05).

Vindhastighed og retning

Høje vindhastigheder øger mængden af afdrift og influerer derfor på mængden af sedimentationen og den luftbårne afdrift. Den relative afdriftsforøgelse ved højere vindhastigheder er



Figur 3. Sprøjtning med ISO 03 dyser ved 3 bar og vindhastighed på 5 m/sek. giver 80% mere afdrift end ved sprøjtning med vindhastighed på 2 m/sek. Spraying with an ISO 03 nozzle at 3 bars pressure in a wind of 5 m/sec produces 80% more fallout than when spraying in a 2 m/sec wind.

afhængig af mange faktorer. Ved konventionel sprøjtning anvendes typisk en ISO 03 dyse ved 3 bar, og ved en forøgelse af vindhastigheden fra 2 til 5 m/sek. kan dette betyde en forøgelse af afdriften på 80% (figur 3).

Nogle lande har derfor fastsat en øvre grænse for acceptabel vindhastighed ved sprøjtning. Andre lande kræver, at landmanden noterer, hvilke klimatiske forhold han sprøjter under.

Vindretningen bliver oftest vurderet som den sikre måde, hvorpå man undgår skadelig afdrift. Blæser vinden i modsat retning af det følsomme område, er der ingen risiko for, at denne zone udsættes for afdrift. Det er vigtigt, at dette element ses i en større sammenhæng, hvor landmanden i øvrigt følger god landmandspraksis og totalt set minimerer afdriften fra sprøjten.



Billede 1. Snoet vandløb, hvor vindretningen ikke vil være mulig at anvende som sikkerhed for at undgå skadelig afdrift. Winding river stream where it is not possible to use the wind direction as a safe way to avoid drift.

Temperatur og luftfugtighed

Høj temperatur og lav luftfugtighed øger fordampning af dråberne. Dette er dog normalt ikke nogen seriøs trussel under de nordlige temperaturforhold men kan være det i andre dele af verden. Ved brug af Hardi Twin luftassistance kan der kompenseres for dette, da dråberne når målet hurtigere.

Kontrollerbare afdriftsfaktorer

Pesticiddosering

Reduktion af dosering kan i mange situationer være forsvarligt men er ikke altid muligt på grund af f.eks. dårlig timing. I de tilfælde, hvor dosis kan reduceres i forhold til anbefaling på etiketten, vil det være relevant at reducere Buffer Zonen i forhold til udsprøjtning med fuld dosering.

Temperatur 15° C Vindstyrka 4,5 m/sek

DUSCHKVALITET

Grov Medium Fin

Bomhöjd cm	25	40	60	25	40	60	25	40	60	Dos
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
60	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

25	2	2	3	2	2	4	2	4	6	
40	2	2	4	2	4	5	3	5	7	
60	2	4	5	3	5	7	5	7	10	

25 m 48 m >95 m

Spridningszonen utsträckning i vindriktningen – meter

Temperatur 15° C Vindstyrka 4,5 m/sek

DUSCHKVALITET

Grov Medium Fin

Bomhöjd cm	25	40	60	25	40	60	25	40	60	Dos
25	3	3	3	3	3	4	3	4	6	
40	3	3	4	3	4	5	3	5	7	
60	3	4	5	4	5	7	5	7	10	

25	3	5	7	4	7	12	5	10	16	
40	4	6	9	6	10	16	9	14	20	
60	6	9	11	10	16	20	14	20	25	

25	6	12	16	11	22	34	14	28	44	
40	10	16	20	18	30	46	24	39	50	
60	16	20	26	30	42	50	35	50	50	

25 m 48 m >95 m

Spridningszonen utsträckning i vindriktningen – meter

VID ALLMÄN HÄNSYN

Siffrorna i tabellerna ovan anger skyddsstånd i meter

DÅ SÄRSKILD HÄNSYN FÖRDRAS

Siffrorna i tabellerna ovan anger skyddsstånd i meter

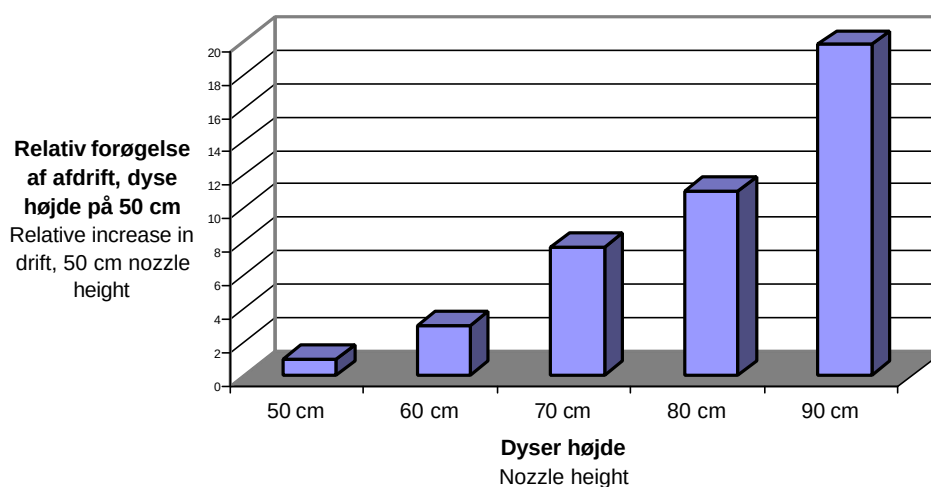
Figur 4. Buffer Zonens bredd i Sverige findes på baggrund af dråbestørrelse, vindhastighed, temperatur og dosering (Anonym, 1999). Buffer Zone widths in Sweden consider drop size, wind speed, temperature and dose rates.

Markpraksis

Størstedelen af afdriften sker fra de yderste omgange i markens afdriftsside. Langs det følgende område kan Hardimatic med fordel anvendes: ved at sænke kørehastigheden falder trykket, og derved øges dråbestørrelsen. Således er det muligt at reducere afdriften uden dyse-skift.

Bomhøjde

Sprøjtning med højere bomhøjde end det anbefalede øger afdriften betydeligt og er et relevant problem i takt med, at bommene bliver bredere for at effektivisere.



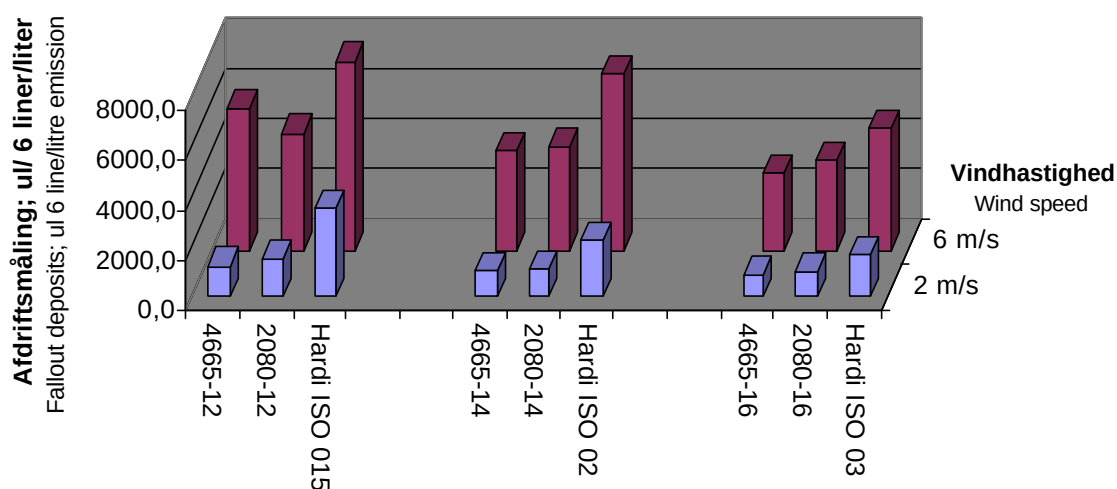
Figur 5. Unødvendig høj bomhøjde øger afdriften. Excessive boom height increases drift volumes.

For høj bom udsætter dråberne for højere vindmodstand og øger dråbernes vandring. Derved øges afdriften, og fordelingen i marken påvirkes negativt. Ved sprøjtning med bomhøjde på 90 cm i forhold til 50 cm kan afdriften forøges med en faktor 20 (figur 5).

Der udvikles hele tiden mere stabile bomme, som gør det muligt at køre med en lavere bomhøjde for at opnå en forbedret fordeling i marken og minimere afdriften.

Kørehastighed

I Europa ligger kørehastigheden ved sprøjtning generelt i intervallet 6 til 12 km/t. Landbrugene bliver større, mens antallet af medarbejdere reduceres. Dette bevirker, at kørehastigheden øges for at opretholde den samme arbejdskapacitet.



Figur 6. Sprøjtning ved 6 m/sek. giver mere afdrift end ved 2 m/sek. og dominerer over effekten af reduceret dysevinkel (Nilars, 2002). Spraying at 6 m/sec produces more fallout than at 2 m/sec and dominates any effects attributable to nozzle spray sheet angle.

Sprøjtehastigheden øges i takt med, at bommene forbedres, og traktorerne bliver affjedret.

Ved sprøjtning dannes et vakuum bag bommen, som bevirker, at dråberne hvirvles op. Når hastigheden øges, kommer der et større pres bagud på sprøjtedouchen under dysen, hvilket øger mængden af afdrift bag bommen. Sprøjteskyen, som dannes bag bommen, hvirvles op, hvilket medfører en uens fordeling af sprøjtevæsken i marken (Webb *et al.*, 2002). Nedsættes kørehastigheden ved yderomgangene, kan afdriften ud af marken reduceres betydeligt.

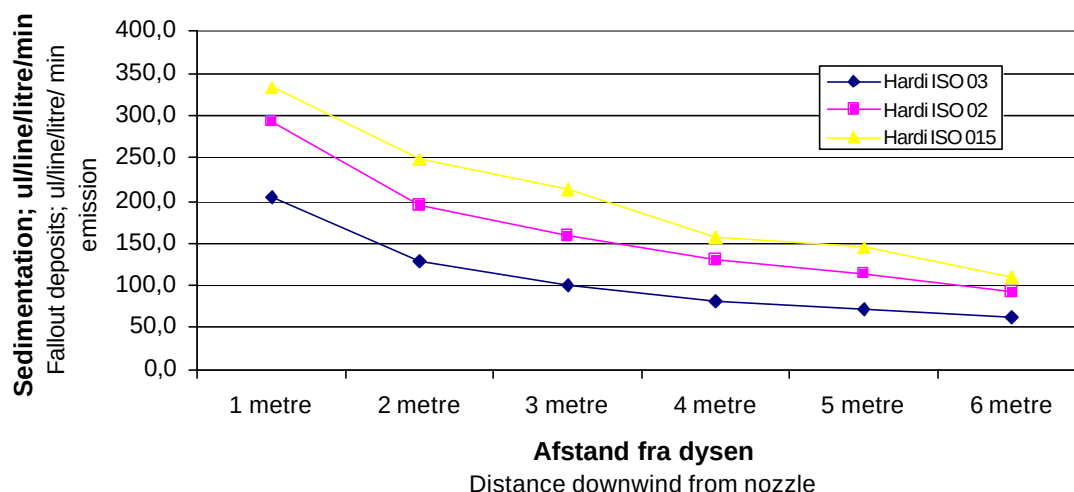
80 grader dyser kan typisk anvendes på meget brede bomme for at kompensere for en større bomhøjde. Data viser dog, at høj kørehastighed kan ødelægge de afdriftsmæssige fordele, som ellers kan opnås ved anvendelse af dyser, som har lille sprøjtevinkel og dermed grovere forstøvning, f.eks. 80 grader dyser (figur 6).

Dyser

Fordi det er nemt, og omkostningen er begrænset ved at skifte dyser, er nye dyser en attraktiv mulighed, når det gælder reducere afdrift. I den seneste tid har især injectordyserne vakt opmærksomhed. I injectordysekammeret blandes sprøjtevæsken med luft, hvilket giver større dråber, som er mindre påvirkelige af vinden. Injectordysen er kun en af mange muligheder for reducere afdrift.

Dråbestørrelse

På pesticidetiketten anbefales ofte en sprøjte kvalitet som f.eks. fin eller medium (BCPC) (Southcombe *et al.*, 1997). Hvis sprøjtebetingelserne ikke er optimale, er det god praksis at vælge en grov forstøvning. Derved er det muligt at minimere afdriften; f.eks. producerer en ISO 03 dyse 47% mindre afdrift end en ISO 015 ved en vindhastighed på 3 m/sek. (figur 7).

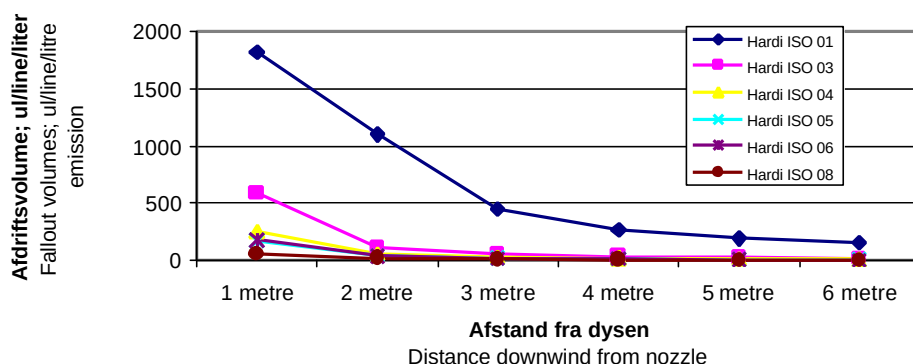


Figur 7. Medium sprøjte kvalitet med ISO 03 dyse, producerer 47% mindre sedimentation end med en fin sprøjte kvalitet med ISO 015 dyse ved vindhastighed på 5 m/sek. The Medium quality spray from the ISO 03 produces 47% less fallout than the Fine spray from the ISO 015 in 2 m/sec.

Dyse størrelse

Generelt for alle dysetyper gælder, at jo større en dyse (liter/min.) der vælges, jo grovere forstøvning opnås og dermed mindre afdrift (figur 8). Brugen af store dråber nedsætter dækningsgraden på sprøjtemålet, men øges vandmængden samtidigt, kompenseres for den dårligere dækning.

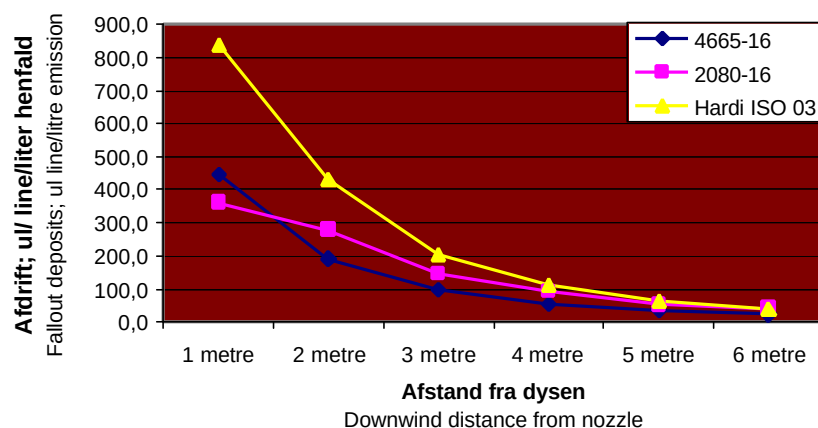
På figur 8 ses resultatet af den meget høje afdrift fra ISO 01 dysen, hvilket skyldes den meget fine forstøvning. På Hardy Twin luftassisterede sprøjter er det forsvarligt at anvende sådanne dyser, men ved konventionel sprøjtning er det vigtigt at være ekstra opmærksom ved brug af ISO 015 eller mindre af hensyn til afdrift.



Figur 8. Dyse størrelsens (flow) indvirkning på afdriftsvolumen. Vindhastigheden var 2 m/sek. Nozzle size (capacity) influences the scale of fallout volumes. Wind speed was 2 m/sec.

Dysens spredevinkel

Dyser med stor spredevinkel, f.eks. 110 grader serien, er de mest anvendte i marksprøjtning. Deres popularitet skyldes den store tolerance over for lodrette bombevæglser. Under visse forhold, hvor bomhøjden er over de anbefalede 50 cm, kan dyser med mindre spredevinkel (80 grader) være en mulighed for afdriftsreduktion (figur 9). Denne fordel opnås dog kun ved lave kørehastigheder og er ikke anbefalet til høj hastighed, da hastigheden dominerer over vinklen (Nilars, 2002).

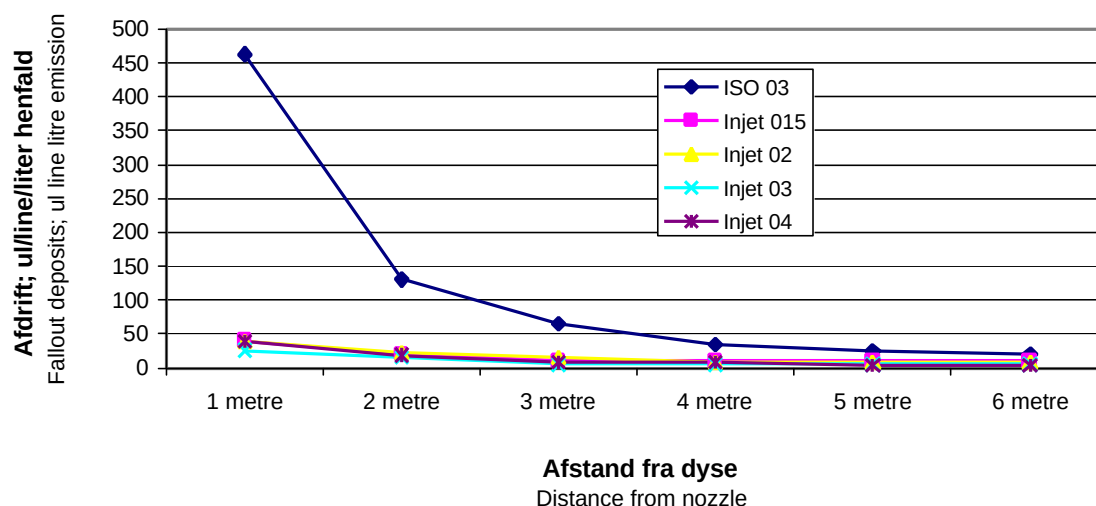


Figur 9. Dyse med 65 og 80 grader vinkel ved bomhøjde 70 cm reducerer afdriftsværdien i forhold til 110 grader dysen. Using nozzles with spray sheet angles of 65 and 80 degrees at a height of 70 cm may reduce fallout values from the more popular 110 equivalents.

Injectordyser

På konventionelle dyser er sprøjtetouchen så tæt, at vinden har svært ved at trænge igennem. Dette medfører et øget pres på douchen og bevirker, at de små dråber bliver presset ud. Injet-

dyser er effektive både på grund af en øget dråbestørrelse (mere energi i dråberne), og fordi mængden af dråber i douchen reduceres og derved lettere lader vinden passere. Denne fordel gør, at Injet i flere lande i Nordeuropa er blevet godkendt som afdriftsreducerende udstyr (figur 10), men ofte på bekostning af biologisk effekt.

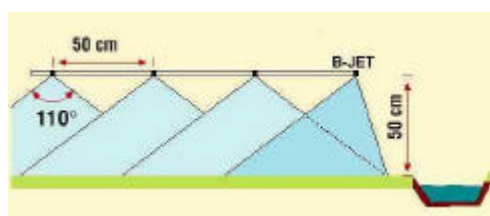


Figur 10. Injector dyser – f.eks. Hardi Injet serie – kan reducere afdriften. Air inducing jets - such as the Hardi Injet series - will offer much reduced fallout levels.

Kantdyser

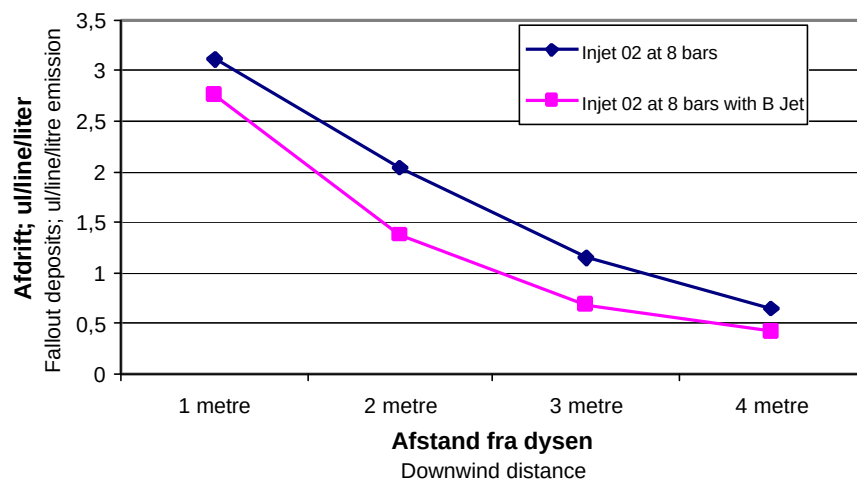
Den yderste dyse på bommen vil på grund af sin spredevinkel, der skal sikre dobbelt overlap med yderste dyse fra nabo-sprøjtesporet, sprøjte for langt til siden ved behandling op til følsomme områder.

Kantdyser har derimod et beskåret sprøjtebillede med en afgrænset douche (en halv douche). Når kantdysen anvendes yderst på bommen (naturligvis kun i yderste spor i marken), fås en betydelig bedre afgrænset sprøjtning op til følsomme områder (figur 11).



Figur 11. Bom med B-jet (kantdyse). Boom mounted with B-jet.

I Holland, hvor dyrkning af afgrøde finder sted helt ud til vandkanten, er det god praksis at anvende kantdyser. Kantdyser er med til at reducere den akkumulerede afdrift betydeligt (figur 12).

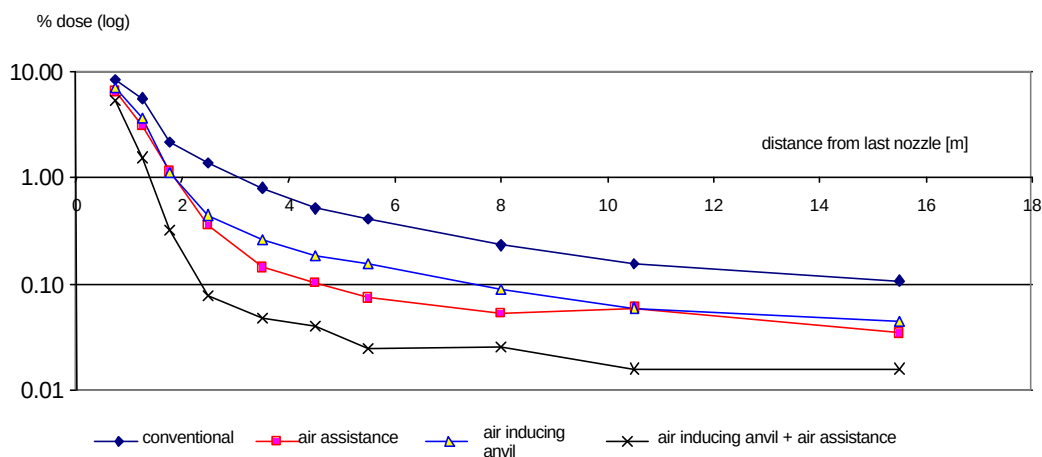


Figur 12. Kantdyser reducerer den akkumulerede afdrift. Border jets reduce accumulated downwind fallout volumes.

Luftassisterede sprøjter

Hardi Twin luftassisterede sprøjter blev introduceret for at kombinere en forbedret dækningsgrad og reduceret afdrift uden at skulle ændre på den anbefalede dråbestørrelse fra etiketten. Indførelsen af dette koncept på markedet har skabt behov for en række undersøgelser, og Twin konceptets muligheder er nu vidt anerkendt.

Hvis to afdriftsreducerende metoder, f.eks. Hardi Twin luftassistance og LowDrift dyse, kombineres, er det muligt at reducere afdriften med 95% i forhold til konventionel praksis.

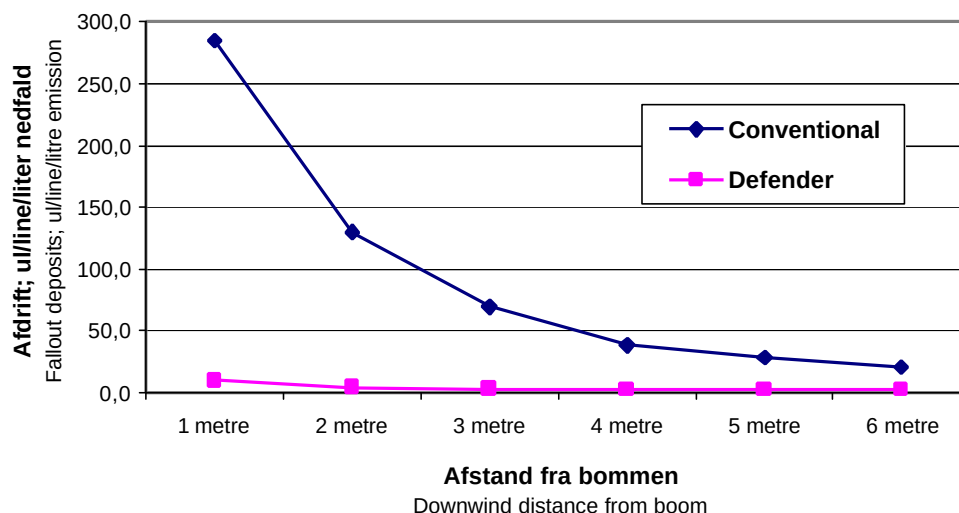


Figur 13. Luftassistance reducerer sedimentationen fra mange dyse typer med 75% i størstedelen af afgrøder. Appropriate air assistance will reduce downwind fallout from many nozzle types by 75% in a wide range of cropping situations.

Afskærmede bomme

Afskærmede bomme, som beskytter hele sprøjtedouchen mod vind, er kun blevet anvendt få steder til markbrug. I parker og på golfbaner er disse afskærmede bomme meget populære og tillige godkendt som afdriftsreducerende udstyr. Størrelsen, vægt samt vanskelig rengøring er

med til at minimere interessen for denne type bom på marksprøjter.



Figur 14. Den afskærmede Defender bom reducerer sedimentation med 95% i forhold til konventionel. The shrouded Defender boom reduces fallout by 95% compared with measured conventionally.



Billede 2. Defender bom. Defender boom.

Konklusion

Tysklands, Englands, Hollands og Sveriges forskellige lister over godkendt afdriftsreducerende udstyr, og ikke mindst forsøgsarbejdet bag, er store og vigtige skridt mod en bedre præcisering af god sprøjtepraksis.

Ved at sætte sprøjteudstyret i fokus og sikre sammenhæng mellem afdriftens størrelse og Buffer Zonens bredde (jo mindre afdrift, jo smallere Buffer Zone og større areal kan dyrkes optimalt), øges landmændenes interesse for at anvende afdriftsreducerende sprøjte- og eller dysetyper. Desuden får producenterne af sprøjteudstyr mere mod på at arbejde videre med nye afdriftsreducerende koncepter.

Der er således godt gang i en positiv udvikling; men endnu venter vigtige problemstillinger at blive afklaret: Hvornår koster det effekt at øge dråbestørrelsen? Hvor meget skal

vandmængden eventuelt øges for at kompensere for en dårligere dækning på grund af store dråber? Øges tabet på jorden og dermed senere udvaskning og afløb i uacceptabel grad, når der bruges injektordyser?

Mere kontakt (også gerne konsensus) mellem landene og de interesserede og involverede institutioner ville kunne medvirke til at afdække svarene på ovennævnte spørgsmål. I overskuelig fremtid inden for europæisk standardisering er disse bestræbelser for ganske nylig blevet godkendt.

Det er også vort indtryk, at kemikaliebranchen er interesseret i at medvirke. For at kunne udnytte afdriftsreducerende udstyr optimalt, er det nødvendigt med et øget kendskab til f.eks. de forskellige pesticiders tolerance med hensyn til dækningsgrad på planterne.

Efterhånden som brugen af reducerede doseringer vinder større og større udbredelse, øges landbrugets interesse for en endnu mere ensartet fordeling af plantebeskyttelsesmidlerne. Så samtidig med at der er fokus på at minimere afdriften, øges behovet for en mere ensartet fordeling på det sprøjtede areal. I virkeligheden to sider af samme sag, hvor fremskridt for det ene gode formål (ensartet fordeling over det behandlede areal) også kan tjene det andet (reduktion af afdrift).

Litteratur

- Anonym*. 1999. Hjälpreda för bestämning av vindanpassat skuddsavstånd. 22-23.
- Ganzelmeier H*. 2000. Drift studies and drift reducing sprayers – a German approach. 2000 ASAE Annual International Meeting.
- Gilbert AJ*. 2000. Local Environmental Risk Assessment for Pesticides (LERAP) in the UK. *Aspects of Applied Biology*, 57. 83-90.
- Hewitt AJ*. 2000. Spray drift modelling, labelling and management in the US. *Aspects of Applied Biology*, 57. 11-19.
- Nilars MS*. 2002. Some nozzle performance considerations when using wide booms at higher spraying speeds. *Aspects of Applied Biology*, 66.
- Southcombe ESE, Miller PCM, Ganzelmeier H, Van de Zande JC, Mirailles A & Hewitt AJ*. 1997. The International (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. *Proceedings of the 1997 Brighton crop protection conference – Weeds*. 371-380.
- Van de Zande JC, Porskamp HAJ, Michielsen JMGP, Stallinga H & Huijsmans JFM*. 1999. Spray drift and buffer zones in arable farming. IMAG-DLO. TTP conference, Warsaw Poland.
- Van de Zande JC, Michielsen JMGP, Stallinga H & de Jong A*. 2000a. The effect of windbreak height and air assistance on exposure of surface water via spray. *Proceedings of the 2000 Brighton crop protection conference - pests & diseases*. 91-96.
- Van de Zande JC, Porskamp HAJ, Michielsen JMGP, Holterman HJ & Huijsmans JFM*. 2000b. Classification of spray applications for driftability, to protect surface water. *Aspects of Applied Biology*, 57. 57-65.
- Webb DA, Parkin CS & Andersen PG*. 2002. Uniformity of the spray flux under arable boom sprayers. *Aspects of Applied Biology*, 66.

Handskers beskyttelsesgrad ved arbejde med pesticider i landbruget, samt transferkoefficienter for fyldning og udsprøjtning (foreløbige resultater)

Mitigation studies of protective gloves used in handling pesticides in agriculture and transfer coefficients for loading and spraying (preliminary results)

Erik Kirknel & Pia Sjelborg
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Preliminary results on mitigation studies of protective gloves used in handling pesticides in agriculture are presented. The final report will include 50% more data when finished ultimo 2002.

Camatril velours #732, CE 0121, a long-sleeved nitrile glove from KCL, GmbH, has been tested under practical conditions in agriculture, loading Amistar® in the spray tank and later spraying in the field. A cotton glove simulating the bare hand was worn underneath the protective glove.

Potential exposure (total exposure) on the hands was calculated from exposure on the cotton glove plus an inner, light rinse with water of the protective glove and subsequent total extraction of the protective glove. Actual exposure (the part of exposure from the "surface" of the hand) was calculated from the cotton glove and the inner rinse of the protective glove. The experiments were conducted under practical conditions, allowing the farmers normal behaviour. This means for example that the putting on and removal of gloves was done by the farmer himself, hereby introducing a potential unintended exposure of the hands, but a very practical scenario indeed. Washing of the protective glove is usual practice during loading, but was not allowed, although the contact with water during filling could not be avoided and removed some of the exposure on the protective glove. This is on the other hand not seen as a disadvantage of the study. Two scenarios were measured in conjunction, loading the tank and spraying. 45 experiments were made for loading and 33 for spraying.

For loading

The average area treated/experiment was 28 ha, s = 23 ha, n = 45, (percentile 90-75-50: respectively 62, 36 and 21 ha). All of the 45 experiments were above LOD (Limit of determination) for both of the protective gloves. Average farm size was 223 ha, min-max size: 5.5-1600 ha (percentile 90-75-50 respectively: 390, 195 and 95 ha)

The actual exposure in % of potential exposure was on average 7.1% (percentile 90-75-50 respectively: 14.5, 7.3 and 2%).

The average *potential exposure* was for all 45 experiments 4.3 mg (percentile 90-75-50: respectively 8.6, 4.2 and 1.8 mg), figure 1.

For spraying

The average area treated/experiment was 24 ha, s = 20 ha, n = 17, (percentile 90-75-50: respectively 46, 25 and 17 ha). Only 17 experiments were above LOD for at least one of the protective gloves, the remaining 16 experiments below LOD). Average farm size was 251 ha, min-max size: 15.5-1500 ha. (Percentile 90-75-50 respectively: 732, 134 and 70 ha).

The actual exposure in % of potential exposure was on average 21% (percentile 90-75-50 respectively: 54.0, 31.4 and 11.0%).

The average *potential exposure* was for all 17 experiments 0.2 mg (percentile 90-75-50: respectively 0.5, 0.2 and 0.06 mg), figure 2.

Actual exposure in % of potential exposure was correlated to groups of potential exposure:

For loading: 0-100 µg (21.7%), 100-500 µg (14.9%), 500-1000 µg (5.0%), 1000-5000 µg (4.1%), 5000-100000 µg (3.4%), figure 3.

For spraying: 8-50 µg (26.0%), 50-100 µg (30.7%), 100-500 µg (17.2%) and 500-2000 µg (0.5%), figure 4.

The actual exposure for all 45 experiments using the protective gloves was for:

Loading: 67.7 µg on average (percentile 90-75-50: respectively 154.8, 79.6 and 21.9 µg), figure 5.

Spraying: 18.1 µg on average (percentile 90-75-50: respectively 38.9, 15.5 and 5.1 µg), figure 6.

The figures were probably much lower because LOD was used in the calculations even though no pesticides was detected on the cotton glove. Out of the 17 spraying experiments found with pesticides above LOD on at least one protective glove, only 6 were found above LOD for actual exposure. Furthermore, in the remaining 16 spraying experiments both protective gloves were below LOD.

Percentage protective capacity of the tested glove was depending on the potential exposure:

For *loading* up to 0.5 mg potential exposure in the scenario described (45 Danish farms), the protective factor was estimated to be 85%. From 0.5 mg up to 100 mg, the protective factor was estimated to be 95%. Modelling studies indicate a higher percentage exposure for higher potential exposure, figure 3.

For *spraying* up to 0.5 mg potential exposure in the scenario described (17 Danish farms), the protective factor was estimated to be 80%. From 0.5 mg up to 2 mg, the protective factor was estimated to be 99%, figure 4.

When using protective gloves, the percentile 75 for actual exposure when loading (45 farms) was 79.6 µg/farm and for spraying (17 farms) 15.5 µg/farm, figure 5 and 6.

The coefficient between potential exposure and source strength, mg/kg handled pesticide was for loading: Average 3.8 mg/kg (percentile 90-75-50: respectively 8.9, 4.0 and 1.8 mg/kg), figure 8.

For spraying: Average 0.5 mg/kg (percentile 90-75-50: respectively 0.8, 0.2 and 0.08 mg/kg). The 75-percentile is used in the EUROPOEM database, figure 9.

Indledning

Før et pesticid må bringes på markedet, foretager Miljøstyrelsen en risikovurdering af blandt andet arbejdsmiljøet. En sådan risikovurdering anvender i udstrakt grad modeller til at beregne hvilke doser pesticid, som man udsættes for i arbejdsmiljøet. Der er udviklet modeller for, hvor meget man får udvendigt på kroppen og indånder (potentiel eksponering) ved arbejde i landbrug, væksthuse, gartnerier og plantager. Ligeledes er der forskellige guidelines, som på basis af praktiske undersøgelser fortæller, hvor meget almindeligt arbejdstøj og særligt beskyttelsestøj hindrer denne dosis i at nå ind på huden. Der er ikke enighed imellem disse guidelines om, hvilke beskyttelsesfaktorer man skal anvende under de forskellige arbejdsforhold. Gennem de sidste par år har DJF gennemført undersøgelser af, hvor godt beskyttelseshandsker virker. Ved arbejde med pesticider er hænderne generelt den kropsdel, som bliver mest belastet. Undersøgelserne afsluttes sidst i 2002. Her præsenteres foreløbige resultater af undersøgelserne i landbrug.

Metodebeskrivelse

I forsøgene har vi som beskyttelseshandsker valgt at anvende Camatril velours #732, CE 0121, en langskaffet nitrilhandske fra KCL GmbH. Nitrilhandsker har generelt vist den bedste modstandsdygtighed imod pesticider. Denne type handske, som når ca. halvt op på underarmen, anvendes ikke ved sprøjtearbejde i landbruget for tiden men vil være hensigtsmæssig at anbefale i fremtiden, da den dækker håndleddet godt. Forsøgene gennemføres med Amistar® (azoxystrobin) som målestof.

Forsøgene udføres i normale landbrugsbedrifter (45 ejendomme af varierende størrelse) af enten ejeren eller ansatte (benævnt forsøgspersonen). Der er lagt vægt på, at forsøgene udføres så praksisnært som muligt. Det vil sige, at der ikke instrueres for meget om den rette brug af handsker, inden forsøget starter. Først påføres forsøgspersonen et par bomuldshandsker, dernæst et par beskyttelseshandsker. Bomuldshandsken skal illudere den bare hånd og opfange, hvad der trænger igennem beskyttelseshandsken eller uden om denne.

Der undersøges to arbejdsprocesser. Den første er fyldning af sprøjtetank, hvor pesticidet fyldes i tanken med eller uden litermål. Den anden proces er udsprøjtning af den opblandede mængde pesticid. For at få så godt et mål for den potentielle eksponering som muligt er det ikke tilladt at skylle beskyttelseshandskerne under fyldning af tanken. I forsøget er dette næsten umuligt, da vand håndteres konstant ved slange osv. Denne umiddelbare fejl skal accepteres, da det vil foregå i praksis. Den potentielle eksponering må som konklusion siges at være estimeret højere, end det vil være tilfældet i praksis. Forsøgspersonen tager selv handskerne af og på. Efter brug og imellem de målte arbejdsprocesser lægges handskerne i

metalkasser foret med aluminiumsfolie for at sikre prøven. Alle relevante data noteres så som tider, adfærd, pesticidmængde, sprøjtet areal, sprøjteudstyr o.l.

Den potentielle eksponering omfatter alt, hvad der kan findes af pesticid på begge typer handsker.

Den aktuelle eksponering er den del, som findes på bomuldshandsken plus den del, som let kan fjernes ved en let afskylning af den indvendige side af beskyttelseshandsken. Ideen med denne afskylning er, at forefindes der azoxystrobin på bomuldshandsken efter forsøget, kan en del af denne mængde smitte af på indersiden af beskyttelseshandsken.

Handskens beskyttelsesfaktor = (Aktuelle eksponering *100/potentiel eksponering) – 100%.

Transferkoefficienten med enheden mg potentiel eksponering/kg aktivt pesticid som håndteres, er en arbejds-hygienisk enhed, som fortæller hvor stor en del af den håndterede mængde pesticid, der havner på kroppen (her hænderne).

Den gennemsnitlige størrelse på arealerne for forsøgene med fyldning af tank var 28 ha, s = 23 ha, n = 45, (fraktil 90-75-50: henholdsvis 62, 36 og 21 ha). Alle 45 forsøg havde rester på beskyttelseshandskerne større end LOD (Detektionsgrænsen, Limit of determination). Den gennemsnitlige gårdstørrelse var 223 ha, min-max størrelse: 5,5-1600 ha (fraktil 90-75-50 henholdsvis: 390, 195 og 95 ha).

Den gennemsnitlige størrelse på arealerne for forsøgene med udsprøjtning var 24 ha, s = 20 ha, n = 17, (fraktil 90-75-50: henholdsvis 46, 25 and 17 ha). Kun i 17 af 33 forsøg kunne der på beskyttelseshandskerne måles rester større end LOD. Den gennemsnitlige gårdstørrelse var 251 ha, min-max størrelse: 15,5-1500 ha (fraktil 90-75-50 henholdsvis: 732, 134 og 70 ha).

