Danmarks JordbrugsForskning
Bibliotekat
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

DJF
rapport

Marts 1999 Nr. 10 • Markbrug

16. Danske Planteværnskonference

Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug
Sygdomme og skadedyr

16th Danish Plant Protection Conference

Crop protection in organic farming
Pests and diseases

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

16. Danske Planteværnskonference

Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug
Sygdomme og skadedyr

16th Danish Plant Protection Conference

Crop protection in organic farming
Pests and diseases

Danmarks JordbrugsForskning
Biblioteket
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

DJF rapport Markbrug nr. 10 • marts 1999 • 2. årgang

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50 8830 Tjele	Tlf. 89 99 19 00 Fax 89 99 19 19
Løssalg: (incl. moms)	t.o.m. 50 sider t.o.m. 100 sider over 100 sider	50,- kr. 75,- kr. 100,- kr.
Abonnement:	Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.	

Indholdsfortegnelse

Plantebeskyttelse i økologisk produktion

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstreguleringsmidler i 1998. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl
Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 1998 for agricultural purposes and fruit growing
Karen Frænde Jensen, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, A. Nøhr Rasmussen, Lars Monrad Hansen, Peder Elbæk Jensen, Jeanette Christensen & Kamilla J. Kristensen 7

Ukrudt i økologiske kornsædskifteforsøg
Weed occurrence in organic cereal crop rotation experiments
Ilse A. Rasmussen, Margrethe Askegaard & Jørgen E. Olesen 17

Muligheder for produktion af sygdomsfri, økologisk såsæd
Possibilities for production of organic, healthy seed
Bent J. Nielsen, Ghita Cordsen Nielsen, Jon Birger Pedersen & Michael Tersbøl 29

Forebyggelse og regulering af ukrudt i økologiske sædskifter
Weed management in organic crop rotations
Svend Christensen, Karsten Rasmussen, Bo Melander & Gitte Rasmussen 41

Plantebeskyttelsesproblemer – et moniteringsprogram i økologisk landbrug
Crop protection – monitoring in organic farming
Søren Holm, Hans Kristensen & Michael Tersbøl 55

Effekt af efterafgrøder på angreb af ærterodråd og kolonisation af mykorrhizasvampe i ærterødder
Effect of green manure crops on root rot and arbuscular mycorrhizal fungi in pea roots
Lars Bødker & Kristian Thorup-Kristensen 65

Forsøg og erfaringer med mekanisk ukrudtsbekæmpelse
Field trials and experiences with mechanical weed control
Michael Tersbøl & Poul Henning Petersen 71

Resultater og erfaringer med ukrudtsbekæmpelse i økologiske frilandsgrønsager
Results and experiences with weed control in organic outdoor vegetables
Bo Melander, Maren Korsgaard & Jens Willumsen 85

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner
Mechanical weed control in lupin
Rikke Klith Jensen, Bo Melander & Nis Høyer Callesen 97

Plantebeskyttelse i korn baseret på værtplanteresistens

Sygdomsresistens i korn: status og muligheder
Disease resistance in cereals: present state and possibilities
Lisa Munk, Hanne Østergård, Jon B. Pedersen, Birger Eriksen & Mogens S. Hovmøller 107

Epidemiologi og resistens mod gulrust i hvede
Epidemiology and resistance against Puccinia striiformis on wheat
Mogens S. Hovmøller 119

Virulens- og DNA-variation i gulrust på hvede
Virulence and DNA-variation in wheat yellow rust
Annemarie F. Justesen & Mogens S. Hovmøller 129

Stabilitet af resistens for skoldplet på byg
Stability of resistance to scald of barley
Hanne Østergård & Hans O. Pinnschmidt 137

Ny resistens mod frøbårne sygdomme i korn
New resistance against seed borne diseases in cereals
Bent J. Nielsen, Solveig Christiansen & Jens Ove Bagge 149

Plantebeskyttelse, skadetærskler/nye pesticider

Forskellige hvedesorters respons på behandling med strobiluriner
Different winter wheat varieties response after treatment with strobilurins
Karen Frænde Jensen & Lise Nistrup Jørgensen 161

Årsager til merudbytte i vinterhvede med brug af azoxystrobin
Reasons for improved yield when using azoxystrobin in winter wheat
Jan R. Bertelsen, Eigil de Neergaard & Viggo Smedegaard-Petersen 175

Kernekvalitet set i relation til svampebekæmpelse i korn
Grain quality in relation to fungicide treatment of cereals
Esben Kongsgaard Jensen 187

Dynamiske skadetærskler for havrebladlus i vårbyg
Dynamic injury thresholds for bird cherry-oat aphid in spring barley
Lars Monrad Hansen 197

Stereo® 312,5 EC. Nyt bredspektret kornfungicid primært til anvendelse i byg
Stereo® 312,5 EC. New broadspectrum cereal fungicide primarily for use in barley
Hans Rasmussen & Kim Madsen 201

ACROBAT® WG - et nyt fungicid mod skimmel i kartofler og løg
ACROBAT® WG- a new fungicide against downy mildew in onions and Late Blight in potatoes
Charlotte Beriet Jensen & Jørgen Lundsgaard 213

Skimmelbekæmpelse i kartofler under hensyntagen til tidlig smitte, højt vedvarende smittetryk og megen nedbør
Blight control in potatoes in regard of early infection, high disease pressure and high precipitation
Anders Dalsgaard & Martin Clausen 227

Gaucho® WS 70 - nyt effektivt insekticidbejdsemiddel til bederoer
Gaucho® WS 70 - new High-Efficacy Insecticidal Seed-Treatment for Beets
Klaus Heltbech, Jens Husby & Peter Højer 237

Regent® 80 WDG (fipronil) - et nyt unikt insekticid fra Rhône-Poulenc Agro
Regent® 80 WDG (fipronil) - a new insecticide from Rhône-Poulenc Agro
Carl Peter Elgaard 249

Anerkendelse af fungicider, insekticider, herbicider og vækstregule-ringsmidler i 1998. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl

Fungicides, insecticides, herbicides and growth regulators approved in 1998 for agricultural purposes and fruit growing

Karen Frænde Jensen, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, A. Nøhr Rasmussen, Lars Monrad Hansen, Peder Elbæk Jensen, Jeanette Christensen & Kamilla J. Kristensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The Danish Institute of Agricultural Sciences grant 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 is performed upon the companies applications for approval. The trials are carried out according to standardised Danish guidelines, most of which are based on 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 1998-season. The testing units have been inspected by the recognising authorities (GEP-unit). 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, and 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), 3/4 and 1/2. For herbicides 1/1 (normal dosage), 1/2 and 1/4. For observation trials (seed treatment) dosages of 2/1, 1/1, 3/4 and 1/2 are necessary.

With validity from the first of January 1999, several new fungicides, insecticides and herbicides have been granted an approval. Names of approved products, dosages, active ingredients, plant diseases, insect pests and names of companies are shown in tables 1-5.

The products have to be registered in order to be marketed. In Denmark registrations are given by the Danish Environmental Protection Agency.

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 er senest revideret med virkning fra 1997.

Som resultat af afprøvningsarbejdet er der med gyldighed fra 1. januar 1999 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 og Jensen (1999) og svampesygdomme i kartofler i Nielsen (1999b). Skadedyr i landbrugsafgrøder er omtalt i Hansen (1999). Forsøgsdata med videre. er angivet i de årlige forsøgsrapporter (Jørgensen *et. al.,* 1998; Paaske, 1998; Jensen *et al.,*1998). Angående tidligere tildelte anerkendelser og anerkendte midler i øvrigt, henvises til "Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop, til vækstregulering samt til desinfektion 1999" (Anon. 1999). Midlerne optages dog først i denne liste, når de er godkendt af Miljøstyrelsen.

De med * mærkede midler i tabellerne 1-5 er på tidspunktet for udarbejdelsen af oversigterne i tabellerne ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Når godkendelserne foreligger, vil midlerne blive optaget i Danmarks JordbrugsForsknings liste over anerkendte plantebeskyttelsesmidler. Anerkendelseslisten udkommer i revideret udgave hvert år i begyndelsen af januar måned.

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 m.v., såfremt anerkendelsesteksten også anføres.
Fællesmærket anvendes også i publikationer i forbindelse med omtalen af anerkendte midler.

Forsøgsbeskrivelse

Forsøgene er gennemført efter beskrivelserne i "Retningslinier for afprøvning af midler mod sygdomme og skadedyr på landbrugsafgrøder samt frilandsgrønsager" samt "Retningslinier for afprøvning af midler mod sygdomme og skadedyr på havebrugs- og gartneriafgrøder" for de skadegøreres vedkommende, hvor sådanne reningslinier er udarbejdet (Anon., 1985; Anon., 1990).

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

Afdeling for Plantebeskyttelse har GEP-godkendelse og har arbejdet efter GEP-principperne i sæsonen 1997. Afdelingen har fået en officiel godkendelse fra og med 1. januar 1996.

Disse retningslinier er tilpasset internationale retningslinier. Forsøgene er udført som frilandsforsøg suppleret med væksthus- og 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.

Fungicider og insekticider 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, 3/4 og 1/2 dosering. Herbicider afprøves i 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. For bejdsemidlers vedkommende, hvor der desuden udføres observationsforsøg, afprøves i 2/1, 1/1, 3/4 og 1/2 dosering.

Forsøgene har været placeret på egne eller lejede arealer, på Statens Forsøgsstationer eller udstationerede 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. Fungicider og insekticider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og Havebrug (1. januar 1999). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Newly approved fungicides and insekticides or fungicides and insecticides with extended or changed approval (1st January 1999). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Amistar azoxystrobin 250 g/l	Zeneca Agro	1.0 l/ha	Bygrust (*Puccinia hordei*)
Amistar + Corbel azoxystrobin 250 g/l fenpropimorph 750 g/l	Zeneca Agro	1.0 + 0.5 l/ha	Bygrust (*Puccinia hordei*)
Amistar Pro* azoxystrobin 100 g/l fenpropimorph 280 g/l	Zeneca Agro	2.0 l/ha	Bygrust (*Puccinia hordei*)
Candit kresoxim-methyl 500g/kg	BASF	0.02 % styrke	Meldug på væksthusagurk (*Sphaerotheca fuliginea)*
F-961* azoxystrobin 133 g/l spiroxamin 267 g/l	Bayer	1.5 l/ha	Bygrust (*Puccinia hordei*)
Granit ACE* fenpropimorph 250 g/l bromoconazol 167 g/l	Rhone Poulenc	1.5 l/ha	Gulrust (*Puccinia striiformis*)
Inter-Mancozeb WG* mancozeb 750 g/kg	Inter Trade	2 kg/ha	Kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*)
Mentor* kresoxim-methyl 150 g/l fenpropimorph 300 g/l	BASF	0.5 l/ha (nedsættelse af tidligere anerkendte dosering på 0.7 l/ha til 0.5 l/ha)	Meldug på korn (*Erysiphe graminis*) Hvedegråplet (*Septoria tritici*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*)
Regent 80 WDG fipronil 800 g/kg	Rhone Poulenc	0.003 % styrke	Saintpauliatrips på prydplanter i væksthus (*Frankliniella occidentalis*)
Stratego* propiconazol 125 g/l trifloxystrobin 188 g/l (CGA 279202)	Novartis	1.0 l/ha i hvede 0.8 l/ha i byg	Hvedemeldug (*Erysiphe graminis*) Hvedegråplet (*Septoria tritici*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*) Bygmeldug (*Erysiphe graminis)* Bygbladplet (*Drechslera teres)* Skoldplet (*Rhynchosporium secalis)* Bygrust (*Puccinia hordei)*

Tabel 2. Hebicider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder. (1. januar 1999). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Newly approved herbicides and herbicides with extended or changed approval (1st January 1999). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
AGR 0198 + Goltix flydende* Phenmedipham 250 g/l desmedipham 50 g/l ethofumesat 200 g/l + metamitron 700 g/l	AgrEvo	3 x (0.5 + 1.0) l/ha i bederoer (Der tilsættes 0.3 l Renol pr. ha)	Rød arve, Forglemmigej Fuglegræs, Hyrdetaske Hvidmelet gåsefod Kamille, Enårig rapgræs Fersken-snerle- og vejpileurt Agerstedmoderblomst Tvetand, Ærenpris
Ariane Super fluroxypyr 100 g/l ioxynil 120 g/l clopyralid 30 g/l	Dow AgroSciences	1.5 l/ha i vintersæd tidlig forår	Burresnerre, Forglemmigej, Fuglegræs, Hyrdetaske, Lugtløs kamille, Tvetand, Fersken pileurt
Ariane Super fluroxypyr 100 g/l ioxynil 120 g/l clopyralid 30 g/l	Dow AgroSciences	0.75 l/ha i vårbyg i stadie 12-13	Burresnerre, Forglemmigej, Fuglegræs, Hvidmelet gåsefod, Nat limurt, Hyrdetaske, Lugtløs kamille, Fersken- snerle- og vejpileurt, Raps, Agersennep, Tvetand
Betasana SC + Ethosana SC + Metasana SC phenmedipham 160 g/l + ethofumesat 500 g/l + metamitron 470 g/l	AgroDan	3 x (1.5 + 0.2 + 1.5) l/ha i bederoer (Der tilsættes 0.3 l Renol pr. ha.)	Burresnerre, Forglemmigej Fuglegræs, Hanekro Hvidmelet gåsefod Nat limurt, Hyrdetaske Sort natskygge, Liden nælde Kamille, Enårig rapgræs Fersken-snerle- og vejpileurt Raps, Agersennep, Agerstedmoderblomst, Tvetand, Ærenpris, Valmue
Betasana SC + Metasana SC phenmedipham 160 g/l + metamitron 470 g/l	AgroDan	3 x (1.5 + 1.5) l/ha i bederoer (Der tilsættes 0.3 l Renol pr. ha)	Forglemmigej, Fuglegræs, Hanekro, Hyrdetaske, Hvidmelet gåsefod, Sort natskygge, Liden nælde, Kamille, Raps, Nat limurt, Fersken-snerle- og vejpileurt Enårig rapgræs, Agersennep Tvetand, Ærenpris

Tabel 3. Hebicider og vækstreguleringsmidler med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder. (1. januar 1999). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Newly approved herbicides and growth regulators and herbicides and growth regulators with extended or changed approval (1st January 1999). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Betasana SC phenmedipham 160 g/l	AgroDan	3 x 2.0 l/ha i bederoer (Der tilsættes 0.3 l Renol pr. ha.)	Forglemmigej, Fuglegræs, Hvidmelet gåsefod, Ærenpris, Hyrdetaske Nat limurt, Fersken pileurt, Raps, Agersennep, Tvetand
Betanal Quattro * Phenmedipham 60 g/l ethofumesat 100 g/l desmedipham 20 g/l metamitron 200 g/l	AgrEvo	2.0 l/ha på ukrudtets kimbladsstadie 2 x 2.5 l/ha på nyfremspiret ukrudt i bederoer (Der tilsættes 0.3 l Actirob pr. ha.)	Rød arve, Fuglegræs, Forglemmigej Nat limurt, Ærenpris, Hvidmelet gåsefod, Hyrdetaske, Kamille Fersken – og snerlepileurt Raps, Enårig rapgræs Agersennep, Tvetand, Agerstedmoderblomst,
Cerone ethefon 480 g/l	Rhone Poulenc	0.6 l/ha i triticale i stadie 37	Vækstregulering
Cirrus * clomazone 500 g/kg	BASF	0.24 kg/ha i vinterraps senest 3 dage efter såning	Burresnerre Fuglegræs Hyrdetaske
EE-1000 * flurasulam 50 g/l	Dow AgroSciences	0.1 l/ha i vinterbyg, vinterhvede, vinterrug og triticale ved begyndende vækst i april	Burresnerre, Valmue, Forglemmigej, Fuglegræs, Hyrdetaske, Kamille
Enterra * picolinafen 16 g/l pendimethalin 320 g/l	Cyanamid	2.5 l/ha i vinterbyg, vinterhvede og vinterrug stadie 12-13	Burresnerre, Forglemmigej, Fuglegræs, Ærenpris, Hyrdetaske, Kamille, Enårig rapgræs, Raps, Agerstedmoder, Tvetand, Valmue

Tabel 4. Hebicider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder (1. januar 1999). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Newly approved herbicides and herbicides with extended or changed approval (1st January 1999). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Harmony Plus + Oxitril 03334C * tribenuron-methyl 167 g/kg thifensulfuron-methyl 333 g/kg + bromoxynil 200 g/l ioxynil 200 g/l	DuPont Rhone Poulenc	1.5 tablet/ha + 0.5 l/ha i vårbyg med udlæg af rajgræs og rødsvingel når ukrudtet har højst 4 blade	Forglemmigej, Fuglegræs, Hvidmelet gåsefod, Hyrdetaske, Nat limurt, Lugtløs kamille, Raps, Tvetand Fersken- snerle- og vejpileurt, Agersennep Storkronet ærenpris
Inter Difenzoquat * difenzoquat-methylsulfat 217 g/l	Inter Trade	5.0 l/ha i vårbyg på flyvehavrens stadie 14-16	Flyvehavre
Inter Napropamid napropamid 450 g/l	Inter Trade	1.5 l/ha i vinterraps nedharvet før såning med en såbedsharve	Fuglegræs, Kamille Tvetand, Burresnerre
Liberty * glufosinat-ammonium 200 g/l	AgrEvo	3.0 l/ha i Liberty resistent vårraps, når det største ukrudt er på stadie 15-16	Fuglegræs, Hyrdetaske Hvidmelet gåsefod Kamille, Fersken pileurt Enårig rapgræs, Raps Agersennep, Tvetand Agerstedmoderblomst
Merlin * isoxaflutole 750 g/kg	Rhone Poulenc	66.7 g/ha i vårbyg stadie 12-13 100 g/ha i engrapgræs og rajgræs om foråret når ukrudtet er i vækst	Forglemmigej, Fuglegræs, Hvidmelet gåsefod, Tvetand, Hyrdetaske, Lugtløs kamille, Raps, Agersennep, Ærenpris Agerstedmoderblomst Hyrdetaske Kamille
Monitor + Mon 0818 * sulfosulfuron 800 g/kg + spredemiddel	Monsanto	18.75 g/ha i hvede på kvik i stadie 13-14 (ca midt i maj)	Væksthæmning af kvik
Puma Super + Stomp SC fenoxaprop-p-ethyl 69 g/l + pendimethalin 400 g/l	AgrEvo Cyanamid	0.4 + 2.0 l/ha i vinterhvede stadie 12-13 (Der tilsættes Actirob 0.5 l/ha)	Forglemmigej, Valmue, Fuglegræs, Tvetand Hyrdetaske, Ærenpris Enårig rapgræs, Raps, Agerrævehale Agerstedmoder

Tabel 5. Hebicider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder (1. januar 1999). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. Newly approved herbicides and herbicides with extended or changed approval (1st January 1999). * = not registered in Denmark.

Midler og aktive stoffer Products and active ingredients	**Firma** Company	**Dosering** Dosage	**Anerkendt mod** Approved against
Primera Super* fenoxaprop-p-ethyl 69 g/l	AgrEvo	0.8 l/ha i vårbyg med kløver i renbestand på byg i stadie 13-14. (Der tilsættes 0.2 l Isoblette pr.100 l sprøjtevæske)	Flyvehavre
Primera Super* fenoxaprop-p-ethyl 69 g/l	AgrEvo	1.0 l/ha i vinterbyg, vinterhvede, vinterrug og triticale om foråret (Der tilsættes 0.2 l Isoblette pr. 100 l sprøjtevæske)	Flyvehavre Agerrævehale Vindaks
Stomp SC + Oxitril Pendimethalin 400 g/l + ioxynil 200 g/l bromoxynil 200 g/l	Cyanamid Rhone Poulenc	2.0 + 0.5 l/ha i vinterbyg, vinterhvede, vinterrug og triticale på kornets stadie 12-13	Enårig rapgræs, Burresnerre, Valmue, Forglemmigej, Fuglegræs, Hyrdetaske, Kamille, Raps, Ærenpris, Stedmoderblomst
Synergy 63 WG * dicamba 600 g/kg triasulfuron 30 g/kg	Novartis	100 g/ha i vårbyg stadie 12-13 (Der anvendes 0.1 % Lissapol Bio i sprøjtevæsken)	Forglemmigej, Fuglegræs, Hanekro, Hvidmelet gåsefod, Hyrdetaske, Lugtløs kamille, Ferskensnerle pileurt, Raps, Agersennep, Svinemælk, Agerstedmoderblomst, Tvetand, Valmue
Synergy 63 WG * dicamba 600 g/kg triasulfuron 30 g/kg	Novartis	100 g/ha i vinterhvede om foråret (Der anvendes 0.1 % Lissapol Bio i sprøjtevæsken)	Burresnerre, Forglemmigej, Fuglegræs, Hyrdetaske Kamille, Valmue

Litteratur

Anon, 1985. Retningslinier for afprøvning af midler mod sygdomme og skadedyr på landbrugsafgrøder. Statens Planteavlsforsøg. 20 bd.

Anon, 1990. Retningslinier for afprøvning af midler mod sygdomme og skadedyr på frilandsgrønsager. Statens Planteavlsforsøg. 11 bd.

Anon, 1999. Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop, til vækstregulering samt til desinfektion 1999. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

Hansen, L.M. 1999. Skadedyr i landbrugsafgrøder. DJF rapport 8 (1999), 91-92.

Jensen, P.E.; Christensen, J.; Kristensen, K.J. 1998. Weed 1998 Approval. Results from testing of herbicides and growth regulators. Book 1 & 2. Research Centre Flakkebjerg.

Jørgensen, L.N., Nielsen, B.J., Jensen, K.F., Hansen, L.M., Paaske, K. 1998. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1998. Results from testing of fungicides, insecticides and seed-treatments. Research Centre Flakkebjerg.

Jørgensen, L.N. & Jensen, K.F. 1999. Svampesygdomme i korn, DJF rapport nr. 8 (1999), 22-66.

Nielsen, B.J. 1999a. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn . DJF rapport nr. 8 (1999), 67-81.

Nielsen, B.J. 1999b. Bekæmpelse af svampesygdomme i kartofler, ærter og raps. DJF rapport nr. 8 (1999), 82-90.

Nielsen, B.J. 1993. Afprøvning af bekæmpelsesmidler i Danmark. Statens Planteavlsforsøg Årsberetning 1992, 50-53.

Paaske, K. 1998. Sygdomme og skadedyr 1998. Resultater af forsøg med fungicider og insekticider i frugtavl, væksthusgrønsager, prydplanter og planteskolekulturer samt frilandsgrønsager. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Ukrudt i økologiske kornsædskifteforsøg

Weed occurrence in organic cereal crop rotation experiments

Ilse A. Rasmussen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Margrethe Askegaard og Jørgen E. Olesen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantevækst og Jord
Forskningscenter Foulum
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Summary

A long-term crop rotation experiment is carried out in Denmark. The experiment focuses on possibilities for a short and a long-term increase in grain production in organic farming. The effects of different crop rotation elements on yield, nutrient leaching, weed infestation and soil nutrient availability are investigated (Olesen *et al.*, 1998).