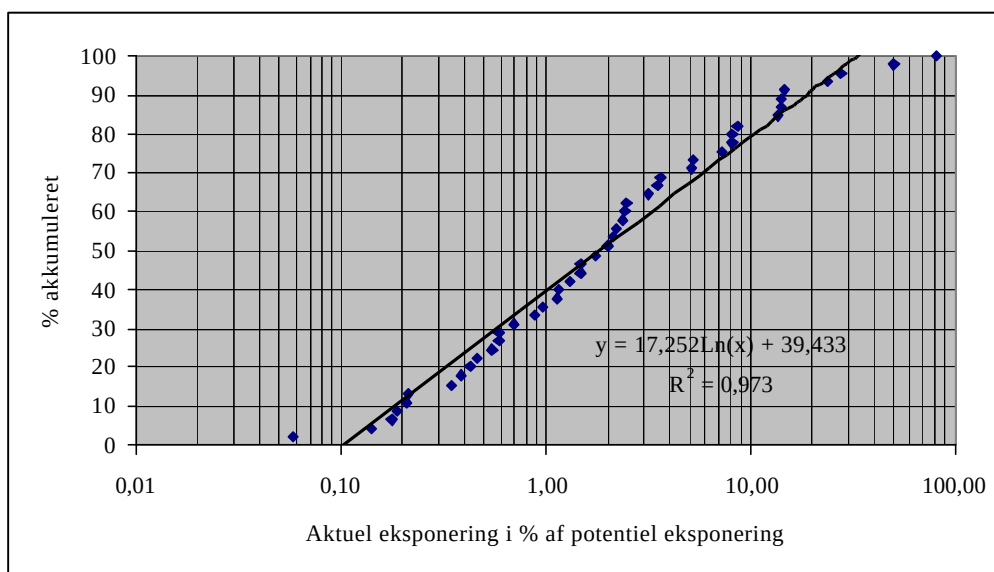
I denne rapport er begrebet fraktil anvendt. Fraktiler beskriver hvilken værdi, der i et stigende sorteret datasæt forefindes som den maksimale, ved en nærmere angivet del af det totale datasæt. Fraktiler anvendes, hvor der ikke er taget stilling til den statistiske fordeling af datasættet. Fraktil 90 i et datasæt angiver hvilken værdi, der forefindes som den maksimale værdi (datapunkt) i de første 90% af datasættets stigende sorterede punkter. Fraktiler anvendes internationalt i eksponeringsmodeller.

Analyseløstetoderne er fuldt validerede inklusive opbevaring efter prøveudtagning. Dette vil der ikke blive redegjort for i denne publikation.

Resultater

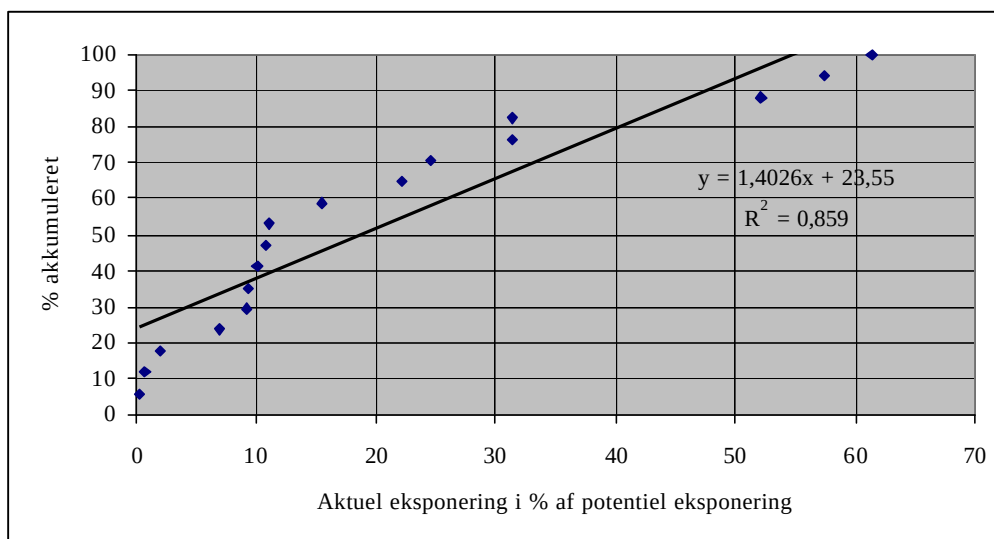
Akkumulerede værdier af aktuel eksponering i % af potentiel eksponering

Fyldning (loading)



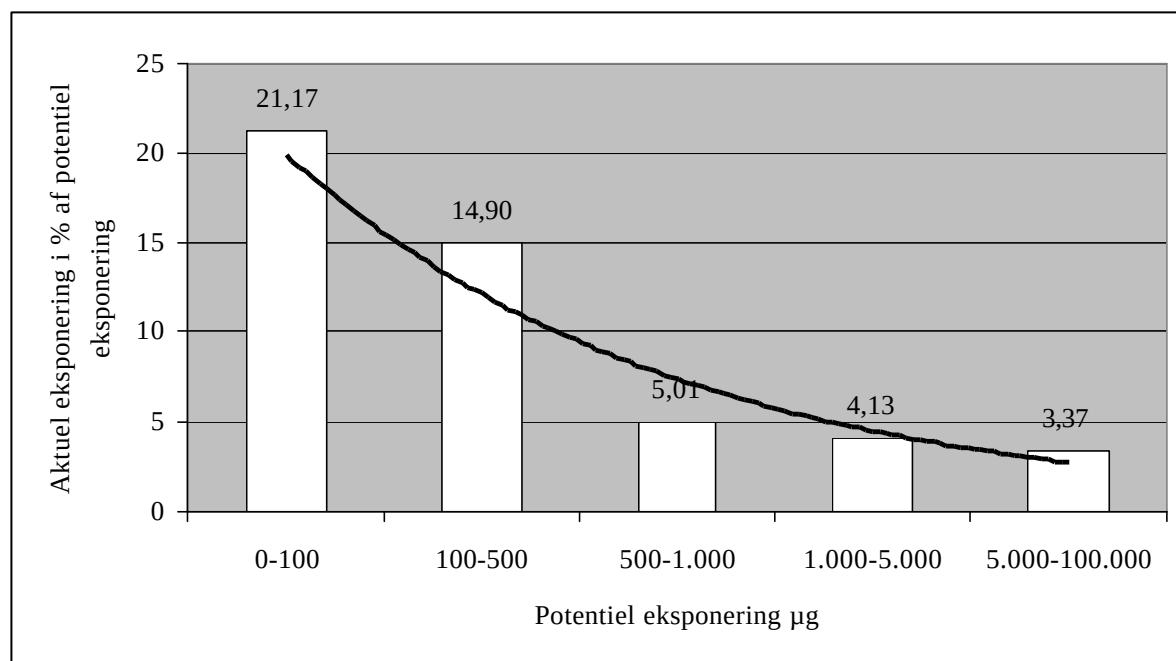
Figur 1. Akkumulerede værdier af aktuel i % af potentiel eksponering. Gennemsnit 7,1% (fraktil 90-75-50: henholdsvis 14,5, 7,3 og 2,0%). For potentiel eksponering var gennemsnittet af alle 45 forsøg 4,3 mg (fraktil 90-75-50, henholdsvis: 8,6, 4,2 og 1,8 mg). Accumulated values of actual in % of potential exposure. Average 7.1% (percentile 90-75-50: respectively 14.5, 7.3 and 2.0%). For potential exposure the average of all 45 experiments was 4.3 mg (percentile 90-75-50, respectively: 8.6, 4.2 and 1.8 mg).

Udsprøjtning (spraying)



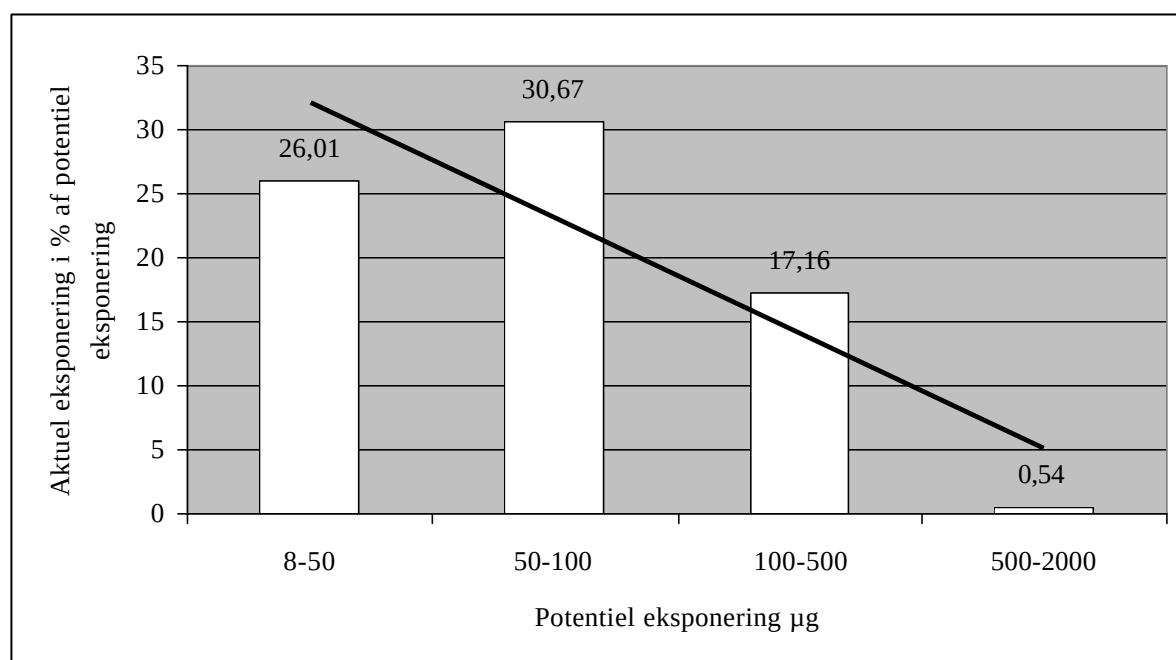
Figur 2. Akkumulerede værdier af aktuel i % af potentiel eksponering. Gennemsnit 21,0% (fraktil 90-75-50 henholdsvis: 54,0, 31,4 og 11,0%). For potentiel eksponering var gennemsnittet af 17 forsøg 0,2 mg (fraktil 90-75-50, henholdsvis: 0,5, 0,2 og 0,06 mg). Accumulated values of actual in % of potential exposure. Average 21,0% (percentile 90-75-50 respectively: 54,0, 31,4 and 11,0%). For potential exposure the average of 17 experiments was 0.2 mg (percentile 90-75-50: respectively 0.5, 0.2 and 0.06 mg).

Aktuel eksponering i % af potentiel eksponering og potentiel eksponering i μg
Fyldning af tank (loading)



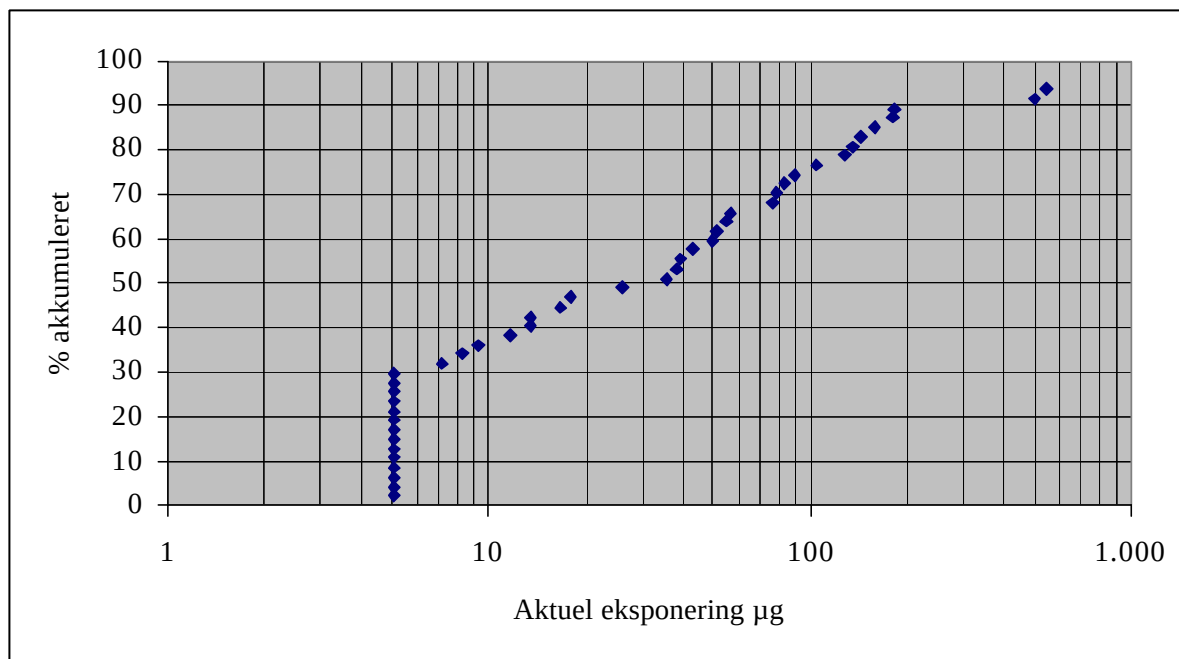
Figur 3. Aktual i % af potentiel eksponering sammenholdt med grupper af potentiel eksponering i μg for alle 45 forsøg. Actual in % of potential exposure versus groups of potential exposure in μg for all 45 experiments.

Udsprøjtning (spraying)



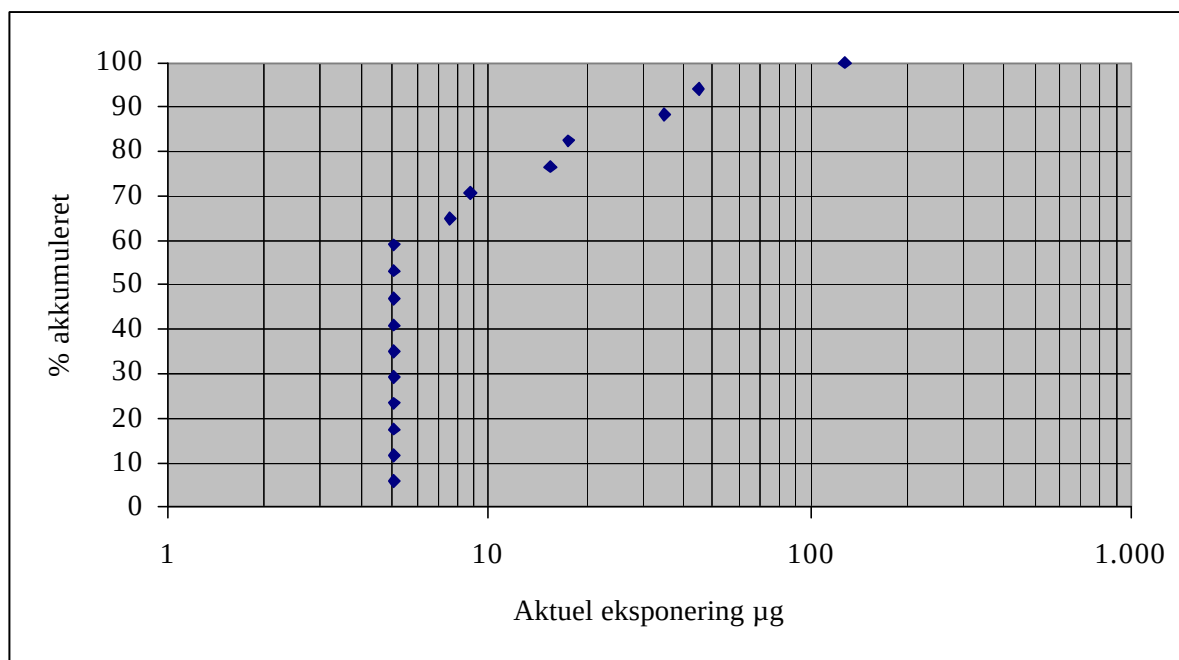
Figur 4. Aktual i % af potentiel eksponering sammenholdt med grupper af potentiel eksponering i μg for alle 17 forsøg. Actual in % of potential exposure versus groups of potential exposure in μg for all 17 experiments.

Aktuel eksponering ved anvendelse af beskyttelseshandsker *Fyldning (loading)*



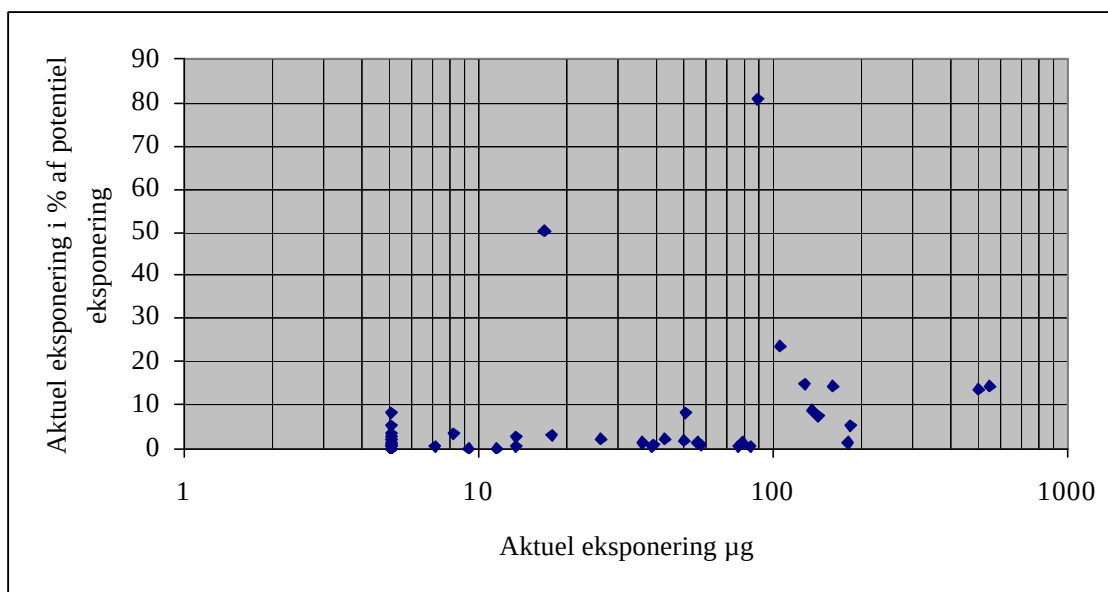
Figur 5. Akkumuleret aktuel eksponering på hænderne ved anvendelse af beskyttelseshandsker. Gennemsnit 67,7 µg (fraktil 90-75-50: 154,8, 79,6 og 21,9 µg). Alle 45 forsøg. Accumulated actual hand exposure when using protective gloves in all 45 experiments. Average 67.7 µg (percentile 90-75-50: 154.8, 79.6 and 21.9 µg).

Udsprøjtning (spraying)



Figur 6. Akkumuleret aktuel eksponering på hænderne ved anvendelse af beskyttelseshandsker. Gennemsnit 18,1 µg (fraktil 90-75-50: 38,9, 15,5 og 5,1 µg). 17 forsøg. Accumulated actual hand exposure when using protective gloves in 17 experiments. Average 18.1 µg (percentile 90-75-50: 38.9, 15.5 and 5.1 µg).

Aktuel eksponering i % af potentiel eksponering, fyldning (loading)

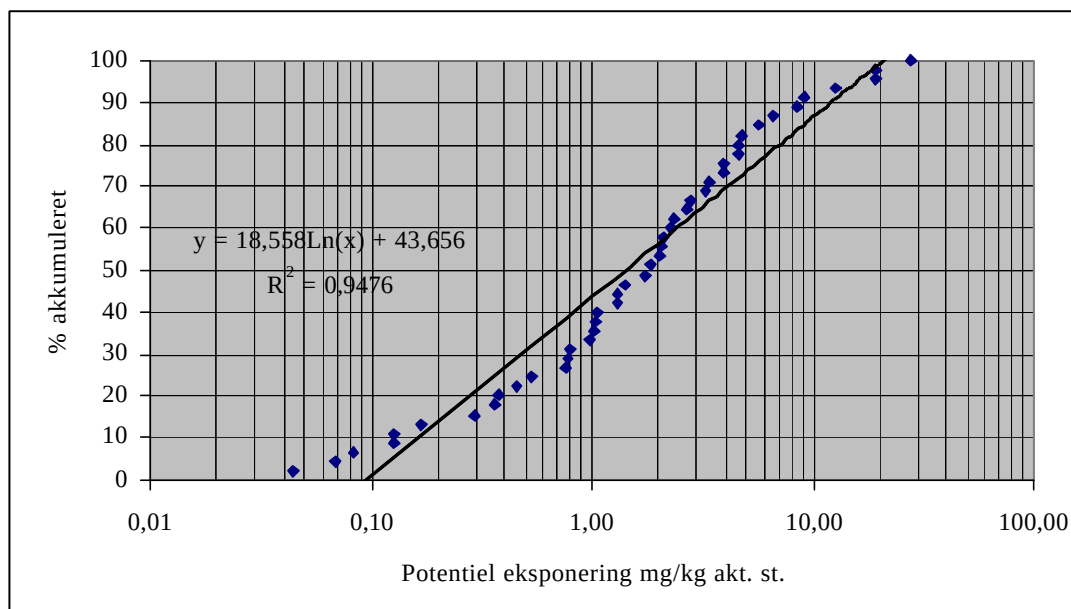


Figur 7. Aktuel i % af potentiel eksponering sammenholdt med aktuel eksponering ved fyldning. Actual in % of potential exposure versus actual exposure at loading.

Transferkoefficient, potentiel eksponering mg/kg håndteret pesticid

Som et spin-off i projektet kan den arbejdshygiejniske enhed transferkoefficienten mg/kg beregnes. Transferkoefficienten angiver forholdet imellem den potentielle eksponerede mængde pesticid, som modtages på kroppen, her hænderne, i forhold til den håndterede mængde pesticid.

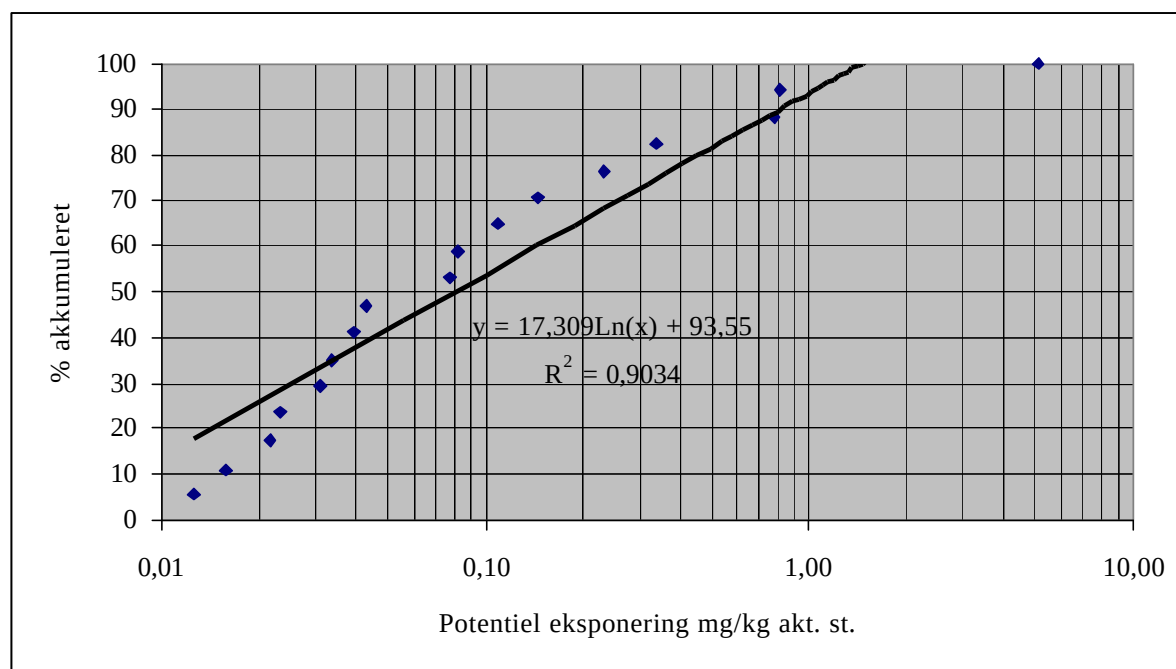
Fyldning (loading)



Figur 8. Akkumuleret fordeling af potentiel eksponering i mg/kg håndteret pesticid. Gennemsnit 3,8 mg/kg. (Fraktil 90-75-50: 8,9, 4,0 og 1,8 mg/kg). Alle 45 forsøg. Accumulated potential exposure in mg/kg handled pesticide. Average 3.8 mg/kg. (Percentile 90-75-50: 8.9, 4.0 and 1.8 mg/kg). All 45 experiments.

Ud fra de dagligt håndterede mængder pesticid kan således den potentielle mængde beregnes. Transferkoefficienten er karakteristisk for de forskellige arbejdsoperationer.

Udsprøjtning (spraying)



Figur 9. Akkumuleret fordeling af potentiel eksponering i mg/kg håndteret pesticid. Gennemsnit 0.5 mg/kg. (Fraktil 90-75-50: 0,8, 0,2 og 0,08 mg/kg). Alle 17 forsøg. Accumulated potential exposure in mg/kg handled pesticide. Average 0.5 mg/kg. (Percentile 90-75-50: 0.8, 0.2 and 0.08 mg/kg). All 17 experiments.

Diskussion

At kvantificere beskyttelseshandskers evne til at beskytte kræver blandt andet en klar definition af, hvorledes den potentielle eksponering måles (OCDE/GD97148, 1997). I de foreliggende undersøgelser er der ingen tvivl om, at den potentielle eksponering ved måling i forsøg med fyldning af tank, hvor det er forekommet, at handskeoverfladen er blevet vædet/skyllet utilsigtet, er estimeret at være lav i forhold til, hvis det var sikret, at hænderne/handskerne var holdt tørre. I sammenligning med den eneste europæiske elektroniske eksponeringsdatabase (EUROPOEM, 1997) er fraktil 75% for potentiel eksponering i mg/kg håndteret pesticid lavere i den foreliggende undersøgelse både for fyldning og udsprøjtning. I de foreliggende undersøgelser finder vi henholdsvis 4 mg/kg og 0,2 mg/kg. I EUROPOEM er disse størrelser 20 mg/kg og 2 mg/kg. Det er ikke dokumenteret i EUROPOEM, om beskyttelseshandskerne har været tørre i undersøgelse. Dog må det konstateres, at i de foreliggende undersøgelser har beskyttelseshandskerne altid i udsprøjtningsscenariet været tørre, og alligevel ligger den potentielle eksponering 10 gange lavere end i EUROPOEM. Noget kunne tyde på, at danske landmænd omgås pesticider langt mere forsigtigt end deres europæiske kolleger! Dog skal det siges, at EUROPOEMs data er nogle år gamle og måske reflekterer adfærd, der hører den tid til.

Uanset om den potentielle eksponering måske er estimeret for lavt, er værdierne i den foreliggende undersøgelse et praktisk udtryk. Havde forsøgspersonen arbejdet uden handsker, var hænderne blevet vædet/skyllet og havde fjernet en del af eksponeringen. Endelig skal det fremføres, at det er almindelig adfærd blandt danske sprøjteførere, at man skyller handskerne efter fyldning af tanken, og inden man udsprøjter. Dette forhold vil givet reducere den potentielle eksponering yderligere.

Handskernes beskyttelsesgrad er meget afhængig af størrelsen af den potentielle eksponering (figur 3 og 4). Det er således ikke muligt at angive en "beskyttelsesfaktor", som er dækkende for alle eksponeringsniveauer. Figur 5 og 6 viser, at detektionsgrænsen er nået for 30% af samtlige datapunkter ved fyldning og for 60% af datapunkterne ved sprøjtning. Ekstrapolering af datapunkterne under LOD i figur 5 og figur 6 antyder, at de 30 respektive 60% af datapunkterne for den aktuelle eksponering er for høje. De angivne beskyttelsesfaktorer for handskerne er således maksimalværdier. Hvis disse lave data for aktuel eksponering (=LOD) hørte sammen med lave data for potentiel eksponering, kunne det måske forklare de lave beskyttelsesfaktorer (det vil sige høje y-værdier) i figur 3 og 4. Figur 7 viser derimod, at der ikke er denne sammenhæng. Det må pointeres, at resultaterne kun er frembragt ved anvendelse af Amistar. Men der er ikke indlysende årsager til, at konklusionerne ikke skulle gælde for andre flydende formuleringer. Det er almindeligt accepteret (EUROPOEM, 1997), at der kun skelnes i eksponeringsmodeller imellem flydende og pulverformulerede produkter.

Sammendrag

På 45 landbrugsejendomme er udført forsøg med beskyttelseshandskers effektivitet. Forsøgene blev udført så tæt som muligt på den måde, som handsker i praksis anvendes, kun et forsøg blev taget ud som "outlier" på grund af "for afvigende adfærd".

Beskyttelsesfaktoren for de undersøgte handsker var afhængig af den potentielle eksponering.

Disse foreløbige resultater for fyldning af tank kan man op til en potentiel eksponering på 0,5 mg regne med en beskyttelsesfaktor på 85%. Fra 0,5 mg til en potentiel eksponering på 100 mg kunne regnes med en beskyttelsesfaktor på 95%. Modelforsøg tyder på, at ved højere eksponeringer stiger den procentuelle beskyttelse yderligere.

For udsprøjtning op til 0,5 mg potentiel eksponering kunne regnes med en beskyttelsesfaktor på 80%. Fra 0,5 mg op til 2 mg en beskyttelsesfaktor på 99%.

Ved anvendelse af beskyttelseshandsker var 75 fraktilen for aktuel eksponering for fyldning (45 landbrug) 79,6 µg, for udsprøjtning (17 landbrug) 15,5 µg/landbrug.

Transferkoefficientens fraktil-75 for potentiel eksponering mg/kg håndteret pesticid var for fyldning af tank 4 mg/kg. For udsprøjtning 0,2 mg/kg. Disse værdier ligger henholdsvis 5 og 10 gange lavere end tilsvarende værdier i EUROPOEM. Disse forskelle kunne enten forklares ved en bedre adfærd hos danske jordbrugere eller mere realistiske og tidssvarende forsøgsbetingelser i de danske undersøgelser.

Litteratur

- EUROPOEM*. 1997. The Development, Maintenance and Dissemination of a European Predictive Operator Exposure Model (EUROPOEM) Database, Final report, AIR3 CT93-1370, BIBRA, International, Carlshalton, UK.
- OCDE/GD97148*. 1997. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment No. 9. OECD, Paris 1997.

Udvaskning af glyphosat vurderet ud fra tre markforsøg

Leaching of glyphosate from three agricultural sites

Jeanne Kjær, Marlene Ullum & Bo Lindhardt
Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Geokemisk Afdeling
Thoravej 8
DK-2400 København NV

Preben Olsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Jordbrugssystemer
Forskningscenter Foulum
DK-8830 Tjele

Jørgen Ole Jørgensen
Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej
DK-8600 Silkeborg

Summary

The leaching of glyphosate was evaluated under field conditions at three agricultural sites covering one sandy and two loamy soils. All applications were carried out in accordance with current regulation. Application of pesticides was moreover supported by a tracer application of bromide. Bromide and pesticides were subsequently measured in both drainage water, ground water and soil water sampled from the unsaturated zone. At one of the loamy sites, glyphosate and its metabolite AMPA leached from the root zone in an average concentration considerably exceeding 0.1 µg/l. The average concentration of glyphosate and AMPA in the drainage water during the leaching period of 2000/2001 was 0.54 µg/l and 0.17 respectively. The leaching appeared to be governed by a combination of pronounced macropore flow occurring shortly after application and a limiting sorption and degradation capacity allowing both compounds to be leached continuously throughout the six months' leaching period. At the two other sites, the leaching of both glyphosate and AMPA was found to be negligible.

Introduktion

I 1998 blev der iværksat et monitoringsprogram til overvågning af en eventuel udvaskning af pesticider fra dansk landbrug. Programmet har til formål at undersøge, hvorvidt godkendte pesticider - ved regelret brug - udvaskes til grundvandet. Monitoringsprogrammet omfatter i alt 6 marker og gennemføres som et samarbejde mellem Danmark og Grønlands Geologiske

Undersøgelse (GEUS), Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU). I det følgende præsenteres resultaterne vedrørende brugen af glyphosat på tre af forsøgsmarkerne. Monitoringen foregår fortsat på områderne, hvorfor der kun er tale om en foreløbig afrapportering.

Lokalitetsbeskrivelser

De tre lokaliteter omfatter dels en grovsandet mark ved Jyndevad dels to lerede marker ved henholdsvis Estrup og Fårdrup (tabel 1 og figur 1). Grundvandsspejlet ved Jyndevad ligger ca. 1-2 m.u.t. De lerede lokaliteter er begge systematisk drænede i ca. 1 m dybde, og grundvandsstanden falder om sommeren til ca. 3 m.u.t. Marken ved Jyndevad består af smeltevandssand med få lokale indslag af tynde ler- og siltlinser, pløjelaget er beskrevet som en JB1 jord. Marken ved Fårdrup består af moræneler dannet under sidste istid. Der er lokale kanaler/bassiner af smeltevandsler og smeltevandssand, og pløjelaget er beskrevet som en JB5/6. Marken ved Estrup er beliggende på en bakkeø fra den næstsidste istid, jordbundsudviklingen har således foregået over væsentligt længere tid end på de to andre marker. Arealet er langt mere heterogent end marken ved Fårdrup. Hovedparten af arealet er moræneler, men der forekommer betydelige indslag af smeltevandssand, pløjelaget er beskrevet som JB5/6. Den komplekse jordbund og geologi på Estrup vurderes imidlertid ikke at være anderledes end andre marker på danske bakkeøer samt for visse dele af Østjylland.

Tabel 1. Beskrivelse af de tre forsøgsmarker. Characteristics of the three tests sites.

	Jyndevad Tinglev	Estrup Vejen	Fårdrup Slagelse
Areal (ha)	2,4	1,3	2,3
Dræn	Nej	Ja	Ja
Dybde til grundvand (m.u.t.)	1-2	1-3	1-3
Jordart	Grovsand	Moræneler	Moræneler
DGU-symbol	TS	ML	ML
JB-klassifikation	JB1	JB5/6	JB5/6
Ler i A-horisont (%)	5	10-20	14-15
TOC i A-horisont (%)	2,0	1,7-7,3	1,4
Normal nedbør, (mm/år) ^{*)}	858	862	558

^{*)} *Baseret på 30-årige tidsserier fra 1961-1990*; Based on time series from 1961-1990.

Dyrkning

Dyrkningen på de tre lokaliteter blev gennemført som på andre konventionelle brug i regionen, og pesticider blev anvendt i henhold til Vejledning i Planteværn (Jensen, J.E. *et al.*, 2001). Ved Jyndevad og Estrup blev der sprøjtet med glyphosat en gang og ved Fårdrup to gange. Ved Estrup blev anvendt 4 l/ha af produktet Roundup Bio svarende til 1,44 kg glyphosat/ha. Ved Jyndevad og Fårdrup anvendtes Roundup 2000 med en dosering på 2,0 l/ha svarende til 0,8 kg glyphosat pr. ha (tabel 2).



Figure 1. Placering af de tre forsøgsmarker Jyndeved, Estrup og Fårdrup. Location of the three test sites Jyndeved, Estrup and Fårdrup.

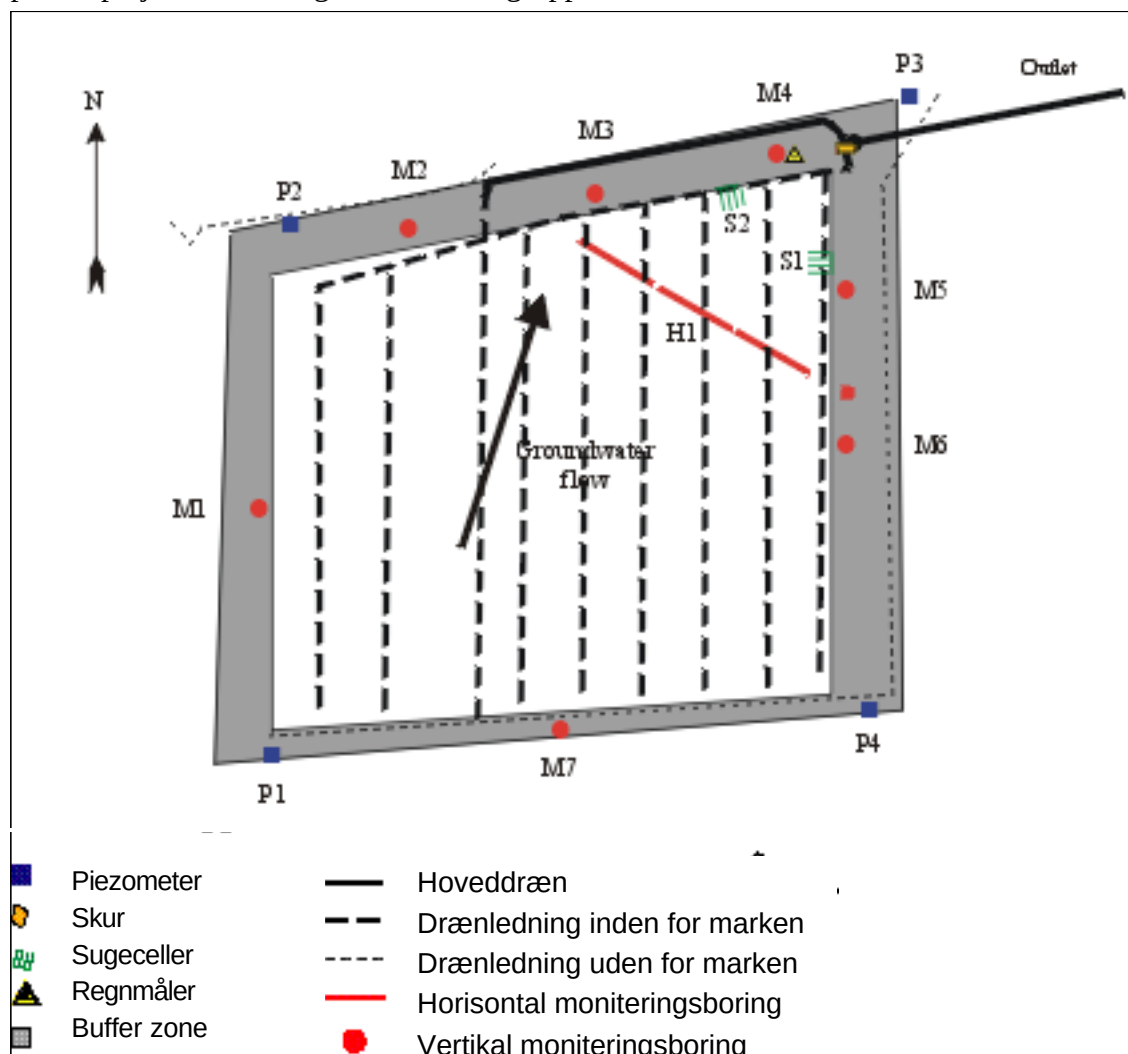
Tabel 2. Den landbrugsmæssige drift af de tre marker. Management practice at the three test sites.

	Dato Date	Dyrkning Management practice
Jyndeved 1999/2000	09.08.1999	Høst af vårbyg
	22.09.1999	Herbicidesprøjtning – 2,0 l/ha Roundup 2000 (0,8 kg/ha glyphosat)
	05.10.1999	Rotor harvning – 5 cm dybde
	11.10.1999	Pløjning 20 cm dybde og betontromlet
	13.10.1999	Såning af vinterrug – sort Dominator,
	12.11.1999	Tracer udbragt – 30,0 kg/ha kaliumbromid
	05.05.2000	Vanding – 29 mm/ha
Fårdrup 1999/2000	11.08.1999	Herbicidesprøjtning – 2,0 l Roundup 2000 (0,8 kg/ha glyphosat/ha)
	10.09.1999	Stubharvet – 10 cm dybde
	19.09.1999	Pløjning – 20 cm dybde
	20.09.1999	Såning af vinterhvede – sort Stakado
	05.10.1999	Tracer udbragt – 30,0 kg/ha kaliumbromid
Fårdrup 2000/2001	28.08.2000	Høst af vinterhvede
	14.10.2000	Herbicidesprøjtning – 2 l/ha Roundup 2000 (0,8 kg glyphosat/ha)
	16.10.2000	Pløjning - dybde 20 cm
	02.05.2001	Såning af sukkerroer – sort Havanna
Estrup 2000/2001	15.05.2000	Tracer udbragt – 30,0 kg/ha kaliumbromid
	28.08.2000	Høst af vårbyg
	13.10.2000	Herbicidesprøjtning – 4 l/ha Roundup Bio (1,44 kg glyphosat/ha)
	23.10.2000	Pløjning - dybde 20 cm
	02.05.2001	Såning af ærter– sort Julia

Monitering

Koncentrationerne af bromid og pesticid blev målt i dræn- og grundvand samt i jordvand.

Jordvandsprøver blev udtaget en gang om måneden henholdsvis 1 og 2 m.u.t. i de to profiler S1 og S2. Prøvetagningen skete via 16 sugeceller som, i grupper af 4, var placeret henholdsvis 1 og 2 m.u.t. ved S1 og S2 (se figur 2). Hver af sugecellerne var via en slange af PTFE forbundet med en prøveflaske placeret i et køleskab i et skur. Jordvand blev suget ud af jorden ved at pålægge et konstant vakuum på ca. 0,8 bar over en uge. Vandanalyserne blev udført på prøver puljet fra de 4 sugeceller i hver gruppe.