Four different four-year crop rotations are compared at four sites in Denmark, representing different soil types and climatic conditions. The first year of the experiment was 1997. All crops in all rotations are represented each year, but not all rotations are represented at each site. There are two replicates. Three factors are included in the experiment in a factorial design: crop rotation (fraction of grass-clover and pulses in the rotation), catch crop (without or with catch crop or bi-cropped clover) and fertiliser (without or with animal manure as slurry).

The fraction of grass-clover and pulses in the rotation represents a decreasing input of nitrogen through N_2-fixation. The fertilised plots are supplied with animal manure (slurry) at rates corresponding to 40% of the nitrogen demand. Weeds in cereals and pulses without undersown catch crops are controlled by weed harrowing with spring tine weeders. On the lighter soil types the wheat is sown at double normal row distance and the rows are hoed mechanically. Large perennial weed plants (i.e. creeping thistle (*Cirsium arvense)* or mugwort (*Artemisia vulgaris*)) are removed by hand weeding. Couch grass (*Elymus repens*) is controlled if present by repeated harrowing after harvest in plots without catch crops. If a threshold is exceeded the couch grass is also controlled in the plots with catch crops, even

though this destroys the catch crop. The sugarbeets are kept weed-free by a combination of pre-emergence flaming, mechanical and manual hoeing and hand weeding of large weeds.

In the first two years of the experiment, it is not possible to draw conclusions about differences in weed flora (species, numbers and biomass) within sites pertaining to crop rotation. There was generally more weed biomass in the winter wheat than in the other crops. In 1997, there were most weeds in the pea/barley-mixture of the spring-sown crops. In the winter wheat at the lightest soil, there was a larger weed biomass in the unfertilised plots, but at the other locations there were more weeds (numbers and biomass) in the fertilised plots. Weed control only had significant effect in winter wheat in Foulum on biomass and oats in 1998 in Flakkebjerg on numbers.

Couch grass was found at three locations in 1998. Creeping thistle occurred at one location in 1998. After harvest it had disappeared from half of the plots where it was found during the growing season, and was almost only found in plots, where there had not been a catch crop the previous year.

Indledning

Økologisk planteproduktion bygger på samspillet mellem afgrøder og husdyr. I Danmark har den økologiske produktion tidligere været baseret på især mælkeproduktion (Tersbøl & Fog, 1995), hvor der er mulighed for alsidige sædskifter med grovfoder, flerårige kløvergræsmarker og eventuelt rækkeafgrøder samtidig med, at der er rigelig næringsstof-forsyning, især med kvælstof. Denne produktionsform giver en stabil afgrødeproduktion med få problemer (Askegaard & Eriksen, 1997). Det alsidige sædskifte modvirker ensidig opformering af enkelte ukrudtsarter samtidig med, at der er forskellige muligheder for ukrudtsbekæmpelse i de forskellige afgrøder. Den rigelige kvælstofforsyning styrker afgrødernes konkurrenceevne overfor ukrudtet (Rasmussen *et al.*, 1997).

En stigende efterspørgsel på økologisk korn og bælgsæd til såvel konsum som til foder til svin og høns fører nu til spørgsmålet: Hvordan kan sædskiftet indrettes så kornproduktionen øges uden at bæredygtigheden mindskes? Når andelen af korn og bælgsæd til modenhed øges samtidig med, at andelen af grovfoderafgrøder og flerårige kløvergræsmarker mindskes, vil dyrkningssystemets stabilitet reduceres. Samtidig vil risikoen for ensidig opformering af enkelte ukrudtsarter øges – herunder agertidsel (*Cirsium arvense*) og almindelig kvik (*Elymus repens*). Der vil også være mindre kvælstof til rådighed i et planteavlssædskifte, hvilket vil forringe afgrødernes konkurrenceevne over for ukrudtet (Andersson & Milberg, 1996). Produktionsformen vil være afhængig af tilførsel af næringsstoffer udefra (Olesen & Vester, 1995), af grøngødningsafgrøder for tilførsel af kvælstof via fiksering og af fangafgrøder for at nedsætte udvaskning af næringsstofferne (Thorup-Kristensen, 1997).

Der er derfor anlagt forsøg med økologiske sædskifter, hvor betydningen af sædskiftets sammensætning og gødningsniveau for udbytte, næringsstofudvaskning og ukrudtsproblemer undersøges. Forsøget skal belyse mulighederne for på kort og langt sigt at øge kornproduktionen i økologisk jordbrug.

Metodebeskrivelse

I 1996 igangsattes et dansk forsøg til belysning af sædskiftets betydning i økologisk planteproduktion (Olesen *et al.*, 1997). Det første egentlige forsøgsår var 1997 efter, at der i 1996 i forsøgsarealet havde været dyrket vårbyg med udlæg af kløvergræs.

I forsøget indgår tre faktorer:

- Sædskifte (stigende andel korn/faldende andel kvælstoffikserende afgrøder).
- Fangafgrøde (uden/med efterafgrøde eller samdyrket kløver).
- Gødning (uden/med gylle).

Der anvendes fire forskellige fire-markssædskifter med forskellig andel grøngødning (kløvergræs) – 1½ år, 1 år eller ingen, bælgplanter – et år eller ingen – og vårsæd/vintersæd – 2 eller 3 år samt rækkeafgrøder – et år eller ingen (se tabel 1). Som efterafgrøde i parcellerne med korn- og bælgsædsafgrøder anvendes rajgræs eventuelt i blanding med en række kløverarter, eller hvidkløver dyrket sammen med vinterhvede udsået på stor rækkeafstand. De gødede parceller tilføres 40% af sædskiftets kvælstofbehov i organisk gødning (se tabel 2) – kvæggylle, svinegylle eller afgasset gylle fra biogasanlæg. Kløvergræs snittes og efterlades på marken – der regnes med 3-5 slæt. Al halm snittes og nedmuldes eller henligger på jorden.

Tabel 1. Sædskiftesammensætning i de økologiske sædskifteforsøg. Crops in the organic crop rotation experiments.

Mark Field	**Sædskifte** Crop rotation			
	1	**2**	**3**	**4**
1	**Vårbyg m. udlæg** Spring barley undersown with grass-clover	**Vårbyg m. udlæg** Spring barley undersown with grass-clover	**Vårbyg m. udlæg** Spring barley undersown with grass-clover	**Havre** Oats
2	**Kløvergræs** Grass-clover	**Kløvergræs** Grass-clover	**Kløvergræs** Grass-clover	**Vinterhvede** Winter wheat
3	**Vårhvede** Spring wheat	**Vinterhvede** Winter wheat	**Vinterhvede** Winter wheat	**Vinterhvede** Winter wheat
4	**Lupin** Lupin	**Byg/ært** Pea/barley	**Sukkerroer** Sugar beets	**Byg/ært** Pea/barley

Tabel 2. Kvælstof (kg NH_4-N/ha) tilført i organisk gødning i de gødede led. Nitrogen (kg NH^4 Nha^{-1}) applied in organic manure in the fertilized treatments.

Mark Field	**Sædskifte** Crop rotation			
	1	**2**	**3**	**4**
1	**50**	**50**	**50**	**40**
2	**0**	**0**	**0**	**70**
3	**50**	**50**	**50**	**70**
4	**0**	**0**	**50**	**0**

Forsøget gennemføres på fire forsøgssteder i Danmark med forskellige jordtyper: Jyndevad (grovsand med mulighed for vanding), Foulum (fin lerblandet sand), Flakkebjerg (fin sandblandet ler) og Holeby (ler). Forsøget gennemføres i to gentagelser i randomiseret blokdesign, dog kun én gentagelse ved Holeby. Alle afgrøder i sædskifterne er repræsenteret hvert år i forsøget, men ikke alle sædskifter er repræsenteret alle steder.

Parcellerne, hvis størrelse varierer fra 179 m^2 ved Flakkebjerg til 378 m^2 ved Jyndevad, er anlagt med to faste høstparceller, hvor der ikke udtages prøver i vækstsæsonen, og faste miniplots til prøveudtagning samt udførelse af mindre forsøg. Mellem parcellerne er værn af kløvergræs bortset fra en bræmme omkring selve parcellen, som holdes ubevokset ved gentagne fræsninger.

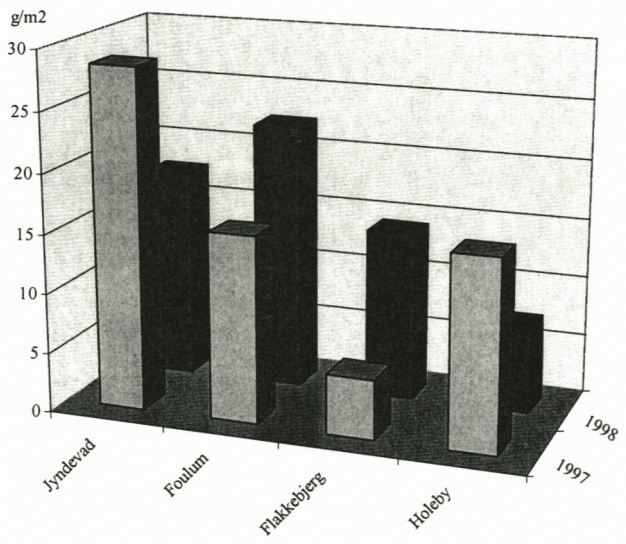
Der måles udbytte og tørstofproduktion, og udbyttet analyseres for N, P og K. Der udtages planteprøver hver gang en afgrøde slås eller høstes. I korn- og bælgsædsparcellerne udtages om foråret jordprøver til N-min analyse og forekomst af mangelsymptomer, sygdomme og skadedyr registreres. I de samme parceller opgøres ukrudtsforekomst omkring skridning. De tre mest dominerende arter samt restukrudtet tælles, tørres og vejes i 3-4 tælleflader (i miniplots) á 0.25 m^2. Kvikskud tælles i 5 tælleflader á 0,10 m^2 efter, at kornet er fuldt gennemskredet. Tidslers forekomst bliver registreret omkring kornets skridning og eventuelt igen i stubmarken efter høst. Der er nedlagt sugeceller i en del parceller, fra disse udtages vandprøver til analyse for kvælstof, kalium og svovl.

Ukrudtsbekæmpelsen foretages i alle afgrøder så optimalt som muligt. I vårsæd og bælgsædsafgrøder foretages blindharvning og almindelig ukrudtsharvning, som følges op af selektiv ukrudtsharvning, hvis det skønnes nødvendigt (Rasmussen *et al.*, 1997). I hvede foretages ukrudtsharvning efter behov på lerjordene og i 1997 på sandjordene, mens hveden fra 1998 sås på dobbelt rækkeafstand og radrenses kombineret med ukrudtsharvning på sandjordene. I korn og bælgsæd, hvor der sås udlæg af kløvergræs eller fangafgrøder, foretages ikke ukrudtsbekæmpelse bortset fra i Jyndevad, hvor der foretages blindharvning og eventuelt almindelig ukrudtsharvning, før udlægget sås, og i vinterhveden, hvor ukrudtsbekæmpelse gennemføres frem til udlægget sås. Roerne holdes ukrudtsfrie ved en kombination af gasbrænding før fremspiring, radrensning og håndhakning. Flerårigt ukrudt som agertidsel, grå bynke (*Artemisia vulgaris*), kruset skræppe (*Rumex crispus*) med flere fjernes manuelt, for tidslernes vedkommende ved stikning omkring kornets skridning, for de øvrige ved optrækning, når de observeres. Almindelig kvik samt hvidkløver (*Trifolium repens*) (som ukrudt) bekæmpes ved forekomst i parceller uden fangafgrøde med gentagne opharvninger efter høst. Hvis kvik overstiger en bestemt grænseværdi i parceller med fangafgrøde, vil denne bekæmpelse også blive foretaget, selvom dette vil ødelægge fangafgrøden.

Resultater

Der var mest ukrudt, både antal og biomasse, på de lette jorde (Jyndevad og Foulum) (se figur 1). De mest dominerende arter var almindelig fuglegræs (*Stellaria media*), hvidmelet gåsefod

(*Chenopodium album*) og hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*) i Jyndevad, lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum*) og almindelig fuglegræs i Foulum og snerlepileurt.



Figur 1. Biomasse af ukrudt på de 4 steder to år. Biomass of weeds, the four locations two years.

Der var alle steder og år mest ukrudt (total biomasse) i vinterhveden, se tabel 3. Dette gælder også for de enkeltarter, der har været optalt og vejet i både vårsæd og vintersæd, bortset fra typiske vårsædsarter som snerlepileurt og hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*). Ser man udelukkende på de vårsåede afgrøder, har byg/ært haft størst total biomasse af ukrudt i 1997 alle fire steder, og lige så meget eller mere end de andre vårsåede afgrøder, bortset fra vårhvede i Jyndevad, i 1998. Antal ukrudtsplanter, såvel total som af de enkelte arter, hænger sjældent sammen med størst biomasse. En undtagelse er snerlepileurt, hvor der konsekvent var den største biomasse der, hvor der er størst antal.

Tabel 3. Biomasse (g/m^2) af ukrudt i de forskellige afgrøder. Biomass (g m^{-2}) of weed in the different crops.

Afgrøde	**Jyndevad**		**Foulum**		**Flakkebjerg**		**Holeby**	
Crop	**1997**	**1998**	**1997**	**1998**	**1997**	**1998**	**1997**	**1998**
Byg/ært – Pea/barley	29.9	13.1	11.3	16.0	3.4	13.2	5.3	8.0
Vårbyg – Spring barley	21.0	15.5	6.0	16.2	2.8	13.3	1.6	6.2
Vinterhvede – Winter wheat	35.3	26.8	24.7	31.7	7.9	15.1	31.3	8.2
Havre – Oats			7.1	9.7	2.0	14.1	4.1	3.5
Lupin – Lupin		14.8						
Vårhvede – Spring wheat		20.6						

Begge år er der i Foulum og Flakkebjerg en tendens til at der var mest ukrudt, såvel biomasse som antal, i de gødede parceller, se tabel 4. I Jyndevad var der tendens til, at der var mest ukrudtsbiomasse i de ugødede parceller i vinterhveden 1997.

Tabel 4. Ukrudtsbiomasse (g/m^2) i afgrøder med (+) og uden (-) gødning. Weed biomass (g m^{-2}) in crops with (+) or without (-) fertilizer.

Afgrøde Crop	**Foulum**				**Flakkebjerg**			
	1997		**1998**		**1997**		**1998**	
	Gødning – Fertilizer							
	-	+	-	+	-	+	-	+
Vårbyg Barley	5.7	6.4	13.3	19.2	0.9	4.0	5.4	14.5
Vinterhvede Winter wheat	20.8	28.5	17.2**	44.6**	3.8*	11.4*	9.1	19.1
Havre Oats	3.2	11.1	3.9	15.6	2.6	1.5	5.3	20.8

Signifikant forskel på gødningsniveau inden for sted, år, afgrøde: * = 5% niveau, ** = 1% niveau. Significant differences between fertilizer level within location, year, crop: * = 5% level, ** = 1% level.

I tabel 5 ses biomasse af frøukrudt, som kan forventes at reagere på ukrudtsbekæmpelsen ved de forskellige former for ukrudtsbekæmpelse. I 1997 var der i Jyndevad tendens til mest ukrudt i vinterhveden, hvor der var foretaget ukrudtsharvning, mens der i Foulum i vinterhvede og havren var mest ukrudt, hvor der ingen bekæmpelse er foretaget. I 1998 var der en tendens til, at der var mest ukrudt, hvor der ikke var foretaget ukrudtsbekæmpelse (eller kun blindharvning/forårsharvning i vinterhveden) bortset fra i vinterhveden i Foulum og Flakkebjerg, hvis der var mest ukrudt, hvor der blev børsterenset, og i lupin i Jyndevad, hvor der var mest ukrudt i det ukrudtsharvede. I 1997 var der i havren i Flakkebjerg signifikant færre ukrudtsplanter i de ukrudtsharvede led, og i både 1997 og 1998 var der i vinterhveden i Foulum signifikant flest ukrudtsplanter i de ubehandlede led – i 1998 dog også i de børsterensede. Det skal bemærkes, at den ukrudtsbekæmpelse, der er anvendt, afhænger af fangafgrøden og sædskiftet.

I 1998 blev der fundet kvik alle steder, bortset fra i Foulum (se tabel 6). I Jyndevad blev kvikken stort set udelukkende fundet i blok to, i Flakkebjerg var det mere jævnt fordelt men blev hyppigst fundet i hveden.

Tabel 5. Frøukrudtsbiomasse (g/m^2) ved forskellig ukrudtsbekæmpelse. Tal i samme række med samme (eller ingen) bogstavindex er ikke signifikant forskellige. Biomass (g m^{-2}) of annual weeds with different weed control. Results in the same row with the same (or no) index letter are not significantly different.

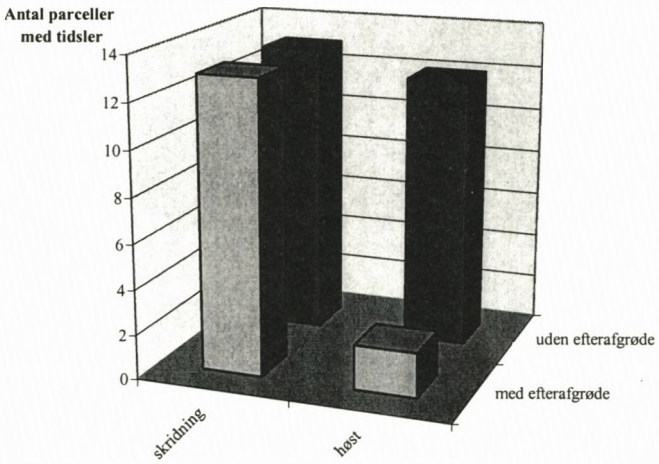
Afgrøde Crop	**Sted** Location	**Ukrudtsbekæmpelse** – Weed control				
		Ingen [1] None	**Blindharv-ning** [1] Pre-emergence harrowing	**2-3 x ukrudtsharv-ning** Weed harrowing	**Børsterens-ning** Brush weeding	**Radrens-ning** Row hoeing
			1997			
Byg/ært Pea/barley	Jyndevad		27.8	32.0		
	Foulum	12.3		10.3		
	Flakkebjerg	3.9		2.8		
Vinter-hvede Winter wheat	Jyndevad	31.3		39.3		
	Foulum	43.9^{a}		23.9^{b}	16.1^{b}	
	Flakkebjerg	7.7		8.0		
Havre Oats	Foulum	11.2		3.1		
	Flakkebjerg	3.2		0.9		
			1998			
Byg/ært Pea/barley	Jyndevad		15.6	10.6		
	Foulum	17.1		15.0		
	Flakkebjerg	8.1		10.3		
Vinter-hvede Winter wheat	Jyndevad	37.6				16.0
	Foulum	27.1^{bc}		23.0^{c}	55.0^{ab}	16.4^{c}
	Flakkebjerg	11.0		13.0	19.4	
Havre Oats	Foulum	15.7		3.7		
	Flakkebjerg	15.2		11.0		
Lupin Lupin	Jyndevad		12.3	17.4		
Vårhvede Spring wheat	Jyndevad		22.5			18.7

[1] Vinterhveden blev harvet om foråret før udsåning af udlæg. [1] The winter wheat had been harrowed in spring before sowing the catch crop.

Tabel 6. Kvikskud pr. m^2 i gennemsnit af de parceller hvor de er observeret kvik i 1998 i forskellige afgrøder i Jyndevad, Flakkebjerg og Holeby. Tallene i parentes er antal parceller, hvor der er fundet kvik. Shoots pr. m^2 of couch grass, mean of the plots where it was found in 1998 in different crops in Jyndevad, Flakkebjerg and Holeby. Numbers in brackets are the number of plots where couch grass was found.

Afgrøde Crop	**Sted** – Location		
	Jyndevad	**Flakkebjerg**	**Holeby**
Byg/ært – Pea/barley	25 (2)	14 (1)	(0)
Vårbyg – Spring barley	19 (7)	2 (1)	2 (1)
Vinterhvede – Winter wheat	18 (4)	8 (11)	24 (2)
Havre – Oats		13 (3)	(0)
Lupin –Lupin	4 (4)		
Vårhvede – Spring wheat	10 (2)		

I 1998 forekom der tidsler i Flakkebjerg. Ved høst var tidslerne forsvundet fra ca. halvdelen af de parceller, hvor de var forekommet omkring kornets skridning. Der var ved høst signifikant hyppigere forekomst af tidsler i parceller uden foregående efterafgrøde, se figur 2.



Figur 2. Antal parceller med tidsler ved skridning og efter høst i Flakkebjerg 1998.
Number of plots with thistles at heading and after harvest in Flakkebjerg 1998.
(**Antal parceller med tidsler** = number of plots with thistles. **Med efterafgrøde** = with catch crop. **Uden efterafgrøde** = without catch crop. **Skridning** = at heading. **Høst** = after harvest.).

Diskussion

Det er for tidligt efter kun to års forsøg at sige noget om, hvordan de forskellige sædskifter påvirker ukrudtet. Nogle foreløbige konklusioner om, hvordan de forskellige korn- og bælgsædsafgrøder konkurrerer over for ukrudtet de forskellige steder, og om ukrudtet bliver påvirket af behandlingerne (+/- gødning, +/- fangafgrøde), kan de to første forsøgsårs resultater dog godt bære.

Som vist i figur 1 er der mest ukrudtsbiomasse på de lette jorde – dette gælder som nævnt også for antal. Årsagen er for det første det ukrudtstryk, der findes på forhånd, som er forudsætningen for, at der kan spire så meget ukrudt frem. For det andet, at afgrøderne på sandjord må forventes at have dårligere konkurrenceevne over for ukrudtet end på lerjord. Samtidig viser erfaringer, at ukrudtet spirer meget hurtigt frem i forhold til afgrøden på sandjord, hvilket igen stiller afgrøden dårligere i konkurrencen.

I tabel 3 ses biomasse af ukrudt i de forskellige afgrøder. Som det fremgår, var der begge år alle steder mest ukrudt i vinterhveden. Dette harmonerer ikke særlig godt med den almindelige opfattelse af, at en langstrået vinterhvedesort (her Terra) er meget konkurrencestærk over for ukrudtet (Christensen & Rasmussen, 1998). Det ses imidlertid

også, at der generelt er meget mindre ukrudt i vinterhveden på lerjordene end på de lette jorde, bortset fra Holeby i 1997, hvor der var meget kamille. På lerjordene er der en tendens til, at der er nogenlunde lige meget ukrudt i vårsæd og vintersæd, mens der på sandjordene ofte er dobbelt så meget ukrudt i vinterhvede, som i vårsæden. Forklaringen skal nok ses i, at vinterhveden, især på sandjordene, har meget lidt næring til rådighed, hvilket vil give en ringere konkurrenceevne end vinterhvede i konventionel dyrkning med høj gødningstilførsel. Vinterhveden sås også forholdsvis sent – sidst i september – for at undgå den første ukrudtsfremspiring, men dette giver også en lidt dårligere etablering af hveden.