Figur 2. Oversigt over forsøgsmarken Estrup. Det inderste hvide areal er den dyrkede mark, mens det omkringliggende grå område er den omkringliggende bufferzone. Positionerne af diverse installationer er ligeledes vist på figuren. Overview of the Estrup test site. The innermost white area indicates the cultivated area while the grey area indicates the surrounding buffer zone. The positions of the various installations are indicated.

Grundvandsprøver blev udtaget en gang om måneden fra syv vertikale monitoringsboringer placeret i bufferzonen, der omgiver marken. Hver monitoringsboring består af 4 stk. 1 m

lange filtre, der tilsammen dækker de ca. 4 øverste meter af den mættede zone. Foruden de 7 vertikale boringer blev der på de lerede lokaliteter placeret horisontale boringer ca. 3,5 m.u.t., (2 stk. på Fårdrup og 1 stk. på Estrup). Hver af de horisontale boringer består af 3-5 filtersektioner af 18 m længde. Hver sektion giver således integrerede vandprøver til karakterisering af grundvandskvaliteten umiddelbart under marken, figur 2

Drænvandsprøver blev udtaget på de lerede lokaliteter ved hjælp af såvel tids- som flowproportionale prøvetagere:

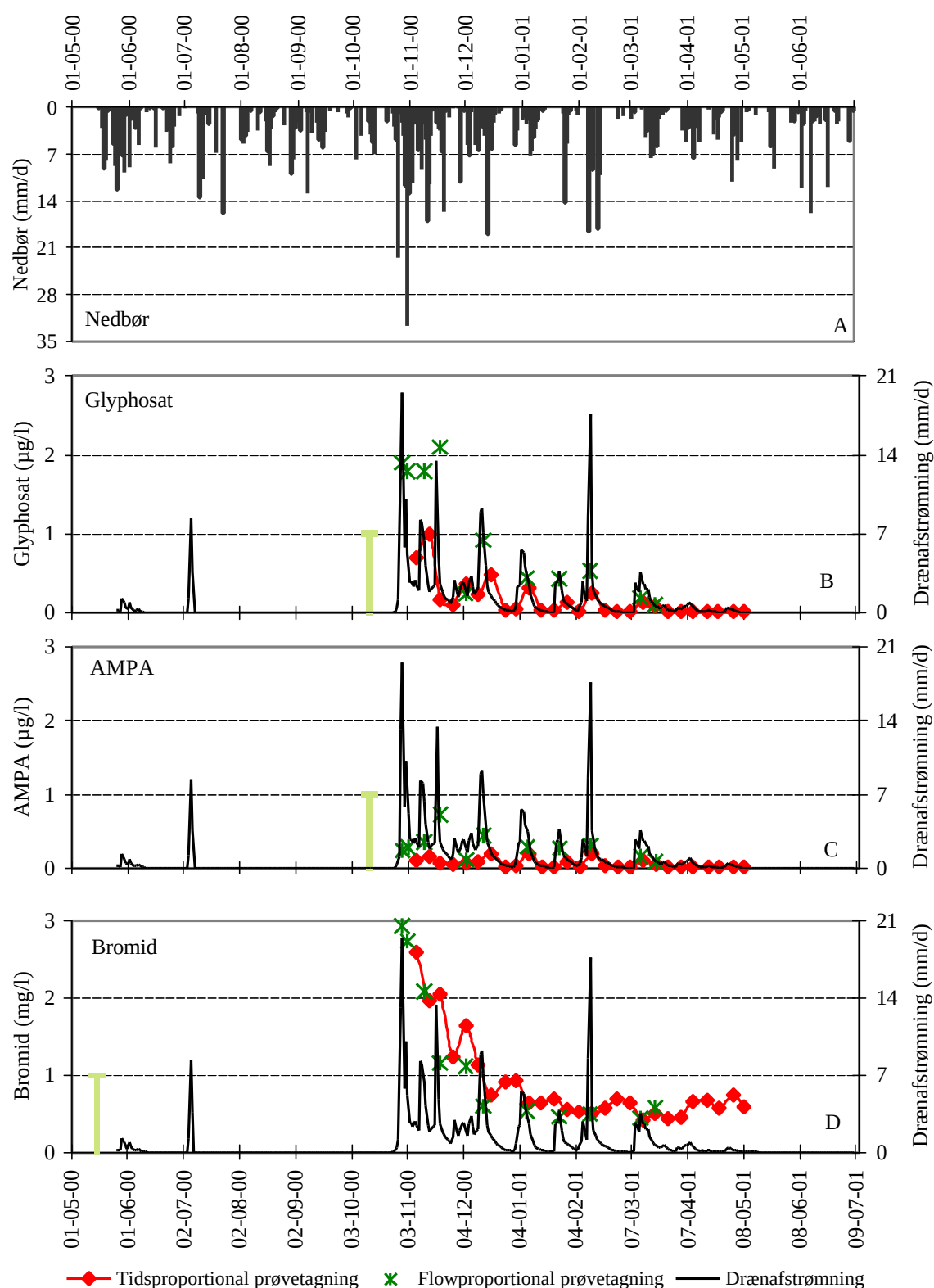
- ?? Igennem hele afstrømningsperioden udtages drænvandsprøverne proportionalt med tiden og uafhængigt af flowet – *tidsproportional prøvetagning*. Prøvetageren er udstyret med 7 kølede flasker, og prøvetagningen udføres over en periode på 7 dage, hvor der for hver time udtages en delprøve på 70 ml. Den ugentlige drænvandsanalyse udføres på en fællesprøve, der dannes ved at udtage 250 ml fra hver af de 7 dages prøver.
- ?? Ved kraftige afstrømningshændelser udtages drænvandsprøverne også proportionalt med flowet - *flowproportionale prøvetagning*. Den flowproportionale prøvetager bliver kun aktiveret ved kraftige afstrømningshændelser og prøvetagningen forløber over en periode på 1-2 dage alt afhængig af afstrømningsintensitet. Hvor tit der skal udtages en delprøve beror på afstrømningsintensitet, dog kan der maksimalt udtages 72 delprøver (af 200 ml), som er fordelt på 7 flasker. For hver afstrømningshændelse samles alt vand fra de 7 flasker i en stor prøve, som analyseres for indhold af pesticider og uorganiske ioner inklusiv bromid. Koncentrationen af stoffer i drænvandet forventes at ændre sig proportionalt med flowet. I perioder med kraftige afstrømningshændelser beregnes udvaskningen derfor på baggrund af koncentrationerne i de flowproportionale prøver, idet disse grundet prøvetagningsmåden er vægtet i forhold til afstrømningen.

Udvaskning af glyphosat ved Estrup

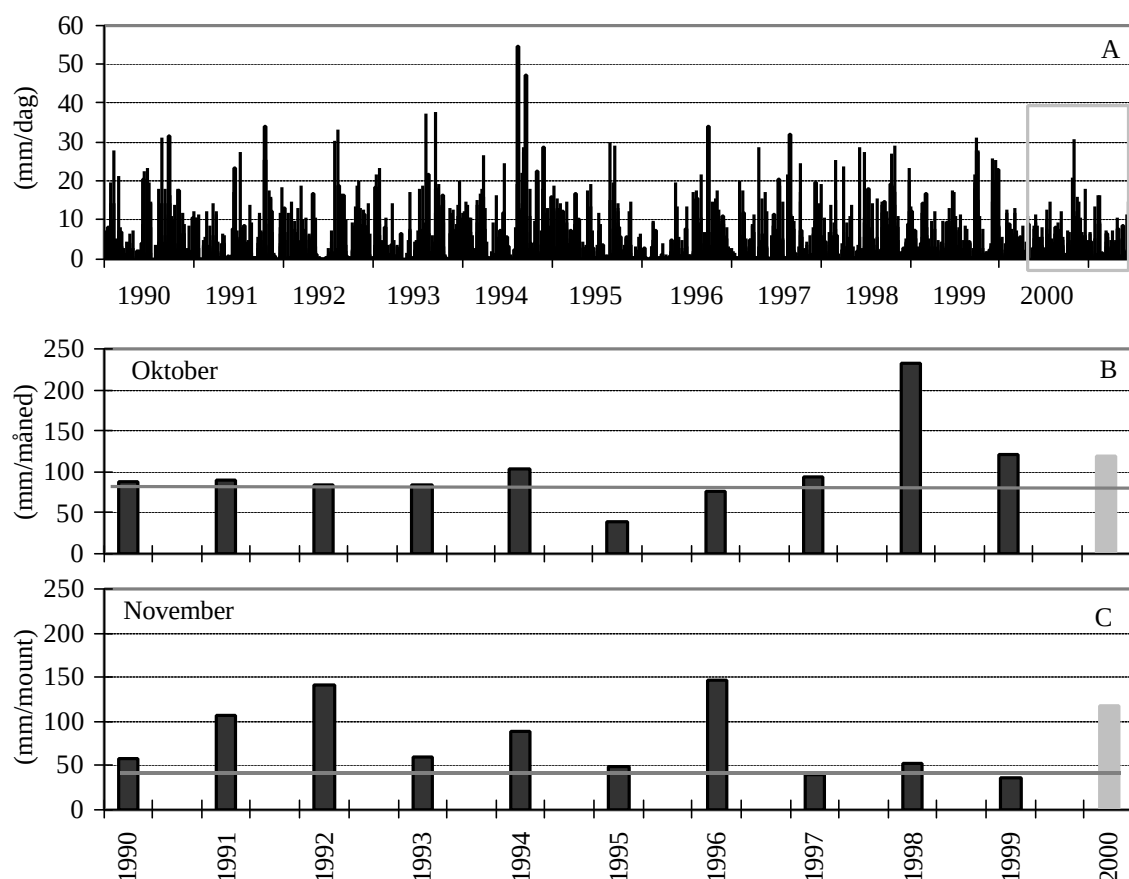
Ved Estrup blev glyphosat og metabolitten AMPA udvasket fra rodzonen i gennemsnitskoncentrationer, der langt overskred 0,1 µg/l. Udvaskningen af glyphosat var langt den største, idet gennemsnitskoncentrationen for udvaskningsperioden 2000/2001 var 0,54 µg/l, medens den gennemsnitlige koncentration af AMPA var 0,17 µg/l.

I midten af oktober 2000 blev der udsprøjtet 1,44 kg/ha glyphosat, hvilket er det maksimalt tilladte ved anvendelse af Roundup Bio. I de 10 mellemliggende dage fra sprøjtningen og frem til pløjning den 23. oktober faldt der ingen regn. Ved den første nedbørshændelse efter pløjningen kom der for alvor gang i drænvandsafstrømningen. De kraftige nedbørshændelser i oktober/november 2000 gav således anledning til en hurtig og markant udvaskning af glyphosat og AMPA, som nåede maksimale koncentrationer i drænvandet på henholdsvis 2,1 og 0,73 µg/l.

I efteråret/vinteren var AMPA- og glyphosatkoncentrationerne målt ved de kraftige nedbørshændelser (flowproportionale prøver) markant højere end i den kontinuerlige drænvandsafstrømning (tidsproportional prøver). Udvaskningen af glyphosat med de i alt 11 kraftige nedbørshændelser (flowproportionale prøver) udgjorde således 97% af den totale mængde glyphosat, der var udvasket til drænene (figur 3B).



Figur 3. Nedbør (A) samt koncentrationen af glyphosat (B), AMPA (C) og bromid (D) i drænvandet ved Estrup. Precipitation (A) together with concentration of glyphosate (B), AMPA (C) and bromide (D) in the drainage runoff at Estrup.



Figur 4. Sammenligning mellem nedbørsfordelingen i den aktuelle monitoringsperiode (markeret med gråt) og nedbøren igennem de sidste 10 år (markeret med sort). Den daglige nedbør er sammenlignet i graf A (den grå boks markerer monitoringsperiode), hvorimod den månedlige nedbør for oktober og november er sammenlignet i henholdsvis graf B og C. Data fra monitoringsperioden er markeret med gråt, og den vandrette grå linie indikerer månedsnormalen. Data fra selve monitoringsperioden er målt på marken ved Estrup, mens data for de foregående 10 år stammer fra Askov meteorologiske station 3 km fra forsøgsmarken. Comparison between the precipitation patterns of the current monitoring period (marked in grey) and that of the preceding 10 years (marked in black). The daily precipitation is compared in graph A, whereas the monthly precipitation of October and November is compared in graphs B and C respectively. Data from the monitoring period is marked in grey, and the horizontal grey line indicates the monthly normal. Data from the actual monitoring period derives from the Estrup test site, whereas data from the preceding ten years derives from the DIAS Askov meteorological station situated less than 3 km from the test site.

Den meget hurtige transport af glyphosat og AMPA til drændybde, samt det at hovedparten af glyphosat og AMPA udvaskes i forbindelse med de kraftige afstrømningshændelser, tyder på, at makroporetransport har en stor betydning for udvaskningen af disse stoffer. Det er dog vigtigt at bemærke, at der forekom en udvaskning over hele udvaskningsperioden, der strakte sig frem til maj 2001.

Udvaskningen af bromid forløb noget anderledes, idet koncentrationerne målt ved de kraftige nedbørshændelser (flowproportionale prøver) ikke var højere end i den kontinuere drænvandsafstrømning (tidsproportionale prøver) og kun udgjorde 58% af den samlede mængde bromid udvasket med drænvand (figur 3D). Denne forskel kan skyldes, at bromid blev udsprøjtet i maj, ca. 6 måneder før der forekom en egentlig netto infiltration. En stor del af den udbragte bromid vil således kunne være diffunderet ind i jordmatrisen, hvor den - alt andet lige - vil være langt mindre påvirket af makroporetransport.

De klimatiske forhold i den omtalte monitoringsperiode synes ikke at være unormale for området. Oktober og november måned var begge meget våde med flere kraftige regnhændelser på op til 30 mm/dag og med en månedlig nedbør, der oversteg normalen med 20%. Disse nedbørsfordelinger adskiller sig imidlertid ikke specielt fra, hvad der - igennem de sidste 10 år - er observeret i området (figur 4).

Glyphosat og AMPA er indtil nu ikke registreret i hverken sugeceller, horisontale- eller vertikale monitoringsfiltre. Grundvandsdannelse på Estrup er beregnet til 81 mm i det hydrologiske år 2000/2001. Dette svarer til ca. 19% af den infiltrerende vandmængde, den resterende del transporteres bort med drænene (tabel 3). Transporten under drændybde forventes at foregå væsentligt langsommere end over drændybde (Lindhardt *et al.*, 2001). Der er dog begyndende tegn på gennembrud af bromid i de horisontale filtre (3,5 m.u.t.), hvilket underbygger, at der foregår en grundvandsdannelse på arealet. Der er ikke observeret bromid i de vertikale filtre, hvorfor der ikke forventes at være nogen lateral vandtransport af betydning på arealet. At der endnu ikke er observeret glyphosat eller AMPA i de horisontale filtre kan skyldes, at sorptionen af disse stoffer, har en større betydning i de dybere jordlag end i selve rodzonen.

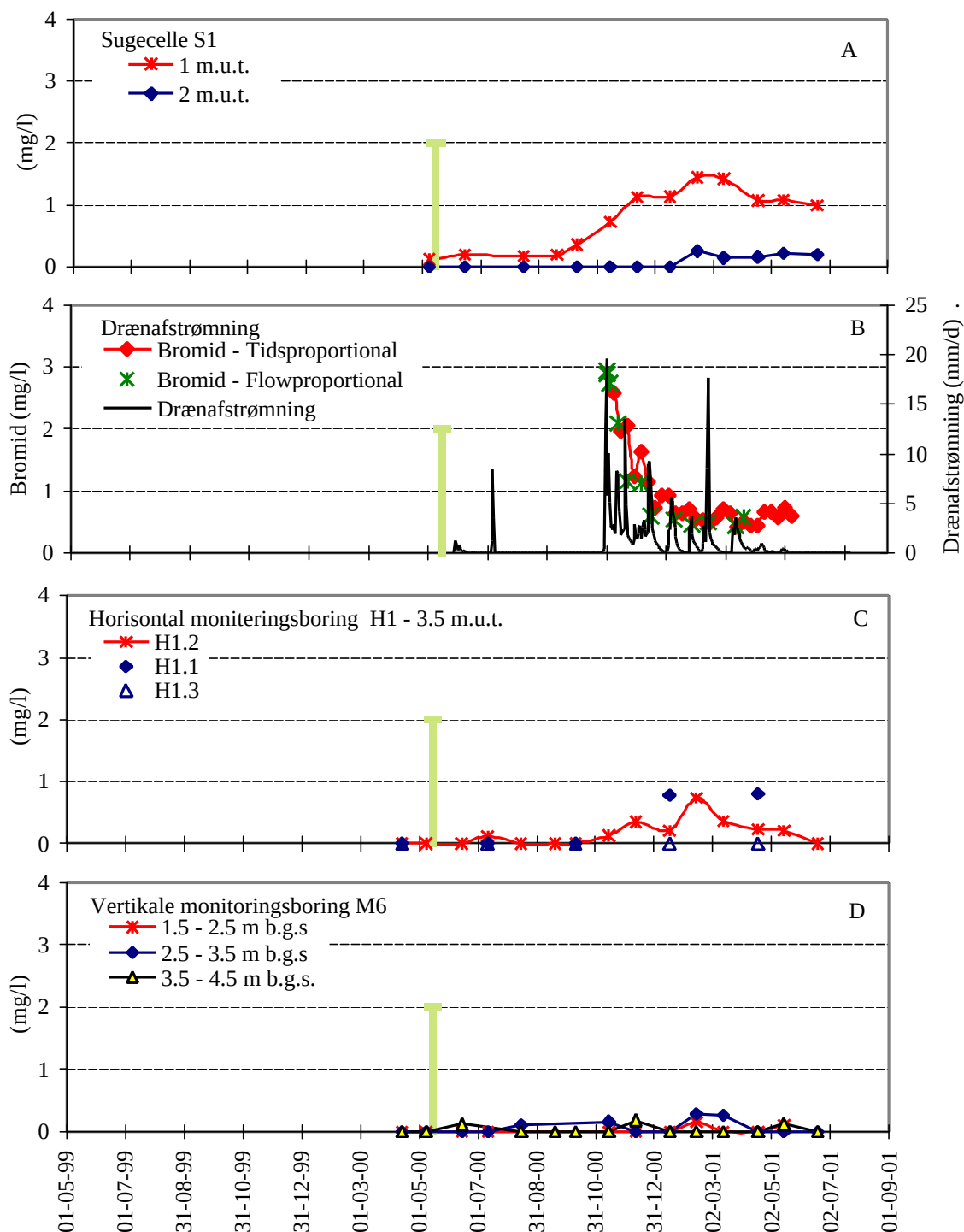
Tabel 3. Årlig vandbalance (mm/år) for de tre områder. Annual water balance (mm/y) at the three test sites.

	Normal nedbør ^{*1)} Yearly normal	Nedbør Precipitation	Vanding Irrigation	Ea ^{*2)}	Drænvandsafstrømning Drainage runoff	Grundvandsdannelse ^{*3)} Groundwater recharge
Jyndevad						
1999/2000	858	966	31	565	-	432
2000/2001	858	723	29	463	-	289
Fårdrup						
1999/2000	557	802	-	442	182	178
2000/2001	557	643	-	395	47	201
Estrup						
1999/2000	867	1079	-	437	Ikke målt	
2000/2001	867	819	-	382	356	81

^{*1)} **Normalnedbøren (normal)**, baseret på tidsserier fra 1961-1990, refererer til den nærmeste meteorologiske station; Normal values are based on time series from 1961-1990 from the nearest meteorological station.

^{*2)} **Aktuel fordampning (Ea)** er beregnet ved hjælp af modellen MACRO 4.2. (Ullum *et al.*, upublikeret); Actual evapotranspiration (Ea) is estimated by means of the model MACRO 4.2 (Ullum *et al.*, unpublished)

^{*3)} **Grundvandsdannelse = Nedbør + vanding - aktuel fordampning - drænvandsafstrømning**; Groundwater recharge = Precipitation + irrigation - evapotranspiration - drainage runoff



Figur 5. Koncentrationer af bromid målt på Estrup i henholdsvis sugecelle S1 (A) drænvand (B), horisontal boring H1 (C) og vertikale boring M6 (D). Den lodrette grå linie indikerer tidspunktet for bromidudbringningen. Bromide concentration at Estrup measured in the suction cups S1 (A), drainage runoff (B), horizontal monitoring well H1 (C) and monitoring well M6 (D). The grey vertical line indicates the date of bromide application.

At der ikke er registreret nogen udvaskning af glyphosat eller AMPA til sugecellerne kan skyldes selve prøvetagningsmetoden. Sugecellerne repræsenterer kun en lille del af arealet og

fanger primært det vand, der infiltrerer gennem jordmatrisen. Drænsystemet integrerer derimod over hele marken, og drænvandsprøverne repræsenterer det vand, der infiltrerer både gennem jordmatrisen og præferentielt gennem makroporer. Den store del af glyphosatudvaskningen, der skyldes præferentiel transport, vil derfor - alt andet lige - snarere blive opsamlet i drænvandsprøverne end i prøverne udtaget med sugecellerne.

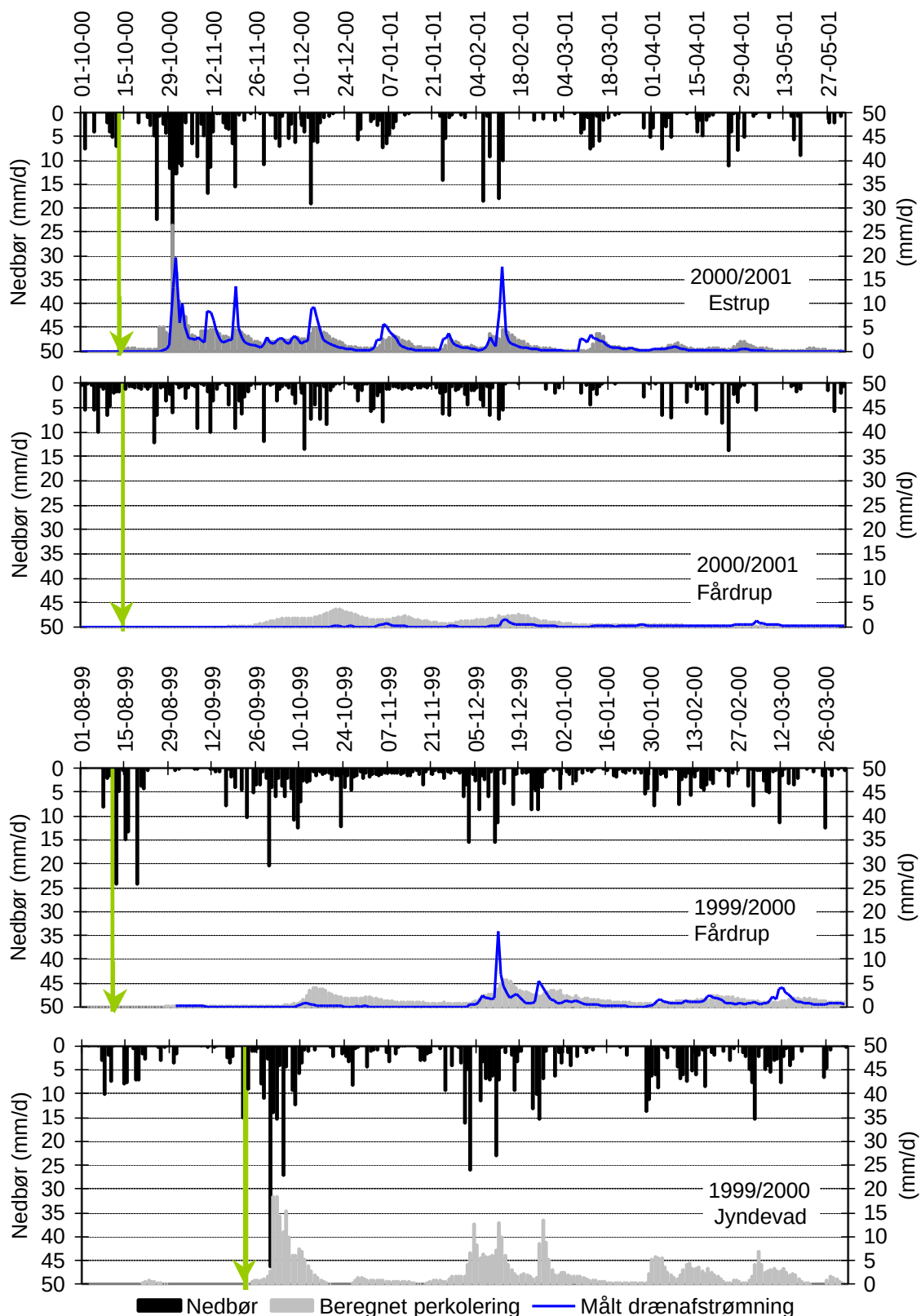
Sammenfattende syntes udvaskningen styret af en kombination af kraftig makroporestrømning kort tid efter udbringning samt en langsom, kontinuer udvaskning over længere tid. Dette peger på en relativ begrænset adsorptions- og nedbrydningskapacitet i rodzonen på Estrup set i forhold til, hvad der skulle forventes ud fra litteraturen.

Udvaskning af glyphosat ved Jynde vad og Fårdrup

Udvaskningen af såvel glyphosat som AMPA var ubetydelig ved Jynde vad og Fårdrup. Ved Jynde vad var nedbørsfordelingen i perioden efter glyphosatudbringningen ikke meget anderledes end efter udbringningen ved Estrup, figur 6. Ved Jynde vad blev der udbragt 0,8 kg/ha glyphosat i stub den 22. september. Den 5. oktober blev arealet rotorharvet, og efterfølgende blev det pløjet den 11. oktober (tabel 2). Indtil nu (efterår 2001) er der kun i tre enkelte prøver fundet AMPA og det i koncentrationer på 0,01 – 0,02 µg/l. Ingen af vandprøverne indeholdt glyphosat.

Blot 8 dage efter sprøjtningen faldt der en stor mængde nedbør, 46 mm. Oktobers nedbør var i alt 160 mm, hvilket er 67% mere end det normale. Perkoleringen, beregnet med modellen MACRO 4.2. (Ullum *et al.*, upublikeret), begyndte i starten af oktober, blot 8 dage efter glyphosatsprøjtningen, og i alt perkoleredes der 432 mm i udvaskningsperioden 1999/2000 (figur 6 og tabel 3). På Jynde vad syntes det således ikke at være tidsrummet imellem sprøjtning, nedbør og infiltrationens start, der var afgørende men snarere jordbundsforholdene. Der er tale om en grovsandet jord, hvorfor infiltreringen primært sker som matrixflow. Makroporetransport forventes ikke at forekomme på Jynde vad. Når vandet infiltrerer som matrixflow, opnås en længere opholdstid i rodzonen, langt bedre kontakt med den omkringliggende jordmatrise, og som følge heraf bliver der bedre vilkår for sorption og nedbrydningsprocesser. Hertil kommer, at stofferne på vej mod grundvandet skal passere et lag af al (Bhs horisonten). Denne al har et meget stort indhold af jern- og aluminiumoxider (Lindhardt *et al.*, 2001), og dermed en potentiel stor bindingskapacitet overfor glyphosat og AMPA, hvorved det så at sige kan virke som et filter.

På Fårdrup blev der sprøjtet med glyphosat både i august 1999 og oktober 2000 (tabel 2). I begge tilfælde var nedbørsmængderne efter sprøjtning moderate, og perkoleringen startede mere end 1,5 måned efter sprøjtning (figur 6). Når man sammenholder risikoen for udvaskning ved Fårdrup og Estrup, skal man holde nedbørsforskellene for øje. Ved Fårdrup var både nedbørsmængder og intensiteter væsentlig mindre, hvilket resulterede i mindre og mere jævn drænaftømning uden markante udsving (figur 6 og tabel 3). Dette tyder på, at infiltreringen ved Fårdrup primært er sket via jordmatrisen (matrixflow), og at der - modsat Estrup - ikke er sket markant infiltration via makroporer.



Figur 6. Nedbør, drænvandsafstrømning og beregnet perkolerings (sekundær akse) på Estrup, Fårdrup og Jydevad. Perkoleringsen er beregnet med MACRO 4.2. (Ullum *et al.*, upubliceret), og den grå pil viser tidspunktet for glyphosatsprøjtningen. Precipitation, drainage runoff and estimated percolation following the application of glyphosate at the test field. Percolation was estimated by means of Macro 4.2 (Ullum *et al.*, unpublished), and the grey arrow indicates the date of glyphosate application.

Sammendrag

Risikoen for udvaskning af glyphosat fra dyrket jord blev undersøgt under markforhold på en sandjord og to lerjorde. På to af disse var udvaskningen ubetydelig. Mulige forklaringer kan være stor adsorptionskapacitet og lang opholdstid i rodzonen med deraf følgende mulighed for nedbrydning. Resultater fra det tredje sted tyder på, at glyphosat ved regelret brug kan udvaskes fra rodzonen i koncentrationer, der overskrider 0,1 µg/l. Tabet var størst af glyphosat, som i drænvand nåede en maksimal koncentration på 2,1 µg/l og et gennemsnit på 0,54 µg/l for udvaskningsperioden 2000/2001. Nedbrydningsproduktet AMPA blev ligeledes udvasket fra rodzonen. Den maksimale koncentration var 0,73 µg/l og den gennemsnitlige 0,17 µg/l. Udvasningen syntes styret af en kombination af markant makroporeflow og begrænset adsorptions- og nedbrydningskapacitet, som gjorde det muligt for stofferne at udvaskes løbende gennem den 6 måneders lange udvaskningsperiode.

Litteratur

- Jensen JE, Jensen PK, Nielsen GC, Jørgensen LN, Nielsen ST & Paaske K. 2001. Vejledning i Planteværn 2001, Landbrugsforlaget, Århus 2001.*
- Lindhardt B, Abildtrup C, Vosgerau H, Olsen P, Torp S, Iversen BV, Jørgensen JO, Plauborg F, Rasmussen P & Gravesen P. 2001. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme: Site Characterisation and Monitoring Design, Geological Survey of Denmark and Greenland, September 2001.*

Floraændringer i danske sædskiftemarker.

En ny ukrudtsundersøgelse er begyndt

Flora changes in Danish fields. A new weed survey has begun

Christian Andreasen & Jens Carl Streibig

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Institut for Jordbrugsvidenskab

Agrovej 10

DK-2630 Tåstrup

Summary

During the last decade Danish agriculture has been subject to great changes that inevitably have caused changes in the occurrence of the weed species. The EU Common Agricultural Policy and the technological development will continuously cause changes in the crop production and gene-modified crops may be grown in Danish fields in the near future. In 2001 a weed survey in 11 important crops has begun. The aim is to obtain a representative picture of the weed flora at the beginning of the new century in order to evaluate flora changes and occurrence of species, which can outcross with gene-modified crops. The survey will be conducted in unsprayed areas of the fields. During summer 2001, 88 spring crop fields were surveyed, while survey of winter crops begins in summer 2002. A total of 495 fields are supposed to be surveyed within 4 years. The fields are selected together with farm advisers all over the country.

Indledning

Udviklingen i dansk landbrug har igennem forrige århundrede været præget af markante ændringer i arealbenyttelsen og skiftende dyrkningsmetoder. Dette har medført en hastig udvikling inden for dyrkningsteknik, gødningsforbrug og plantebeskyttelse.

I Danmark er vi i den heldige situation, at der er fra og med 1911 (Ferdinandsen, 1918) med mellemrum er foretaget vegetationsanalyser på sædskiftemarkerne. De sidste store undersøgelser er blevet foretaget i perioden 1960-1970 (Mikkelsen og Laursen, 1966; Laursen, 1967; Laursen og Haas, 1971; Haas og Streibig, 1982) og 1987-1989 (Andreasen, 1990). I perioden 1960-1970 til 1986-1989 ændrede ukrudtsfloraen sig markant (Andreasen *et al.*, 1996). Mens resultaterne af undersøgelsen i tresserne ikke entydig kunne påvise sammenhæng mellem ændringer i ukrudtsfloraen og brugen af herbicider, viste undersøgelserne i slutningen af firserne en tydelig sammenhæng mellem faldet i frekvensen af adskillige ukrudtsarter og herbicidforbruget. Sammenlignende undersøgelser viste, at forekomsten af de almindeligste ukrudtsarter generelt var faldet, og at frekvensen af arterne på den enkelte mark i gennemsnit var faldet ca. 50% i perioden. Hyppigheden af nogle arter som rød arve (*Anagallis arvensis*), mark-arve (*Arenaria serpyllifolia*), svinemælde (*Atriplex*

patula), alm. hønsetarm (*Cerastium caespitosum*), burre-snerre (*Galium aparine*), glat-vejbred (*Plantago major*) og nat-limurt (*Silene noctiflora*) faldt drastisk, formentlig på grund af intensiv kemisk ukrudtsbekæmpelse (Andreasen *et al.*, 1996).

Kendskabet til arternes udbredelse og hyppighed set over tiden har betydning for vurderingen af vores hidtidige strategier for bekæmpelse af ukrudt samt for vurderingen af fremtidige bekæmpelsesstrategier. Ofte modtager KVL henvendelser fra landbrugskonsulenter, der ønsker oplysninger om ukrudtsarters forekomst og udbredelse, og om denne er aftagende eller tiltagende. Erhvervet viser således en klar interesse i at følge ukrudtsfloraens ændringer over tid. Endvidere er kendskabet til ukrudtsarternes udbredelse og hyppighed en forudsætning for at kunne give en relevant og tidssvarende undervisning til studerende, der i fremtiden skal beskæftige sig med landbrug og det åbne land.

Der er nu gået mere end 10 år, siden den sidste undersøgelsen blev afsluttet, og denne kan derfor ikke længere antages at give et retvisende billede af floraen på landbrugsarealer, fordi landbruget gennem de seneste 10 år har gennemgået drastiske ændringer. Her kan blandt andet nævnes:

1. Iværksættelse af pesticidhandlingsplanen i 1986 med revurderingen af pesticiderne, som medførte radikale ændringer i pesticidforbruget. I raps har der i en periode ikke været godkendte herbicider, der kunne bekæmpe alvorlige ukrudtsproblemer med korsblomstrede ukrudtsarter, og mange landmænd er derfor gået over til mekanisk ukrudtsbekæmpelse.
2. Det har været muligt at reducere mængden af aktivstof pr. dyrket arealenhed med 50% over en tiårig periode, samt få reduceret behandlingshyppigheden med ca. 25%.
3. Markedsføring af nye herbicider har medført, at der i dag anvendes helt andre herbicider end tidligere, f.eks. sulfonylurea-herbicider (SU), som er langt mere potente over for ukrudtet men mindre giftige overfor faunaen og mennesker end de herbicider de erstattede. SU-herbiciderne medfører en utilsigtet selektivitet overfor visse ukrudtsarter.
4. Der har i perioden været gennemført landsdækkende braklægningsordninger, som formentlig har medvirket til at forøge artsdiversiteten på nogle arealer, men som også har medført nye problemer, som f.eks. opformering og spredning af vår- og engbrandbæger (*Senecio vernalis/jacobaea*), som i ensilage og hø kan være giftige for husdyr.
5. Økologisk jordbrug er blevet mere almindeligt og udgør i dag ca. 6% af landbrugsarealet. Biodiversiteten er ofte større på økologiske arealer.
6. Strukturudviklingen i landbruget har ført til, at bedriftsstørrelsen generelt er blevet forøget fra henholdsvis 32,5 ha i 1987 (Danmarks Statistik, 1988) til 46,8 ha i 1999 (Danmarks Statistik, 2000), en udvikling som ser ud til at fortsætte. Sammenlægninger af bedrifter medfører ofte nedlæggelse af hegn og en mere ensartet dyrkningsteknik over store arealer, hvilket kan resultere i en reduceret biodiversitet i landskabet.
7. Ligeledes har sædskiftet ændret sig. Arealet med hvede og vinterbyg er cirka fordoblet og arealet med vinterraps tredoblet. Derimod er arealet med vårraps, bælgsæd, foderroer og vårbyg faldet betydeligt (tabel 1). Arealanvendelsen er meget afhængig af

EU-tilskudsordninger og priser, og derfor kan store udsving hurtigt opstå med store landskabsændringer til følge.

Overstående ændringer er eksempler, som gør det relevant igen at få gjort status over ukrudtsfloraen.

Tabel 1. Dyrket areal af 10 vigtige landbrugsafgrøder (enhed: tusinde ha) (Danmarks Statistik, 1988; 1999). Cropped area of ten common grown crops in Denmark (unit: thousand of hectares).

Afgrøde	Areal i 1987	Areal i 2000	Analyserede marker i 2001
Crop	Area in 1987	Area in 2001	Surveyed fields in 2001
Vinterhvede^{*)}	386	627	-
Winter wheat ^{*)}			
Vinterrug^{*)}	135	55	-
Winter rye ^{*)}			
Vinterbyg^{*)}	61	148	-
Winter barley ^{*)}			
Vårbyg	881	598	15
Spring barley			
Bælgsæd	203	598	7
Pulses			
Sukkerroer	67	58	11
Sugar beets			
Foderroer	109	17	13
Fodder beets			
Majs		62	15
Maize			
Vinterraps^{*)}	36	85	-
Winter rape ^{*)}			
Vårraps	213	17	12
Spring rape			
Græs og kløver i omdrift	249	249	15
Grass and clover in rotation			

^{*)} **Undersøgelser i denne afgrøde påbegyndes i sommeren 2002.** Survey in this crop begins in summer 2002

Ændringer i fremtiden

Dansk landbrug står endnu engang overfor store ændringer i nær fremtid. Den nye pesticid-handlingsplan sigter på at reducere herbicidforbruget yderligere, hvilket formentlig vil få afgørende indflydelse på floraen i agerlandet. Den genteknologiske udvikling vil sandsynligvis medføre, at gensplejsede sorter af have- og landbrugsafgrøder vil vinde indpas i

dansk jordbrug i fremtiden. Før disse sorter udsættes, vil det være værdifuldt at få gjort status over ukrudtsfloraen for at vurdere, hvorledes disse nye gensplejsede afgrødetyper vil kunne påvirke den vilde flora i agerlandet. Undersøgelsen vil give et billede af, hvor hyppige f.eks. ager-kål (*Brassica campestris*) og vild gulerod (*Daucus carota* spp. *carota*) er; arter som henholdsvis kan krydse med de gensplejsede sorter af raps og gulerod. Det treårige stop for udsættelse af gensplejsede planter i EU vil kunne bruges til en statusundersøgelse, som vil kunne indgå i en risikovurdering af spredningsmuligheden for krydsninger og vil på længere sigt kunne bidrage til at kvantificere gensplejsede afgrødetypers påvirkning på den vilde flora, hvis de indkrydsede egenskaber får afgørende betydning for de vilde arters hyppighed.

En status over ukrudtsarternes forekomst og hyppighed i starten af det nye årtusinde vil være en værdifuld reference for vurdering af fremtidige driftsformers betydning for agerlandskabets floradiversitet. Undersøgelsen vil samtidig kunne give et godt billede af de seneste ca. 10 års driftsmæssige påvirkninger, fordi den tænkes gennemført på de samme markarealer, som blev undersøgt i 1987-1989, i den udstrækning dette er muligt. Samtidig vil undersøgelsen muliggøre sammenlignende analyser af floraændringerne gennem det sidste århundrede og forøge kendskabet til ukrudtsarternes epidemiologi.

Metodebeskrivelse

Projektet blev igangsat i marts 2001 og forventes afsluttet i 2004. Omkring 495 marker fordelt på afgrøderne i tabel 1 analyseres ved hjælp af Raunkiær's metode (Raunkiær, 1934). 15 marker pr. afgrødetype tilstræbes at blive undersøgt pr. år. Tilsvarende analysemetode er anvendt i de to sidste store floraundersøgelser, og dette muliggør en statistisk analyse af det samlede datamateriale (Andreasen *et al.*, 1996). I den udstrækning det er muligt, udføres analyserne i de samme marker, som indgik i undersøgelserne fra 1987-1989. Da det er nødvendigt at inkludere nye markarealer, vil dette ske i samarbejde med planteavlskonsulenter over hele landet. Ved hjælp af GPS-udstyr (Global Positioning System) vil det være muligt at positionsbestemme de steder, hvor floraundersøgelserne bliver foretaget med en nøjagtighed ned til ca. 1/2 m. Herved vil det være muligt at komme tilbage til stederne senere, og områderne vil derfor blive vigtige og præcise referenceområder for fremtidige floraundersøgelser. De marker, der indgik i den tidligere undersøgelse, var jævnt fordelt på Sjælland, Lolland-Falster, Fyn, Langeland og Jylland og Als, hvilket også vil være tilfældet i den nye undersøgelse. Analyserne foretages en gang i sommermånederne (juni-/juli/august afhængig af afgrøden) i forsøgspareller, hvor der er sprøjtet med herbicider. Analyserne skal udføres inden for et relativt kort tidsrum, hvor artsidentifikation er sikrest. Analyserne vil inden for hver afgrøde blive fordelt på 3 vækstsæsoner. Herved undgås, at årlige klimavariationer får uforholdsmæssig stor indflydelse på materialet. Den tidligere undersøgelse viste, at mange arters hyppighed var påvirket af årsvariation (Andreasen, 1990). Indenfor hver mark analyseres 20 prøveflader á 0,1 m² for ukrudt. Desuden undersøges et areal svarende til ca. 3 ha pr. mark. De arter, som ikke bliver observeret i analysefladerne, men som observeres på dette areal, registreres ligeledes. Der udtages jordprøver, som analyseres for relevante jordbundsfaktorer (tekstur, pH, humus, kalium, fosfor, magnesium samt total C og N indhold) for at undersøge jordbundsfaktorernes betydning for arternes

hyppighed. I 2001 blev der også analyseret 20 prøveflader á 0,1 m² for ukrudt i områder, der var blevet herbicidsprøjtet i afgrøderne fabriksroer, fodersukkerroer og majs med henblik på at undersøge forskelle i artsdiversiteten mellem sprøjtede og usprøjtede områder.