Ser man på vårsæden, er der tendens til mest ukrudt i byg/ært – eller i det mindste lige så meget som i de andre vårsædsafgrøder, bortset fra vårhveden i 1998 i Jyndevad. Byg/ært burde ikke mangle kvælstof, da ærterne selv kan fiksere det, men såvel byg som ærter er sået ud med noget mindre plantebestand end i renbestand. Dette giver åbenbart ikke en lige så god konkurrenceevne som i byg i renbestand, fordi byggen er for tynd, og ærterne er for længe om at konkurrere. Byg/ært i 1998 klarede sig dog nogenlunde lige så godt som de andre vårsåede afgrøder over for ukrudtet. I 1998 blev udsædsmængden af byg sat op fra 33% til 50% af normal udsædsmængde, mens ærternes udsædsmængde blev holdt konstant på 66% af normal udsædsmængde. Det er ikke muligt at konkludere, om dette eller eventuelt vejrforholdene har været afgørende for den bedre konkurrence af byg/ært i 1998. At der er meget ukrudt i vårhveden kan ikke undre, da den regnes for en dårlig konkurrent over for ukrudt.

Der er som nævnt ikke nogen sammenhæng mellem antal ukrudtsplanter og biomasse. Dette hænger sammen med, at der kan være mange små ukrudtsplanter, som afgrøden konkurrerer godt med, eller få store konkurrencedygtige planter som f.eks. kamille. Heller ikke inden for de enkelte arter er der en sammenhæng, bortset fra for snerlepileurt. For denne art er der konsekvent størst biomasse, når der er størst antal. Dette kunne tyde på at den er så konkurrencedygtig, at når først planten er der, så vil den vokse og udvikle sig, uanset hvor konkurrencedygtig afgrøden er.

I Foulum og Flakkebjerg klarer ukrudtet sig bedst i de gødede parceller, som det ses i tabel 4. Selvom det var her, afgrødens konkurrenceevne må forventes at være bedst, er det også her der var mest næring til rådighed, og også ukrudtet har mere at vokse af. I byg med udlæg og havre var der noget mere ukrudt i de gødede led, bortset fra i Flakkebjerg i 1997, hvor der i det hele taget ikke var ret meget ukrudt. Tendensen er dog allermest tydelig i vinterhveden, hvor der var signifikant mere ukrudt i de gødede led i Foulum 1998 og Flakkebjerg 1997.

I Jyndevad er der tendens til mest ukrudt i de ugødede parceller i vinterhveden i 1997. Årsagen kan være, at hveden her klarede sig så dårligt, at ukrudtet havde alle muligheder for at brede sig på afgrødens bekostning.

Ukrudtsbekæmpelsen har generelt ikke haft den ønskede effekt. I Jyndevad er der i flere tilfælde tendens til, at der er mest ukrudt i de ukrudtsharvede led. Dette kan være forårsaget af, at der er opstået afgrødeskader ved ukrudtsharvningen, så afgrøden efterfølgende har været stillet ringere i konkurrencen med ukrudtet. Årsagen kan også være, at ukrudtsharvningen har provokeret nye ukrudtsfrø til at spire, og disse har kunnet klare sig i den ikke særligt konkurrencedygtige afgrøde. Der er også tendens til, at der er flere ukrudtsplanter i den

ukrudtsharvede byg/ærteafgrøde, mens dette ikke gælder i vinterhvede og lupin. Radrensning i vinterhvede (og vårhvede) i Jyndevad 1998 har derimod haft en god effekt (omend ikke signifikant), og der er også tendens til, at der er mindre ukrudt i den ukrudtsharvede byg/ært i 1998.

I de fleste tilfælde er der ikke den store virkning af ukrudtsbekæmpelsen, og der er faktisk kun signifikant effekt i vinterhveden i Foulum begge år. I 1997 er der mest ukrudt, såvel biomasse som antal, der hvor der ikke er foretaget ukrudtsbekæmpelse, mens der i 1998 er mest ukrudt, såvel biomasse som antal, i det børsterensede led – dog ikke signifikant forskelligt fra det ubehandlede, men fra ukrudtsharvede og radrensede led. Årsagen til den gode effekt af børsterensningen i 1997 kan være, at hvidkløveren, som hveden blev samdyrket med, først blev udsået om foråret, efter ukrudtsharvning. Der havde altså ikke været god lejlighed for vinteranuelle arter eller flerårigt ukrudt til at etablere sig forud for børsterensningen. I 1998 var kløveren udsået som udlæg i havren eller hveden i 1997, og hveden blev sået i fræsede bånd i kløveren. Dette gav hveden en dårligere etablering end ved almindelig såning, og dermed dårligere konkurrenceevne. Vinterannuelle arter kunne etablere sig forud for børsterensningen. Endelig var halvdelen af parcellerne med hvidkløver anden års hvede. Denne var stærkt hæmmet af goldfodssyge, og ukrudtet havde rig lejlighed til at brede sig.

I havren i Flakkebjerg i 1997 var der signifikant flere ukrudtsplanter i de ubehandlede led. I havren var der både i Foulum og Flakkebjerg begge år tendens til, at der var mest biomasse af ukrudt i de ubehandlede led. Havren har en god konkurrenceevne og har efter ukrudtsbekæmpelsen været i stand til at få et forspring for ukrudtet.

Der er fundet kvik alle steder i 1998, bortset fra i Foulum. I Jyndevad er det temmelig udbredt i blok 2, både i parceller med og uden efterafgrøde, til trods for at der efter høst 1997 i parceller uden efterafgrøde blev udført stubbearbejdning imod kvik (og hvidkløver). I Flakkebjerg var kvik udbredt over hele arealet, men den blev hyppigst fundet i parceller med vinterhvede.

I 1998 blev der fundet tidsler i Flakkebjerg. Ved registreringen i starten af juli omkring kornets skridning forekom tidslerne i parceller både med og uden efterafgrøde, men ved registrering i stubmarken efter høst var der næsten kun tidsler i parceller uden efterafgrøde. Det er ikke sandsynligt, at efterafgrøden i sig selv har været så konkurrencedygtigt, at den, sammen med kornet, har udkonkurreret tidslerne. Mere sandsynligt er det, at sidste års efterafgrøde har holdt næringsstofferne i det øverste jordlag. Her har årets afgrøde sammen med efterafgrøden kunnet udnytte næringsstofferne og fået en god konkurrenceevne, mens tidslerne, der har rødder i de dybe jordlag, har haft bedre adgang til næringsstoffer i de parceller, hvor der ikke har været efterafgrøde.

Sammendrag

Der er igangsat forsøg med økologiske sædskifter på fire forskellige steder i Danmark, afspejlende forskellige klima- og jordbundsforhold. De fire sædskifter har forskellig andel af kvælstoffikserende afgrøder henholdsvis korn til modenhed, med og uden fangafgrøder og med og uden husdyrgødning. Forsøgene har været gennemført i 1997 og 1998. I forsøgene er

blandt andet registreret ukrudt. Det er for tidligt at sige noget om ukrudtets udvikling i de forskellige sædskifter. Der var mest ukrudt i vintersæden begge forsøgsår alle steder. I 1997 var der i de vårsåede afgrøder mest ukrudt i byg/ært. Der var signifikant mest ukrudt i de gødede led af vinterhveden i forhold til de ugødede i Flakkebjerg 1997 og Foulum 1998. Ukrudtsbekæmpelsen har kun haft signifikant effekt på ukrudtets biomasse i vinterhveden i Foulum, hvor der i 1997 var mest ukrudt i de ubehandlede led, i 1998 var der mest ukrudt i det børsterensede led, men næstmest i det ubehandlede. I Flakkebjerg var der i 1997 signifikant færrest ukrudtsplanter i havren i de ukrudtsharvede led. Der forekom i 1998 almindelig kvik alle steder bortset fra i Foulum, og agertidsler i Flakkebjerg. Efter høst var der signifikant færre tidsler i parceller med efterafgrøde end uden.

Litteratur

Andersson, T.N. & Milberg, P. 1996. Weed performance in crop rotations with and without leys and at different nitrogen levels. Ann. Appl. biol. 128: 505-508.

Askegaard, M. & Eriksen, J. 1997. Udbytter og kvælstofudvaskning i relation til gødningsniveau og type. I: Kristensen, E.S. (red.): Økologisk planteproduktion. Danmarks JordbrugsForskning. SP-rapport nr. 15, 37-46.

Christensen, S. & Rasmussen, J. 1998. Ukrudtsøkologi. I: Ukrudtsbekæmpelse i landbruget. Danmarks JordbrugsForskning, 13-40.

Olesen, J.E. & Vester, J. 1995. Næringsstofbalancer og energiforbrug i økologisk jordbrug – fokus på kvægbedrifter og planteavl. SP-rapport nr. 9, 143 s.

Olesen, J.E.; Askegaard, M. & Rasmussen, I.A. 1997. Forsøg med økologiske sædskifter til kornproduktion. I: Kristensen, E.S. (red.): Økologisk planteproduktion. Danmarks JordbrugsForskning. SP-rapport nr. 15, 143-149.

Olesen, J.E.; Askegaard, M. & Rasmussen, I.A. 1998. Organic crop rotations for grain production. Mixed Farming Systems in Europe, Workshop Proceedings, APMinderhoudhoeve-reeks nr. 2, 63 – 69.

Rasmussen, I.A.; Melander, B.; Rasmussen, K. & Rasmussen, J. 1997. Regulering af ukrudt. I: Kristensen, E.S. (red.): Økologisk planteproduktion. Danmarks JordbrugsForskning. SP-rapport nr. 15, 63 – 86.

Tersbøl, M. & Fog, E. 1995. Status over økologisk landbrug. I: Kristensen, E.S. (red.): Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften. Statens Husdyrbrugsforsøg. Intern rapport nr. 32, s. 9-23.

Thorup-Kristensen, K. 1997. Anvendelse af grøngødning og efterafgrøder. I: Kristensen, E.S. (red.): Økologisk planteproduktion. Danmarks JordbrugsForskning. SP-rapport nr. 15, 47-62.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Muligheder for produktion af sygdomsfri, økologisk såsæd

Possibilities for production of organic, healthy seed

Bent J. Nielsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Ghita Cordsen Nielsen, Jon Birger Pedersen & Michael Tersbøl
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Summary

Today, according to the current regulations, conventional untreated seed can be used in organic farming if organic grown seeds are not available. From January 1st 2001 this is no longer an option and from this day on all the seed used in ecological farming must meet the demands regarding organic seed i.e. the mother plant of the seed must be ecologically grown. Growing seed without treatment might cause problems of unintentional propagation and spreading of serious seed born diseases. It is therefore important that the seed is tested for the occurrence of pathogenic fungi and that seed lots with unacceptably high infections are being discarded. For the moment, no other possibilities are applicable. The seed (Certified C1) used for production of the ecological Certified C2 (the mother plant of the ecological seed) may be conventionally grown, however, the seed must be untreated. The thresholds for discarding must here be as low as possible in order to avoid propagation of seed borne diseases later on. An essential condition of ecological production of seed is that a relatively large quantity of conventional seed exist of which suitable seed lots can be selected. If this is not the case, a lack of seed for the ecological plant production might arise as it may be necessary to discard quite a lot of the organic seed due to unacceptable occurrences of seed borne diseases. Furthermore, it is of vital importance that there is a sufficient and reliable analytical capacity available.