Undersøgelseernes forløb i 2001

I vinteren og foråret 2001 blev landbrugskonsulenter over hele landet kontaktet med henblik på at få identificeret nye ejerforhold og adresser på de ejendomme, der blev undersøgt i perioden 1987-1989. Dette var ofte et vanskeligt detektivarbejde, og mange landbrugskonsulenter gjorde et stort arbejde for at finde og etablere en kontakt med de nuværende ejere med henblik på at undersøge de samme arealer. Kun i få tilfælde lykkedes det at etablere tilsvarende usprøjtede arealer på den samme mark i den samme afgrødetype. Nogle landmænd var ikke længere interesserede, andre dyrkede helt andre afgrøder, og i mange tilfælde blev arealerne anvendt til helt andre formål. Det blev derfor hurtigt klart, at det var nødvendigt i stor udstrækning at undersøge helt nye arealer for at kunne opnå at få et repræsentativt billede af floraen i dag. Mange konsulenter hjalp med at finde nye landmænd, der var villige til at stille areal til rådighed for undersøgelsen.

I sommeren 2001 blev i alt 88 marker undersøgt (tabel 1), hvilket var betydeligt færre end planlagt i begyndelsen af vækstsæsonen (105). I mange tilfælde var traktorføreren alligevel kommet til at sprøjte hele marken, havde høstet ærterne, lige inden vi nåede frem, eller havde glemt at markere parceller. I nogle marker var parcelmarkeringerne ikke til at finde, og en del aftaler gik tabt på grund af, at nogle konsulenter og landmænd havde glemt aftalerne i den almindelige travlhed. Især var det vanskeligt at finde landmænd, der dyrkede fabriksroer, som ville stille areal til rådighed af frygt for at få opformeret ukrudtet i de usprøjtede parceller. Projektets budget giver desværre ikke mulighed for at give landmænd kompensation for brugt arbejdstid og udbyttetab i forbindelse etableringen af de usprøjtede parceller. Ligeledes er det ikke muligt at give landbrugskonsulenter kompensation for deres indsats. Projektets succes er derfor i høj grad afhængig af den opbakning og ”good will”, der kan opnås hos konsulenter og landmænd.

Sammendrag

Gennem de sidste ti år har dansk landbrug undergået store forandringer, som formentlig har medført ændringer i ukrudtsarternes forekomst. Landbrugspolitikken og den teknologiske udvikling vil fortsat medføre ændringer i planteproduktionen, og genmodificerede afgrøder vil måske blive dyrket i nærmeste fremtid. I 2001 blev der iværksat en ny 4-årig floraundersøgelse på danske sædskiftemarken i 11 vigtige landbrugsafgrøder. Formålet med undersøgelsen er få et repræsentativt billede af ukrudtsfloraen i begyndelsen af det nye århundrede for herigennem at beskrive og vurdere de floraændringer, der er sket ind for de sidste 10 år samt at undersøge forekomsten af arter, der forventes at kunne krydse med eventuelle fremtidige genmodificerede afgrøder. Undersøgelserne foretages i usprøjtede områder af marker. I sommeren 2001 blev 88 vårsædsmarker undersøgt, mens analyserne af vintersæd påbegyndes i sommeren 2002. Det tilstræbes at foretage analyser i alt 495 marker. Markarealerne udvælges i samarbejde med landbrugskonsulenter over hele landet.

Erkendtlighed

Vi vil gerne takke de mange landbrugskonsulenter i landbo- og husmandsforeningerne over hele landet samt konsulenter på de danske sukkerfabrikker, der i den forløbne sæson har bidraget med at finde landmænd, der ville stille arealer til rådighed for undersøgelsen. Ligeledes bringes en tak til landmændene. Vi håber, at vi i de næste sæsoner forsat kan opnå støtte hos planteavlskonsulenter og landmænd, således at vi kan opnå at få undersøgt et så stort antal marker, at undersøgelsen kan give et repræsentativt billede af ukrudtsfloraen i Danmark. Projektet er støttet af Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd.

Litteratur

- Andreasen C* 1990 Ukrudtsarternes forekomst på danske sædskiftemarker. Ph.D. afhandling, Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL.
- Andreasen C, Stryhn H & Streibig JC.* 1996. Decline of the flora in Danish arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 33, 619-626.
- Danmarks Statistik.* 1988. Landbrugsstatistik 1988.
- Danmarks Statistik.* 2000. Landbrugsstatistik 1999.
- Ferdinandsen C.* 1918. Undersøgelser over danske ukrudtsformationer på mineraljord. *Tidsskrift for Planteavl*, 629-919.
- Haas H & Streibig JC.* 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. I "Herbicide Resistance in Plant" (Eds. H.M. Lebaron & J. Gressel). pp. 57-79. John Wiley & Sons, New York.
- Laursen F.* 1967. De almindeligste ukrudtsarters forekomst i danske afgrøder med særligt henblik på fordeling efter jordbundsforhold, Lt- og pH-værdier. Licentiaafhandling, KVL, Frederiksberg, 57 sider.
- Laursen F & Haas H.* 1971. Faktorer af betydning for ukrudtsarternes forekomst i danske afgrøder. I. Livsvarighedens betydning. Fortryk af Sektion II. Vaxtodling, til NJF-kongressen, Uppsala, 29/6-2/7, 1971.
- Mikkelsen VM & Laursen F.* 1966. Markukrudt i Danmark omkring 1960. *Botanisk Tidsskrift* 62, 1-26.
- Raunkiær C.* 1934. The lifeforms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford.

Konkurrence mellem afgrøde og ukrudt om tilført husdyrgødningskvælstof

Competition between spring barley and weed for applied nitrogen in pig slurry

Jens Petersen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantevækst og Jord

Forskningscenter Foulum

DK-8830 Tjele

Summary

The experiment was performed in two spring barley fields in the organic six-course crop rotation at Foulumgaard, Denmark (56° 30' N, 9° 35' E). The preceding crops were a 2nd year clover-grass and cereal/beets, and the weed density in the spring barley was 300 and 1800 plants/m² respectively. Pig slurry was applied by hand in micro plots (30 × 40 cm) by four methods: broadspreading (incorporated with good slurry-soil contact) or injected in bands to depths of 5, 10 or 15 cm (reduced slurry-soil contact). Immediately after application, the slurry was covered with at least 1-2 cm soil to prevent ammonia volatilisation.

During the tillering and elongation phase, the spring barley and weeds were sampled six times at intervals of 5-6 days. The last sampling corresponds to about ear emergence. The effect of the application method on dry matter production and nitrogen uptake in the spring barley and the weeds was reported. In addition, the ammonia fraction of the pig slurry was enriched with isotopic labelled nitrogen. Thus, also the plant recovery of applied ammonia nitrogen in the pig slurry was calculated for the crop as well as the weeds.

Direct injection combined with placement of the slurry band in relation to the crop row influences the competition between crop and weed for applied nitrogen. The results show that the weed is a significant competitor for applied nitrogen when the slurry is broadcast and incorporated. Banding by direct injection reduces the slurry-soil contact, and the competition balance moves in favour of the crop. Thus, the crop recovery of applied nitrogen may be increased, and simultaneously the weed recovery may be reduced.

Indledning

Det er tidligere fundet, at gødningsplacering kan forbedre kornets konkurrenceevne over for ukrudt sammenlignet med bredspredning af gødningen. Der er således opnået både en udbytteforøgelse i afgrøden samtidig med, at ukrudtet er reduceret (Håkansson, 1979; Espeby, 1989; Blackshaw *et al.*, 1996; Melander *et al.*, 2001). Imidlertid synes gødningsplacering ikke at kunne stå alene som ukrudtsregulerende foranstaltning, men gødningsplacering kan være et led i en strategi, for hvorledes ukrudtsreguleringen skal gennemføres. Således fandt Rasmussen og Petersen (1997) i vårbyg en betydelig forbedring af mekanisk ukrudtsregulering ved at udføre denne i kombination med gødningsplacering. Også ved

kemisk ukrudtsregulering blev der opnået en bedre effekt ved gødningsplacering, men på grund af den generelt gode effekt af sprøjtemidler var forbedringen relativt mindre. Imidlertid foretog Rasmussen og Petersen (1997) ikke bestemmelse af kvælstofoptagelsen i afgrøde og ukrudt men pegede på, at denne burde bestemmes.

Ved tilførsel af kvælstof i såvel husdyrgødning som handelsgødning bliver kun omkring 60% af det mineralske kvælstof optaget i afgrøden, mens den resterende del immobiliseres i jorden og kun langsomt bliver tilgængelig i de følgende vækstsæsoner. Indarbejdning af husdyrgødning i hele pløjelaget giver gode muligheder for immobilisering, mens direkte nedfældning giver koncentrerede strenger med minimal kontakt til jorden, hvorved en større del af det tilførte kvælstof forbliver plantetilgængeligt (Petersen og Sørensen, 1999). Immobiliseringen forløber primært i de 2 første uger efter udbringning og er derfor tilendebragt ved vårsædens fremspiring. Der er således ikke konkurrence mellem den mikrobielle immobilisering og afgrødens kvælstofoptagelse. Uanset udbringningsmetode vil afgrøde og ukrudt derimod konkurrere om det plantetilgængelige kvælstof.

Direkte nedfældning af flydende husdyrgødning har, udover en velkendt reduktion i ammoniakfordampningen, et potentiale for både at øge plantetilgængeligheden af tilført kvælstof og dels forbedre afgrødens konkurrenceevne over for ukrudt. For en maksimal udnyttelse af disse muligheder er det imidlertid væsentligt at vide, hvorledes det tilførte kvælstof fordeler sig mellem afgrøde og ukrudt ved forskellige udbringningsmetoder. Formålet med det her omtalte forsøg har været at belyse, hvilken evne ukrudt har til at konkurrere med vårbyg om ammoniumkvælstof tilført med svinegylle.

Metodebeskrivelse

Forsøget blev i 2000 udført i mikroparceller (30 × 40 cm) med vårbyg i det økologiske kvægbrugssædskifte på Foulumgård (56° 30' N, 9° 35' E). Til hver parcel blev der tilført 191,6 g svinegylle med 4,27 mg ammonium-N/g svarende til 103 kg ammonium/ha eller 24 t gylle/ha. Ammoniumdelen blev isotopmærket ved tilsætning af en lille mængde højt beriget ammoniumsulfat. Svinegyllen blev udbragt 12. april på fire måder. Ved bredspredning blev gyllen indarbejdet i jorden og fordelt på et areal på 24 × 33 cm, mens direkte nedfældning blev foretaget i 5, 10 og 15 cm dybde. Ved direkte nedfældning var furen 4 cm bred og 33 cm lang. Alle udbringninger blev foretaget som håndarbejde, og gyllen blev tildækket med mindst 1-2 cm jord mindre end 10 minutter efter udbringning, hvorved ammoniaktab i forbindelse med udbringning blev elimineret.

Den 18. april blev parcellerne tilsået med to rækker vårbyg (*Hordeum vulgare* L. cv. Bartok, Century og Meltan i forholdet 1:1:1) parallelt med gyllestrengene. Rækkerne var 33 cm lange, svarende til længden af gyllestrengene. Rækkeafstanden var 12 cm og rækkerne blev sået således, at der var 6 cm afstand til gyllestrengen henholdsvis fordelt med 6-12-6 cm i det 24 cm brede felt i parceller med bredspredning.

Den naturlige ukrudtsflora fik lov til at spire frem, og de dominerende arter var haneagro (*Galeopsis tétrahit* L.), pileurter (*Polýgonum persicária* L. og *P. aviculára* L.), rød tvetand (*Lámium purpúreum* L.), markærenpris (*Verónica arvésis* L.) og agersennep (*Sínapis arvénsis* L.). Desuden fandtes også kløverarter som følge af frøkastning fra kløvergræsmarkerne, mens

græsukrudt derimod ikke forekom. I det økologiske kvægbrugssædsskifte indgår to vårbygmarker med forskellige forfrugter. Den ene mark havde 2. års kløvergræs som forfrugt og her fandtes knap 300 ukrudtsplanter/m², mens der fandtes omkring 1800 ukrudtsplanter/m² i marken med korn og rodfrugt som forfrugt.

Vårbyggen spirede frem 28. april, og der blev indsamlet planteprøver af både afgrøde og ukrudt den 8., 12., 18., 23., og 30. maj samt 9. juni. Ved hvert prøvetagningstidspunkt blev der høstet tre hele parceller af hvert forsøgsled i hver mark. Forsøget bestod således af i alt 144 parceller. Der blev bestemt tørstof og koncentrationen af kvælstof i tørstoffet. Desuden blev det ved isotopteknik bestemt, hvor meget af det optagne kvælstof, der stammede direkte fra ammoniumkvælstof i den tilførte svinegylle.

Resultater

Kombinationen af de seks høsttidspunkter, to marker og bestemmelse af tørstof og kvælstofoptagelse i både afgrøde og ukrudt giver mange resultater. Imidlertid vil kun udvalgte resultater blive præsenteret i tabelform, idet der fokuseres på ukrudtets optagelse af tilført kvælstof.

Afgrøde

Hverken forsøgsbehandlingerne eller forfrugten havde væsentlig indflydelse på tørstofproduktionen i strækningsfasen, men direkte nedfældning til 15 cm dybde havde dog en tendens til at give et mindre tørstofudbytte end de øvrige forsøgsled. I gennemsnit blev der høstet 6-700 g tørstof/m² ved sidste prøvetagning, som faldt omkring byggens skridning.

Forsøgsbehandlingerne havde ingen signifikant indflydelse på den samlede optagelse af kvælstof, dog med en kortvarig og forbigående tendens til, at kvælstofoptagelsen blev lidt forsinket ved direkte nedfældning til 15 cm. Derimod var forfrugten af afgørende betydning for den samlede kvælstofoptagelse. Ved sidste prøvetagningstidspunkt den 9. juni var der i marken med kløvergræs som forfrugt optaget omkring 21 g N/m², hvilket var dobbelt så meget som i marken med korn/rodfrugt som forfrugt.

Isotopmærkningen af ammoniumkvælstof i svinegyllen gjorde det muligt at bestemme, hvor stor en andel af det tilførte ammoniumkvælstof, der kunne genfindes i afgrøden. Ved bredspredning og direkte nedfældning til 5 cm fik afgrøden hurtigt fat i den tilførte gylle, mens optagelsen blev forsinket 0.5-0.75 dag for hver cm nedfældningsdybden blev forøget. Denne forsinkelse blev dog indhentet i løbet af prøvetagningsperioden, og ved sidste prøvetagningstidspunkt blev omkring 50% af det med svinegylle tilførte ammoniumkvælstof genfundet i afgrøden ved direkte nedfældning, mens genfindelsen for det bredspredte forsøgsled var lidt mindre, omkring 45%. Denne forskel på ca. 5%-point var tydelig allerede 3 uger efter fremspiring.

Ukrudt

I modsætning til afgrøderesultaterne havde forsøgsbehandlingerne indflydelse på både ukrudtets tørstofproduktion og kvælstofoptagelse. Ved bredspredning blev der ved sidste prøvetagning høstet 65-85 g ukrudtstørstof/m², mens mængden af ukrudtstørstof var mindre i

forsøgsled med direkte nedfældning, 30-50 g/m². Ved de første fem prøvetagningstidspunkter var mængden af ukrudtstørstof klart mindst i marken med kløvergræs som forfrugt og lav ukrudtstæthed, men på grund af forekomst af korsblomstret ukrudt og disses kraftige vækst var der ikke sikre forskelle mellem de to marker ved sidste prøvetagningstidspunkt.

Forskellen mellem bredspredning og direkte nedfældning forstærkedes med hensyn til den samlede kvælstofoptagelse. Således var der optaget omkring 0.8 g N/m² knap en måned efter fremspiring i forsøgsled med direkte nedfældning, mens kvælstofoptagelsen var dobbelt så stor ved bredspredning. Nedfældningsdybden havde derimod ingen indflydelse på den samlede kvælstofoptagelse i ukrudtet. Desuden havde forfrugten igen betydning for ukrudtets samlede kvælstofoptagelse.

Også genfindelsen af det med gyllen tilførte isotopmærkede kvælstof i ukrudtet blev påvirket af forsøgsbehandlingen. I begge marker var genfindelsen i ukrudtet væsentlig lavere ved direkte nedfældning end ved bredspredning (tabel 1), men effekten af nedfældningsdybden var ikke ens i de to marker. I marken med kløvergræs som forfrugt og den relativt lave ukrudtstæthed var genfindelsen upåvirket af nedfældningsdybde, mens dyb nedfældning reducerede genfindelsen yderligere i marken med korn/rodfrugt som forfrugt og den høje ukrudtstæthed.

Tabel 1. Genfindelse [%] i ukrudt af kvælstof tilført med svinegylle. Gennemsnit af de tre sidste prøvetagningstidspunkter. Weed recovery [%] of applied ¹⁵N-ammonium nitrogen. Average of samplings on May 23 and 30 and June 9.

	Højt ukrudtstæthed (forfrugt: korn/rodfrugt) High weed density (preceding crop: cereal/root crops)	Lav ukrudtstæthed (forfrugt: 2. års kløvergræs) Low weed density (preceding crop: 2 nd year clover-grass)
Bredspredt Incorporated	12,4	5,5
Direkte nedfældning, 5 cm Direct injection, 5 cm depth	4,8	1,4

Diskussion

Generelle forsøgsbetingelser

I dette forsøg blev der ikke foretaget udbyttebestemmelse. Dels blev forsøgsindsatsen koncentreret omkring den underjordiske konkurrence mellem afgrøde og ukrudt om tilført kvælstof i perioden indtil kornets skridning, og dels ville det høje ukrudtstryk på de valgte forsøgsarealer have medført konkurrence om lys og vand i løbet af kernefyldningsperioden. Det ville således ikke have været muligt at adskille placeringseffekten fra den udbyttereducerende overjordiske konkurrence. Fra tidligere undersøgelser vides, at

gødningstilførsel stabiliserer dyrkningssikkerheden, og i Landsforsøgene blev der i vårbyg opnået et merudbytte på 3 hkg/ha ved placering af handelsgødning (Skriver, 1978, 1980, 1983, 1985). Denne effekt er sammensat af dels en effekt af den direkte nedfældning (1,6 hkg/ha) og dels en placeringseffekt (1,2 hkg/ha) (Skriver, 1978). Nedfældnings- og placeringseffekten på udbyttet er meget afhængig af nedbørsforholdene i busknings- og strækningsfasen, og den er størst i sæsoner med forsommertørke (Rasmussen og Petersen, 1997; Petersen, 1999).

De valgte forsøgsarealer havde en høj ukrudtstæthed. Dette var et kriterium for udvælgelse med henblik på at opnå et ekstremt tilfælde af ukrudtskonkurrence. I praksis ville der være gennemført en ukrudtsregulering, men dette skete ikke i forsøget, idet formålet var at bestemme, hvilket potentiale ukrudtet har for at konkurrere med afgrøden om tilført kvælstof. I dette forsøg udgjorde massen af ukrudtstørstof 5-12% i forhold til afgrøden. Bestemmelse af konkurrence om tilført kvælstof ved lavere og mere moderate niveauer af ukrudt vil være vanskeligt og forbundet med stor usikkerhed, da mængden af ukrudtstørstof vil være meget lille i de første 2-3 uger efter fremspiring.

I det udførte forsøg var effekten af ukrudtstæthed og forfrugtens kvælstofvirkning koblet, og derfor kan effekterne ikke adskilles ved en statistisk analyse. Imidlertid må det antages, at ukrudtstætheden kun har begrænset indflydelse på afgrødens samlede kvælstofoptagelse, idet ukrudtet optager mindre end 1/10 af det afgrøden optager. Afgrødens samlede kvælstofoptagelse må derfor bero på eftervirkningen af forfrugten.

En af fordelene ved isotopteknik er, at det giver mulighed for at bestemme hvor meget kvælstof, der stammer direkte fra den tilførte gødning, og metoden bliver dermed ikke afhængig af jordens kvælstofforsynende evne. I dette forsøg udtrykkes to niveauer af jordens kvælstofforsynende evne ved de to forskellige forfrugter. Under antagelse om, at der ikke sker isotopfortynding ved udveksling med jordens kvælstofpuljer, kan skæbnen af det tilførte kvælstof bestemmes. Genfindelse af tilført kvælstof i ukrudtet kan derfor tilskrives ukrudtstætheden, eller rettere dens evne til at konkurrere med afgrøden om tilført kvælstof. Dette har ikke været undersøgt tidligere, og der findes således ingen international litteratur på området.

I forsøget blev der anvendt svinegylle, men med baggrund i andre forsøg, hvor gødningstyper blev sammenlignet, vurderes det, at lignende forskelle mellem forsøgsbehandlingerne også ville kunne opnås med andre gødningstyper, såvel andre typer husdyrgødning som handelsgødning.

Bredspredning kontra direkte nedfældning

Effekten af udbringningsmetoden for husdyrgødning består både af en ammoniakfordampningseffekt og en effekt af den rumlige fordeling af husdyrgødningen i jorden. I traditionelle parcelforsøg kan det være vanskeligt at adskille disse effekter, men i de udførte forsøg skete tilførslen af gylle på en sådan måde, at kvælstoftab ved ammoniakfordampning kan udelukkes. Det betyder imidlertid, at forsøgsbehandlingerne ikke direkte kan relateres til udbringningspraksis, idet forsøgsbehandlingerne alene udtrykker effekten af gødningens rumlige fordeling i jorden. Den rumlige fordeling kan igen opdeles i

en effekt af indarbejdningsgraden og en effekt af placeringen i forhold til afgrøderækken og jordoverfladen. I de udførte forsøg repræsenterer forsøgsled med bredspredt gylle en høj grad af gødning-jord kontakt, hvorved mikrobiel immobilisering får gode betingelser, mens forsøgsled med direkte nedfældning repræsenterer en lille kontaktflade. Den reducerede kontaktflade nedsætter således potentialet for immobilisering og øger plantetilgængeligheden (Petersen og Sørensen, 2000), hvilket kan forklare den højere genfindelse af tilført kvælstof i forsøgsled med direkte nedfældning sammenlignet med bredspredning. Det skal dog bemærkes, at der ikke faldt nedbør i de første fire uger efter fremspiring. Udtørring af den øverste del af pløjelaget kan således også være en medvirkende årsag til den mindre genfindelse i det bredspredte forsøgsled. Denne forsommertørke var muligvis også årsagen til, at der ikke fandtes sikre forskelle mellem forsøgsbehandlingerne med hensyn til tørstofproduktionen i afgrøden.

Hvorvidt den større plantetilgængelighed af direkte nedfældet gødning kommer afgrøden til gavn i forhold til bredspredt gødning afhænger af, i hvilken afstand gødningsstrengen ligger i forhold til kornrækken. Ligger gødningsstrengen 2-3 cm fra afgrøderækken, vil dette resultere i en hurtig kvælstofoptagelse og vækst, som kan være kraftigere end ved bredspredning. Er afstanden mellem gødningsstrengen derimod 12-15 cm, f.eks. ved 24 cm kornrækkeafstand, vil der gå en lille uge, inden rødderne finder gødningsstrengen, og indtil da vil kvælstofoptagelsen og væksten være svagere end ved bredspredning (Petersen, 2001). For at opfylde en forventning om, at direkte nedfældning af gødningen vil øge afgrødens vækst og dermed dens konkurrenceevne og evne til at modstå mekanisk ukrudtsregulering, så er det ikke uvæsentlig, at gødningsstrengen placeres tæt på afgrøderækken således, at afgrødens kvælstofoptagelse ikke forsinkes. Daglige målinger af afgrødens reflektans, der er et indirekte udtryk for biomassen, viste en kort og forbigående fordel ved direkte nedfældning. Selvom effekten ikke var permanent, så er den formentlig ikke uvæsentlig ved selektiv harvning i forbindelse med mekanisk ukrudtsregulering. Det skal dog bemærkes, at afgrødens og ukrudtets biomasse ikke kan adskilles ved reflektansmålingerne, men det vurderes bl.a. på grundlag af forholdet mellem tørstof i afgrøde og ukrudt, at afgrøden havde den største betydning for reflektansmålingerne. Hvis afstanden mellem gyllestrengen og kornrækken ikke kan styres således, at alle afgrøderækker har lige adgang til gødningsstrengen, vil det med stor sandsynlighed give en uensartet og stribet afgrøde, hvor der vil være forskelle i afgrøderækkernes konkurrenceevne og deres evne til at modstå mekanisk ukrudtsregulering. Ved bredspredning vil alle rækker derimod få lige adgang til gødningen, og afgrøden vil få en hurtig og ensartet vækst, selvom der tabes lidt til mikroorganismerne ved immobilisering.

Undersøgelse af udbringningsmetodernes betydning for afgrødens optagelse af tilført kvælstof er dog kun foretaget i systemer uden forekomst af konkurrerende ukrudt. Imidlertid vil også ukrudtsplanter kunne optage det plantetilgængelige kvælstof i tilført gødning, men dette har ikke været belyst tidligere. Resultaterne fra det gennemførte forsøg viser, at ukrudt ved visse udbringningsmetoder kan optage en ikke uvæsentlig mængde af det tilførte kvælstof. Ved udbringningsmetoder, hvor gødningen bliver indarbejdet i et stort jordvolumen, som det sker ved bredspredning, vil ukrudt kunne udgøre en væsentlig konkurrent til afgrøden om plantetilgængeligt kvælstof tilført med gødningen. Foretages direkte nedfældning i

kombination med placering, vil det imidlertid være muligt at forskyde konkurrencen om det med gødningen tilførte kvælstof mellem afgrøde og ukrudt til afgrødens fordel. Tilsvarende resultater blev fundet i forsøg udført i samme sædskifte i 1999 (Petersen og Sørensen, 2000), selv om forskellen var mindre. Dette skyldes formentlig, at der i 1999 kun blev udtaget ukrudtsplanteprøver på et tidspunkt, der lå 3 uger efter fremspiring af byggen. Uanset forfrugt og vækstsæson fandtes der tydelig forskel på ukrudtets optagelse af kvælstof tilført med gødningen, hvilket betyder, at effekten af direkte nedfældning i kombination med placering er af generel karakter, og at der uanset øvrige dyrkningsbetingelser er et potentiale i at forskyde konkurrencen mellem afgrøde og ukrudt.

Ved øverlig placering af gyllen (bredspreddning og direkte nedfældning til 5 cm dybde) nåede rødderne hurtigt hen til gødningen end ved dybere placering af den tilførte gylle. Senere i strækningsfasen blev forskellene mellem de tre nedfældningsdybder neutraliseret, og ved skridning fandtes der ingen signifikante forskelle i genfindelsen af tilført kvælstof i gylle. Tilsvarende resultater blev fundet af Petersen og Sørensen (2000). En unødigt stor nedfældningsdybde vil således blot forsinke afgrødens optagelse og dermed også gøre den mindre konkurrencedygtig i de første 1-2 uger efter fremspiring. For at hindre ammoniakfordampningen er det tilstrækkeligt, men også vigtigt, at gyllestrengen bliver dækket med 1-2 cm jord.

Der kan således opsummeres flere fordele ved direkte nedfældning i forhold til bredspreddning:

- ? Reducerer immobilisering
- ? Øger afgrødens optagelse af tilført kvælstof og vækst (ved passende placering)
- ? Reducerer ukrudtets optagelse af tilført kvælstof

Hvilken af de to sidstnævnte positive effekter, afgrødens vækst (overjordisk konkurrenceevne /modstandsdygtighed mod mekanisk ukrudtsregulering) eller udsultning af ukrudtet, der har den største relative betydning for effekten af efterfølgende ukrudtsregulering, må afhænge af de aktuelle forhold bl.a. ukrudtspopulationens tæthed og artssammensætning, samt den valgte metode for ukrudtsregulering. Det forhold, at der foreligger et potentiale for forskydningen i afgrødens og ukrudtets konkurrence om tilført kvælstof, betinger ikke nødvendigvis en øget reguleringseffekt, men ud fra en helhedsbetragtning synes det umiddelbart, at metoder, der øger afgrødens udnyttelse af den tilførte gødning, også samtidig kan bidrage til at reducere behovet for ukrudtsregulering og dermed reducere behandlingsindekset.

Selvom der her er fokuseret på fordelene, så er direkte nedfældning af gylle også forbundet med nogle ulemper, bl.a. kan gødningen ikke placeres, såfremt gødsugning og såning udføres som to selvstændige operationer, og ved sammenbygning af gyllevogn og såmaskine opnås et udstyr, der skal medbringe et stort volumen gylle, hvilket i kombination med nedfælderskær og såskær giver et stort trækraftbehov. Placering af handelsgødning i forbindelse med såning er mere oplagt på grund af det mindre volumen af gødningen, men ved en volumenreduktion af flydende husdyrgødning kan gødningskoncentrater også være potentielle gødningstyper i forbindelse med placering.

Sammendrag

I et sædskifte blev to marker med forskellig forfrugtsværdi udvalgt. Forfrugten i den ene mark var 2. års kløvergræs med knap 300 ukrudtsplanter/m², mens der fandtes omkring 1800 ukrudtsplanter/m² i marken med korn og rodfrugt som forfrugt. I småparceller (30 × 40 cm) blev svinegylle bredspredt eller nedfældet direkte til 5, 10 eller 15 cm dybde. I løbet af busknings- og strækningsperioden blev vårbyggen og ukrudtet høstet seks gange med 5-6 dages mellemrum. Udbringningsmetodernes indflydelse på tørstofproduktionen og optagelsen af kvælstof i afgrøde og ukrudt præsenteres. Svinegyllen var desuden tilsat isotopmærket kvælstof, hvorved det var muligt at beregne, hvor stor en andel af det tilførte kvælstof afgrøden henholdsvis ukrudtet havde optaget.

Udbringningsmetoden for svinegylle har indflydelse på konkurrencen mellem afgrøde og ukrudt om tilført gødningskvælstof. Resultaterne fra de udførte forsøg viser, at ved bredspredning kan ukrudtet være en ikke uvæsentlig konkurrent til afgrøden om tilført gødningskvælstof, men samtidig kan konkurrenceforholdet forskydes til afgrødens fordel ved direkte nedfældning. Således kan afgrødens optagelse øges samtidig med, at optagelsen i ukrudtet reduceres.

Erkendtlighed

Laboranterne i forskergrupperne for Organisk stof og Jordfysik og -kemi ved Afdeling for Plantevækst og Jord takkes for en ihærdig indsats, specielt i forbindelse med udbringningen af gylle og etableringen af forsøget. Projekt titlen er *Placering af husdyrgødning i økologiske vårsædsafgrøder med henblik på at fremme afgrødens konkurrenceevne overfor ukrudt* (projekt 11), der er finansieret af *Forskningsprogram til fremme af økologisk planteværn baseret på naturens egne forsvarsmekanismer*.

Litteratur

- Blackshaw RE, Semach G, Harker KN & O'Donovan JT.* 1996. *Hordeum jubatum* management in conservation cropping systems. Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Vol. 3, 993-996.
- Espeby L.* 1989. Germination of weed seeds and competition in stands of weeds and barley. Influence of mineral nutrients. Crop Production Science 6. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 156 pp.
- Håkansson S.* 1979. Grundläggande växtodlingsfrågor. II. Faktorer av betydelse för groning, etablering, konkurrens og produktion i åkerens växtbestand. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, rapport 72, 88 pp.
- Melander B, Rasmussen K, Rasmussen IA & Jørgensen MH.* 2001. Radrensning med og uden ukrudtsharvning i vintersæd om foråret i samspil med forskellige dyrkningsfaktorer. Danmarks JordbrugsForskning, 18. Danske Planteværnskonference I, DJF-rapport Markbrug nr. 40, 211-225.
- Petersen J.* 1999. Placering af gødning i kornafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning, DJF-rapport Markbrug nr. 11, 64 pp.

- Petersen J.* 2001. Recovery of ^{15}N -ammonium- ^{15}N -nitrate in spring wheat as affected by placement geometry of the fertilizer band. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 61 (3), 215-221.
- Petersen J & Sørensen P.* 2000. Gødningsplaceringens indflydelse på afgrødens vækst og kvælstofoptagelse. I: Sommer, S.G. & Eriksen, J. (Red.) *Husdyrgødning og Kompost. Næringsstofudnyttelse fra stald til mark i økologisk jordbrug*. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, FØJO-rapport nr. 7/2000, p. 83-88.
- Rasmussen K & Petersen J.* 1997. Gødningsplacerings indflydelse på mekanisk ukrudtsregulering i vårbyg. *Statens Planteavlsforsøg*. 14. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, SP-rapport nr. 7, 193-202.
- Skriver K.* 1978. Gødskning og kalkning. I: Johs. Olesen. *Oversigt over forsøg og undersøgelser i Landbo- og Husmandsforeningerne 1977*, p. 100-124.
- Skriver K.* 1980. Gødskning og kalkning. I: Johs. Olesen. *Oversigt over Landsforsøgene 1979*, p. 117-139.
- Skriver K.* 1983. Gødskning og kalkning. I: Frank Bennetzen. *Oversigt over Landsforsøgene 1982*, p. 137-165.
- Skriver K.* 1985. Gødskning og kalkning. I: Frank Bennetzen. *Oversigt over Landsforsøgene 1984*, p. 71-96.

Model til forudsigelse af ager-tidslers fremspiring på baggrund af temperaturgrader

Modelling shoot emergence of Canada thistle based on day degrees

Rikke Klith Jensen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Dave Archer & Frank Forcella

USDA-ARS

North Central Soil Conservation Research Laboratory

Morris, MN 56267

USA

Summary

One of the most serious weeds in northern temperate agricultural environments is Canada thistle. The timing of shoot emergence of weeds represents important information that enables managers to implement control operations at critical times. Shoot emergence from adventitious root buds of Canada thistle in Denmark and North Dakota (USA) was studied and compared to thermal time (growing degree days) in order to develop a predictive model. The heat sum was accumulated from seedbed preparation, and it was found that a Weibull function gave a better fit than a logistic function, especially at the lower emergence levels. Further, a Weibull function based on cumulative soil thermal time with a base temperature of 0°C explained more variation ($r^2 = 0.96$) than the same model using accumulated air temperature. It was found that 80% shoot emergence was obtained at a heat sum of 350 degree-days. Because the original data spanned years and continents, the resulting model may be sufficiently robust to have widespread utility predicting shoot emergence of Canada thistle.

Indledning

Selv om der i dag findes ganske effektive sprøjtemidler overfor ager-tidsler (*Cirsium arvense*) (Millet & Lynn, 1998; O'Donovan *et al.*, 2001), er denne blevet et stigende problem i dansk jordbrug. Dette skyldes bl.a., at der i vintersæden fortrinsvis udføres ukrudtsbekæmpelse i efteråret og at der bruges minimidler, før tidslernes fremspiring i foråret. Derved sker der over en årrække en opformering af ager-tidsler, der som et flerårigt rodukrudd med dybt placerede rødder, er vanskelig at bekæmpe over en enkelt vækstperiode. En effektiv bekæmpelse af ager-tidsler vil enten skulle udføres ved begyndelsen af ager-tidslens fremspiring, eller når

ager-tidslen har sit tørstofminimum på 7-8 bladstadiet (Donald, 1990; Dock Gustavsson, 1997). For at kunne optimere bekæmpelsestidspunktet vil det derfor være af afgørende betydning at kende mere til tidslers vækst og fremspiringstidspunkt. Flere studier har indikeret, at det er muligt at forudsige fremspiringen af rodukrudsarter på baggrund af temperaturgrader (Satorre *et al.*, 1985; Wilen *et al.*, 1996). En logistisk funktion (2) er af Donald (2000) blevet brugt til at beskrive fremspiringsforløbet af ager-tidsler i North Dakota, USA, på baggrund af lufttemperaturer. Formålet med denne artikel er dels at generalisere Donalds (2000) logistiske funktion og videreudvikle modellen til en universel model, der kan forudsige ager-tidslers fremspiring fra andre lokaliteter med forskellige klimabetingelser. Amerikanske undersøgelser har vist, at fremspiringen af enårigt ukrudt estimeres bedre på baggrund af jordtemperaturer end ved lufttemperaturer (Forcella *et al.*, 2000), og det er derfor også et formål i denne artikel at undersøge, hvorvidt jordtemperaturer kan beskrive agertidslers fremspiring bedre end ved lufttemperaturer. Modellen er udviklet i et samarbejde mellem USDA-ARS, Soils lab i Minnesota, USA og Danmarks JordbrugsForskning i Flakkebjerg.

Materiale og metoder

Amerikanske data fra litteraturen

Amerikanske fremspiringsdata blev hentet fra Donalds (2000) figurer. Disse fremspiringsdata er indsamlet fra veletableret ager-tidsselbestande igennem 1987 og 1989 på en sandblandet lerjord ved Universitetet i North Dakota ved Fargo. I begge forsøgsår blev der umiddelbar før såning udført såbedstilberedning, og i de to forsøgsår blev der sået vårhvede henholdsvis den 28. april 1987 og den 1. maj 1989. Antallet af fremspirede ager-tidsler blev talt hver 14. dag fra såtidspunktet.

Danske data fra markforsøg

Fire markforsøg blev udført i 2001 på sandblandet lerjord på en mark med en veletableret bestand af ager-tidsler ved Teknisk Skole i Slagelse. Marken blev pløjet i november, og tre af forsøgene blev sået den 16. april 2001, hvor det sidste forsøg blev sået den 2. maj 2001.

De fire forsøg bestod af 4 afgrødesystemer: a) vårbyg på 12 cm, b) vårbyg på 24 cm, c) helsæd med byg og ært på 12 cm og d) vårbyg på 24 cm rækkeafstand. I alle fire afgrødesystemer blev der i halvdelen af alle parcellerne udlagt efterafgrøde af rajgræs. Agertidslernes fremspiring blev talt 2 gange om ugen fra såtidspunktet. Der fandtes imidlertid ingen forskel på ager-tidslers fremspiring om der var efterafgrøde eller ej, og tilstedeværelsen af efterafgrøder blev derfor ikke tillagt nogen betydning for tidslernes fremspiring i modeludarbejdelsen.

Temperaturgrader

Klimadata fra forsøgsårene i North Dakota og i Danmark blev indhentet som daglige minimum og maksimum jord- og lufttemperaturer målt på vejrstationer tæt på forsøgsstederne. De akkumulerede temperaturgrader (GDD) for alle datasæt blev udregnet ved følgende formel med en basistemperatur på 0°C:

$$GDD = (T_{\max} + T_{\min}/2) - T_{\text{base}} \quad (1)$$

hvis $(T_{\max} - T_{\min}/2) < T_{\text{base}}$, så er $(T_{\max} - T_{\min}/2) = T_{\text{base}}$

hvor $T_{\max}$ er den daglige maksimumtemperatur, $T_{\min}$ er den daglige minimumtemperatur, og T_{base} er basistemperaturen.