Indledning

Næsten alt det korn, der anvendes i den konventionelle fremavl, er bejdset. På grund af denne systematiske indsats har der ikke været de store problemer med frøbårne sygdomme i mange

år, men det betyder ikke, at svampesygdommene dermed er udryddet. Svampene er til stede i en meget lav frekvens, og vi ved af erfaring, at selv få års dyrkning af korn uden effektiv bekæmpelse, kan medføre opformering af en række alvorlige frøbårne sygdomme. Det er stinkbrand i vinterhvede, bygstribesyge og nøgen bygbrand i byg samt muligvis rugstængelbrand, der vil give de største problemer. Disse svampe er karakteriseret ved en usædvanlig høj opformeringsevne, og selv en lille smitstofmængde på kernerne kan resultere i kraftige angreb allerede i samme vækstsæson.

Økologisk sædekorn

Ved produktion af økologisk udsæd skal moderplanten til brugssæden være dyrket økologisk på et færdigomlagt økologisk areal (EU Rådsforordning (EØF) nr. 2092/91 af 24. juni 1991) Hvis der i dag ikke kan skaffes økologisk produceret udsæd, kan der efter de nugældende regler anvendes konventionel, *ubejdset* udsæd. Denne mulighed falder væk fra 1. januar 2001, og herefter skal al den udsæd, der anvendes i økologisk landbrug opfylde kravene til økologisk udsæd.

Ved produktion af økologisk sædekorn kan der ikke anvendes traditionelle, kemiske bejdsemidler på det omlagte areal. Det rejser en række spørgsmål, som også kan optræde i den konventionelle produktion, hvis mulighederne for at bruge bejdsemidler begrænses (Nielsen *et al.*, 1998).

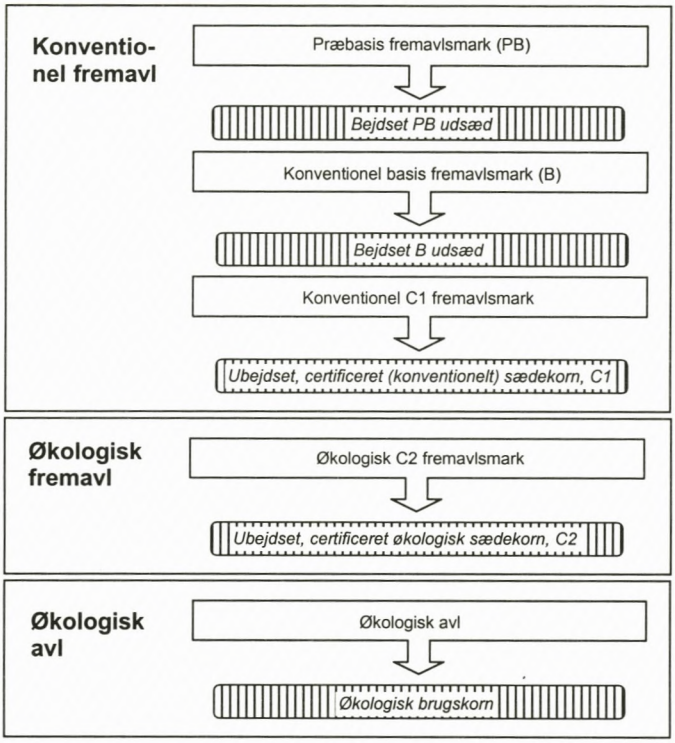
I figur 1 er de nye principper for produktion af økologisk udsæd skitseret. Reglerne betyder, at C1 sædekornet, der anvendes til at dyrke C2, godt må være fra et konventionelt brug. Det skal blot være *ubejdset*, og produktionen af C2 skal ske på et færdigomlagt økologisk areal. Det økologiske sædekorn C2 går ud til den økologiske avl, og herfra høstes brugskornet. Det korn den økologiske landmand høster, har således gennemgået mindst 2 opformeringer uden bekæmpelse af eventuelle frøbårne sygdomme.

Reglerne kan sammenfattes i følgende oversigtstabel:

	Typer af udsæd			Krav til jorden	
	Konventionel **fremavler**	Økologisk **fremavler**	Økologisk **avler**	Konventionel	Økologisk **frem-avler**
Udsåning	Basis	C1*) Konventionel	C2 Økologisk	Ingen	Økologisk
Høst	C1	C2 "Økologisk"	Brugskorn		

*) Ubejdset

I rug kan der kun produceres sædekorn til og med C1, og det vil i denne afgrøde være basissæden, som kan være konventionel, ubejdset som udgangspunkt for den økologiske fremavl.



Figur 1. Principskitse for produktion af økologisk såsæd. Flow sheet for production of organic seed.

Grænseværdier for infektion af frøbårne sygdomme i økologisk produktion af såsæd

I produktion af konventionelt sædekorn anvendes i dag en række vejledende grænseværdier for, hvornår bejdsning kan undlades. Disse grænseværdier er fastsat ud fra forsøg og erfaringer og ud fra den forudsætning, at der ikke opformeres yderligere på kornpartiet. Det har desuden været en væsentlig forudsætning, at der generelt er effektive bejdsemidler til rådighed til at stoppe eventuelle opformeringer af frøbårne sygdomme.

I produktion af økologisk såsæd findes i dag ingen anvendelige og effektive alternativer til kemisk bejdsning. En del alternativer ser lovende ud (jævnfør senere afsnit), men indtil der foreligger et sikkert grundlag, er eneste mulighed kassation af partier med uacceptabel infektion. Da der mindst er 2-3 led, hvor der kan ske opformering, må de anvendte grænseværdier for kassation derfor være så lave som muligt.

Vores antagelser er baseret på tidligere forsøg og erfaringer, og der er behov for mere viden om opformerings- og spredningsrate samt skadetærskler for de vigtigste frøbårne sygdomme.

I det følgende er de vejledende tærskler vurderet set i lyset af de nye regler for produktion af økologisk såsæd. For flere sygdomme er tærsklerne skærpet da 2 fremavls generationer er ubejdset under de nye regler.

Bygstribesyge

Bygstribesyge er en potentiel alvorlig frøbåren sygdom i byg. Sporerne overlever i kernernes ydre skaldele, og når kernerne spirer i jorden trænger svampen ind og vokser op inde i planten. Sporerne spredes med vinden fra de angrebne blade og inficerer blomsterne på sunde planter.

Kerneinfektion og markangreb

Forholdet mellem angrebne kerner, og det angreb der senere kan ses i marken varierer meget. Den sammenhæng der er fundet i praksis, viser i gennemsnit af 35 forsøg ved DJF, at kun ca. 27% af observeret kerneangreb vil give angrebne planter i marken (f.eks. 5% angrebne kerner vil give ca. 1,4% angrebne planter, men det kan variere meget, og angreb kan under kølige fremspiringsforhold være højere).

Markangreb og efterfølgende kerneinfektion

Der er ikke så mange data, der viser noget om sammenhængen mellem observeret markangreb og den smitte, der efterfølgende kommer på kernerne. Kernerne kan smittes over en meget lang periode, men de alvorligste angreb finder sted i de tidlige kerneudviklingsstadier. Gunstige forhold for sporespredning (fugtige forhold) i perioden efter skridning kan derfor medføre, at selv et mindre markangreb kan give stor kerneinfektion.

Markangreb og udbyttenedgang

Planter, der er angrebet af bygstribesyge, sætter ikke aks, og et 1:1 forhold mellem % angrebne planter og % udbyttenedgang kunne forventes, men de omgivende planter kan kompensere en del. I forsøg med stærkere angreb har det vist sig, at hver pct. angrebne planter medfører en udbyttenedgang på ca. 0,96% kerne. Ved svagere angreb kan udbyttenedgangen pr pct. bygstribesyge være 0,5-0,7

Bekæmpelsestærsklen for bygstribesyge er sat til 5% kerner med infektion (tabel 1). En kerneprøve med 5% bygstribesyge vil give ca. 1,4% angrebne planter (stor variation: 1-3%) i marken og udbyttenedgang på ca. 1,4% eller 0,7 hkg (under ugunstige forhold 1,5-2,0 hkg).

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

C1 sædekornet (konventionelt, ubejdset, figur 1) må forventes at være fri for bygstribesyge, da det er avlet på bejdset korn. Risiko for lidt restsmitte eller eventuel nabosmitte kan dog ikke udelukkes, hvilket kan give et mindre angreb af bygstribesyge i C2 marken. For at stoppe videre opformering skal partier med blot konstateret angreb kasseres. I den sidste generation (økologisk avl, brugskorn) vil den "traditionelle" tærskel på 5% være anvendelig under forudsætning af, at der ikke avles yderligere på kornet. Hvis der udføres en analyse og en omhyggelig sortering i C1, vil der sjældent kunne forekomme så høje angreb i avlsmarken. Bygstribesyge kan, med den metode der almindeligvis anvendes (kerneanalyse, 7 dages analysetid), ikke skelnes fra bygbladplet. Da bygbladplet kan forekomme hyppigt på bladene i visse år og smitte til kernerne, kan det udløse et "falsk positivt" kassationsbehov for bygstribesyge. Væksthustesten, hvor der bedømmes på hele planter, er entydig for

bygstribesyge, men den tager 2-3 måneder og er meget mere ressourcekrævende. Metoden er anvendelig i vårbyg, men ikke i vinterbyg, hvor tiden mellem høst og såning er for kort.

Tabel 1. Frøbårne sygdomme i byg og havre samt anbefalet grænseværdi for kassation i C1 sædekorn (konventionelt, ubejdset) og økologisk C2 sædekorn. Seed borne diseases in barley and oat and recommended thresholds for discard of C1 and C2 seed.

Afgrøde	Skadevolder	Konv. ubejdset C1 fremavl	Økologisk sædekorn, C2
Byg	Bygstribesyge (*Drechslera graminea*)	Konstateret angreb [1]	5%
	Bygbladplet (*Drechslera teres*)	Konstateret angreb [1]	5%
	Nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*)	0,05 % [2]	2 % [2]
	Spireskadende svampe		
	Fusarium spp., Bipolaris sorokiniana	15 %, vinterbyg	15 %, vinterbyg
	Fusarium spp., Bipolaris sorokiniana	30 %, vårbyg	30 %, vårbyg
Havre	Spireskadende svampe	15 %	15 %
	Fusarium spp., Bipolaris sorokiniana		

[1] Nuværende tærskel 5%

[2] Nuværende tærskel 0,2%

Nøgen bygbrand

Nøgen bygbrand er den af de udsædsbårne sygdomme, som umiddelbart er lettest at kende med sine sorte brandaks.

Kerneinfektion og markangreb

Angreb af nøgen bygbrand sidder dybt i kernen. Stort set alle angrebne kerner kan under optimale forhold give angrebne planter i marker. Resultater fra markforsøg (Nielsen, ikke publiceret) viser, at ca. 90% af de angrebne kerner bliver til angrebne planter. Jordtemperatur har ikke samme betydning som for bygstribesyge, men erfaring har vist, at dyrkningsforholdene kan betyde meget for, hvor stor en del af det potentielle angreb, der kommer til udtryk.