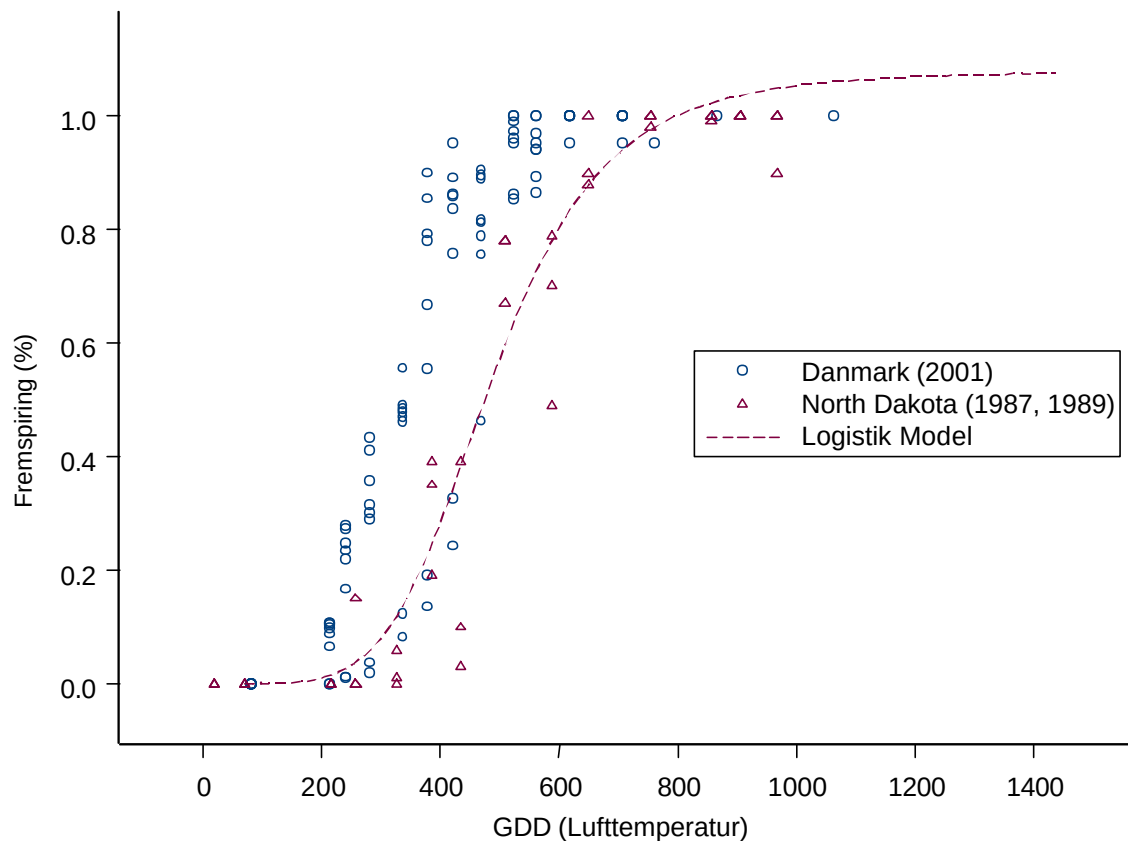
Fremspirings- og klimadata fra North Dakota (1987 og 1989) blev kombineret med fremspirings- og klimadata (2001) fra Danmark til at modificere nedenstående fremspiringsmodel udviklet af Donald (2000):

$$Y = 1.08 / (1 + (GDD_{\text{air}} / 488.344)^{-5.161}) \quad (2)$$

hvor Y = akkumuleret fremspiring af overjordiske tidselskud, GDD er lufttemperaturer akkumuleret fra den 1. april.

Resultater og diskussion

Både de danske fremspiringsdata og de amerikanske data er baseret på veletablerede tidselbestande, og fremspiringsforløbet viste sig derfor at være meget ens i de 3 datasæt. Ved brug af den logistiske model fremkommer fremspiringskurven, som er vist i figur 1 sammen med fremspiringsdata fra både Danmark og North Dakota. Her ses det, at Donalds logistiske model underestimerer fremspiringen af overjordiske skud i forhold til de danske fremspiringsdata. Forskellen i fremspiringen imellem lokaliteterne indikerer, at den 1. april måske ikke er den bedste startdato for akkumulering af temperaturgrader. Dette kan både skyldes forskellen i lokaliteternes klimatiske forhold, men også at såbedstilberedningen har en negativ effekt på fremspiringen af ager-tidsler, og at såbedstilberedningen derfor bør være starttidspunktet for akkumuleringen af temperaturgrader. Ændringen af starttidspunktet for akkumulering af temperaturgrader i alle tre datasæt gav fremspiringsforløbet et noget mere ensartet udseende, hvilket ses i figur 2. En Weibull funktion (3) blev i stedet for den logistiske funktion brugt til at beskrive fremspiringsforløbet for alle tre datasæt, eftersom det viste sig, at en Weibull funktion specielt i den tidlige fremspiring beskrev data bedre ($r^2=0.94$) end den logistiske funktion. Parameterestimaterne for Weibull funktionen og fremspiringen baseret på lufttemperaturer er angivet i figur 2.



Figur 1. Ager-tidslers fremspiring observeret i henholdsvis Danmark (2001) og North Dakota (1987, 1989), samt den predikterede kurve for ager-tidslers fremspiring baseret på lufttemperaturer akkumuleret fra den 1. april. Observed Canada thistle shoot emergence from Denmark (2001) and North Dakota (1987, 1989) and predicted estimates of shoot emergence based on air temperature accumulated from April 1.

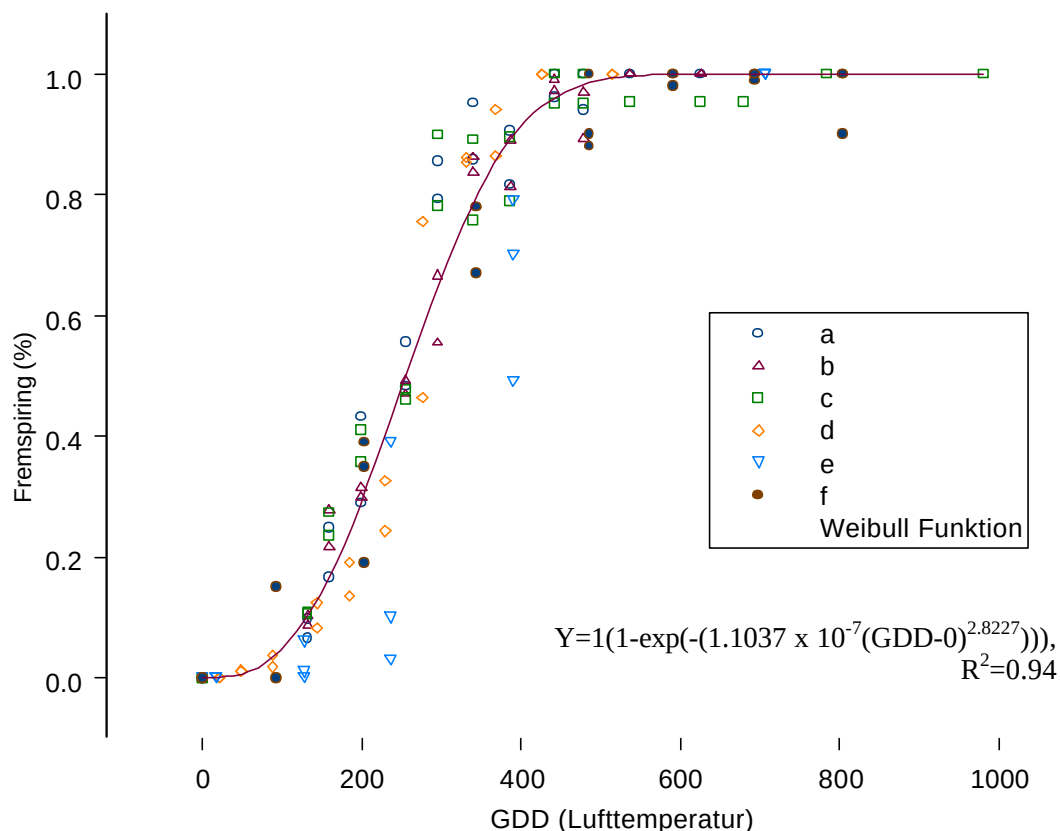
Weibull funktionen er givet ved:

$$Y = d[1 - \exp(-(k(GDD - z))^c)] \quad (3)$$

hvor Y = akkumuleret fremspiring på baggrund af temperatursummen GDD , d er asymptoten, som estimerer det totale antal af skud, z er tiden fra såtidspunkt til de første overjordiske skud er synlige, k er en fremspiringsrate, og c er en parameter, der former kurven.

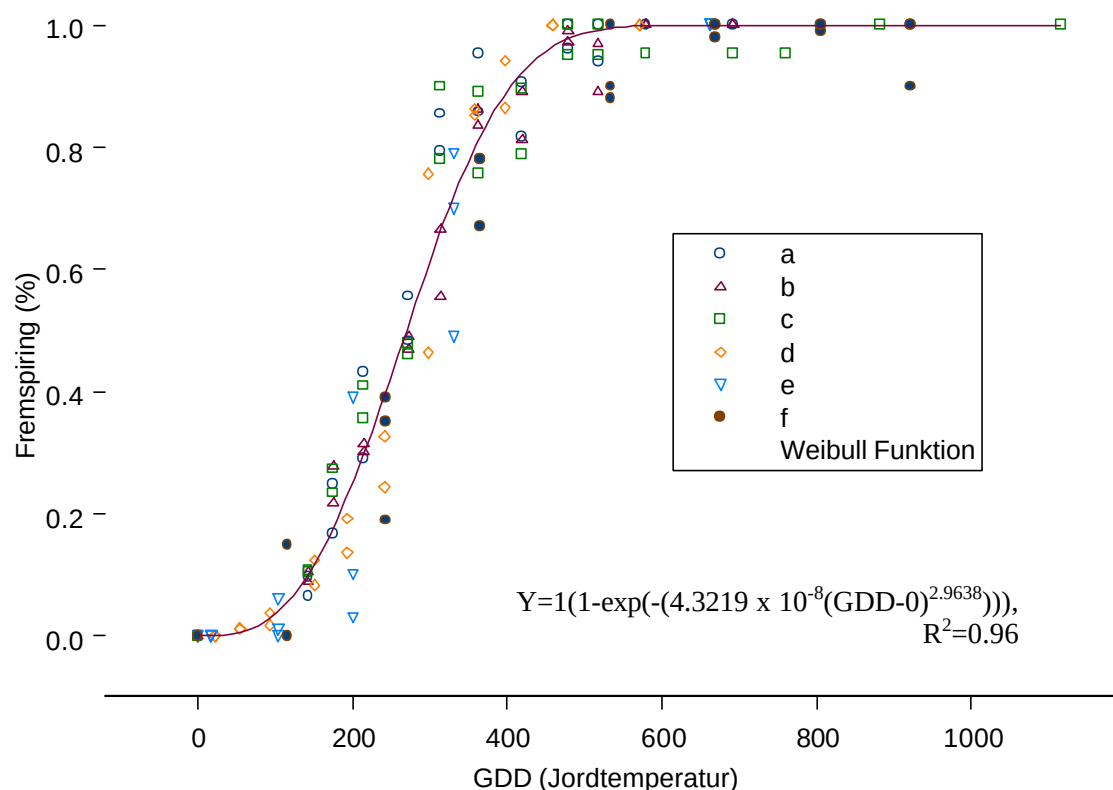
Der fandtes ingen signifikant forskel på den akkumuleret fremspiring i de fire danske afgrødesystemer ($p < 0.01$). Ligesom der heller ikke fandtes nogen forskel på fremspiringen imellem lokaliteterne (North Dakota og Danmark) eller mellem forsøgsårene (1987, 1989,

2001). Det viste sig, at fremspiringsdata kunne beskrives ved hjælp af lufttemperaturer ($r^2 = 0,94$), men at brug af jordtemperaturer gav en endnu bedre beskrivelse af fremspiringsdata fra både Danmark og North Dakota ($r^2=0.96$). Parameterestimerne for Weibull funktionen og fremspiringen baseret på jordtemperaturer (i 10 cm dybde) er angivet i figur 3.



Figur 2. Sammenhængen mellem observeret fremspiring af ager-tidsler fra fire afgrødesystemer i Danmark (a=byg på 12 cm rækkeafstand; b=byg på 24 cm rækkeafstand; c=byg- og ærtehelsæd på 12 cm rækkeafstand; d=byg på 24 cm rækkeafstand), to datasæt fra North Dakota (e=1987, f=1989) og Weibull modellens predikterede fremspiring baseret på lufttemperaturer akkumuleret fra såbedstilberedningstidspunktet. Relationship between observed shoot emergence of Canada thistle from the four cropping systems in Denmark (a=barley, 12 cm row spacing; b=barley, 24 cm row spacing; c=barley/peas, 12 cm row spacing; d=barley, 24 cm row spacing), the two data sets in North Dakota (e=1987, f=1989), and the Weibull model predicting shoot emergence based on air temperature.

Det ses i figur 3, at 20% af den totale fremspiring er nået mellem 150 og 200 GDD, og at 80% af den totale fremspiring er nået ved 350 GDD akkumuleret fra såbedstilberedningstidspunktet.



Figur 3. Sammenhængen mellem observeret fremspiring af ager-tidsler fra fire afgrødesystemer i Danmark (a=byg på 12 cm rækkeafstand; b=byg på 24 cm rækkeafstand; c=byg- og ærtehelsæd på 12 cm rækkeafstand; d=byg på 24 cm rækkeafstand), to datasæt fra North Dakota (e=1987, f=1989) og Weibull modellens predikterede fremspiring baseret på jordtemperaturer akkumuleret fra såbedstilberedningstidspunktet. Relationship between observed shoot emergence of Canada thistle from the four cropping systems in Denmark (a=barley, 12 cm row spacing; b=barley, 24 cm row spacing; c=barley/peas, 12 cm row spacing; d=barley, 24 cm row spacing), the two data sets in North Dakota (e=1987, f=1989), and the Weibull model predicting shoot emergence based on soil temperature.

Det vil sige, at det i praksis vil være muligt at akkumulere GDD på baggrund af jordtemperaturer fra såtidspunkt og derved kunne forudsige tidspunktet for eksempelvis 80% af ager-tidslernes fremspiring. Modellen tager således højde for et koldt forår og vil derved kunne sikre et optimalt bekæmpelsestidspunkt i forhold til tidslernes fremspiring. Modellen har dog den begrænsning, at den er udviklet på baggrund af veletableret tidselfbestande og er således begrænset til kun at kunne forudsige fremspiringen på veletableret tidselfkolonier uden

forudgående bekæmpelse. Jordtemperaturerne, der er brugt til at udvikle modellens parametre, er desuden målt under græsdække og ikke under bar jord, hvilket formentligt giver usikre parametre i sammenligning med temperaturer fra pløjet jord. Men set i forhold til at modellen er udviklet på baggrund af fremspiringsdata på tværs af forsøgsår og kontinenter med forskellige klimaforhold, så forventes det, at modellen giver en rimelig sikker forudsigelse af ager-tidslers fremspiring.

Sammendrag

Ager-tidslers fremspiringstidspunkt indeholder vigtige informationer i forhold til en optimering af bekæmpelsestidspunktet. En effektiv bekæmpelse af ager-tidslers er specielt vigtig i forhold til, at tidslers er et rodukruddt, der kun vanskeligt lader sig bekæmpe. Ved sammenligning af fremspirings- og klimadata fra både Danmark og USA er der udviklet en model, der kan forudsige ager-tidslers fremspiring på baggrund af temperatursummer. Sammenligning af data viste, at temperatursummen bør akkumuleres fra såbedstilberedningsdatoen, eftersom denne behandling har en negativ effekt på fremspiringstidspunktet. En Weibull funktion viste sig at kunne beskrive fremspiringsdata bedre, specielt i det tidlige fremspiringstidspunkt, end en logistisk funktion. Ved sammenligning af akkumulerede temperaturer beskrev jordtemperaturer data bedre end lufttemperaturer.

Litteratur

- Dock Gustavsson A. 1997. Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. Weed Research, 37, 229-236.
- Donald WW. 1990. Management and Control of Canada Thistle (*Cirsium arvense*). Reviews of Weed Science. 5:193-250.
- Donald WW. 2000. A degree-day model of *Cirsium arvense* shoot emergence from adventitious root buds in spring. Weed Science. 48:333-341.
- Forcella F, Arnold RLB, Sanchez R & Ghera CM. 2000. Modelling seedling emergence. Field Crops Research. 67:123-139.
- Håkansson S 1982. Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. Biology and Ecology of Weeds. (Eds. W. Holzner and M. Numata), The Hague: Junk Publ.
- Miller BR & Lym RG. 1998. Using the rosette technique for Canada thistle (*Cirsium arvense*) control in row crops. Weed Technol. 12: 699-706.
- O'Donovan JT, Blackshaw RE, Harker KN, McAndrew DW & Clayton GW. 2001. Canada thistle (*Cirsium arvense*) management in canola (*Brassica rapa*) and barley (*Hordeum vulgare*) rotations under zero tillage. Can. J. Plant Sci. 81: 183-190.
- Satorre EH, Ghera CM & Pataro AM. 1985. Prediction of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Rhizome sprout emergence in relation to air temperature. Weed res. 25: 103-109.
- Wilén CA, Holt JS & McCloskey WB. 1996. Predicting yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) emergence using degree-day models. Weed Sci. 44: 821-829.

Grå bynke (*Artemisia vulgaris* L.) - udbredelse, problemer og bekæmpelse belyst ved interviewundersøgelse

Mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) - occurrence, problems and control options illustrated by interviewing Danish farmers

Vibe Skov, Gitte Rasmussen & Karsten Rasmussen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Egon Noe

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Jordbrugssystemer

Forskningscenter Foulum

DK-8830 Tjele

Summary

A total of fourteen Danish farmers have been interviewed at their farms in the summer 2001 with the objective of collecting information about Mugwort (*Artemisia vulgaris* L.). All the farmers have had problems with Mugwort for a longer or shorter period. Mugwort has over the last 10 years become a bigger problem in Danish agriculture, and only little information about this weed is available.

Mugwort is found to be spread by seeds as well as vegetatively. Dispersal of Mugwort into the fields occurs in most cases by seeds coming from plants in hedges. Mugwort is particularly found on the sandy soils of the western part of Jutland. Usually farmers specialised in plant and pig production have bigger problems with Mugwort than cattlebreeders because their crop rotations are in favour of the weed. Row crops like beet, maize and potatoes promote the growth and spread of Mugwort in the early part of the season owing to little or moderate competition from those crops in contrast to cereals where crop competition is much higher. The main reason why Mugwort had been an increasing problem is the ban against use of phenoxyalkanoic acids introduced in Denmark in 1997. Also reduced stubble tillage in the last decade in many farms could be part of the reason to severe problems with Mugwort in some fields. Glyphosate seems to be the most effective herbicide against Mugwort.

Indledning

Grå bynke (*Artemisia vulgaris* L.) er gennem de seneste 10 år blevet et større og større problem i dansk planteavl. Problemet er især øget markant sidst i 1990'erne. Tidligere var grå

bynke sjældent af betydning som ukrudtsplante på dyrket jord men optrådte primært i vejrabatter og hegn samt på udyrkede arealer.

Grå bynke er en flerårig, kraftig plante, der kan blive op til 2 meter høj. Den spredes både via frø og via vegetative formeringsorganer. Den vegetative formering foregår primært via underjordiske stængler, sjældent via overjordiske stængelstykker og aldrig via rødder. De underjordiske stængler ligger lige under jordoverfladen og ned i en dybde af cirka 10 cm i jorden (Bingham, 1965; Pridham, 1963), hvor de tjener som oplagringsorganer for næring til nye skud.

I litteraturen er der kun få oplysninger at hente om grå bynke, og i Danmark er der kun udført få forsøg med bekæmpelse af dette rod ukrudt. Den eksisterende viden om grå bynke er derfor meget begrænset, og problemets stigende betydning taget i betragtning, er det nødvendigt at igangsætte nye tiltag, der kan forbedre mulighederne for at regulere grå bynke. Formålet med nærværende undersøgelse er på denne baggrund at gennemføre en detaljeret undersøgelse, der kan afdække problemets omfang og konsekvenser i praksis samt klarlægge mulige bekæmpelsesforanstaltninger.

I undersøgelsen er landmænd, der har haft problemer med grå bynke i en kortere eller længere periode, blevet interviewet. Landmændene har bidraget med værdifulde oplysninger om deres praktiske erfaringer. I forhold til de få undersøgelser, der tidligere har været udført i Danmark med grå bynke, giver denne undersøgelse en bedre forståelse for hvilke problemer, der er og kan opstå med denne ukrudtsart over en længere årrække.

Materiale og metodebeskrivelse

I sommeren 2001 er gennemført en interviewundersøgelse af 12 konventionelle og 2 økologiske landmænd på deres bedrifter. Indledningsvis blev planteavlskonsulenter fra alle landets landbo- og husmandsforeninger interviewet pr. telefon med henblik på at få et overblik over deres viden om grå bynke som ukrudtsproblem. Endvidere blev der ved planteavlskonsulenternes hjælp fundet frem til cirka 80 landmænd, der har problemer med grå bynke, og som kunne have en interesse i at deltage i undersøgelsen. Der var mange landmænd med problemer fra Jylland og Fyn, færre fra Sjælland og næsten ingen fra Lolland, Falster og Bornholm. Holdningen til undersøgelsen var generelt positiv blandt de adspurgte landmænd. Det var kun forholdsvis få landmænd, der ikke ønskede at deltage i undersøgelsen. Endvidere tilmeldte enkelte landmænd sig selv til undersøgelsen efter annoncering i landbrugsfaglige blade.

Da det som tidligere beskrevet er målet at udføre en detaljeret undersøgelse, udformes denne som en bedriftsorienteret strategi. En bedriftsorienteret strategi giver en forståelse for problemerne på den enkelte bedrift men er samtidig en tidskrævende strategi. Derfor udvælges kun få landmænd, hvilket giver mulighed for at lave en omfattende undersøgelse og karakteristik af den enkelte bedrift.

Landmændene blev udvalgt efter de karakteristika, der er opstillet i tabel 1. Gennem planteavlskonsulenterne var det muligt at få oplysninger om de nævnte karakteristika for alle 80 landmænd, mens yderligere oplysninger ikke var mulige at få uden henvendelse til landmændene selv, hvilket ville være for tidskrævende. Landmændene blev udvalgt således, at materialet blev så heterogent som muligt med hensyn til de valgte karakteristika. Landmænd uden problemer med grå bynke blev ikke taget med i undersøgelsen, da det ville

øge tidsforbruget udover, hvad der var muligt. For at få den bedst mulige forståelse for de problemer, der er med grå bynke på den enkelte bedrift, blev interviewet udført på bedriften.

Tabel 1. Karakteristika for de udvalgte bedrifter. Characteristics of the selected farms.

Bedrift num- mer	Geogra- fisk placering	Bedrifts- type	Be- drifts- stør- relse	Kon- ven- tionel	Øko- Log	Hovedaf- grøder ¹	Redu- ceret	Problemets- varighed i	Problemets- størrelse
Farm number	Geogra- phical location	Farm type	Farm size	Con- ven- tional	Organic farm	Main crops	Jordbear- bejdning	Duration of problem in years	Size of problem
1	Sjælland	Svineavl	80	x		Korn/roer		2-5	Stort
2	Jylland	Planteavl	90	x		Korn/roer		2-5	Stort
3	Jylland	Planteavl	200	x		Vintersæd/ kartofler		6-10	Stort
4	Fyn	Planteavl	150		x	Korn/ grøntsager		6-10	Stort
5	Fyn	Kvæg og svin	70	x		Korn		2-5	Mindre
6	Fyn	Planteavl	20	x		Korn/roer		2-5	Mindre
7	Jylland	Svineavl	80	x		Korn/kartofler		6-10	Stort
8	Jylland	Kvægavl	150		x	Vårsæd/majs/ kart.		2-5	Stort
9	Jylland	Kvægavl	200	x		Vårsæd/majs		6-10	Mindre
10	Jylland	Kvægavl	100	x		Korn		2-5	Mindre
11	Jylland	Svineavl	200	x		Vårsæd/ kartofler		11-15	Stort
12	Jylland	Svineavl	60	x		Vårsæd/ kartofler		11-15	Mindre
13	Sjælland	Svineavl	130	x		Korn/roer	x	2-5	Stort
14	Sjælland	Fede- kvæg	260	x		Korn	x	6-10	Mindre

¹Korn står for både vår- og vintersæd.

Til selve interviewet var afsat omkring 2 timer pr. landmand. ½-1 time blev benyttet til besigtigelse af grå bynke i den/de marker med problemer, mens de resterende 1-1½ time blev brugt indendørs til at stille de planlagte spørgsmål og få en samtale med landmanden. De fleste af de emner, der blev gennemgået under interviewet, fremgår af tabel 2 og 3. Under samtalen blev så vidt muligt brugt diktafon. Alle landmænd er siden blevet kontaktet igen pr. telefon, da nogle af oplysningerne var så interessante, at disse krævede yderligere undersøgelse.

Alle relevante oplysninger fra hvert interview er samlet i én rapport pr. landmand. Endvidere er givet forslag til hvilke strategier, det vil være oplagt at tage i brug på den enkelte bedrift for at få reduceret og i bedste fald elimineret bynkeproblemet. Rapporterne er på 4-10 sider pr. stk.

Tabel 2. Beskrivelse af den generelle gennemgang af bedriften. Description of the general investigation of the farm.

Bedrift nummer Farm number	Gødning Fertilizer	Jordbearbejdning Tillage	Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse Non-chemical weed control	Skift fra hormon² til minimidler i korn Switch from phenoxyalkanoic acids to sulfonylureas in cereals
1	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver aldrig	Lugning af rodukrudd	Overtager først marken med problemer efter 1997 ³
2	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver engang imellem	Lugning af rodukrudd	1997
3	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver engang imellem	Ingen	1993
4	Husdyr	Pløjning hvert år Stubharver efter behov	Lugning af rodukrudd, radrensning, strigling	Er økolog
5	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver aldrig	Ingen	Overtager først marken med problemer efter 1997 ³
6	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver efter behov	Lugning af rodukrudd radrensning	1997
7	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver aldrig	Ingen	1991
8	Husdyr	Pløjning hvert år Stubharver efter behov	Lugning af rodukrudd, radrensning, strigling	Er økolog
9	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver sjældent	Ingen	1991
10	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver aldrig	Ingen	Overtager først marken med problemer efter 1997 ³
11	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver aldrig	Ingen	Bruger en kombination fra 1991 til 1997
12	Handels og husdyr	Pløjning hvert år Stubharver sjældent	Ingen	1991
13	Handels og husdyr	Reduceret jordbearbejdning ¹	Ingen	Først i 1990'erne
14	Handels og husdyr	Reduceret jordbearbejdning ¹	Ingen	Overtager først marken med problemer efter 1997 ³

¹Markerne stubharves om efteråret

² I 1997 bliver de fleste hormonmidler i korn forbudt

³ Der er ikke kendskab til, hvad tidligere ejer har brugt af sprøjtemidler på markerne

I denne artikel er resultaterne fra rapporterne opsummeret og diskuteret på tværs af bedrifter og illustreret ved hjælp af tabeller og figurer. Alle resultaterne er indeholdt i tabel 1, 2 og 3. I tabel 2 ses resultater fra behandlinger, der udføres på alle marker på bedrifterne, mens det kun er resultater fra problemmarkerne, der er taget i betragtning i tabel 3. De vigtigste resultater er beskrevet kortfattet i en konklusion.

Resultater og diskussion

Generelt var landmændene meget informative og havde brugbare notater over hvad og hvilke behandlinger, der var udført i markerne. To af landmændene havde desværre ikke tid til samtale indendørs, hvorved en del oplysninger gik tabt. Da der ikke umiddelbart var væsentlig forskel i brug af handels- og husdyrgødning mellem bedrifter, er denne faktor ikke taget i betragtning (tabel 2). Mængde og type af gødning er ikke nærmere undersøgt.

Jordbonitet

I tabel 3 ses, at på 13 ud af 14 bedrifter er grå bynke kun udbredt på de sandede jorde med en jordbonitet på 1-4. Dette understøttes af, at der på 9 af de 12 bedrifter også findes marker med mere lerholdige jordtyper med en jordbonitet på 5-8, men på disse jorde er der ingen problemer med grå bynke. På bedrift 5, 6 og 14 har problemmarkerne overvejende en jordbonitet på omkring 6, men grå bynke er kun udbredt i pletter med en jordbonitet på 3-4. Nilsson & Hallgren (1993), Stalter (1984) og Schuman & Howard (1978) angiver også, at bynker er tilpasset til lette og tørre jorde. Afgrødernes konkurrenceevne over for grå bynke er generelt bedre på de sværere jordtyper end på de lettere, fordi den gode jord betinger en bedre afgrødevækst. Der ses en vis sammenhæng mellem jordtype og varighed af problem (sammenhold tabel 1 og 3). På bedrifter, hvor grå bynke har været et problem i 5 år og derunder, er jordboniteten overvejende 3-4, mens de 4 bedrifter med en jordbonitet på 1-3 alle har haft problemer i mindst 6 år. En væsentlig årsag er som ovenover beskrevet, at grå bynke klarer sig godt på lette jorde. Af andre årsager kan nævnes, at på 3 ud af de 4 bedrifter med sandjord går der mellem 4-6 år, før bekæmpelse iværksættes, hvilket betyder, at problemet bliver sværere at få under kontrol. Ligeledes er kartoffeldyrkning udbredt på disse jorde, hvilket er stærkt medvirkende til, at grå bynke er svær at bekæmpe.

Hegn og småbiotoper

På alle bedrifter ses både frø- og vegetativt formerede grå bynke i markerne med de vegetativt formerede, som de mest dominerende (tabel 3). I litteraturen er der divergerende opfattelser af den primære formeringsmetode. Ifølge Inderjit & Foy (1999) og Frederiksen *et al.* (1950) er frøformering dominerende, mens Bing (1983) og Bingham (1965) angiver, at vegetativ formering er dominerende. I løbet af frøplantens første leveår dannes vegetative formeringsorganer. Det er kun planter fra vegetative formeringsorganer, der opnår den store og kraftige vækst og dermed er af økonomisk betydning (Melanders, 1998). Grå bynke kaster frø fra omkring sidst i juli og til hen på vinteren (Frederiksen *et al.*, 1950), og da frøene kan overleve i jorden i op til 10 år (Prach, 1992), er frøformering med til at øge problemet især i konkurrencesvage rækkeafgrøder som kartofler, majs og roer.

Tabel 3. Analyse og beskrivelse af problemmarker på bedrifterne. Study and description of fields with problems.

Bedrift nummer Farm number	Jord-bonitet JB Soil type	Frø- eller vegetativ formering ² Seed or vegetative propagation	Udbredelse i marken ² Distribution in the field	Hovedårsag til problemets opståen ² Main reason for the origin of the problem	Kilde til bynke-problem ² Source of the problem	Kemisk bekæmpelse ⁴ Chemical control	Indsats mod problem ⁵ Effort against the problem	År fra bynker opdages til bekæmpelse påbegyndes ⁶ Detection of Mugwort to beginning of control in years	Problemets ændring gennem årene ⁶ Change of the problem over the years
1	2-4	Begge	Halvdelen af marken	Tidligere ejers dårlige markpasning	Vides ikke	Express, MCPA, Roundup, Matrigon	Høj	0	Aftaget
2	3-4	Begge	Kant-problem	Stop med hormonmidler og faldende intensitet af stubharvning	Levende hegn ³	Express, MCPA, Roundup	Middel	3	Øget
3	2	Begge	Kant-problem	Stop med hormonmidler og faldende intensitet af stubharvning	Levende hegn	Express, Roundup	Middel	Vides ikke	Øget
4	10	Overvejende vegetativ	Hele marken	Tidligere ejers dårlige markpasning	Vides ikke	Ingen	Høj	0	Elimineret
5	4-7 ¹	Begge	Kant-problem	Vides ikke	Levende hegn	Express, MCPA, Roundup	Høj	0	Aftaget
6	6 ¹	Begge	Kant-problem	Stop med hormonmidler	Levende hegn	Express, MCPA	Høj	0	Øget
7	1-3	Begge	Halvdelen af marken	Stop med hormonmidler og harvning	Levende hegn	Express, MCPA, Roundup	Høj	4	Aftaget
8	3-4	Overvejende vegetativ	Hele marken	Tidligere ejers dårlige markpasning	Levende hegn	Ingen	Høj	4	Aftaget
9	3-4	Overvejende frøplanter	Hele marken	Vinddrift	Levende hegn	Express, Roundup	Høj	2	Elimineret
10	3-4	Begge	Halvdelen af marken	Brak	Vides ikke	Express, MCPA, Roundup	Middel	2	Øget
11	1-2	Begge	Hele marken	Stop med hormonmidler	Levende hegn	Express, MCPA	Middel	4	Øget
12	1	Begge	Kant-problem	Stop med hormonmidler	Levende hegn	MCPA, Roundup	Middel	6	Aftaget
13	3-4	Begge	Halvdelen af marken	Stop med hormonmidler	Levende hegn	MCPA	Middel	5	Øget
14	6-7 ¹	Overvejende vegetativ	Kant-problem	Tidligere ejers dårlige markpasning	Levende hegn	Express, MCPA, Roundup	Høj	0	Øget

¹Bynkerne er kun udbredt i dele af marken med let jordtype (JB: 3-4)

²Konkluderet ud fra landmandens og forfatterens iagttagelser

³Der menes også grøftekanter, småbiotoper o.lign.

⁴Her er nævnt de kemiske midler, der er anvendt på problemmarkerne. Kun på bedrift 5 er alle tre midler blevet anvendt samtidig i løbet af et år

⁵Forfatterens vurdering, der er foretaget på baggrund af interview med landmændene

⁶Landmandens vurdering

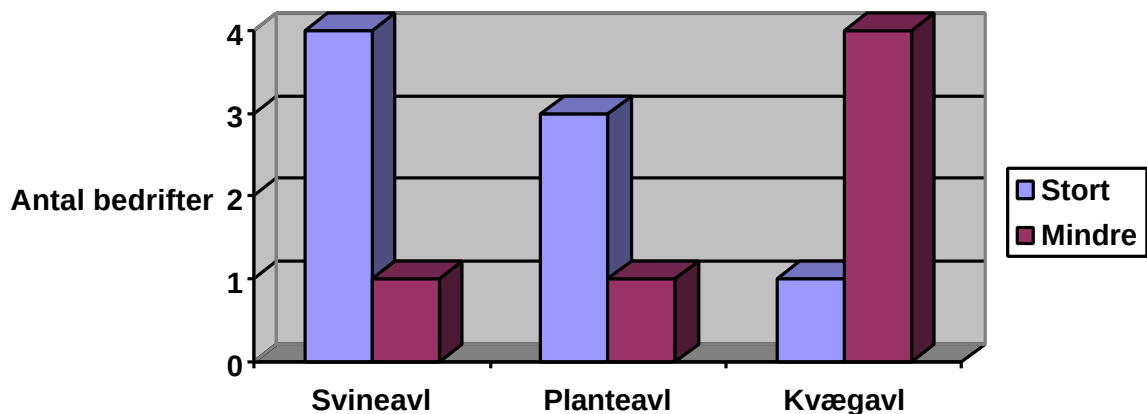
Ikke overraskende er det levende hegn, der ses som kilde til grå bynkeproblemer på de fleste bedrifter (tabel 3). Som beskrevet i indledningen har grå bynke i mange år været et kendt syn i hegnene. Før i tiden blev der ikke gjort tiltag for at fjerne dem i hegnene af to årsager. For det første udgjorde de ingen trussel mod afgrøden i marken, og for det andet optog de plads i hegnene og var en god konkurrent over for andre arter, der kunne være en trussel mod afgrøden.

Det var forventet, at udbredelsen på de fleste bedrifter ville være afgrænset til en del af marken (tabel 3). At grå bynke er udbredt på hele marker på fire af bedrifterne kan skyldes, at vinden har båret frøene ud over hele marken, hvor de har fået mulighed for at etablere sig med vegetative formeringsorganer, og/eller at de vegetative formeringsorganer er blevet spredt rundt i marken ved jordbearbejdning. Der er flere årsager til, at grå bynke normalt ikke spredes over hele marken. For det første har frøet ingen fnok (Frederiksen *et al.*, 1950; Prach, 1992) og er derfor afhængig af rette vindforhold, for det andet vokser de vegetative formeringsorganer kun cirka 30 cm ud fra moderplanten i løbet af et år (Bostock & Benton, 1979), og for det tredje er jordbearbejdning som stubharvning begrænset på mange bedrifter.

På de bedrifter, hvor bekæmpelse påbegyndes 0-2 år efter, at bynkerne opdages, var det forventet, at grå bynke hovedsageligt ville stå i kanten af marken. Derimod forventedes det, at når der gik 3-6 år inden bekæmpelse blev iværksat, ville bynkerne være udbredt til hele eller halvdelen af marken (tabel 3). Dette var ikke tilfældet og er sandsynligvis som ovenfor beskrevet et spørgsmål om vindretning og jordbearbejdning.

Produktionssystemer

Svine- og planteavlere har større problemer med grå bynke end kvægavlere (figur 1). Svine og planteavlerne har foruden korn, roer eller kartofler i sædskiftet, mens kvægavlerne har korn og i enkelte tilfælde majs i sædskiftet på problemmarkerne. Seks ud af ni svine- og planteavlere, der har roer eller kartofler i sædskiftet, har store problemer med bynker. Modsat har 4 ud af 5 kvægavlere ingen roer eller kartofler i sædskiftet og samtidig færre problemer med grå bynke. Den sidste af de 5 kvægavlere har store problemer med grå bynke og har både majs og kartofler i sædskiftet. Rækkeafgrøder som roer, majs og kartofler konkurrerer dårligt med grå bynke, da de alle har en lang vækstperiode, og grå bynke derfor har mulighed for at kaste frø om efteråret. Endvidere er muligheden for jordbearbejdning og sprøjtning i efteråret begrænset. Resultaterne tyder derfor på, at sædskiftet er en væsentlig årsag til, at kvægavlerne har færrest problemer med grå bynke. Ingen af landmændene i undersøgelsen havde ændret på deres sædskifte for at løse problemerne, men efter interviewene var nogle af landmændene parate til at foretage ændringer i sædskiftet. Årsagen til, at kvægavlerne har færre problemer, kan desuden skyldes, at de har jordtyper med større lerindhold i forhold til de besøgte svine- og planteavlere.



Figur 1. Sammenhæng mellem bedriftstype og problemets størrelse. Relationship between farm type and size of the problem.

Opmærksomhed

Godt halvdelen af landmændene har prioriteret en indsats mod grå bynke højt, mens resten gør en mindre indsats (tabel 3). En høj indsats er ensbetydende med, at landmanden har gjort en del for at indsamle viden om, hvordan grå bynke bekæmpes og ud fra denne viden iværksat den bedst mulige bekæmpelse. Ved en mindre indsats har landmanden ikke iværksat den bedst mulige bekæmpelse.

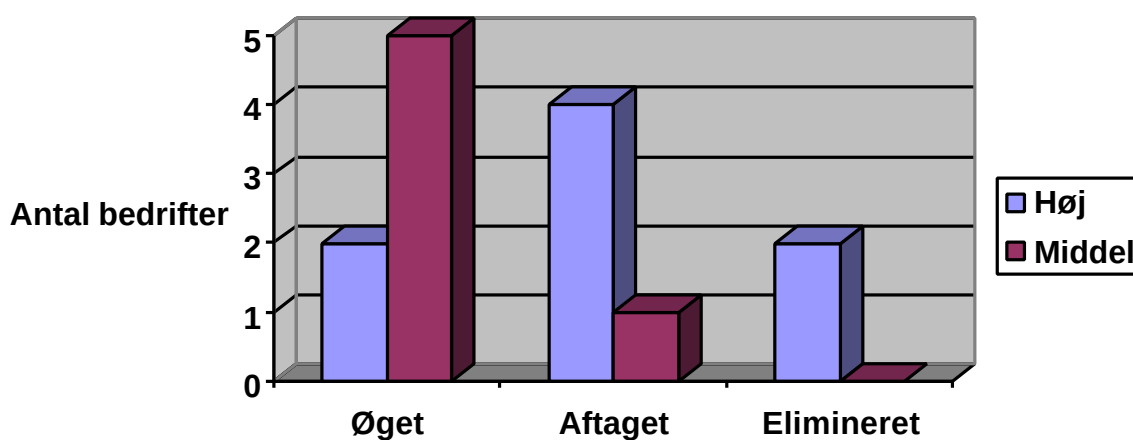
Den geografiske placering af bedriften havde betydning for indsatsen (sammenhold tabel 1 og 3). På 5 ud af 6 fynske og sjællandske bedrifter blev indsatsen prioriteret højt, mens det kun var tilfældet på 3 ud af 8 jyske bedrifter. Efter at landmændene under interviewet i sommeren 2001 blev bekendte med, at problemet er stigende, steg interessen markant for at gøre noget ved problemet. Dette hænger i høj grad sammen med fokusering og forventning om øget viden inden for området. På 7 ud af 8 jyske bedrifter gik der fra 2 til 6 år fra grå bynke blev opdaget, til bekæmpelse blev iværksat. På 5 ud af 6 sjællandske og fynske bedrifter blev bekæmpelse iværksat straks, og i det sidste tilfælde gik der 5 år (sammenhold tabel 1 og 3). En årsag til disse forskelle kan være, at på 3 ud af 6 sjællandske og fynske bedrifter blev markerne overtaget på et tidspunkt, hvor de var befængte med bynker, og derved var det med det samme muligt at erkende problemet. På 6 ud af 7 jyske bedrifter var markerne i landmændenes eje, før problemet opstod, og i de fleste tilfælde var grå bynke ikke så talrig de første par år og lignede ikke umiddelbart et problem. Endvidere er opmærksomheden fra landmandens side større over for ukrudt på en ny mark end på en mark, der har været i hans eje i en årrække. Resultatet tyder på, at mange landmænd endnu ikke er klar over bynkens udbyttereducerende effekt og biologi. De landmænd, der ikke bekæmpede grå bynke med det samme mente ikke, at de ville blive et større problem, og at de altid kunne sprøjtes væk på et senere tidspunkt. Enkelte mente, at grå bynke måtte være en mældeart.

Endvidere kan frøplanterne gemme sig i afgrøden, da det ligner andet enårigt ukrudt på dette stadium.

Bekæmpelsesstrategi

På 5 af bedrifterne har landmændene iværksat en bekæmpelse mod grå bynke samme år, som de er blevet opdaget i marken. Samtidig har indsatsen været høj på disse bedrifter. På 5 andre bedrifter har landmændene først iværksat en bekæmpelse efter minimum 2 år, og her har indsatsen været begrænset (tabel 3). Ud fra figur 2 ses en fin sammenhæng mellem problemets ændring gennem årene på bedrifterne og landmandens indsats. Generelt har en mindre indsats medført, at problemerne med grå bynke er øget, mens en høj indsats har medført, at problemet er aftaget eller elimineret. Disse resultater indikerer klart, at en hurtig og effektiv indsats er nødvendig for et godt bekæmpelsesresultat.

Der er en tendens til, at jo færre år der går, fra grå bynke ses i marken første gang, til bekæmpelse indledes, desto mindre er problemet. På 5 ud af 6 bedrifter med et mindre problem går der fra 0-2 år, inden der bekæmpes, mens der på 5 ud af 7 bedrifter med et stort problem går fra 3-5 år, inden bekæmpelse iværksættes (sammenhold tabel 1 og 3). Denne sammenhæng er forventet, idet grå bynke på få år kan brede sig og blive store og kraftige og derved et stort problem.



Figur 2. Sammenhæng mellem problemets ændring gennem årene og landmændenes indsats mod problemet. Relationship between change of the problem over the years and the farmers' effort against the problem.

Ikke-kemisk og kemisk bekæmpelse

Når der ses bort fra de to økologiske bedrifter (nr. 4 og 8) og de to bedrifter med reduceret jordbearbejdning (nr. 13 og 14), har de resterende ti landmænd helt udeladt eller nedsat intensiteten af stubbearbejdning indenfor de sidste cirka 5-15 år (tabel 2). Dette er uden tvivl en medvirkende faktor til, at grå bynke er blevet mere udbredt. Planten fortsætter væksten til langt hen på efteråret (Güncan & Müller, 1981) og med det øverligt liggende system af

underjordiske stængler, vil bynkens muligheder for assimilering af næringsstoffer begrænses efter gentagne stubbearbejdninger. Nogle landmænd var efter interviewene indstillet på at øge intensiteten af stubbearbejdning.

Planteavlernes og økologernes stubharver stadig engang imellem eller efter behov, mens kvæg og svineavlernes enten stubharver sjældent eller aldrig (sammenhold tabel 1 og 2).

Ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder er ikke udbredt i det konventionelle jordbrug, hvor kun 3 ud af 12 landmænd har forsøgt at luge bynkerne væk (tabel 2). Kun 1 ud af de 12 landmænd anvender radrensning, og det er ikke på grund af bynker. Ud fra landmandens synspunkt er det hurtigere, nemmere og billigere at sprøjte, men kemisk bekæmpelse er på nuværende tidspunkt utilstrækkelig på de bedrifter, hvor afgrøder som kartofler, roer og majs indgår i sædskiftet. I disse afgrøder er det i langt de fleste tilfælde ikke muligt at bekæmpe bynkerne tilstrækkelig effektivt med de sprøjtemidler, der er på markedet i dag. Sprøjtemidlet Titus, der kom på markedet i 2001, har effekt mod grå bynke i kartofler, men er ikke tilstrækkeligt effektivt i den tilladte maksimaldosering. Matrigon og tilsvarende produkter kan bruges i majs og roer men er meget dyre, hvilket får mange landmænd til at se tiden an. Når grå bynkens økonomiske betydning bliver bedre kendt, vil flere landmænd utvivlsomt benytte disse produkter. Det kan være nødvendigt at supplere den kemiske bekæmpelse med eksempelvis radrensning i roer, stjernerrullerensning i kartofler og majs og efterfølgende lugning. En anden mulighed er at undlade at dyrke kartofler, roer og majs på de marker, hvor bynkerne er et problem.

Fire ud af fem økologer og planteavlere anvender ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse som f.eks. lugning og radrensning, mens kun en ud af fem svineavlere og ingen kvægavlere anvender ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse (sammenhold tabel 1 og 2).

Ud fra tabel 3 ses, at på halvdelen af bedrifterne er det forbudt mod brug af hormonmidler, der er hovedårsag til problemer med grå bynke. På 3 af disse bedrifter angives faldende intensitet af stubharvning eller udeladelse af stubharvning som en medvirkende årsag til, at der er opstået problemer med grå bynke. At det er forbudt mod brug af hormonmidler, der er hovedårsag til problemer med grå bynke understøttes af, at der er en god overensstemmelse mellem problemets varighed og årstallet for skift fra hormon- til minimidler. Fra minimidlet Express kom på markedet i 1990, til de fleste hormonmidler blev forbudt i 1997, skete der på nogle af bedrifterne en gradvis overgang fra brug af hormonmidler til minimidler i denne periode, mens på andre bedrifter skete skiftet først i 1997 (tabel 4). På bedrift 11 har der været problemer med grå bynke i 11-15 år, og her er overensstemmelsen umiddelbart mindre god, men op gennem 1990'erne skete en forværring af problemerne på bedriften, hvilket er sammenfaldende med skiftet fra hormon- til minimidler. På bedrift 1, 5, 10 og 14 kan det ikke udelukkes, at det er ophør med anvendelse af hormonmidler, der er årsag til problemer, men det vides ikke med sikkerhed, da markerne først er overtaget af de nuværende ejere efter forbuddet mod brug af de fleste hormonmidler trådte i kraft. Ligeledes kan det på bedrift 4, 8 og 9 heller ikke udelukkes, at det er forbuddet mod hormonmidler, der er årsag til, at grå bynke er blevet et problem. Spørgerunden blandt landets planteavlskonsulenter i foråret 2001 viste, at den generelle holdning var, at det var skiftet fra hormon- til minimidler, der er hovedårsagen til grå bynkes udbredelse.

Der er en god sammenhæng mellem hovedårsagen til problemets opståen og kilden til problemet (tabel 3). På alle de bedrifter, hvor landmanden er holdt op med at benytte hormonmidler eller hormonmidler og stubharvning, er levende hegn kilde til bynkeproblemer. Efter landmændene skiftede fra hormon- til minimidler, har bynkerne uhindret kunnet brede sig fra hegnene og ind i markerne.

Tabel 4. Sammenhæng mellem skift fra hormon- til minimidler og problemets varighed.
Relationship between switch from phenoxyalkanoic acids to sulfonylureas and duration of the problem.

Problemets varighed Duration of the problem	Årstal for skift fra hormon- til minimidler Switch from phenoxyalkanoic acids to sulfonylureas							
	Bedrift 2	Bedrift 3	Bedrift 6	Bedrift 7	Bedrift 9	Bedrift 11	Bedrift 12	Bedrift 13
2-5 år	1997		1997					Først i 1990'erne
6-10 år		1993		1991	1991			
11-15 år						1991-1997 ¹	1991	

¹Bruger en kombination af hormon og minimidler fra 1991 til 1997

Den mest udbredte bekæmpelsesmetode mod bynker på de 12 konventionelle bedrifter er kemisk bekæmpelse med Express, MCPA eller Roundup i forskellige kombinationer (tabel 3). Matrigon er kun benyttet på én bedrift og omtales derfor ikke nærmere. Ud fra tabel 5 ses hvilken effekt Express, MCPA og Roundup kan forventes at have på grå bynke. Roundup har den bedste effekt overfor frø- og vegetativt formerede bynker. Det er endnu ikke lykkedes på nogle af bedrifterne at eliminere problemet helt ved brug af Roundup, men antallet er på nogle af bedrifterne reduceret væsentligt, især hvis MCPA og/eller Express bruges samme år som Roundup. På andre bedrifter er det ikke lykkedes at reducere antallet af bynker selv ved brug af Roundup. Det gælder fortrinsvis bedrifter, hvor rækkeafgrøder som majs, kartofler og roer optræder hvert 3. eller 4. år i sædskiftet.

Tabel 5. Effekt og dosis af tre forskellige sprøjtemidler¹. Effect and dose of three different herbicides.

Sprøjtemidler Herbicides	Frøformerede bynker Mugwort propagated by seeds	Vegetativt formerede bynker Mugwort propagated by stem fractions from below ground	Dosis Dose
Express	God effekt	Ringe effekt	1-2 tabletter/ha
MCPA	Rigtig god effekt	Svingende effekt	1-2 l/ha
Roundup	Rigtig god effekt	God effekt	1,5-3 l/ha

¹Effekt af sprøjtemidler er forfatterens vurdering foretaget på baggrund af de resultater landmændene har opnået ved brug set over en periode på 0-15 år. Dosis af sprøjtemidler er fremkommet både på baggrund af forfatterens vurdering, samt ud fra gældende normer (Vejledning i Planteværn, 2001).

Ud fra tabel 3 ses, at grå bynke kun er bekæmpet effektivt på bedrift nummer 4 og 9. På bedrift 9 er der overvejende fundet frøformerede planter, som er meget lettere at bekæmpe end vegetativt formerede planter. I løbet af fire år er det på denne bedrift lykkedes at eliminere grå bynke ved brug af sprøjtemidlerne Express og Roundup. På bedrift 4, som er økologisk, er bynkerne overvejende vegetativt formeret. Her er det i løbet af en periode på to år lykkedes at bekæmpe bynkerne fuldstændigt ved at luge/grave bynker op flere gange i løbet af sæsonen, radrense, stubharve gentagne gange i efteråret efterfulgt af en afsluttende pløjning. Resultaterne fra både bedrift 4 og 9 viser, at på trods af at vegetativt formerede bynker er meget sværere at bekæmpe end frøformerede bynker, er det lykkedes landmanden på bedrift 4 at bekæmpe grå bynke på kun to år i forhold til fire år på bedrift 9. Resultatet indikerer, at en kraftig og ihærdig bekæmpelsesindsats med lugning, radrensning og jordbearbejdning giver hurtigere bekæmpelsesresultat end brug af de sprøjtemidler i tilladte doser, der er tilgængelige på det danske marked.

Konklusioner

- ?? Grå bynke er hovedsageligt et problem på de lettere jordtyper
- ?? Grå bynke spredes hovedsageligt til markerne fra levende hegn
- ?? Grå bynke ses i markerne som både frø- og vegetativt formerede planter
- ?? På godt 70% af markerne er grå bynke udbredt i enten kanten eller halvdelen af markerne
- ?? Problemer med grå bynke er mest udbredt i Jylland og på Fyn, mindre på Sjælland og meget begrænset på Bornholm, Lolland og Falster
- ?? Svine- og planteavlere har de største og kvægavlere de færreste problemer med grå bynke
- ?? Åbne rækkeafgrøder virker stærkt opformerende på bynker
- ?? Jo længere tid bynkerne har været et problem på markerne, desto sværere er de at bekæmpe
- ?? På de fleste bedrifter har der ikke været tilstrækkelig viden om betydningen af grå bynke samt hvilken bekæmpelse, der har effekt
- ?? På knap 75% af bedrifterne har intensiteten af stubbearbejdning været stærkt nedadgående de sidste 5-15 år og er medvirkende årsag til, at grå bynke er blevet et problem
- ?? Ikke-kemisk bekæmpelse mod grå bynke er mest udbredt blandt planteavlere og økologer og benyttes kun meget lidt blandt kvæg- og svineavlere
- ?? Skift fra hormon- til minimidler er hovedårsagen til, at grå bynke er blevet et problem i dansk landbrug gennem de seneste 10 år
- ?? Roundup er det mest effektive sprøjtemiddel mod grå bynke

Litteratur

- Bing. 1983. Problems in Mugwort control in lawns. Proceedings of the annual meeting of the north-eastern weed science society, 37. 376.
- Bingham SW. 1965. Chemical control of Mugwort. Weeds, 13. 239-242.
- Bostock SJ & Benton RA. 1979. The reproductive strategies of five perennial compositae. Journal of Ecology, 67. 91-107.

- Frederiksen H, Grøntved P & Petersen HI.* 1950. Ukrudtets spredningsveje. Ukrudt og Ukrudtsbekæmpelse. 148-163.
- GünCAN A & Müller F.* 1981. Translokation von ¹⁴C-markierten Herbiziden in verschiedenen Entwicklungsstadien von *Artemisia vulgaris*. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. IX. 107-120.
- Inderjit & Foy CL.* 1999. Nature of the interference mechanism of Mugwort (*Artemisia vulgaris*). Weed Technology, 13. 176-182.
- Melander B.* 1998. Beskrivelse af ukrudtsarterne. Ukrudtsbekæmpelse i landbruget, 3. Forskningscenter Flakkebjerg, Afdeling for Plantebeskyttelse. 41-189.
- Nilsson H & Hallgren E.* 1993. Bekämpning av Gråbo från det perenna systemet. Ett växthusförsök. 34:e svenska växtskyddskonferensen, Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter, 159-168.
- Prach K & Wade PM.* 1992. Population characteristics of expansive perennial herbs. Preslia, Praha, 64. 45-51.
- Pridham AMS.* 1963. Propagation of *Artemisia vulgaris* from stem cuttings for herbicide test purposes. Proceeding of the Northeastern Weed Control Conference, 17. 332.
- Schuman GE & Howard GS.* 1978. *Artemisia vulgaris* L.: An ornamental plant for disturbed land reclamation. American Society of Range Management, 31. 392-393.
- Stalter R.* 1984. The plant communities on four landfill sites, New York City. Proceeding of the Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society, 38. 64-71.
- Vejledning i Planteværn.* 2001. Danmarks JordbrugsForskning & Landskontoret for Planteavl.

Ukrudtsudviklingen i forskellige sædskifter med og uden bekæmpelse i konkurrencestærke afgrøder

Weed development with and without control in competitive crops

Karsten Rasmussen¹, Gitte Rasmussen², Jens Henrik Badsberg³ & Niels Holst¹

Danmarks JordbrugsForskning

¹Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

²Storstrømmens PlanteavlsRådgivning

Center Allé 6

DK-4683 Rønnede

³ Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Jordbrugssystemer

Forskningscenter Foulum

DK-8830 Tjele

Summary

We investigated the dynamics of weed populations in different crop rotations (dominated by competitive crops, such as cereals, peas and oil seed rape), analysing for the effect of crop and pre-crop on the emergence of weeds in spring and contrasting treatments with and without weed control. The response variables included total weed density, density of 4 groups of weeds with different annuality and competitiveness, and total number of species. Weed emergence was monitored each spring in the period 1997-2001 in 42 fields located in central-Zealand, Denmark. During this period, total weed density decreased 5% per year without weed control and 23% per year with weed control. Weed control affected mainly the emergence of weed species with low competitive ability. Total weed density and species numbers were higher in spring-sown crops than in winter-cereals and perennial crops. Crop rotations dominated by cereals showed the highest density of weeds. Weed species numbers were reduced mainly in perennial crops.

Indledning

I 1996 blev projektet: 'Nye dyrkningssystemer til kvægbrug og nye strategier for ukrudtsbekæmpelse, som kombinerer hensyn til miljø, økonomi og landskabets naturindhold' udarbejdet i forbindelse med projektpakken 'Arealanvendelse – Jordbrugeren som Landskabsforvalter'. På dette tidspunkt var debatten om landmandens rolle som naturforvalter begyndt. Der er kommet stigende krav til landbruget om produktionsformer, som tager hensyn

til både økonomi, miljø og naturforvaltning, og emnet er derfor meget aktuelt. I det netop afsluttede arbejde i Wilhjelmudvalget lægges op til, at landmanden får en endnu mere central rolle som naturforvalter i fremtiden (Wilhjelmudvalget, 2001). Ud over et generelt ønske om reduceret pesticidforbrug, er der særligt følsomme landbrugsområder (SFL), hvor der kan være specielle grunde til en ændret dyrkningspraksis. I det aktuelle projekt, er det undersøgt, hvad der sker med ukrudtsbestanden, hvis vi undlader ukrudtsbekæmpelse i konkurrencestærke afgrøder (det vil sige korn, raps og bælgsæd) i en 5-årig periode. Desuden er undersøgt, hvilken betydning 4 forskellige afgrødetyper har for fremspiringen, og hvilken betydning 5 forskellige sædskiftetyper har for udviklingen i mængden af fremspiret ukrudt. Her analyseres det totale antal ukrudt, antal arter og 4 forskellige typer ukrudt i 42 marker omkring Ringsted i en femårig periode.

Projekts hovedformål

Det her omtalte arbejde er en del af et større projekt. Et af de overordnede formål er at udvikle nye strategier for ukrudtsbekæmpelse, som er økonomisk bæredygtige samtidig med, at anvendelsen af herbicider minimeres, og landskabets naturindhold øges. I denne artikel beskrives udvalgte resultater fra det delprojekt, der har til formål at tilvejebringe viden om agerlandets ukrudtsflora. Vi forsøger at belyse, hvorledes ukrudtsbestanden vil udvikle sig med og uden ukrudtsbekæmpelse under forskellige driftsformer.

Delprojektet skal medvirke til at udvikle retningslinier for økonomisk- og miljømæssigt afvejede regulering af agerlandets flora, herunder ikke-kemiske og forebyggende metoder, der er tilpasset det enkelte jordbrug.

Metodebeskrivelse

Projektets værkstedsområde blev placeret omkring Haraldsted Sø, midt på Sjælland. Området opfyldte kravene om forskellige bedriftstyper og et varieret landskab med mange hegn og småbiotoper, hvor det var muligt at udføre supplerende undersøgelser på bier og sommerfugle.

Valg af bedrifter og marker

På baggrund af breve, telefonisk kontakt og besøg blev 16 bedrifter udvalgt. På hver bedrift blev der valgt 1-5 marker, og landmanden blev bedt om at udpege og fravælge atypiske områder i disse marker. I tabel 1 er vist en liste over bedrifterne. Af de oprindelige 16 bedrifter og 55 marker er 2 bedrifter og 13 marker senere udgået på grund af fejlbehandlinger, eller fordi landmanden ikke har ønsket at fortsætte. Der indgår derfor 14 bedrifter og 42 marker i analyserne (tabel 1).

Tabel 1. Oversigt over gårde, marker, bedriftstyper, sædskiftetyper og antal år med registreringer. Overview of farms, fields, farm types, crop rotation types and number of years sampled.

Gård Farm	Mark Field	Bedriftstype Farmtype	Sædskiftetype Crop rotation type	Antal reg. År Years sampled
1	1	Økologisk	A.Flerårig	4
	2	Økologisk	A.Flerårig	4
	3	Økologisk	A.Flerårig	4
2	1	Planteavl	E.Alsidig	4
	2	Planteavl	E.Alsidig	2
	3	Planteavl	C.Vintersæd	4
	4	Planteavl	C.Vintersæd	3
3	1	Svineavl	B.Rækkeafgrøder	4
	2	Svineavl	B.Rækkeafgrøder	3
4	1	Svineavl	B.Rækkeafgrøder	3
	2	Svineavl	C.Vintersæd	5
4	1	Svineavl	C.Vintersæd	3
	2	Svineavl	C.Vintersæd	3
5	1	Svineavl	E.Alsidig	3
6	1	Planteavl	E.Alsidig	4
	2	Planteavl	C.Vintersæd	5
	3	Planteavl	D.Vårsæd	4
	4	Planteavl	C.Vintersæd	4
7	1	Svineavl	C.Vintersæd	4
	2	Svineavl	C.Vintersæd	4
	3	Svineavl	C.Vintersæd	4
8	1	Planteavl	C.Vintersæd	5
	2	Planteavl	C.Vintersæd	5
	3	Planteavl	C.Vintersæd	5
9	1	Økologisk	A.Flerårig	1
10	1	Planteavl	D.Vårsæd	5
	2	Planteavl	D.Vårsæd	5
11	1	Øko.kvæg	A.Flerårig	5
	2	Øko.kvæg	A.Flerårig	5
	3	Øko.kvæg	A.Flerårig	5
12	1	Oml. Øko.kvæg	A.Flerårig	2
	2	Oml. Øko.kvæg	A.Flerårig	5
	3	Oml. Øko.kvæg	B.Rækkeafgrøder	4
	4	Oml. Øko.kvæg	B.Rækkeafgrøder	5
13	1	Svineavl	A.Rækkeafgrøder	3
	2	Svineavl	A.Rækkeafgrøder	4
	3	Svineavl	D.Vårsæd	4
	4	Svineavl	C.Vintersæd	4
14	1	Planteavl	B.Rækkeafgrøder	4
	2	Planteavl	C.Vintersæd	4
	3	Planteavl	C.Vintersæd	4
	4	Planteavl	E.Alsidig	3

Forsøgsarealer

I hver mark blev der valgt et permanent forsøgsareal på 50 m x 50 m med en ensartet jordbund. Arealet blev placeret minimum 12 m fra markskel og udenfor forageren. Ved placering af forsøgsarealer blev lavninger eller områder, hvor en ukrudtsart var dominerende, undgået. Registreringerne blev samlet i et mindre forsøgsareal i marken, dels for at opnå en nogenlunde ensartet jordtype, og dels for at reducere variationen i ukrudtssammensætningen. Endvidere var det nemmere rent praktisk at genfinde, optælle og udtage prøver i et mindre forsøgsareal.

I alle marker afsattes permanente vinduer i forsøgfeltet. Hver parcel (vindue) bestod af 2 delvinduer: Et ubehandlet (U) og behandlet (landmandens egen strategi for ukrudtsbekæmpelse) vindue (B). Hvert delvindue var 4 x 4 m. Denne dimension var nødvendig, da usikkerheden på positioneringen med 'Geographic Position System' (GPS) er op til 1 m og for at minimere overslæb ved markarbejde. Centrum i hvert delvindue blev afsat med målebånd og positioneret med GPS. Efterfølgende blev GPS anvendt til at genfinde punkter og forsøgsvinduer.

Umiddelbart efter såning og inden ukrudtsbekæmpelse blev de ubehandlede vinduer afmærket. Inden kemisk ukrudtsbekæmpelse blev de ubehandlede vinduer dækket med plastik.

Ukrudtsregistrering

Ukrudt blev registreret om foråret 2-3 uger efter såning af vårsæd eller senest i forbindelse med ukrudtsbekæmpelsen. I vintersæd blev ukrudt både registreret forår og efterår, men i denne artikel er kun brugt forårstællingerne. Det skal bemærkes, at forårstællinger i vintersæd er udført før en eventuel ukrudtsbekæmpelse om foråret, men at der kan være foretaget behandlinger om efteråret i de behandlede felter. I denne undersøgelse er antal ukrudtsplanter i vårsæd et udtryk for forårsfremspiringen i den aktuelle mark; den viser ikke effekten af en eventuel behandling i vårsæde afgrøder, men alene effekten af de foregående års behandling. I vintersæd er behandlingseffekten både en effekt af en eventuel efterårsbehandling og foregående års behandling, hvilket har betydning, når vi sammenligner niveauer i behandlede afgrøder. Det har dog ikke betydning, når vi sammenligner udvikling over tid. Ukrudtsregistreringer blev udført i alle vinduer. En 0,25 m² tællering placeredes i vinduernes centrum, og ukrudtet blev talt op på arts- eller slægtsniveau. Hvor der ingen ukrudtsbekæmpelse blev udført, blev ukrudtet dog kun optalt i de ubehandlede vinduer, og i rækkeafgrøder (roer) blev der ikke udført optællinger.

Høst

I korn og bælgsæd blev afgrøden inklusive ukrudt høstet manuelt i de midterste 2 x 2 m af både ubehandlede og behandlede vinduer. Prøverne blev efterfølgende tørret, tærsket og rensat på Forskningscenter Flakkebjerg, DJF.

Opgørelse af resultater

Bedrifterne omfattede følgende typer: konventionel kvægbrug, svineproduktion, planteavl, økologisk drift. Til brug for analyserne defineres en række afgrøde-, sædskifte- og ukrudtstyper.

Afgrøderne blev delt i 5 grupper:

1. Vårsæd, som er alle vårsåede kornarter og raps.
2. Vintersæd, som er alle efterårssåede kornarter og raps.
3. Rækkeafgrøder (der er ikke lavet registreringer i rækkeafgrøder, men afgrøden indgår f.eks. som forfrugt i analyserne).
4. Flerårige afgrøder, som er græs til afgræsning og frøgræs.
5. Bælgsæd (ærter og byg-ærteblandinger).

Sædskifterne blev opdelt i 5 grupper, udfra de afgrødetyper, der dominerer sædskiftet:

- A. Flerårige afgrøder (marker, hvor der er mere en 3 afgrødetyper, medregnes dog under E).
- B. Rækkeafgrøder (kan være en del af gruppe E).
- C. Vintersæd (> 50%).
- D. Vårsæd (> 50%).
- E. Alsiddigt sædskifte (minimum 3 forskellige afgrødetyper i de 5 forsøgssår).

Hovedparten af de udvalgte marker havde ikke faste sædskifter, hvilket gjorde det vanskeligt at vælge marker ud fra et ønske om at følge en bestemt sædskiftetype. Derfor er sædskiftetypen først afslutningsvis bestemt for den enkelte mark.

Ukrudtet blev opdelt i grupper ud fra dets biologi og ud fra en vurdering af dets generelle konkurrenceevne:

- I. Sommer-énårige arter, der regnes for konkurrencestærke i vårsæd, fordi de har en hurtig og opret eller klatrende vækst som f.eks. ager-sennep (*Sinapis arvensis* L.) og snerlepileurt (*Polygonum convolvulus* L.).
- II. Sommer-énårige arter, der regnes for generelt konkurrencesvage, fordi de har en lav vækstform eller er langsomt voksende f.eks. rød arve (*Anagallis arvensis* L.) og pileurter (? snerle pileurt) (*Polygonum spp.*).
- III. Overvintrende énårige arter, der regnes for konkurrencestærke i vintersæd, fordi de har en hurtig og opret eller klatrende vækst som f.eks. burrenerre (*Galium aparine* L.) og kornvalmue (*Papaver rhoeas* L.).
- IV. Overvintrende énårige arter, der regnes for konkurrencesvage, fordi de har en lav vækstform eller er langsomt voksende som f.eks. ager-stedmoder (*Viola arvensis* Murray) og alm. fuglegræs (*Stellaria media* (L.) Vill).
- V. Flerårigt ukrudt (på grund af meget få registreringer er disse ikke medtaget i denne analyse).

Analysemetoder

Analysemetoden er baseret på en lineær normal model med flere niveauer af tilfældige effekter (Pinheiro & Bates, 2000). Som grundmodel vælges en model for alle responsvariable, hvor middelværdien afhænger lineært af *afgrøde*, *sædskiftetype*, *behandling* og *forfrugt* samt med en *udvikling afhængig af sædskiftetype*. Der anvendes 5 tilfældige effekter: *Bedrift*, *mark indenfor bedrift*, *år indenfor mark*, *række inden for krydsklassifikationen årmark* samt *residualeffekten*. Med udgangspunkt i den initiale model er mulige reduktioner og udvidelser af modellen testet. På baggrund af middelværdistruktur og varianshomogenitet blev det besluttet at logaritmetransformere data. Dermed bliver den beregnede udvikling over tid eksponentiel og kan udtrykkes ved en procentuel årlig ændring. I denne artikel vil der alene blive redegjort for de opnåede gennemsnitsværdier og modelberegninger for ukrudtsudviklingen i de forskellige sædskiftetyper med og uden kemisk bekæmpelse. De mere detaljerede analyser vil efterfølgende blive publiceret andet steds. I tabeller og figurer er angivet signifikansniveauer for signifikante hoved- og vekselvirkninger: NS = Non Significant; * : $P < 0,05\%$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Resultater og diskussion

Totalt antal ukrudt

Mængden af fremspiret ukrudt var påvirket af afgrødetype, sædskiftetype, behandling og år. Afgrødetypens indvirkning på ukrudtet afhang af behandling, mens udviklingen gennem årene afhang af behandlingerne.

Tabel 2. Beregnede effekter af vekselvirkningen mellem afgrødetyper og behandling (1999 niveau) på totalt antal fremspiret ukrudt (*).** Calculated effects of the interaction between crop type and treatment (1999 level) on total density of emerged weeds (***).

Afgrødetyper Crop type	Beregnede forholdstal Ubehandlet Calculated values Untreated	Beregnede forholdstal Behandlet Calculated values Treated
1 = Vårsæd	100	92
2 = Vintersæd	73	40
3 = Rækkeafgrøder	-	-
4 = Flerårige afgrøder	10	10
5 = Bælgsæd	114	101

Ukrudtsniveauet, angivet som forholdstal, blev modelberegnet for de 5 afgrødetyper med og uden behandling (tabel 2). De beregnede forholdstal er: bælgsæd (114) > vårsæd (100) > vintersæd (73) > flerårige afgrøder (10). Det ses i tabel 2, at ukrudtsbekæmpelse gav en væsentlig større reduktion i fremspiringen i vintersæd (fra 73 til 40) i forhold til de øvrige afgrøder. Dette er ikke overraskende, da der i næsten alle vintersædsmarker blev foretaget ukrudtsbekæmpelse om efteråret. Når der skete en mindre reduktion ved behandling i vårsæd end i vintersæd, kan det også skyldes, at der fremspirede flere planter og arter (fremgår

senere) i vårsæd, og derved er den samlede ukrudtsflora mindre følsom over for en specifik ukrudtsbekæmpelse de foregående år. Både sommer-énårige og overvintrende énårige arter kan spire i vårsæd, mens sommer-énårige arter kun sjældent vil spire i vintersæd. De sommer-énårige arter har generelt en væsentlig længere levetid i jorden og vil derfor optræde som mange generationer af frø i jorden. Det må derfor forventes, at enkelte år med ændret bekæmpelsesintensitet ses mindre tydeligt i vårsæd end i vintersæd.

Sædskifterne domineret af korn havde det største antal ukrudtsplanter (tabel 3), hvilket antageligt skyldes at der var færre sanerende afgrøder i disse sædskifter. Rækkeafgrøder med effektiv ukrudtsbekæmpelse og flerårige afgrøder virker sanerende på frøpuljen, da frøproduktion normalt er meget begrænset i disse afgrøder. Alsidige sædskifter virker også sanerende, da ingen bestemte ukrudtstyper fremmes, når der veksles mellem afgrødetyperne. Derfor er fremspiringen lavere i disse sædskiftetyper. Ved at bruge forholdstal er dette resultat ikke afhængigt af, hvilken afgrøde der aktuelt findes i marken. I løbet af projektperioden sås et generelt fald i antallet af fremspirede ukrudtsplanter i alle sædskifterne med eller uden bekæmpelse. Der er ikke nogen entydig forklaring på dette. Et stort fald i de flerårige sædskifter kan delvis forklare tendensen. En stor andel af markerne i denne kategori var udlægsmarker i 1997 og 1998, hvor jorden derfor blev bearbejdet, hvilket fremprovokede flere ukrudtsfrø til spiring. I de efterfølgende år var jorden urørt i den etablerede flerårige afgrøde, og ukrudtsfrø provokeredes derfor ikke til spiring. Græsmarkerne og eventuelle efterfølgende kornafgrøder havde tydeligvis en reduceret ukrudtsbestand. Dette gjaldt specielt de økologiske sædskifter med kløvergræs samt en konventionel mark med frøgræs. Noget tilsvarende er tidligere set i en undersøgelse af ukrudtsfloraen på økologiske kvægbrugsgårde (Rasmussen *et al.*, 1998). Her faldt tætheden af frøukrudt også, når der var kløvergræs på marken, men niveauet steg igen til det oprindelige niveau, når der efterfølgende blev dyrket korn i nogle år.

Tabel 3. Beregnede effekter af sædskiftetyper (1999 niveau) på totalt antal fremspiret ukrudt ().** Calculated effects of the crop rotation type (1999 level) on total density of emerged weeds (**).

Sædskiftetype Crop rotation type	Beregnede forholdstal Calculated values
A: Flerårige	<u>100</u>
B: Rækkeafgrøder	83
C: > 50% vintersæd	143
D: > 50% af vårsæd	110
E: Alsidige sædskifter	90

Effekten af den kemiske bekæmpelse er beregnet til en årlig reduktion på 23%, mens der er beregnet en årlig reduktion på 5% i de ubehandlede vinduer. At forskellen på behandlede og ubehandlede vinduer øgedes i forsøgsperioden kunne forventes, da der er en akkumuleret effekt over tiden. At antallet af ukrudt faldt, også i de ubehandlede vinduer, er overraskende, men det kan der være flere forklaringer på. I forsøget høstedes afgrøden manuelt ved

modenhed, og derved fjernedes også det ukrudt, der endnu ikke havde kastet frø. En del af disse frø ville dog også ved normal høst blive fjernet af mejetærskeren sammen med kernerne. Andre forklaringer kan være overslæb ved markarbejde, samt øget frø-prædation (af fugle og insekter) i vinduer med stor koncentration af ukrudtsfrø. Den generelle reduktion i ukrudtsmængden har dog ingen indflydelse på dette forsøgs konklusioner, da der ses på forskellen mellem behandlede og ubehandlede vinduer og ikke på de absolutte tal.

Sommer-énårige arter, som er stærkt konkurrerende i vårsæd

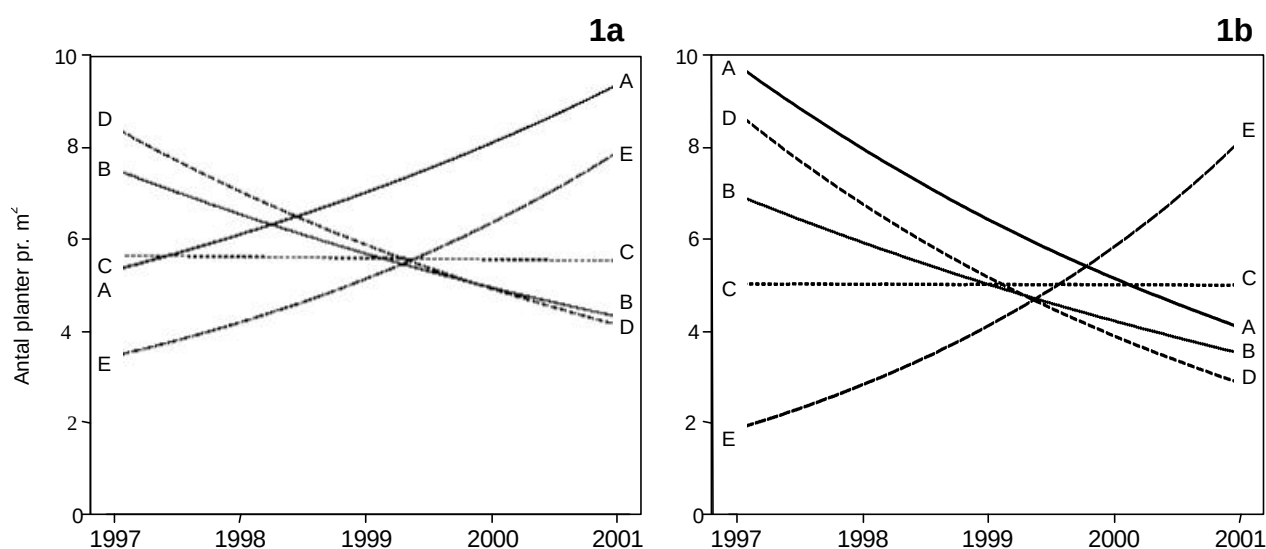
De arter fra denne gruppe, der var hyppigst i markerne, var ager sennep (*Sinapsis arvensis* L.), hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.) og snerle pileurt (*Polygonum convolvuluc* L.). Antallet af fremspirede planter fra denne gruppe afhang både af afgrødetype og forfrugt. Den største fremspiring sås i vårsæd og bælgsæd. De estimerede forholdstal var: Vårsæd (100) > bælgsæd (90) > vintersæd (29) > flerårige (25) (tabel 4). Dette bekræfter blot, at disse arter er specielt tilpassede vårsåede afgrøder; de spirer sjældent om efteråret og overvintrer, så derfor er de ikke påvirket af en eventuel efterårsbehandling i vintersæd.

Hvor vårsæd var forfrugt, var forholdstallet for disse arters fremspiring større end med andre afgrøder som forfrugt (tabel 4). Antageligt skyldes den store fremspiring efter vårsæd, at der generelt var mest ukrudt i vårsæd. Den laveste fremspiring sås, hvor rækkeafgrøder var forfrugt (44%), hvilket bekræfter, at dette er en sanerende afgrøde i sædskiftet - blandt andet fordi ukrudtsbekæmpelsen generelt er meget effektiv i rækkeafgrøder. Det valgte forsøgsdesign medførte desuden, at der altid blev bekæmpet ukrudt i alle vinduerne, når afgrøden var en rækkeafgrøde, hvorfor tilførslen af nye frø var begrænset.

Tabel 4. Beregnede effekter (1999 niveau) af afgrødetyper (*) og forfrugt (*) på fremspiring af sommer-énårige ukrudtsarter, der er stærkt konkurrerende i vårsæd.**
Calculated effects (1999 level) of crop type (***) and pre-crop (*) on density of summer-annual, strongly competitive weeds.

Afgrødetype Crop type	Beregnede forholdstal Calculated values
1 = Vårsæd	<u>100</u>
2 = Vintersæd	29
3 = Rækkeafgrøder	-
4 = Flerårige afgrøder	25
5 = Bælgsæd	90
Forfrugt Pre-crop	
1 = Vårsæd	<u>100</u>
2 = Vintersæd	82
3 = Rækkeafgrøder	44
4 = Flerårige afgrøder	89
5 = Bælgsæd	67

Effekten af ukrudtsbekæmpelse var forskellig i de 5 sædskiftetyper (figur 1). I de flerårige sædskifter faldt mængden af disse arter, når der ikke blev bekæmpet ukrudt, mens antallet steg, når der blev bekæmpet ukrudt. Årsagen til dette var to økologiske marker, hvor der efter 3 år med kløvergræs spirede flere planter frem i de behandlede vinduer i forhold til de ubehandlede. Da der ikke er sket nogen ukrudtsbekæmpelse i de foregående år, må dette betragtes som en tilfældighed. I de øvrige sædskiftetyper var der ikke forskel på mængden af ukrudt i behandlede og ubehandlede vinduer. I sædskifter domineret af vårsæd og rækkeafgrøder faldt mængden af fremspirede planter med henholdsvis 19 og 16% i perioden, hvilket er noget overraskende, da disse arter netop burde trives i sædskifter domineret af vårsåede afgrøder. I sædskifterne domineret af vintersæd skete der næsten ingen udvikling i perioden. I de alsidige sædskifter steg fremspiringen af disse arter noget overraskende i løbet af perioden, men dette kan skyldes, at udgangspunktet i 1997 var meget lavt.



Sædskiftetyper Crop rotation types	1a. Behandlede Reduktion pr. år Reduction per year	1b. Ubehandlede Reduktion pr. år Reduction per year
A: Flerårige	-17%	17%
B: Rækkeafgrøder	14%	13%
C: > 50% vintersæd	0%	0%
D: > 50% af vårsæd	18%	20%
E: Alsidige sædskifter	-27%	-33%

Figur 1. Beregnede effekter af sædskiftetyper med (1a) og uden (1b) behandling på udvikling over tid for fremspiring af sommer-énårige ukrudtsarter, der er stærkt konkurrerende i vårsæd (afgrødetype = vårsæd). Procent årlig reduktion vist i tekstboks. Calculated effects of crop rotation types with (1a) and without (1b) treatment on density of summer-annual, strongly competitive weeds (crop type = spring crop). Percent reduction per year shown in text box.

Gruppen af sommer-énårige arter med stærk konkurrenceevne domineres af hvidmelet gåsefod. Eksempelvis var arten i én mark meget hyppig i vårbyg men fandtes næsten ikke i vinterhvede, og efter to år med vinterhvede var fremspiringen i vårsæd halveret. I en mark med kontinuerligt vårbyg var mængden uændret gennem perioden, men ved bekæmpelse halveres antallet på 5 år. Snerle-pileurt optrådte på en enkelt ejendom, hvor der dyrkedes kontinuerligt vårbyg. Der var ikke tegn på opformering eller indflydelse af behandlingen. Ager-sennep optrådte stort set kun i vårsæd og så ikke ud til at opformeres. Ofte optrådte den kun i et enkelt år og forsvandt så igen, hvilket kunne tyde på en klimaafhængig fremspiring.