Markangreb og efterfølgende kerneinfektion

De inficerede planter skrider før de sunde, og fra brandaksene spredes sporerne, men de kan kun inficere sorter, som har åben blomst. Infektionen favoriseres af fugtigt og lidt køligt vejr. Disse forhold stimulerer også en åben blomst over længere tid og dermed infektionsmulighederne. Selv svage angreb (blot 0,1% brandaks) er tilstrækkeligt til at smitte næste generation.

Markangreb og udbyttenedgang

Den procentvise udbyttenedgang er mindre end procent angrebne planter, og en nedgang på ca. 0,75% pr pct. angrebne plante må forventes ved normale angreb. Udenlandske resultater viser en ret stor variation på dette område.

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Som det fremgår af ovenstående, skal der ikke mange brandaks til for at starte en ny epidemi. For at stoppe opformering og spredning skal kornpartierne derfor være så rene som muligt, hvilket betyder, at partier med blot konstateret angreb (0,05% inficerede kerner) kasseres i C1 sædekornet (tabel 1). I C2 er grænseværdien sat til 2% inficerede kerner af hensyn til begrænsning af nabosmitte og udbyttetab. Det er en afgørende forudsætning for denne grænseværdi, at der ikke avles yderligere på kornet.

Bygbladplet

Svampen kan overleve vinteren enten på kernerne eller ude i marken på planterester og spildkornsplanter. Marksmitten er langt den vigtigste kilde til bladangreb, og den udsædsbårne smitte har kun mindre betydning for en eventuel senere epidemi af bygbladplet.

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Ved bestemmelse af kerneangreb kan bygbladplet ikke skelnes fra bygstribesyge, og grænseværdierne er sat som for bygstribesyge. Hvis nye metoder udvikles, der kan skelne mellem bygstribesyge og bygbladplet, kan grænseværdien for bygbladplet antagelig hæves.

Frøbårne sygdomme i havre

Spireskadende svampe kan forekomme i havre, men er sjældent et problem. Havrebladplet (*Drechslera avenae*) minder meget om bygbladplet, men angreb er ikke almindelige, og ses for det meste på de nederste blade. Der er ikke bestemt grænseværdier for denne svamp, men tærsklen er nok som for bygbladplet. En hidtil sjælden svamp, nøgen havrebrand (*Ustilago avenae*) er omtalt fra Sverige (Sperlingsson, 1996), og det kan ikke udelukkes, at vi kan se den i Danmark efter gentagen dyrkning af ubejdset havre.

Stinkbrand i hvede

Stinkbrand kan være en alvorlig sygdom i hvede, men på grund af regelmæssig afsvampning har angreb været på et lavt niveau i mange år. I den seneste tid er der imidlertid kommet flere indberetninger om hvedemarker med stinkbrand, og man bør være meget opmærksom på denne sygdom, som meget hurtigt kan spredes og opformeres. Stinkbrand forårsager ikke alene en direkte udbyttenedgang, men også en væsentlig kvalitetsforringelse som følge af lugtgener.

Den vigtigste smittekilde er via kernerne, men de sporer som lander på jorden kan overleve til såning, hvor de fremspirende hvedeplanter så kan inficeres. Der bør derfor ikke sås hvede efter hvede med konstateret angreb af stinkbrand. Længere tids overlevelse i jorden kan heller ikke udelukkes, og det må forventes, at der i en mark, hvor der én gang har været

angreb af stinkbrand, er risiko for smitte fra jorden i mindst 2-3 år. Angrebene vil i første omgang ikke være ret udbredte, men nok til at starte en ny epidemi (Nielsen og Nielsen, 1994; Borgen og Kristensen, 1997).

Kerneinfektion og markangreb

I en svensk oversigt, (Johnsson, 1991) er sammenfattet en række svenske og udenlandske undersøgelser vedrørende epidemiologiske forhold hos stinkbrand:

5-8 sporer/kerne (100-160 sporer/g hvede) var laveste sporemængde, hvor der blev set infektion i marken. 8-15 sporer/kerne (160-300 sporer/g) gav ca. 0,4-0,6 % angrebne planter i marken.

Ved 50 sporer/kerne (1.000 sporer/g hvede) blev der fundet stærkere angreb.

200 sporer/kerne (4.000 sporer/g) gav i svenske forsøg et angreb på 9,8% (2,1% i mark).

Markangreb og efterfølgende kerneinfektion samt betydning for epidemien

I de svenske undersøgelser anføres, at et angreb i marken på 1 brandaks/m^2 gav ca. 500 sporer pr. g høstet varer (ca. 25 sporer/kerne) og dermed nok til at starte et mindre angreb. Det er svært at sætte en nedre grænse. 3 brandaks per 10m^2 kan give ca. 100 sporer per g høstet hvede. Hvis kernerne sås ubejdset, ville det give et angreb i næste års mark på omkring 0,5%.

Markangreb og udbyttenedgang

Et forhold på ca. 1% udbyttenedgang per % angrebne planter må forventes, men forringet kvalitet gør, at et parti angrebet af stinkbrand kun kan sælges til stærkt reduceret pris.

Der er ingen sikker grænse for kvalitetsforringelsen, men i svenske undersøgelser (Johnsson, 1991) fremgår det, at et indhold i kerneprøven på 300 sporer/g kan lugtes af 10% af forsøgspersonerne. Dette infektionsniveau ville komme fra ca. 7 brandaks per 10m^2 i marken.

Tabel 2. Frøbårne sygdomme i hvede og anbefalet grænseværdi for kassation i C1 sædekorn (konventionelt, ubejdset) og økologisk C2 sædekorn. Seed borne diseases in wheat and recommended thresholds for discard in C1 and C2 seed.

Skadevolder	Konv. ubejdset C1 fremavl	Økologisk sædekorn, C2
Stinkbrand (*Tilletia caries*)	Konstateret forekomst	Konstateret forekomst
Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*)	5 %	5 %
Spireskadende svampe (*Fusarium spp.*)	15 %	15 %

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Hvede bør *altid* kasseres eller hvis muligt bejdses, med mindre en analyse viser, at partiet er fri for stinkbrand. Kravene til *alle* korngenerationerne er derfor kassation, hvis der blot konstateres sporer i prøven. Analysen tager minimum et døgn.

Der findes sorter, der har fuld resistens over for stinkbrand, f.eks. den svenske sort Stava, og eventuelle sporer på kernerne vil ikke føre til angreb og dermed kassation. Danske sorter er ved at blive undersøgt for resistens, og sorter som Trintella og Aspect har i forsøg i 1998 vist sig kun at få meget svage angreb af stinkbrand (0,2 – 1%). Forsøgene fortsætter for at skabe et sikkert grundlag for vejledning (Nielsen *et al., 1999* denne konferenceberetning).

Hvedebrunplet

Ved kraftige bladangreb af hvedebrunplet kan aks og kerner i fugtige somre angribes kraftigt af hvedehvedebrunplet. Kernerne kan blive mørke og skrumpne og vil som følge af reduceret rodudvikling kun spire dårligt. Kun efter våde somre vil der være risiko for frøbåren smitte af hvedebrunplet, og der skal kraftige angreb til før det kan måles på det endelige udbytte.

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Et stort antal forsøg med frøbåren hvedebrunplet i begyndelsen af 1970-erne viste en udbyttefremgang på 9% ved bejdsning af angrebet hvede. Betydningen for start af en tidlig epidemi af hvedebrunplet er under danske forhold begrænset, da der som regel vil være smitstof nok på stubrester i marken. Hvedebrunplet vil ikke nødvendigvis brede sig fra år til år, da opformering og spredning vil være afhængig af en fugtig sommer. Da smitte også kan forekomme fra planterester i marken, kan der under gunstige forhold ske en stor kernesmitte herfra selv om såsæden var uden angreb. Hvedebrunplet optræder kun lejlighedsvis med kraftigere, frøbårne angreb (Nielsen og Scheel, 1997), og har ikke været almindelig de senere år. Grænseværdien er sat til 5% inficerede kerner i alle korngenerationerne (tabel 2).

Spireskadende svampe (Fusariose) i byg, hvede og rug

Efter en særlig våd sommer og høst kan kernerne være smittede med fusarium-svampe, som kan forårsage dårlig fremspiring og reduceret plantetal. Symptomerne ses på de nyspirede kerner, som har brune og indskrumpne rødder. Bladspiren er svag og kan have svært ved at trænge gennem en skorpet og ubekvem jordoverflade.

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Da vækstbetingelserne det enkelte år har så afgørende betydning for, hvor meget kernerne er inficerede (tilsvarende som for hvedebrunplet), er grænseværdierne ens for de forskellige korngenerationer (byg, hvede, rug). Spireskadende svampe er sjældent et problem i vårsæd, men kan forkomme i vintersæd (Nielsen og Scheel, 1997). Grænseværdierne er da også 30% i vårbyg og 15 %i vintersæd (tabel 1-3).

Rugens rugstængelbrand

Rug kan angribes af rugstængelbrand, som ses før planternes skridning ved lange, blygrå striber på stængler og blade, hvor der dannes en stor mængde brandsporer. De angrebne planter er reduceret i vækst og sætter kun sjældent aks. Ved tærskning spredes sporerne til sunde kerner, hvor de efter fremspiring inficerer planten. Syge planter ses bedst umiddelbart før skridning.

Kassationsgrænser i de forskellige korngenerationer

Rugstængelbrand forekommer relativt sjældent i dag, men kan ses, hvor rug dyrkes gentagne gange uden bejdsning, og udbyttetabet kan være ret betydeligt. Opformeringen sker nok ikke så hurtigt som med stinkbrand i hvede, men indtil vi har en bedre viden, sættes grænseværdien for rugstængelbrand som for stinkbrand (tabel 3). Da der ikke produceres C2 sædekorn i rug, er det konventionelt, ubejdset basiskorn, der er udgangspunkt for den økologiske såsæd (tabel 3).

Tabel 3. Frøbårne sygdomme i rug og anbefalet grænseværdi for kassation i basis (B) sædekorn (konventionelt, ubejdset) og økologisk C1 sædekorn. C2 sædekorn produceres ikke i rug. Seed borne diseases in rye and recommended thresholds for discard in C1 and C2 seed.

Skadevolder	Konv. ubejdset, basis	Økologisk sædekorn, C1
Rugstængelbrand (*Urocystic occulta*)	Konstateret forekomst	Konstateret forekomst
Spireskadende svampe (*Fusarium spp.*)	15 %	15 %

Triticale

Spireskadende svampe vil være et problem i triticale af samme omfang som i hvede, men modtageligheden over for andre frøbårne sygdomme er kun delvist kendt. Forsøg i 1995 med en række sorter smittet med stinkbrand viste *fuld* resistens hos de testede triticalesorter over for både stinkbrand og rugstængelbrand (Nielsen *et al., 1999* denne konferenceberetning). Senere er nye sorter kommet frem og deres modtagelighed kan være anderledes. De fleste sorter på den danske sortsliste er for nærværende ved at blive undersøgt ved DJF. Indtil videre bør triticale betragtes som modtagelig med de samme grænseværdier som i hvede (tabel 2).

Svampeanalyser og prøveudtagning

Der bør kun anvendes kornpartier, hvor der er sikkerhed for, at forekomst af frøbårne sygdomme ligger under de anbefalede grænseværdier. Det er derfor nødvendigt, at der sikres tilstrækkelig laboratoriekapacitet, så der kan gennemføres hurtige og sikre analyser. Analysetiden ligger i dag mellem 1 og 14 dage, men kan i pressede situationer være betydelig længere. For bygstribesyge og bygbladplet er der desuden det problem, at de to forskellige skadevoldere ikke kan adskilles med den nuværende teknik. Det er desuden vigtigt, at

prøverne er baseret på en repræsentativ udtagning fra gårdpartierne. Inficerede partier kan forekomme i lommer, som vanskeliggør en repræsentativ udtagningen. Generelt bør der derfor arbejdes for udvikling af prøveudtagningsudstyr samt nye, hurtige og præcise analysemetoder, som kan sikre et godt beslutningsgrundlag.