Sommer-énårige arter, som er svagt konkurrerende

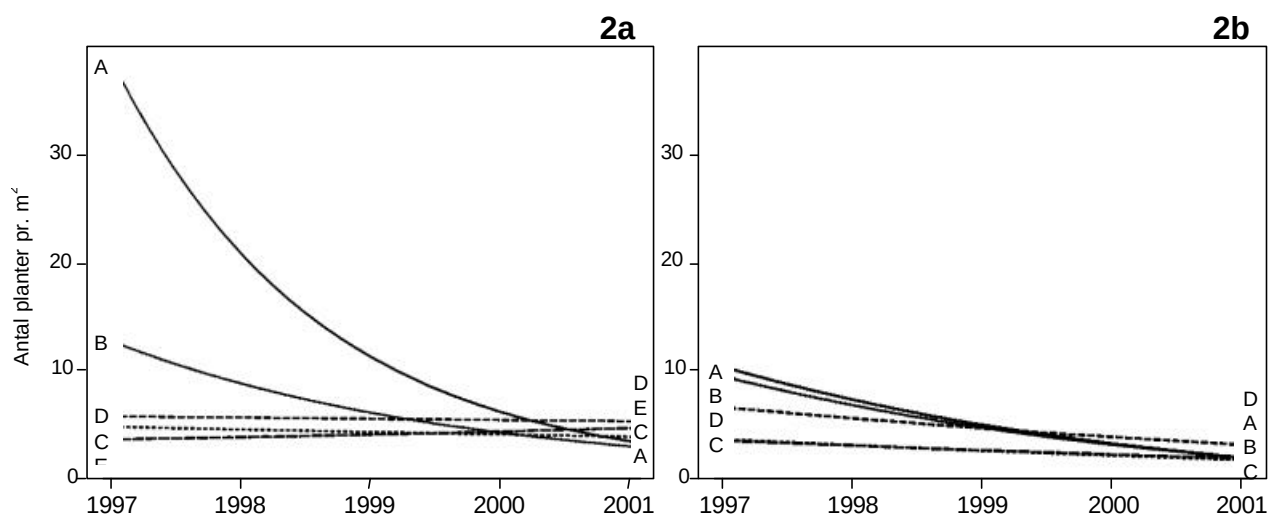
De dominerende arter var hundepersille (*Aethusa cynapium* L.), pileurter (*Polygonum spp.*) og nat-limurt (*Silene noctiflora* L.). Fremspiringen af planter fra denne gruppe afhang af afgrødetype. I vårsæd og bælgsæd spirede de største mængder, hvilket ikke er overraskende, da de begge er vårsåede afgrøder. Forholdstallene var bælgsæd (102) > vårsæd (100) > vintersæd (74) > flerårige (53) (tabel 5). Da disse arter ikke spirer om efteråret, påvirkes de ikke af en eventuel ukrudtsbekæmpelse om efteråret. Når der alligevel var færre planter i vintersæd i forhold til vårsæd, må det skyldes den manglende jordbearbejdning om foråret, som i vårsåede afgrøder stimulerer ukrudtsfrø til spiring.

Tabel 5. Beregnede effekter af afgrødetyper () på fremspiring af sommer-énårige ukrudtsarter (1999 niveau), der er svagt konkurrerende i vårsæd.** Calculated effects of crop type (**) on density of summer-annual, less competitive weeds (1999 level).

Afgrødetyper Crop type	Beregnede forholdstal Calculated values
1 = Vårsæd	<u>100</u>
2 = Vintersæd	74
3 = Rækkeafgrøder	-
4 = Flerårige afgrøder	53
5 = Bælgsæd	102

Effekten af sædskiftetype var afhængig af år og behandling. Der var flest svagt konkurrerende sommer-énårige ukrudtsplanter i sædskifter med flerårige afgrøder (figur 2), men dér var også den største årlige reduktion med 26% i ubehandlede vinduer og 47% i behandlede vinduer. Det høje niveau i de behandlede vinduer i 1997 skyldtes primært en udlægsmark med meget ukrudt, hvor der de følgende 3 år var kløvergræs, der sanerede frøpuljen. Derfor er der reelt ingen forskel på grund af behandling. I sædskifter med rækkeafgrøder var den årlige reduktion henholdsvis 24% og 32% uden og med ukrudtsbekæmpelse. I de øvrige var den årlige ændring under 10%. Generelt var der en svag faldende tendens i løbet af perioden for disse arter undtagen i de behandlede vinduer i sædskiftetyper, som var alsidige eller domineret af korn (figur 2). En årsag kan være, at ukrudtsbekæmpelsen ikke direkte er målrettet mod disse arter. Hundepersille og nat-limurt bliver sjældent bekæmpet målrettet i

kornafgrøder, dels fordi de ikke antages at have betydende indflydelse på udbyttet, og dels fordi de fremspirer sent i forhold til tidspunkt for traditionel ukrudtsbekæmpelse.



Sædskiftetyper Crop rotation types	2a. Behandlede Reduktion pr. år Reduction per year	2b. Ubehandlede Reduktion pr. år Reduction per year
A: Flerårige	47%	26%
B: Rækkeafgrøder	32%	24%
C: > 50% vintersæd	4%	9%
D: > 50% af vårsæd	1%	12%
E: Alsidige sædskifter	-10%	8%

Figur 2. Beregnede effekter af sædskiftetyper med (2a) og uden (2b) behandling på udvikling over tid for fremspiring af sommer-énårige ukrudtsarter, der er svagt konkurrerende i vårsæd (afgrødetype = vårsæd). Procent årlig reduktion vist i tekstboks. Calculated effects of crop rotation type with (2a) and without (2b) treatment on development of summer-annual, less competitive weeds (crop type = spring crop). Percent reduction per year shown in text box.

Gruppen domineredes af hundepersille, som specielt findes på vårsædsmarker, hvor der er rækkeafgrøder i sædskiftet. Rækkeafgrøder giver gode vækstbetingelser for en sent fremspirende art som hundepersille, men da ukrudtet under forsøget blev bekæmpet normalt i disse afgrøder er dette en forklaring på, at antallet falder kraftigt i sædskifter med rækkeafgrøder (figur 2). Arten forsvinder tilsyneladende i kløvergræsmarker, hvilket forklarer en del af den generelt faldende tendens i perioden. Nat-limurt optræder også hyppigt i vårbyg i nogle få marker, hvor den tilsyneladende opformeres, når der ikke udføres ukrudtsbekæmpelse. Nat-limurt optræder ikke i vinterhvede og kun meget begrænset i vårbyg efter et år med frøgræs.

Overvintrende énårige arter, som er stærkt konkurrerende i vintersæd

De dominerende arter var hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus), raps (*Brássica napus*) og kamille (*Tripleurospermum spp./Chamomilla spp.*). Fremspiringen var påvirket af

afgrødetype, behandling og år. Den var størst i vårsæd, i forholdstal: vårsæd (100) > bælgsæd (83) > vintersæd (82) > flerårige afgrøder (40) (tabel 6). En del planter fra denne gruppe vil være påvirket af ukrudtsbekæmpelse i vintersæd om efteråret, hvilket også påvirker disse forholdstal, men der var ikke nogen signifikant vekselvirkning mellem afgrøde og behandling. Disse arter kan også spire om foråret og har derfor gode betingelser også i vårsåede afgrøder. Måske derfor var der ingen effekt af sædskifte på disse arter, der klarer sig godt i næsten alle afgrøder. Den estimerede effekt af behandling var på 12%, men denne effekt akkumuleres ikke i løbet af perioden.

Tabel 6. Beregnede effekter af afgrødetyper (*) og behandling (*) på fremspiring af vinter-énårige ukrudtsarter (1999 niveau), der er stærkt konkurrerende.** Calculated effects of crop type (***) and treatment (*) on density of winter-annual, strongly competitive weeds (1999 level).

Afgrødetyper Crop type	Beregnede forholdstal Calculated values
1 = Vårsæd	<u>100</u>
2 = Vintersæd	82
3 = Rækkeafgrøder	-
4 = Flerårige afgrøder	40
5 = Bælgsæd	83
Behandling Treatment	
Ubehandlet	<u>100</u>
Behandlet	88

Hyrdetaske forekom i et ekstremt stort antal (>900 pl. m²) i en mark med vårbyg i 1998, hvilket er en væsentlig årsag til det høje gennemsnit for vårsæd. De øvrige år var der vintersæd i denne mark med en lav fremspiring af hyrdetaske. I andre marker optræder hyrdetaske hyppigt i både vårsæd og vintersæd.

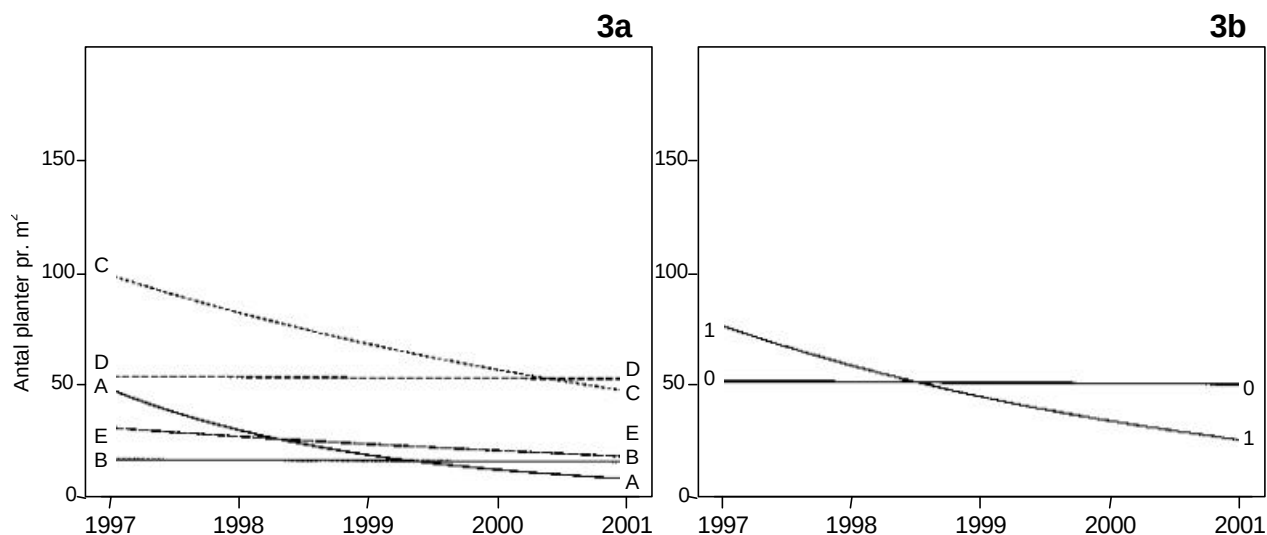
Raps som ukrudt var et stort problem i to marker: I én mark fremspirer et stort antal rapsplanter (35 pl/m²) i vinterhvede to år efter vinterraps, hvilket viser en tydelig pløjelagseffekt. I en anden mark optræder raps i vårsæd i 1997 og 2000 – hvilket kunne tyde på, at der her er tale om vårraps. Kamille optræder hyppigt i 4 marker, som alle er domineret af vintersæd.

Overvintrende énårige arter, som er svagt konkurrerende

De dominerende arter var ager-stedmoder (*Viola arvensis* Murray), énårig rapgræs (*Poa annua* L.) og alm. fuglegræs (*Stellaria Media* (L.) Vill). Fremspiringen var påvirket af afgrødetype og behandling. Disse arter optrådte næsten lige hyppigt i vårsæd, vintersæd og bælgsæd med beregnede forholdstal på henholdsvis 100, 106 og 104, mens der i flerårige afgrøder uden ukrudtsbekæmpelse forholdsmeæssigt kun var 22 (tabel 7). Behandling halverede fremspiringen (i 1999) i vintersæd, mens der i de øvrige afgrøder kun skete små

ændringer ved behandling. Planterne, der tilhøre denne gruppe, kan spire frem i efteråret, og antallet i forårstællingen kan derfor være påvirket af den direkte bekæmpelse, der eventuelt var foretaget i efteråret. Derfor er bekæmpelseseffekten på fremspiring estimeret for højt i vintersæd i forhold til de øvrige afgrøder. Der er en tendens til, at denne type ukrudt forebygges effektivt ved at dyrke en flerårig afgrøde. Det sidste bekræftes af, at den årlige reduktion var størst i de flerårige sædskifter, hvor der ikke blev bekæmpet ukrudt (figur 3).

Ukrudstypen var hyppigst i de kornrige sædskifter (figur 3), hvor niveauet gennem hele forsøgsperioden var væsentligt højere end i de øvrige sædskiftetyper.



3a. Sædskiftetyper Crop rotation types	Reduktion pr. år Reduction per year	3b. Ukrudtsbekæmpelse Weed control	Reduktion pr. år Reduction per year
A: Flerårige	41	0: Ubehandlet	0
B: Rækkeafgrøder	0	1: Behandlet	23
C: > 50% vintersæd	17		
D: > 50% af vårsæd	0		
E: Alsidige sædskifter	13		

Figur 3. Beregnede effekter af sædskiftetyper (3a) og behandling (3b) på udvikling over tid for fremspiring af vinterannuelt ukrudt, som er svagt konkurrerende (afgrødetype = vårsæd). Procent årlig reduktion vist i tekstboks. Calculated effects of crop rotation type (3a) and treatment (3b) on density of winter-annual, less competitive weeds (Crop type = spring crop). Percent reduction per year shown in text box.

Agerstedmoder optrådte i 40 af de 42 marker. Den trives godt på kalkholdig jord, som er udpræget i områderne, hvor disse undersøgelser blev gennemført. Den var særlig hyppig i kornsædskifter domineret af vinterhvede. I de økologiske græsmarks-sædskifter og i flere alsidige sædskifter optrådte denne art næsten ikke.

Énårig rapgræs fandtes ligeledes i næsten alle markerne; men den blev ikke bestemt i græsmarker. Med få undtagelser dyrkedes kun vårbyg og vinterhvede i de marker, hvor arten var hyppig, og arten synes derfor knyttet til de kornrige sædskifter. Ukrudtsbekæmpelse

havde ingen forebyggende effekt på fremspiringen af énårig rapgræs, antageligt fordi denne art kan spire og sætte frø næsten året rundt.

Tabel 7. Beregnede effekter af vekselvirkningen mellem afgrødetyper og behandling (*) på fremspiring af vinter-énårigt ukrudt (1999 niveau), som er svagt konkurrerende.** Calculated effects of the interaction crop type and treatment (***) on density of winter-annual less competitive weeds (1999 level).

Afgrødetyper Crop type	Beregnede forholdstal Ubehandlet Calculated values Untreated	Beregnede forholdstal Behandlet Calculated values Treated
1 = Vårsæd	100	88
2 = Vintersæd	106	56
3 = Rækkeafgrøder	-	-
4 = Flerårige afgrøder	22	24
5 = Bælgsæd	104	100

Fuglegræs optrådte hyppigt i næsten alle marker med undtagelse af de økologiske græsmarker. Ærenpris fandtes i næsten alle markerne men i lave tætheder. Ukrudtsbekæmpelsen påvirkede ikke fremspiringen af ærenpris.

Antal arter

Antallet af arter, der fremspirede, aftog gennem årene, og der var desuden vekselvirkning mellem afgrødetype og behandling. Vårsæd og bælgsæd havde det største antal arter med beregnede niveauer på henholdsvis 100 og 94, dernæst fulgte vintersæd med 75 og flerårige afgrøder med 46 (tabel 8). Ved behandling reduceredes antallet af arter i alle afgrøder undtagen i de flerårige afgrøder, men her var niveauet som nævnt også meget lavt. Antallet af arter blev reduceret med 10% årligt uanset behandling og sædskifte. Sædskifterne har således en mindre betydning for artsantallet i forhold til den aktuelle afgrøde.

Næsten alle ukrudtsarter kan spire frem i vårsåede afgrøder, og derfor er det ikke overraskende, at artsantallet var størst her. Mange overvintrende énårige arter spirer næsten ligeså hyppigt i vårsæd som i vintersæd (f.eks. hyrdetaske, ager-stedmoder og énårig rapgræs), dog ikke ukrudtsgræsser (ager rævehave (*Alopecurus myosuroides* Hudson), gold hejre (*Bromus stérilis* L.) og vindaks (*Apera spica venti* (L.) Beauv.)), som i andre sammenhænge kan være problematiske. I vintersæd vil fremspiringen af sommer-énårige ukrudtsarter være begrænset, og den naturlige dødeligheden vil ofte være meget stor i løbet af vinteren. Generelt er der en tæt korrelation mellem antal ukrudt og antal arter. Det vil sige, at mange af de systematiske virkninger, der giver et stort antal fremspirede planter, ligeledes vil give det største antal arter.

Tabel 8. Beregnede effekter af vekselvirkningen mellem afgrødetyper og behandling (*) på antal arter (1999 niveau). Artsantallet falder 10% pr. år. Calculated effects of the interaction of crop type and treatment (*) on number of weed species (1999 level). The number of species decreases 10% per year.

Afgrødetyper Crop type	Beregnede forholdstal Ubehandlet Calculated values Untreated	Beregnede forholdstal Behandlet Calculated values Treated
1 = Vårsæd	100	92
2 = Vintersæd	75	63
3 = Rækkeafgrøder	-	-
4 = Flerårige afgrøder	46	54
5 = Bælgsæd	94	89

Konklusioner

Resultaterne har vist, at den kemiske ukrudtsbekæmpelse gennem en femårig periode reducerede fremspiringen med 23% pr. år. Dette skal ses på baggrund af en generel reduktion på 5% pr. år uden ukrudtsbekæmpelse. Der sås altså ikke nogen tendens til opformering ved undladelse af kemisk ukrudtsbekæmpelse i undersøgelsesperioden.

Fremspiringen af stærkt konkurrerende ukrudt var i både vårsæd og vintersæd næsten ikke påvirket af forudgående kemisk ukrudtsbekæmpelse. Fremspiringen af svagt konkurrerende overvintrende énarigt ukrudt, specielt i vintersæd, var markant påvirket af den kemiske ukrudtsbekæmpelse, som inkluderer både forudgående bekæmpelse og efterårsbekæmpelse.

Afgrødevalg havde stor betydning for niveauet af fremspiring. Der var størst fremspiring i vårsåede afgrøder, mens fremspiringen er 90% mindre i flerårige afgrøder. Der er ca. 25% færre planter i vintersæd ved forårsopgørelser, når der ikke er bekæmpet ukrudt.

Sædskiftet havde også stor betydning for fremspiringen. Fremspiringen var størst i de kornrige sædskifter og mindst i sædskifter med flerårige afgrøder, rækkeafgrøder eller minimum 3 forskellige afgrødetyper på 5 år.

Artsantallet var tæt korreleret til den totale mængde ukrudt, men sædskiftet havde ikke nogen sikker indflydelse på artsantallet. Det største antal arter blev fundet i vårsåede afgrøder. Alle forsøgsselter var placeret på god og veldrænet jord med sunde, velgødede afgrøder, der dermed har været konkurrencesterke i sig selv. På lettere jorde må det forventes, at effekten af at udelade ukrudtsbekæmpelse ville have været mere problematisk. Der har ikke været væsentlige problemer med græsukrudt på de undersøgte marker, men dette kunne også være et alvorligt sædskifte relateret ukrudtsproblem på andre marker.

Perspektiver

Set i forhold til den samlede reduktion i ukrudtsmængden med og uden kemisk bekæmpelse var udviklingen i udbyttet beskedent i den 5-årige periode. Udbytte målt ved manuel høst i

behandlede og ubehandlede vinduer udviste stor variation inden for de enkelte marker. Derfor var der i mange tilfælde også negative udbytter ved ukrudtsbekæmpelse i de parvise sammenligninger. Men ser vi på det samlede gennemsnit, var der i hele perioden et lidt lavere udbytte i de ubehandlede vinduer: 3,6% i vårsæd og 6,5% i vintersæd. Med gennemsnitlige udbytter på henholdsvis 59,0 hkg/ha med en standardafvigelse på 13,8 i vårsæd og 82,1 hkg/ha med en standardafvigelse på 26,7 hkg/ha i vintersæd, svarer det til et gennemsnitligt tab på 191 og 477 kr./ha i de to afgrødetyper med en pris på 90 kr./hkg. Dette svarer cirka til det niveau ukrudtsbekæmpelsen koster. Selvom det gennemsnitlige udbyttetab er beskedent, er der, som det fremgår, stor variation. Det er derfor interessant om en del af denne store variation kan forklares udfra de indsamlede ukrudtsdata og andre forhold, som kan have en væsentlig indflydelse på udbyttetabet som f.eks. jordbearbejdning, jordtype, sorter, gødskning m.v. Hvis udbyttetabet kunne forudsiges med rimelig sikkerhed, ville der uden større risiko kunne undlades at bekæmpe ukrudt i mange af de konkurrencestærke afgrøder. Dette vil blandt andet blive belyst nærmere i en samlet rapport om projektet, der udkommer senere på året. Heri vil indgå analyser, der belyser de økonomiske og miljømæssige konsekvenser.

Sammendrag

Udviklingen i ukrudtspopulationer med og uden ukrudtsbekæmpelse i konkurrencestærke afgrøder, det vil sige korn, raps og bælgssæd, er undersøgt. Samtidig er det undersøgt, hvilken betydning forskellige afgrødetyper har for fremspiringen, og hvilken betydning forskellige sædskiftetyper har for udviklingen i fremspiret ukrudt. Responsen er analyseret på total antal ukrudt, antal arter og på fire typer ukrudt med forskellig annualitet og konkurrenceevne. Undersøgelsen er udført i perioden 1997-2001 på 42 marker på Midsjtjælland.

Der blev fundet en reduktion på 5% pr. år i antal fremspiret ukrudt, når der ikke blev bekæmpet ukrudt i de konkurrencestærke afgrøder, mens der blev fundet en reduktion på 23% pr. år, når ukrudtet blev bekæmpet kemisk i alle afgrøder. Ukrudtsbekæmpelsen har primært reduceret fremspiringen af konkurrencesvage ukrudtsarter. Fremspiringen af ukrudt var mindre i vintersæd og flerårige afgrøder end i vårsåede afgrøder. Der blev fundet mest ukrudt i kornrige sædskifter. Artsantallet var hovedsageligt reduceret i flerårige afgrøder.

Erkendtlighed

Der skal lyde en stor tak til de involverede landmænd og til teknikerne Jette Prien og Trine S. Nielsen m.fl., der har udført et stort arbejde i forbindelse med projektet.

Litteratur

- Pinheiro JC & Bates DM.* 2000. Mixed-Effects Models in S and S-PLUS. Springer –Verlag.
- Rasmussen K, Holst N & Kristensen IS.* 1998. Ukrudt på 8 Økologiske Kvægbrug - betydende faktorer for ukrudtets udvikling 1989 - 1996. 15. Danske Planteværnskonference, Ukrudt. DJF-rapport nr. 2:203-217.
- Wilhjelmudvalget.* 2001. En rig natur i et rigt samfund. - Kbh. Miljøbutikken, 120 sider.

Glyphosat-tolerante roer: Perspektiver for landmand og miljø

Glyphosate-tolerant beets: Perspectives for the farmer and the environment

Beate Strandberg, Marianne Bruus Pedersen & Niels Elmegaard

Danmarks Miljøundersøgelser

Afdeling for Terrestrisk Miljø

Vejlsøvej 25

DK-8600 Silkeborg

Summary

The introduction of genetically modified glyphosate-tolerant crops has caused environmental concern, and especially the possible consequences for arable biodiversity of growing vast areas with glyphosate-tolerant crops have attracted attention. This presentation includes three years' investigations of weed flora and arthropod fauna of glyphosate-tolerant fodder beet fields. In 1999 and 2000, weed flora and arthropod fauna were sampled at two and six sites respectively and compared with weeds and arthropods in fields with conventionally cultivated fodder beet. In 2001, the relationship between time of herbicide application and weed flora and arthropod fauna has been studied more thoroughly. Weeds and arthropods were sampled one or more times per year, and insects were identified with specific emphasis on species known as important food items to arable birds. In plots treated with glyphosate, the first spraying was usually carried out 2-4 weeks later than in conventional plots leaving more weed species at higher densities and larger biomass compared with conventional plots. After the second glyphosate treatment (around the 1st July), the weed density in plots with glyphosate-tolerant beets was as low as or even lower than in conventional plots. Weed seed production also seemed to be lower in plots treated with glyphosate. Data on arthropods showed the same patterns, i.e. an increase in species diversity and density in plots with herbicide-tolerant fodder beet until mid-July, although the response was less clear. It is concluded that the use of glyphosate-tolerant beets may increase the biodiversity of beet fields during the early summer period, but the benefit to flora and fauna depends on the timing of weed emergence and herbicide as well as insecticide spraying. However, the reduced weed seed production in glyphosate-tolerant beet fields may cause long-term effects on biodiversity, and further studies are needed to determine the implications of such a reduction in seed production in relevant crop rotations.

Indledning

Genmodificerede, herbicidtolerante afgrøder dyrkes i dag i en række lande, mest udbredt i USA og Canada. I Europa har der været stop for kommerciel dyrkning af genmodificerede afgrøder siden 1999, men en række genmodificerede afgrøder er dog langt fremme i

godkendelsesproceduren og tæt på godkendelse til markedsføring. Det gælder blandt andet glyphosat-tolerante bederoer.

Udviklingen af nye dyrkningsstrategier inden for landbruget afføder behov for analyser af konsekvenserne for såvel landmænd som miljø. Det gælder også introduktionen af herbicid-tolerante afgrøder. Denne artikel omhandler effekter af en ændret herbicidanvendelse på flora og fauna i marken i forbindelse med dyrkning af glyphosat-tolerante roer.

Dyrkning af bederoer kræver effektiv ukrudtsbehandling. Ved konventionel dyrkning af bederoer anbefales 3 behandlinger med en blanding af midler sammensat ud fra den aktuelle ukrudtssammensætning (Landskontoret for Planteavl, 2001). Generelt bør behandlingerne foretages så tidlig som mulig dels for at undgå at hæmme roens udvikling dels for at opnå en effektiv ukrudtsbehandling, idet konventionelle bederoeherbicider kun bekæmper ukrudt effektivt, mens det er på kimbladstadiet. Udviklingen af genmodificerede afgrøder, der er tolerante overfor et herbicid, ændrer behandlingsstrategien væsentligt, idet der er stor forskel i den dosering afgrøden kan tåle og den dosering, der kan bekæmpe selv vanskelige ukrudtsarter. Hvis roen er tolerant overfor et totalherbicid som glyphosat (Roundup), giver det en meget effektiv ukrudtsbekæmpelse også af større ukrudtsplanter (e.g. Jensen, 1998; Bückmann *et al.*, 2000), og dermed får landmanden nye muligheder for at tilpasse herbicidsprøjtningen til de aktuelle behov i marken både med hensyn til dosering og tidspunkt for ukrudtsbehandlingen (e.g. Jensen, 1998; Kudsk & Mathiassen, 1998).

Dyrkningsformen har imidlertid også stor betydning for plante- og dyreliv i marken. Mange frygter, at dyrkningen af herbicidtolerante afgrøder via en meget effektiv ukrudtsbekæmpelse vil have negativ effekt på agerlandets biodiversitet. En engelsk modelsimulering, hvor effekten af dyrkningen af herbicidtolerante sukkerroer på biodiversiteten er baseret på data for frøproduktionen hos hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*) i henholdsvis konventionelt dyrkede og herbicidtolerante sukkerroer, viste en meget dramatisk nedgang i lærkepopulationen i den genmodificerede afgrøde (Watkinson *et al.*, 2000). Dyrkningen af herbicid-tolerante afgrøder giver på den anden side også mulighed for ukrudtsbekæmpelsesstrategier, hvor der sprøjtes på et senere tidspunkt end ved konventionel roedyrkning. Herved vil ukrudtsplanter findes i marken i et længere tidsrum til gavn for dyrelivet i marken.

I denne artikel præsenterer vi data fra tre års danske undersøgelser af biodiversiteten i henholdsvis konventionelle og gensplejsede glyphosat-tolerante foderroer (se også Elmegaard & Bruus Pedersen, 2001; Strandberg & Axelsen, 2001; Bruus Pedersen og Strandberg, 2000) og diskuterer perspektiverne for såvel landmand som miljø.

Materialer og metoder

Undersøgelserne, som ligger til grund for artiklen, er gennemført i forbindelse med demonstrationsforsøgene med dyrkning af gensplejsede glyphosat-tolerante foderroer, som Landskontoret for Planteavl, Landbrugets Rådgivningstjeneste gennemførte i 1999 og 2000. I 1999 foretog vi ukrudts- og insektundersøgelser på to marker (Mors og Nibe) og i 2000 på 5 marker (Mors, Svenstrup, Skejby, Varde og Egtved). I 2000 blev der desuden foretaget undersøgelser på en forsøgsmark ved Foulum etableret af Danmarks JordbrugsForskning.

Endelig indgår de foreløbige resultater fra egne forsøg gennemført på Mors i 2001 (data er dog ikke præsenteret, da de ikke er færdigbehandlet, Strandberg og Bruus Pedersen, in prep.).

I demonstrationsforsøgene og på forsøgsmarken ved Foulum blev dyrkningen af den gensplejsede foderroe 'Simplex' sammenlignet med dyrkningen af den konventionelle foderroe, der normalt dyrkes i området (varieteterne Simplex, Magnum og Troya indgik i forsøgene). Ukrudtsbehandlingen i den konventionelle foderroe blev foretaget med konventionelle roeherbicer, mens der blev foretaget behovsbaseret sprøjtning med Roundup Ready i henholdsvis 100%, 50% og 0% af anbefalet markdosis i parcellerne med glyphosat-tolerante foderroer. I de usprøjtede parceller er der kun taget prøver en enkelt gang (inden første sprøjtning), idet denne behandling repræsenterer en fuldstændig urealistisk dyrkningspraksis. Udover disse 3 forskellige ukrudtsbehandlinger blev den anvendte Roundup mængde reduceret til 25% af markdosis i forsøgene på Mors i 1999. Så- og sprøjtetidspunkter for de enkelte forsøg fremgår af tabel 1.

Vore egne undersøgelser med den gensplejsede foderroe 'Simplex' på Mors i 2001 blev gennemført som et replikeret (4x) blokforsøg med 4 forskellige ukrudtsbehandlinger: A) konventionelle roeherbicer (3 behandlinger), B) Roundup Ready (RR) som anbefalet (standard label recommendation), C) første RR behandling tidligere end for behandling B og D) første RR behandling så sent som det skønnes muligt, dog uden at der forventes væsentlig udbyttereduktion. Alle behandlinger med Roundup Ready er givet som splitdoseringer (2 behandlinger). Så- og sprøjtetidspunkter fremgår af tabel 1.

I forsøgene i 1999 blev anvendt frø bejdsset med Promet, og på forsøgsmarken ved Nibe (1999) blev der flere gange i juni og begyndelsen af juli anvendt andre insekticider blandt andet bladlusmidlet pirimicarb. Ved forsøgene i 2000 og 2001 anvendtes frø bejdsset med Gaucho WS 70 (Bayer), der indeholder aktivstoffet imidacloprid, som er virksomt over en længere periode og desuden har effekt på såvel jordlevende insekter som f.eks. bladlus. Ved forsøgene i 2000 og 2001 anvendtes ikke andre insekticider.

I forbindelse med alle ovennævnte forsøg blev ukrudt og leddyr (det vil sige insekter, edderkopper og mider) registreret og indsamlet (tabel 1). Inden for hver behandling blev artssammensætning og tæthed af ukrudsplanter opgjort i 10 felter på hver 75 cm x 75 cm (1999 og 2001) eller 50 cm x 50 cm (2000). Ved undersøgelserne i 2000 og 2001 blev diversitets- og tæthedsmålingerne suppleret med målinger af den overjordiske biomasse. Til brug for biomassebestemmelsen blev planterne klippet af ved jordoverfladen, sorteret efter art, tørret ved 80°C i et døgn og vejat. Ved de sidste tre registreringer i 2001 blev frøene sorteret fra resten af plantematerialet og frøbiomassen bestemt.

I 1999 bestod leddyrindsamlingerne af støvsugning af plantedækket og jordoverfladen med en modificeret løvstøvsuger (sugeareal 855 cm²), som opsamlede leddyrene i netposer. For hver ukrudtsbehandling (tabel 2) blev 10 x 5 sug à 10 sekunder indsamlet, den 1. juli dog 10 x 10 sug. I 2000 brugte vi en Dietrick Vacuum Sampler (D-vac) (Dietrick, 1961) til at indsamle leddyr. Hver prøve bestod af 10 sug à 10 sekunder, taget tilfældigt ud over hver behandling. Begge år blev sugene taget skiftevis imellem roerækkerne og i rækkerne.

Tabel 1. Tidspunkter for såning, herbicidbehandlinger og indsamling af data. "K" angiver tidspunkter for sprøjtning med konventionelle roer-herbicer, "R" tidspunkter for Roundup-behandling, "*" tidspunkter for indsamling af vegetations- og leddyrdata, og "#" tidspunkter for indsamling af frøproduktionsdata. Time table for sowing, herbicide application and data collection. "K" indicates treatment with conventional beet herbicides, "R" Roundup application, "*" collection of vegetation and arthropod data, and "#" collection of seed production data.

	Såning	Maj				Juni				Juli				August				Oktober			
1999																					
Mors	24. april		K		K	*R		*	R	*											
Nibe	28. april				RK	*K	R	*R		*											
2000																					
Mors ¹	28. april		K		K	R	K	R	*												
Varde	1. maj	K	KR		K				*	R											
Skejby	19. april	K		KR	K		*	R													
Egtved	22. april		K	K			R	*K	KR												
Svenstrup	1. maj			RK				R*K													
Foulum	5. maj			K		RK		K	*R												
2001/Mors																					
Behandl. A ²	21. april		K	*	K		K	*				*#			#					#	
- B ³	21. april					*	R	*		*R		*#			#					#	
- C ⁴	21. april			*	R			*	R			*#			#					#	
- D ⁵	21. april							*	R		*	R*#			#					#	

¹ Alle parceller forbehandlet med glyphosat trimesium (960 g/ha) den 14. marts / All plots treated with glyphosate trimesium (960 g/ha) on March 14

² Konventionel dyrkning af RR-roen / Conventional cultivation of RR beet

³ RR-roe dyrket som anbefalet / RR beet cultivated as recommended

⁴ RR-roe sprøjtet tidligere end anbefalet / RR beet sprayed earlier than recommended

⁵ RR-roe sprøjtet senere end anbefalet / RR beet sprayed later than recommended

Leddyrene blev identificeret til art, slægt, familie eller orden afhængig af bl.a. deres antal og deres betydning som fugleføde. I 2001 blev prøverne indsamlet på samme måde som i 2000, men prøverne er endnu ikke færdigsorteret, hvorfor resultaterne ikke præsenteres her.

Antallet af ukrudts- og leddyrindsamlinger og fordelingen over sæsonen varierede, som det ses af tabel 1, mellem undersøgelserne afhængig af målet. Formålet det første år var at få et overblik over variationen mellem de to lokaliteter, mellem forskellige behandlinger og over sæsonen. Andet år, hvor seks lokaliteter indgik i undersøgelsen, var hovedformålet at undersøge, om resultaterne fra det første år kunne generaliseres. Det tredje år var koncentreret omkring undersøgelsen af betydningen af behandlingstidspunktet for ukrudt og leddyrfaunaen. Disse undersøgelser blev opbygget som et egentligt eksperiment med replikation af behandlingerne og med en ensartet placering og tilstrækkelig størrelse på de enkelte behandlinger til undersøgelse af leddyrfaunaen.

Resultater

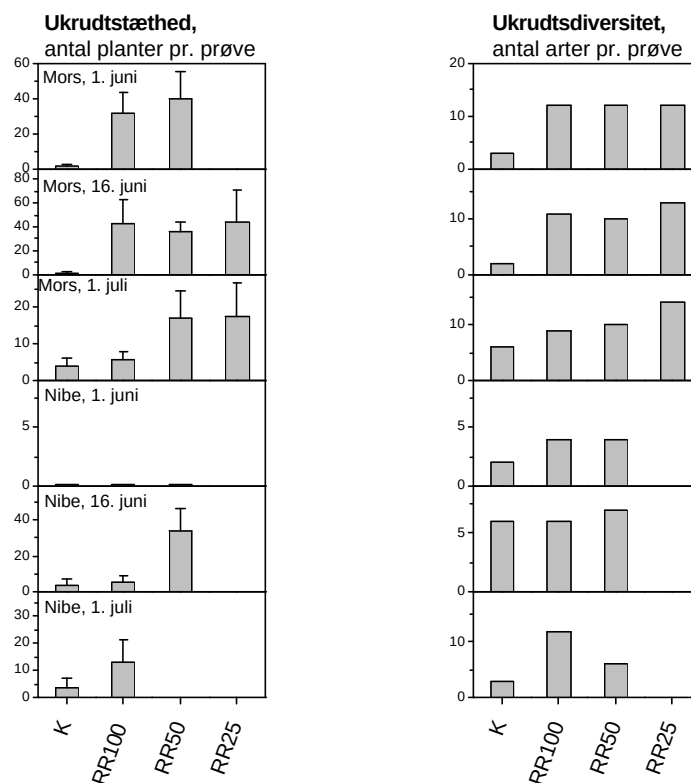
Sprøjtepraksis, ukrudts- og leddyrresultater 1999

Ukrudtssammensætningen på de to lokaliteter varierede ikke væsentligt, og herbicidsprøjtningen, der var behovsbaseret, blev også foretaget med samme markdosis (100% markdosis = 1,6 kg glyphosat/ha). Der var til gengæld betydelig forskel i behandlingstidspunkterne. Fremspiringen af ukrudt gik væsentlig hurtigere på Mors, og den konventionelle roeparcel blev sprøjtet første gang 13. maj. Den glyphosat-tolerante parcel blev sprøjtet første gang 7. juni. Ved Nibe, hvor både roer og ukrudt voksede meget langsomt i maj måned, kunne man vente med 1. sprøjtning til den 28. maj i alle parceller. De efterfølgende sprøjtninger faldt hurtig efter hinanden ved Nibe, hvorimod man på Mors ventede til Skt. Hans med den anden Roundup sprøjtning. Ved Nibe blev der desuden sprøjtet flere gange med insekticider.

I parceller, der var behandlet med konventionelle roeherbicer, var der meget få arter til stede (figur 1), og på begge lokaliteter var alm. kvik, enårig rapgræs og hvidmelet gåsefod de hyppigst forekommende arter. Der var større forskelle mellem de to lokaliteter i ukrudtssammensætningen i de genmodificerede foderroer, og på Mors forekom der gennem hele undersøgelsesperioden langt flere ukrudtsarter i parcellerne med genmodificerede foderroer (figur 1).

Ved Nibe var der fra starten af sæsonen meget lidt ukrudt i parcellerne med genmodificerede roer (figur 1). Der skete dog en betydelig rekruttering af ukrudt mellem og efter sprøjtningerne. På marken på Mors var der en signifikant højere ukrudtstæthed i de genmodificerede roer frem til anden sprøjtning, hvor efter mængden af ukrudt blev væsentligt reduceret navnlig i parcellen med fuld dosis, der ikke var signifikant forskellig fra parcellen med konventionelle roer ved sidste registrering (figur 1). Der var ingen signifikant forskel i ukrudtstætheden mellem parcellerne med 50% og 25% markdosis efter sidste sprøjtning. Grunden hertil kan være, at liden nælde, der kan tåle relativt høje doseringer af glyphosat (Kudsk og Mathiassen, 1998), forekom langt hyppigere i 50% parcellen end i 25% parcellen.

Der var langt flere dyr på Mors end i Nibe, hvilket til dels stemmer overens med mængden af ukrudt. Desuden må sprøjtningerne med insekticider formodes at have reduceret



Figur 1. Antal (gennemsnit og standardfejl) ukrudtsplanter pr. prøve à 0,56 m² (venstre søjle), antal ukrudsarter pr. prøve (højre søjle) på de to lokaliteter i 1999. På hver lokalitet var der tre behandlinger: Konventionelt dyrkede roer (K), glyphosat-tolerante roer sprøjtet med halvdelen af den anbefalede markdosis (RR50), og glyphosat-tolerante roer sprøjtet med den anbefalede markdosis (RR100). På Mors var der desuden en parcel sprøjtet med 25% af den anbefalede markdosis (RR25). For hver behandling blev indsamlet 10 prøver pr. lokalitet på hver prøvetagningsdato. Lokalitetsbetegnelser og datoer i venstre søjle gælder også for højre søjle. Number (means and SE) of weed plants per sample of 0.56 m² (left column), number of plant species per sample (right column) at the two field sites. At each site three herbicide regimes were represented, viz. traditionally sprayed beets (K), glyphosate-tolerant beets sprayed with half dosage (RR50, not at Foulum), and glyphosate-tolerant beets sprayed with full dosage (RR100). At Mors, a plot treated with 25% of the recommended field dosage was included (RR25). Within each field and treatment, 10 samples were collected on each sampling occasion. Labels indicating sampling site in the left-hand column are also valid for the right-hand column. Note that scales may differ between sites.

Tabel 2. Totalt antal leddyr indsamlet med D-vac på 2 lokaliteter i 1999. På hver lokalitet var 3 behandlinger: Konventionel (K), glyphosat-tolerante roer behandlet med den anbefalede markdosis (RR100), og glyphosat-tolerante roer behandlet med halv markdosis (RR50). På Mors var der desuden en parcel med 25% af den anbefalede dosis (RR25), og ved Nibe en parcel uden behandling (RR0). For sprøjtetidspunkter se tabel 1. Total numbers of various arthropod groups collected by D-vac at six field sites. At each site three treatments were represented: Conventional (K), glyphosate-tolerant beets treated with the recommended field dosage (RR100) and glyphosate-tolerant beets treated with half the field dosage (RR50). For timing of herbicide application, see table 1.

Lokalitet	Dato	Behandling	Aranea	Aphidae	Brachycera/ Cyclorrhapha	Cecidiomyiidae	Sciaidae	Tipulidae	Andre nematocera	Apocrita	Carabidae	Staphylinidae	Clavicornia	Coleoptera- larver	Diptera-larver	Collembola	Acarina	Thysanoptera
Mors	1. juni	K	1		10	12	36			4		2			1	875	3	
		RR100	3	2	9	20	70			4		1				489	21	
	16. juni	K	6	2	12	2	154			5		1			3	196	3	1
		RR25	10	21	31	10	268			15						220		
		RR50	6	23	37	6	329			16		4	1		1	404	11	1
		RR100	10	55	19	8	176		2	11		3	3	1	3	356	6	
	1. juli	K	21	39	103	11	93	1	3	8	2	13		1		4800	16	3
		RR25	12	96	98	28	257	3	6	18		6	1	7		3322	19	
		RR50	14	119	96	22	250	4	6	14		8	1	6		4250	30	2
		RR100	14	69	64	23	115	2	7	18		4	1	2		5400	15	1
Nibe	1. juni	K	3		7	4	1			1		2		1	2	24	1	
		RR0	3	6	8	6	6			2	1	6		1	3	728	7	
		RR100	2	2	4	2	3			1		8			1	344	5	
	16. juni	K													1	3	1	5
		RR50					1			3					2	3	2	
		RR100	2		2										8	9		21
	1. juli	K	3	9	30		3		1	1	1	6				75		1
		RR50	8	328	14	1	1		1	3	2	17	2			655		4
		RR100	7	15	8		8		1	2		5		1	2	1054	3	

leddyrfaunaen i Nibe. I starten af sæsonen (1. juni) var der ingen tydelige forskelle på antallet af leddyr i de gensplejsede roer, der havde fået fuld markdosis af Roundup, sammenlignet med de konventionelt dyrkede roer. Dette gælder for både Mors og Nibe (tabel 2), selv om mængden af ukrudt på Mors var større i de gensplejsede roer end i de konventionelt dyrkede roer. Ved anden prøvetagning (16. juni) på Mors var der derimod signifikant flere dyr i de gensplejsede roer sammenlignet med de konventionelle roer. For Nibe sås den samme tendens, om end den ikke var signifikant. Ved sidste prøvetagning (1. juli) var der på de to lokaliteter ingen klare forskelle i leddyrfaunaen mellem de to typer roer.

Når der blev sprøjtet med mindre Roundup, var der en tendens (? signifikant for de enkelte leddyrgrupper) til, at der var flere leddyr, end når der blev sprøjtet med fuld markdosis (tabel 2). Dette skyldes formentlig den større ukrudtsbiomasse. Tendensen var mest klar på Mors. I Nibe har sprøjtningerne med insekticider formentlig påvirket resultaterne. Det var især fluer, sørgemyg og stilkhvepse, der nød godt af en Roundupbehandling med reduceret dosis, hvorimod antallet af collemboler (springhaler) faldt.

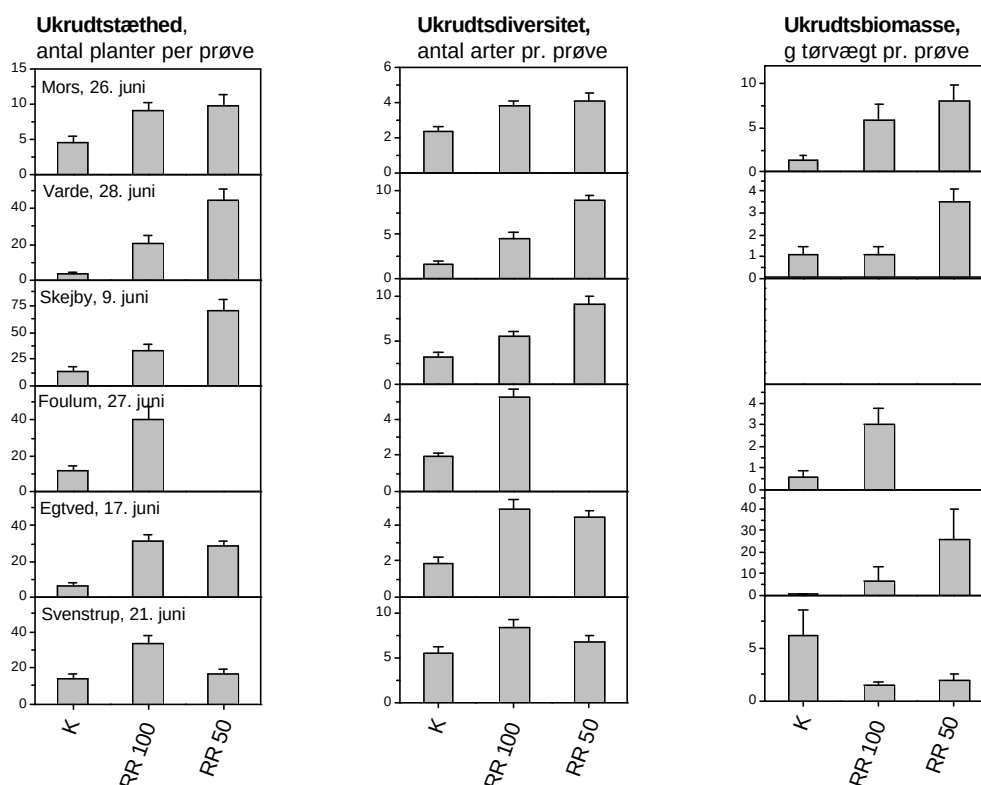
Kun få af de fundne leddyr var direkte knyttet til plantedækket, det vil sige herbivore. Flertallet var mere eller mindre jordlevende arter (collemboler, mider, sørgemyg m.fl.). Vi fangede desuden en række mobile arter, der kan findes overalt (rovlevende dyr såsom rovbiller, edderkopper og stilkhvepse). På grund af det lille antal prøver og manglen på biomassedata for ukrudtet kunne sammenhængen mellem forekomsten af ukrudt og leddyr ikke undersøges nærmere. Vi fandt kun ganske få leddyr, der er vigtige fødeemner for fugle og smådyr: stankelben, diverse biller og larver (jvf. Hald & Reddersen, 1990).

Sprøjtepraksis, ukrudts- og leddyrresultater 2000

Resultaterne fra de seks lokaliteter underbyggede resultaterne fra 1999. Der blev fundet gennemsnitlig flere ukrudtsarter og højere ukrudtstæthed i parceller, hvor der blev dyrket genmodificerede glyphosat-tolerante foderroer sammenlignet med parceller med konventionelle foderroer (figur 2). Desuden var ukrudtsbiomassen generelt større i de glyphosat-tolerante foderroer (figur 2). På marken ved Svenstrup var ukrudtsbiomassen dog betydeligt højere i de konventionelle foderroer. På denne lokalitet var 1. sprøjtning med konventionelle roeherbicider sen og blev foretaget samtidig med 1. Roundup-sprøjtning. Den store variation i dyrkningspraksis afspejlede sig på flere måder i ukrudtsdata. Den absolut største ukrudtsbiomasse blev målt i de Roundup-tolerante roer med 50%-dosis ved Egtved. Første Roundup-sprøjtning lå her sent (10. juni) navnlig set i forhold til sprøjtetidspunktet for første konventionelle sprøjtning.

De hyppigst forekommende leddyr i roemarkerne var springhaler (Collembola), bladlus (Aphidae), fluer og myg (Diptera), biller (Coleoptera), mider (Acarina), edderkopper (Araneae) og stilkhvepse (Hymenoptera: Apocrita, især snyltehvepse) (tabel 3).

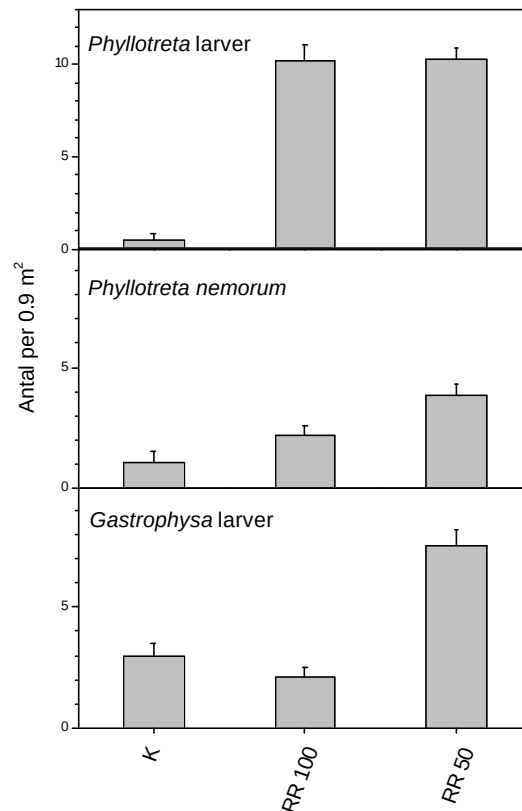
Artssammensætningen og tætheden af leddyr varierede meget mellem markerne (tabel 3). For nogle arter syntes tætheden at variere med ukrudtsbiomassen (tæger i Skejby; bladlus; sommerfugle i Skejby; galmyg; snyltehvepse; bladbillen i Skejby (figur 3); edderkopper i Foulum, Egtved, Mors og Skejby), mens der for andre arter ikke var nogen tydelig sammenhæng, hvilket formentlig delvis skyldes et for lille antal dyr.



Figur 2. Antal (gennemsnit og standardfejl) ukrudtsplanter pr. prøve à 0,25 m² (venstre søjle), antal ukrudtsarter pr. prøve (midten) og ukrudtsbiomasse pr. prøve (højre søjle, ingen data for Skejby) på de seks lokaliteter i 2000. På hver lokalitet var der tre behandlinger: Konventionelt dyrkede roer (K), glyphosat-tolerante roer sprøjtet med halvdelen af den anbefalede markdosis (RR50), og glyphosat-tolerante roer sprøjtet med den anbefalede markdosis (RR100). For hver behandling blev indsamlet 10 prøver pr. lokalitet, bortset fra Skejby (4-7 prøver) og Egtved (7-9 prøver). Lokalitetsbetegnelser og datoer i venstre søjle gælder for alle søjler. Number (means and SE) of weed plants per sample of 0.25 m² (first column from the left), number of plant species per sample (centre column) and total weed biomass per sample (right column, no data for Skejby) at the six sites. At each site three herbicide regimes were represented, viz. traditionally sprayed beets (K), glyphosate-tolerant beets sprayed with half dosage (RR50, not at Foulum), and glyphosate-tolerant beets sprayed with full dosage (RR100). Within each field and treatment, 10 samples were collected, except for Skejby (4-7 samples) and Egtved (7-9 samples). Labels indicating sampling site and date in the left column are valid for all three columns. Note that scales may differ between sites.

Tabel 3. Totalt antal leddyr indsamlet med D-vac på 6 lokaliteter i 2000. På hver lokalitet var 3 behandlinger: Konventionel (K), glyphosat-tolerante roer behandlet med den anbefalede markdosis (RR100), og glyphosat-tolerante roer behandlet med halv markdosis (RR50). Der er indsamlet 10 prøver pr. behandling, dog 9 ved Egtved. Inden for hver lokalitet er tal efterfulgt af ens bogstaver ikke forskellige på 5% signifikansniveau (Student T-test på log (x+1)). Total number of various arthropod groups collected by D-vac at six field sites. At each site three treatments were represented: Conventional (K), glyphosate-tolerant beets treated with the recommended field dosage (RR100) and glyphosate-tolerant beets treated with half the field dosage (RR50). For each site, numbers followed by the same letter are not significantly different at the 5% level (Student T-test on log (x+1)). For each treatment, 10 samples were collected, except for Egtved where nine samples were taken.

Lokalitet	Dato (MM-DD)	Behand- ling	Colem- bola	Hetero- ptera	Auchenor- rhyncha	Aphidae	Thysan- optera	Lepi- doptera	Diptera	Apocrita	Cara- bidae	Staphy- linidae	Elateri- dae	Chrysome- lidae	Curculio- nidae	Andre Coleoptera	Acarina	Aranea	Sum
Mors	06-26	K	6.310	2	0	1.226 a	14 a	4	703 a	66	24	324 a	3	0	1	30	214 a	92 a	9.013
Mors	06-26	RR100	6.880	3	3	351 b	4 b	2	346 b	62	25	156 b	0	0	3	11	417 b	103 a	8.366
Mors	06-26	RR50	8.770	3	11	1.000 c	8 b	7	641 ab	135	45	208 b	4	0	8	25	433 b	143 b	11.441
Varde	06-28	K	22 a	0	0	3	1	3	49 a	2	0	11 a	1	0	1	0	6 a	1	100 a
Varde	06-28	RR100	334 b	5	1	5	0	2	115 b	14	11	35 ab	2	0	0	36	67 b	13	640 a
Varde	06-28	RR50	36 a	1	0	5	5	1	77 c	8	3	30 b	2	0	0	2	11 ab	3	184 a
Skejby	06-09	K	6.970 a	12	1	48 a	2	4	98 a	12 a	10 a	6 a	0	87 a	1	4	28	70 a	7.353
Skejby	06-09	RR100	11.550 ab	26	3	133 a	1	20	72 a	25 a	37 b	13 a	0	154 b	1	9	27	134 ab	12.205
Skejby	06-09	RR50	20.250 b	59	4	214 b	1	14	50 a	55 a	24 a	13 a	3	225 c	0	20	30	157 b	21.119
Foulum	06-27	K	2.425	5	5	69 a	10	0	149 a	20 a	6	31 a	0	0	0	1	8 a	15 a	2.744
Foulum	06-27	RR100	2.682	1	4	251 b	15	4	174 a	29 a	3	59 a	1	1	2	11	30 b	48 b	3.315
Egtved	06-17	K	56 a	0	2	16 a	11 a	0	21 a	10 a	1	0	3	0	0	2	7	1 a	130
Egtved	06-17	RR100	688 b	1	11	369 b	551 b	1	170 b	74 b	0	8	5	0	0	4	17	19 b	1.918
Egtved	06-17	RR50	108 c	3	9	222 b	298 b	1	172 b	81 b	1	4	3	0	0	2	12	10 b	926
Svenstrup	06-21	K	10	0	4	24 a	1	0	31 ab	16	0	0	0	0	1	0	2	0	89
Svenstrup	06-21	RR100	8	0	2	10 ab	1	1	43 a	13	1	0	0	0	0	2	2	0	83
Svenstrup	06-21	RR50	4	0	1	5 b	0	3	15 b	5	0	0	0	0	0	0	3	0	36
Sum			67.103	121	61	3.951	923	67	2.926	627	191	898	27	467	18	159	1314	809	79.662



Figur 3. Tætheden af pileurtsbladbillens (*Gastrophysa polygoni*) larver samt larver og voksne jordlopper (*Phyllotreta nemorum*) i det konventionelle (K) foderroeparcel, og parcellerne med glyphosat-tolerante foderroer med 100% mark dosis (RR100) og 50% mark dosis (RR50) ved Skejby. Linjer viser standardfejlen på middeltallet. Density of knotgrass beetle (*Gastrophysa polygoni*) larvae and flea beetle (*Phyllotreta nemorum*) larvae and adults in the conventional (K) fodder beet plot and plots with glyphosate-tolerant fodder beet, 100% recommended field dosage (RR100) and 50% recommended field dosage (RR50) at Skejby. Bars indicate standard error of means.

Diskussion

Konventionel roedyrkning kræver en effektiv ukrudtsbehandling ved vækststart for, at landmanden kan opnå et tilfredsstillende udbytte. Det er derfor ikke overraskende, at vi finder, at antallet af ukrudtsarter i markerne med konventionelle foderroer er lavt, og at såvel tæthed som biomasse også er lav. For at opnå en effektiv bekæmpelse skal landmanden helst sprøjte, medens ukrudtet er kimplanter. Dårligt sprøjtevejr, der forsinket sprøjtningen, er derfor et problem for foderroeavlere.

Dyrkningen af genmodificerede, glyphosat-tolerante foderroer giver landmanden nye muligheder med hensyn til herbicidsprøjtningen. For det første har han mulighed for at sprøjte

over en længere periode, idet roen ikke er følsom overfor de doseringer, der er nødvendige for at slå ukrudtet ihjel. For det andet er ukrudtets størrelse af mindre betydning for effektiviteten, end det er tilfældet for de konventionelle roeherbicider (Jensen, 1998; Kudsk og Mathiassen, 1998). Landmanden har derfor langt større frihed til at vælge en god sprøjtedag. Resultaterne viser, at man kan opnå en signifikant højere ukrudtsdiversitet, tæthed og biomasse ved dyrkning af genmodificerede foderroer sammenlignet med konventionelle foderroer. Der var dog en betydelig variation mellem forsøgsmarkerne såvel i 1999 som 2000. Denne forskel afspejler i høj grad den benyttede sprøjtepraksis. Hvis man behandler med Roundup på samme måde, som man normalt behandler med konventionelle roeherbicider, det vil sige tidligt på vækstsæsonen, er der ingen signifikant forskel mellem dyrkningsmetoderne i forsommeren. Undersøgelserne i 2001, hvor der er sprøjtet tidligt med såvel konventionelle roeherbicider (behandling A) som med Roundup (behandling C), viser, at en tidlig sprøjtning med Roundup kan resultere i en mindre ukrudtsdiversitet, tæthed og biomasse i forsommeren (Strandberg & Bruus Pedersen, in prep.). Modsat vil en forsinket behandling med konventionelle roeherbicider, som det var tilfældet på marken ved Svenstrup i 2000, kunne resultere i en højere ukrudtsbiomasse i parcellen med konventionelle foderroer sammenlignet med glyphosat-tolerante roer. Dette skyldes formodentlig, at Roundup bekæmper større ukrudt langt mere effektivt end konventionelle roeherbicider.

For mange af agerlandets dyr har ukrudtsmængden stor betydning, og dermed kan ændringer i dyrkningspraksis, der påvirker ukrudtet, også få betydning for disse organismer. Det gælder selvsagt de leddyr, fugle og pattedyr, der spiser ukrudtet, men indirekte kan ukrudtet også have en gavnlig effekt, idet mikroklimaet i marken forbedres. Undersøgelser af for eksempel lærkens fødesammensætning over sæsonen og i forskellige afgrøder (e.g. Green, 1978) har vist, at sammensætningen varierer meget. I foråret og forsommeren er insekter en vigtig fødekilde for lærkerne, og mange af agerlandets fugle som gulspurv og agerhøne fodrer ungerne op udelukkende på insekter. Data fra 1999 og 2000 viste generelt en større diversitet og et højere antal dyr i prøverne fra de genmodificerede roer i forsommeren end i prøverne fra de konventionelt dyrkede roer. De undersøgelser, som er beskrevet her, viser, at der kun for få hyppigt forekommende arter kan etableres en sammenhæng mellem ukrudtsbiomassen og forekomsten af leddyr. For nogle arter (tæger, bladlus, sommerfugle, galmyg og bladbiller) kan man antage, at deres hyppigere forekomst i parceller med meget ukrudt primært skyldes en større tilgængelighed af mad. For andre arter (edderkopper og snyltehvepse) er der nok i højere grad tale om, at habitatstrukturen, de mikroklimatiske forhold og tilstedeværelsen af værter/byttedyr er mere favorable i parceller med meget ukrudt. Sprøjtninger med insekticid forringer imidlertid vilkårene for faunaen og kan derved ophæve den fordel, der kan være ved dyrkning af glyphosat-tolerante roer. Udenlandske undersøgelser (Dewar *et al.*, 2000) tyder dog på, at der er mindre behov for insekticidbehandlinger i glyphosat-tolerante roer, hvor ukrudtsbehandlingen ligger senere på sæsonen. Landbrugets undersøgelser har ligeledes vist, at når der er mange forskellige ukrudtsarter i marken, foretrækker de leddyr, der lever af plantemateriale, ukrudtet frem for roerne, og man ser langt færre skader på roerne (Landbrugets Rådgivningscenter, 2001). Heraf følger, at en øget ukrudtsmængde kan være til gavn for såvel insekter som landmænd.

Senere på sæsonen ser det imidlertid ud til, at billedet vender. Ukrudtsfrø kan i efterårs- og vinterperioden være en vigtig fødekilde for fuglene (Green, 1978), og vores undersøgelser i denne periode tyder på, at forekomsten af ukrudt og produktionen af ukrudtsfrø er størst i konventionelt dyrkede roer. Der er dog betydelig forskel mellem data fra 1999 og 2001. I 1999 var der en betydelig rekruttering af ukrudt mellem første og anden sprøjtning både i glyphosat-tolerante og i konventionelle foderroer, uden at det dog resulterede i en nævneværdig produktion af ukrudtsfrø. I 2001 skete der ingen rekruttering af ukrudt mellem og efter behandlingerne i parceller, der var Roundup-sprøjtede, uanset behandlingstidspunktet. Dermed var der heller ikke noget grundlag for produktion af ukrudtsfrø i disse behandlinger (Strandberg & Bruus Pedersen, in prep.). I parceller, der var behandlet med konventionelle roeherbicide, var forekomsten af ukrudt senere på sæsonen betydelig. Arter som hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*), lugtløs kamille (*Triplerospermum inodorum*), skive-kamille (*Chamomilla suaveolens*) og liden nælde (*Urtica urens*) forekom i betydelig antal og producerede mange ukrudtsfrø. Vore undersøgelser tyder således også på, at produktionen af ukrudtsfrø i glyphosat-tolerante foderroer er lavere end i konventionelle foderroer, og at hvidmelet gåsefod udelukkende producerer frø i parceller med konventionelle foderroer (Strandberg og Bruus Pedersen, in prep.). At basere en vurdering af effekten af dyrkningen af genmodificerede herbicid-tolerante sukkerroer på agerlandets biodiversitet udelukkende på produktionen af frø af en enkelt ukrudtsart (Watkinson *et al.*, 2000) er dog meget misvisende ikke mindst set i lyset af, at meget små ukrudtsfrø (< 1 mg pr. frø), som dem f.eks. hvidmelet gåsefod producerer, udgør under 10% af de spiste ukrudtsfrø hos lærker (Green, 1978).

Sammendrag

Introduktionen af genetisk modificerede glyphosat-tolerante afgrøder har skabt bekymring på grund af de mulige miljøeffekter. Et af de rejste miljøspørgsmål er den mulige effekt på agerlandets biodiversitet af at dyrke store arealer med glyphosat-tolerante afgrøder. I nærværende projekt har vi undersøgt floraen og leddyrfaunaen i glyphosat-tolerante foderroemarken på forskellige lokaliteter i årene 1999-2001 og sammenlignet dem med konventionelt dyrkede roemarken. I 1999 og 2000 undersøgte vi henholdsvis to og seks lokaliteter. I 2001 undersøgte vi effekten af timingen af herbicidsprøjtningen. Leddyr blev indsamlet en eller flere gange pr. sæson med vegetationsstøvsuger, og ved bestemmelsen blev især lagt vægt på arter, som er vigtig føde for agerlandets fugle. Planter blev talt og indsamlet samtidig med leddyrprøverne. I parceller med glyphosat-tolerante roer blev første sprøjtning normalt foretaget 2-4 uger senere end i konventionelt dyrkede parceller, hvilket resulterede i flere ukrudtsarter, en højere ukrudtstæthed og en større biomasse i den periode i parcellerne med glyphosat-tolerante roer. Efter anden glyphosatsprøjtning (omkring 1. juli) var ukrudtstætheden i de glyphosat-tolerante parceller lige så lav som eller lavere end i de konventionelt dyrkede parceller. Produktionen af ukrudtsfrø var lavere i parcellerne med glyphosat-tolerante roer. Data for leddyr viser det samme responsmønster som ukrudtet, om end resultaterne er mindre klare. Konklusionen er, at dyrkningen af glyphosat-tolerante afgrøder potentielt kan forøge biodiversiteten i roemarken i den tidlige sommer. Imidlertid

afhænger den positive effekt på flora og fauna af timingen af ukrudtsfremspiringen og såvel herbicid- som insekticidbehandlingerne. Den lavere frøproduktion i marker med glyphosat-tolerante roer kan påvirke biodiversiteten negativt på langt sigt. Yderligere studier i relevante afgrøderotationer er nødvendige for at vurdere konsekvenserne af en sådan nedgang i produktionen af ukrudtsfrø.

Litteratur

- Bruus Pedersen M & Strandberg B.* 2000. Roundup-tolerante foderroer kan give mere ukrudt og dermed måske grundlag for flere insekter i markerne. http://www.sns.dk/natur/bioteknologi/roundup_art.htm
- Bückmann H & Petersen J.* 2000. "Weed control in genetically modified sugar beet - two year experiences of a field trial series in Germany." *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz - Journal of Plant Diseases and Protection*: 353-362.
- Dewar AM & Haylock LA.* 2000. "Delayed control of weeds in glyphosate-tolerant sugar beet and the consequences on aphid infestation and yield." *Pest Management Science* 56(4): 345-350.
- Dietrick EJ.* 1961. "An improved backpack motorised fan for suction sampling of insect populations." *Journal of Economic Entomology* 54(2): 394-395.
- Elmegaard N & Bruus Pedersen M.* 2001. Flora and Fauna in Roundup Tolerant Fodder Beet Fields. National Environmental Research Institute. Technical Report no. 349. 40 pp.
- Green R.* 1978. Factors affecting the diet of farmland skylarks, *Alauda arvensis*. *Journal of Animal Ecology* 47, 913-928.
- Hald AB & Reddersen J.* 1990. Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter. Undersøgelser på konventionelle og økologiske landbrug 1987-88. Miljøprojekt nr. 125 1990.
- Jensen PE.* 1998. Doseringsbehov ved kemisk ukrudtsbekæmpelse i almindelige og glyphosatresistente bederoer. Dose requirements at chemical weed control in ordinary and glyphosate resistant beet roots. 15. Danske Planteværnskonference 1998. DJF rapport nr. 2 (1998), 115-123.
- Kudsk P & Mathiassen SK.* 1998. Ukrudtsbekæmpelse i glyphosatresistente bederoer - betydningen af ukrudtets størrelse. Weed control in glyphosate tolerant beets - influence of weed growth stage. 15. Danske Planteværnskonference 1998. DJF rapport nr. 2 (1998), 125-132.
- Landbrugets Rådgivningscenter.* 2001. Hjemmesiden for Projekt dyrkning af gensplejsede roer. <http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/gmoroer/index.htm>
- Strandberg B & Axelsen JA.* 2001. Naturkonsekvenser af landbrugets anvendelse af GMO'er. Pp.100-107 i: Naturrådet 2001. Invasive arter og GMO'er – nye trusler mod naturen. Temarapport nr. 1.
- Watkinson AR., Freckleton RP, Robinson RA. & Sutherland WJ.* 2000. Predictions of Biodiversity Response to Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops. *Science* 289, 1554-1557.

Noget nyt vejr!

Weather information in a new way!

Meteorolog og adm. direktør Torben Klausen

Vejr2 A/S

Industrivej 44

DK-4000 Roskilde

Summary

Weather forecasting is an important tool for planning in agriculture farming. The usual way to get the information is through all the mass media. The right way is to get the information directly and only for the location. Another important thing is to get the information out to the person who is taking the decisions.

In combination the Internet and the mobile telephone are able to reach this target. Vejr2 has constructed a system where it is possible to get all the main information on an Internet site for the location and set up an alert system. The message from the alert system will be received as an e-mail or/and as a textmessage on a mobile telephone. The forecast is split up in a 36-hours presentation and a 5-days presentation. The 36-hours presentation has a 1-hour resolution and the 5-days forecast has a 6-hours resolution.

Vejret har værdi

Det engelske meteorologiske institut, UK Met Offices, har opgjort, at dårligt vejr koster de engelske firmaer 91 mia. kr. om året. Som et resultat af undersøgelsen konkluderes det, at vejrets rolle for økonomien er groft undervurderet. Der er mange steder, hvor forholdene kan sammenlignes med danske forhold, hvor der desværre ikke er lavet en tilsvarende undersøgelse. I dansk landbrug er der ingen tvivl om, at en øget planlægning vil spare ressourcer. Pesticidhandlingsplanen stiller derudover krav om reduktion af brugen af pesticider, og det kan kun gøres ved hjælp af en øget planlægning. I denne sammenhæng er vejret den vigtigste faktor. Det er vores erfaring efter kun et år med målrettet vejrrådgivning, at en øget fokusering på vejrforudsigelser viser, at der er mange ressourcer at spare. Mange ved hvor stor en rolle vejret betyder for deres arbejde, men de fleste har den opfattelse, at det er der ikke noget at gøre ved. Den engelske undersøgelse bekræfter den opfattelse.

I USA sælges der for 344 mio. \$, i Japan for 274 mio. \$ og i Europa kun for 174 mio. \$. Det skyldes især, at der er forskellige datapolitikere. I USA og Japan er vejrdato gratis, men her i Europa lægger de statslige institutter afgifter på dataene. Det er udtryk for, at der ligger et stort potentiale i Europa, som endnu ikke er opdyrket. Den manglende konkurrence har efter alt at dømme forhindret, at der er kommet produkter på markedet, som har været i stand til at udvikle dette potentiale.

Nogle af de muligheder har Vejr2 opdyrket. Det har vi gjort ved at lytte til bl.a. landbruget. Der har været krav om mere præcise vejrudsigter. Det er formuleret på den måde:

☞☞Vejrudsigterne skal være lokale – ”for hver gård”.

☞☞Opdateres tit.

Dagens vejrudsigter

Det er ikke muligt med de kendte metoder inden for meteorologien. For at komme ud til slutkunderne har man hidtil brugt massemedierne som formidlingscentral. Det har især den ulempe, at mange medier gerne vil have indflydelse på den måde vejrudsigterne formidles på. Det er indlysende, da det er dem, som betaler for ydelsen. Problemet er, at de på flere måder stopper en reel information. Sagt på en anden måde, der er to faggrupper (meteorologerne og landmændene), som gerne vil kommunikere, og til det har de en formidlingsgruppe, som ikke har indsigt i, hvordan vejret bruges professionelt. Et eksempel er satellitanimationen (de bevægelige skyer) på TV. De fleste bruger vejrudsigten i TV til at få et indtryk af, hvordan vejret bliver den kommende dag. Satellitanimationen begynder dagen før den vises og slutter den samme dag klokken 12. Det vil sige, at den reelt begynder to dage før den skal bruges. Ser man, hvor meget skybilledet ændrer sig på bare 6 timer, er den illustration ikke brugbar. Den bruges kun for at sætte lidt bevægelse på vejrpræsentationen.

Direkte vejrfornidling

Opgaven

Da opgaven blev stillet for to år siden, lød den ikke let. (Det har dog nok altid været det behov, som brugerne har haft). Den vejrfornidling, som man har kendt til dato, har i praksis ikke kunne bruges til at planlægge efter. Der har gennem de senere år været givet meteorologisk service til enkelte meget vejrafhængige projekter. Det har haft en stor værdi for beslutningstagerne. Opgaven var så for to år siden at finde en løsning, hvor alle vejrafhængige erhverv kunne få deres lokale vejrudsigter med en høj tidslig opløsning. I England var der for 10-15 år siden et forsøg med særlige landbrugsudsigter. Det blev ingen succes, fordi det ikke var muligt at komme ud med udsigterne til dem, der arbejdede i marken. Der var på det tidspunkt kommet radio i traktorerne, og landmændene kunne høre vejrudsigter gennem timenyhederne. Det var på det tidspunkt ikke muligt at sende udsigter ud til hver enkelt. Meteorologiens formåen har alle dage hængt sammen med muligheden for at kommunikere.

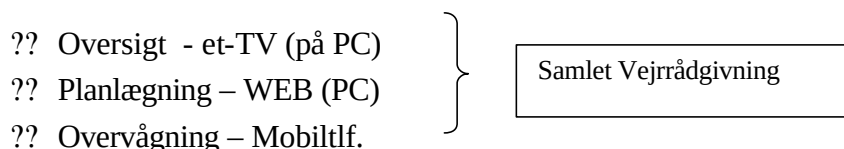
Løsningen

Det lå fra starten klart, at vejrinformationerne skulle ud til dem, der var ude at tage beslutningerne. Mobiltelefonen var en naturligt løsning. Der var naturligvis flere problemer i det. For det første skulle vi vide, hvor telefonen var, for det andet var det ikke muligt at sende særlig mange informationer ud til mobiltelefonen, for det tredje kunne vi ikke bare sende en udsigt i timen. Et fjerde problem er, at vejret opleves meget forskelligt, alt efter den situation man befinder sig i. For nogen er lidt regn et stort problem, når man for eksempel er i en

sprøjtesituation. For dem, der skal gå på en byggeplads, er den samme mængde nærmest kun lidt dug, som frisker lidt op på tilværelsen.

Internettet har den meget store fordel, at det kan kommunikere med hver enkelt. Internettet er derfor valgt til at kommunikere de store datamængder ud til hver enkelt bruger.

Den moderne vejrformidling er i første version en kombination mellem WEB (Internettet) og mobiltelefonen. Fra start delte vi det op i tre niveauer:



Oversigten

Var i det oprindelige projekt tænkt som TV-Vejr på Internettet. Det er det fortsat, men dette er sat i bero på grund af, at det ikke er muligt at modtage en kvalitet, så det kan bruges. Samtidig er det ikke let for modtageren at få sat sin computer op til at vise TV. Den senere tids udvikling har dog gjort det lettere, samtidig bliver ISDN og ADSL mere og mere udbredt. Mange også erhvervskunder har indtil for et år siden fået deres primære vejrinformationer fra vejrudsigterne i TV. De udsigter har ikke beslutningstagere i erhvervslivet som målgruppe. De udsigter er fjernsyn for de mange, derudover er det et show.

Vejrformidling har dog den fordel, at det er muligt at komme med forklaringer, og på den måde fortælle beslutningstagerne, at vejr-situationen kan være meget nuanceret. TV på Internettet har også den fordel, at det er muligt kun at se det, som har interesse, samtidig er det muligt at se det flere gange – se figur 1.

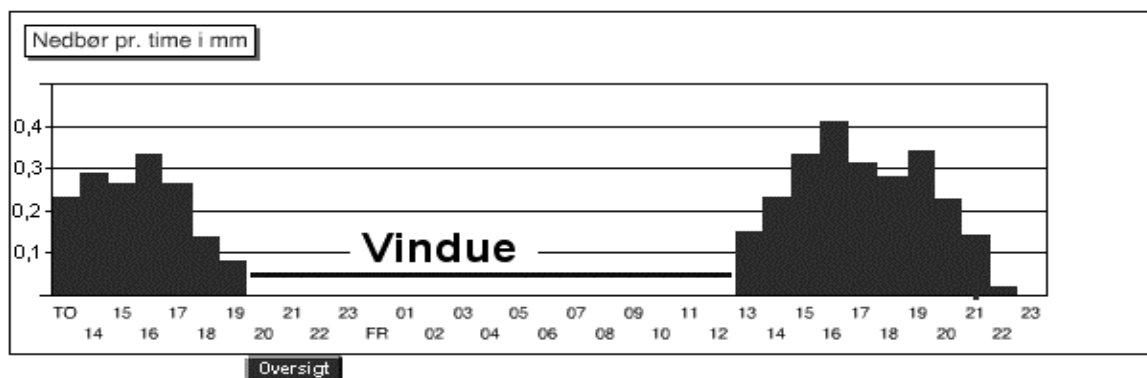
	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Vind					
Vejr					
Temperatur					

Figur 1. Det vil være muligt kun at få udsigten for vinden på onsdag. It will be possible to get the forecast for just the wind on Wednesday.

Planlægningsfasen

Her er der en vejrudsigt for hver lokalitet og med høj tidsopløsning. De først 36 timer er opløsningen på 1 time, og 5 døgnsudsigten er med 6 timers opløsning.

Her vil det være muligt at finde perioder, hvor et bestemt stykke arbejde kan udføres – også kaldt vinduer. Se figur 2. Det er muligt at se grafer for mange vejrparametre, f.eks. vindretning, vindstyrke, vindstød, sandsynlighed for nedbør, temperatur i 2 meter, sandsynlighed for frost i 2 meter, risiko for rim o.s.v.



Figur 2. Et "vindue" er en periode, hvor vejret er under en værdi, så det er muligt at udføre et stykke arbejde. A "window" is a period in which the weather is below a certain value and thus making it possible to carry out a piece of work.

På WEB-versionen er der yderligere samlet andre parametre, som skal give planlæggeren det bedst mulige grundlag for at træffe afgørelse, om et bestemt stykke arbejde skal igangsættes.

Et eksempel på, hvor der skal bruges flere parametre, er i vejsituationer, hvor der kommer byger. Her er meteorologens kommentar det første man skal se på, dernæst radarfilmen, sandsynlighed for nedbør og dermed også sandsynligheden for at blive ramt af en byge. Til sidst kan man se på nedbørsmængden. I det hele taget er løsningen ment som et værktøj til brugerne, hvor man bruger de parametre, som opfylder ens ønsker til vejrinformationer.

Varsling

Den optimale måde at bruge vejrinformationer på er at blive kontaktet, når vejret ændrer sig til ugunst, for det arbejde man er i gang med. Til det formål er den sidste del af vores service et varslingsystem. Det har til formål at give beslutningstageren tid til at tage sine forholdsregler. Varslingssystemet er sat op, så man kan modtage en besked om, at vejret vil overskride en grænse i løbet af et eller andet tidsrum. Inden for landbruget er det godt beslutningsstøtteværktøj i forbindelse med sprøjtning. Det er for eksempel muligt at modtage besked på sin mobiltelefon et forudbestemt antal timer, før det begynder at regne.

Udsigtsgraferne angiver, hvornår der kan ventes regn. Er man først ude, er det ikke muligt at følge vejret. Når man opsætter et varsel, vil der hver time blive checket, om der skal sendes et varsel. Det er hele tiden de nyeste data, der bliver brugt. Ændringer i vejsituationen vil derfor blive medtaget. På den måde overvåger vi vejret for dem, som har sat varsler op.

Nye muligheder er at indlægge data for hver enkelt middel og bruge vejrdataene til at forudsige de optimale sprøjtevinduer.

Fremtiden

Det fremtidige mobile Internet vil gøre, at det vil være muligt at få de vejroplysninger, som man har brug for, når man er ude. Samtidig er det muligt at få mere nuancerede oplysninger

så som billeder og grafik. Hvis man for eksempel kan få timers beslutningsradius, vil et radarbillede være en stor hjælp. Det kan eksempelvis blive sendt, hvis der er markeringer inden for en bestemt radius fra en selv.

Systemet i praksis

Web-delen indeholder:

?? Meteorologens kommentar til vejsituationen

?? Oversigt på landsplan

1. Grafiske oversigter for det første døgn og de næste 5 døgn
2. Radarbillede
3. Satellitbillede
4. Oversigt over nedbørsmængderne

?? Lokale udsigter for et postnummer med følgende parametre:

1. Nedbørsmængde
2. Sandsynligheden for nedbør
3. Temperaturen
4. Sandsynligheden for frost i 2 meter
5. Relativ fugtighed
6. Vindstyrken – middelvind og vindstød
7. Vindretningen

Varslingssystemet giver mulighed for at få besked op til mellem 8 og 15 timer, før vejret passerer en grænse indenfor de listede vejrrparametre.

Problemer

Vi har nu været i stand til at tilbyde denne service i et år. Det er vores erfaring, at brugere, som har udnyttet værdien af informationerne, er meget tilfredse. Der er dog en del landmænd, som ikke har PC'er, og der er også mange, som har PC'er, men ikke bruger den i sit daglige arbejde. Disse grupper vil ikke være den store bruger af et sådan system. Til gengæld er det vores erfaring, at alle landmænd har mobiltelefon. De er meget tilfreds med det, de kan få på mobiltelefonen. Vi vil i fremtiden tilbyde en service, hvor startopsætningen giver mulighed for i meget stor udstrækning at modtage de vigtigste informationer på mobiltelefonen.

Udviklingen indenfor brug af PC'er har toppet. Det vil sige, at en gruppe landmænd antagelig aldrig bliver den store bruger af PC'eren, som vi kender den i dag. De vil hurtig blive bruger af de personlige terminaler (der i dag findes under navnet mobiltelefon), efterhånden som de kan modtage og præsentere billeder og grafik på en let og hurtig måde.