Udviklingen af de frøbårne sygdomme bør følges således, at en eventuel utilsigtet opformering kan identificeres i tide. Dette gælder også for hidtil sjældent forekommende sygdomme, som ved rutinebejdsningen har været holdt på et meget lavt niveau i mange år. Overvågningen kunne f.eks. ske ved en systematisk og tilrettelagt udnyttelse af resultaterne fra svampeanalyserne.

Bekæmpelsesmuligheder

Sortsresistens

Anvendelse af resistente sorter er en oplagt mulighed som alternativ til bejdsning, men vor viden om de potentielle muligheder på området har indtil videre været begrænset. Sorter i dansk afprøvning er for øjeblikket ved at blive testet for resistens over for frøbårne sygdomme, og flere sorter har gode resistensegenskaber (se Nielsen *et al., 1999* denne konferenceberetning). Der er behov for en vedvarende og målrettet forædling samt en systematisk afprøvning af sorter for resistens mod de vigtigste frøbårne sygdomme. I forædlingen arbejdes der med resistens mod en række forskellige svampesygdomme, men det er en svær og meget langvarig proces at få indarbejdet resistens mod flere svampesygdomme i samme, velegnede sort. Vi vil konstant risikere opformering af nye, virulente smitteracer, og der er behov for en virulensovervågning, som kan følge udviklingen i smitteracer.

Andre metoder

Der er de senere år sket en udvikling i alternative metoder til bekæmpelse af frøbårne sygdomme, men metoderne er ikke færdigudviklede, og de skal testes yderligere for virkning og praktisk anvendelighed.

Biologisk bekæmpelse ved anvendelse af egnede bakterier eller svampe er en mulighed, som er ved at blive undersøgt, men ingen produkter har endnu givet acceptabel effekt. Bakterieproduktet Cedomon (*Pseudomonas chlororaphis*) anvendes i Sverige i C2 vårbyg i visse områder, men produktet har i Danmark endnu ikke vist tilstrækkelig virkning mod bygstribesyge og stinkbrand (Pedersen *et al.*, 1998; Nielsen, 1999). Yderligere forsøg og optimering af anvendelsen vil vise, om der kan opnås bedre virkning. Cedomon er endnu ikke godkendt til anvendelse i Danmark.

Anvendelse af varmt vand eller varm luft, forskellige organiske produkter som f.eks. mælkepulver, sennep, eddike (Borgen *et al.*, 1995) eller ny teknik med elektronstråling af kerner er ved at blive undersøgt, og flere af metoderne ser lovende ud. Der kan dog være problemer med den praktiske anvendelighed og påvirkning af kernernes spireevne.

Differentierede bekæmpelsesstrategier

Det kan nok ikke forventes, at de alternative metoder (bortset fra anvendelse af resistente sorter) vil have samme høje stabilitet og virkning som vi i dag kan opnå med de kemiske

bejdsemidler (99-100% effekt). Men metoderne kunne, under forudsætning af, at de har en acceptabel effekt, anvendes i en mere differentieret bekæmpelsesstrategi. I de forskellige fremavlsgenerationer ville metoderne måske kunne anvendes –alene eller i kombination- inden for bestemte grænseværdier (større krav til virkning jo tidligere i fremavlsprocessen). Kassationsgrænsen ville antagelig kunne hæves, hvilket kunne begrænse kassationsbehovet, men metoderne skal først være færdigudviklede og tilladt til brug i økologisk jordbrug.

Frøbårne sygdomme kan introduceres i fremavlsproduktionen på mange måder. Det er vigtigt at være opmærksom på risikoen for eventuel nabosmitte til fremavlsmarken af f.eks. bygstribesyge, nøgen bygbrand og stinkbrand samt risiko for jordsmitte eller overførsel via spildkornsplanter med stinkbrand til efterfølgende marker. Der er desuden de generelle problemer med risiko for overførsel via maskiner og høstudstyr.

Tilstrækkelig med udsæd til økologisk planteavl

Det er en væsentlig forudsætning for produktion af økologisk udsæd, at der findes forholdsvis store mængder konventionel udsæd, hvori man kan finde partier til den økologiske fremavl. Det er svært at bedømme, hvor ofte sædekornet vil blive kasseret som følge af frøbårne svampe, men i den udstrækning økologisk planteavl bliver mere udbredt, kan der opstå mangel på økologisk såsæd. Dette ville blive forstærket ved eventuel omlægning af den konventionelle fremavl mod mindre bejdseforbrug (Nielsen *et al.,* 1998).

Sammendrag

Hvis der i dag ikke kan skaffes økologisk produceret udsæd, kan der efter de nugældende regler anvendes konventionel, *ubejdset* udsæd. Denne mulighed falder væk fra 1. januar 2001, og herefter skal al den såsæd, der anvendes i økologisk landbrug opfylde kravene til økologisk udsæd, dvs. moderplanten til brugssæden skal være dyrket økologisk. Dyrkning af fremavlskorn uden bejdsning kan give problemer med utilsigtet opformering og spredning af alvorlige frøbårne sygdomme. Det er derfor vigtigt, at såsæden analyseres for forekomst af patogene svampe, samt, at partier med uacceptabelt høje infektioner kasseres. Andre muligheder er ikke anvendelige for øjeblikket. Såsæden (C1), der anvendes til at dyrke det økologiske sædekorn, C2 (moderplanten til det økologiske brugskorn) må godt være dyrket konventionelt, men såsæden skal være ubejdset. Grænsen for kassation skal i dette led være så lav som mulig (konstateret forekomst) for at undgå senere opformering af frøbårne sygdomme. Det er en væsentlig forudsætning for økologisk produktion af sædekorn, at der findes forholdsvis store mængder konventionel udsæd, hvor velegnede partier kan udvælges. Hvis dette ikke er tilfældet, kan der opstå mangel på udsæd til den økologiske planteavl, da det kan blive nødvendigt, at kassere en del økologisk udsæd på grund af uacceptable forekomster af frøbårne sygdomme. Endvidere er det er en afgørende forudsætning, at der er en tilstrækkelig og sikker analysekapacitet til rådighed, så der kan foretages sikre analyser. Det er endvidere vigtigt, at der i hele produktionsprocessen tages højde for alle smittekilder, som kan introducere frøbårne sygdomme i marken.

Litteratur

Borgen, A., Kristensen, L. og Kølster, P. 1995. Bekæmpelse af hvedens stinkbrand uden brug af pesticider. 12. Danske Planteværnskonference, SP-rapport nr. 4, 149-158.

Borgen, A. og Kristensen, L. 1997. Markforsøg med flerårig overlevelse af stinkbrand (*Tilletia tritici*) i jord. 14. Danske Planteværnskonference, SP-rapport nr. 8, 113-119.

Johnsson, L. 1991 Vanligt stinksot i vete - sjukdomspåverkande faktorer. Växtskyddsrapporter. Avhandlingar (Uppsala, Sverige), no. 21, 1991.

Nielsen, B. J., Borgen, A., Nielsen, G. C. & 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, Bent J. og Nielsen, G.C. 1994. Stinkbrand og jordsmitte. 11. Danske Planteværnskonference. SP Rapport nr. 7, 89-103.

Nielsen, B. J. og Scheel, C. S. 1997. Production of quality cereal seed in Denmark. Prooceedings of the ISTA Pre-Congress Seminar on Seed Pathology, ISTA, Zürich, 11-17.

Nielsen, B. J. 1999. Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. DJF rapport Markbrug nr. 8, (1999), 67-81.

Nielsen, B. J., Christiansen, S. og Bagge, J. 1999. Ny resistens mod frøbårne sygdomme i korn. 16. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og Skadedyr nr. 10 (denne konference-beretning).

Sperlingsson, K. 1996. Havreflygsot- historik och aktuell situation. 37:e Svenska Växtskyddskonferensen. Jordbruk-skadedjur, växtsjukdomar och ogräs

Pedersen, J. B., Kristensen, H., Nielsen, G. C., og Petersen, P. H. 1998. Oversigt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. Vintersæd, 17-86 & vårsæd, 87-119. Landskontoret for Planteavl, Skejby.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdom og skadedyr

Forebyggelse og regulering af ukrudt i økologiske sædskifter

Weed management in organic crop rotations

Svend Christensen, Karsten Rasmussen, Bo Melander og Gitte Rasmussen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The number of organic dairy farms with few perennial crops is expected to increase in the next years in Denmark. Weeds are a significant problem on the organic plant production farms and it requires a greater attention and management than on the organic dairy farms. Thus, there is a need for developing a weed management strategies in different crop rotation systems that support the farmer or the advisor in their decisions making. The weed problem has to be identified before it escalates because it may require a major change in the crop rotation.

The article describes a life table model that computes the weed population development in a crop rotation with different combinations of prophylactic and direct weed control measures. The model comprises temporal delays of weed emergence using pre-emergence harrowing on different dates. Further, the model includes repeated mechanical weed control and cohorts of late emerged weed seedlings. The life table model can also be used to describe the development of perennial weeds in different crop rotation systems.

The result of model computations with two different organic crop rotations shows a significant difference in the need for weed control of wild mustard. The need for weed control is insignificant in a crop rotation system dominated by perennial and competitive crops. An early harvest of the crop for fodder can prohibit weed seed rain of wild mustard if the weed density has escalated in one year. In a crop rotation system with three spring-sown crops, the need for weed control of wild mustard is essential in order to keep status quo of the seed bank. A combination of hoeing, pre- and post-emergence harrowing is required to prevent increasing plant density of wild mustard. Crop competitiveness against wild mustard is also important to prevent population increase of wild mustard. The need for control in this crop rotation can be reduced changing one of the spring-sown crops with an autumn-sown crop.

Indledning

I økologisk jordbrug er direkte bekæmpelse ofte utilstrækkelig til at forhindre opformering af både frø- og rodukrudt, hvis ikke bekæmpelsen kombineres med forebyggende

foranstaltninger. Effekten af ukrudtsharvning over for f.eks. agersennep er varierende, og det er vanskeligt at forhindre, at konkurrencestærke ukrudtsarter bliver et problem, hvis ikke man udnytter forebyggende foranstaltninger. Især omhyggelig jordbearbejdning, afgrødens konkurrenceevne, sammensætningen af sædskiftet samt så- og høsttidspunkt er vigtige foranstaltninger, der kan have afgørende indflydelse på ukrudtets etablering og frøkast.

Et alsidigt afgrødevalg virker forebyggende mod ukrudt. De fleste ukrudtsarters krav til spiring, vækst og opformering kan ikke opfyldes hvert år, hvis såtid, afgrødens fremspirings- og vækstforløb samt høsttidspunkt varieres fra år til år, f.eks. spirer vinterannuelle ukrudtsarter primært om efteråret og har svært ved at etablere sig i vårsåede afgrøder. Forsøg har vist, at nogle græsukrudtsproblemer, som opstår i sædskifter med meget vintersæd, kan løses ved at øge andelen af vårsæd (Melander, 1993). Da en stor del af frøene i jorden går til grunde hvert år, vil frøpuljen af sommerannuelle arter aftage, når andelen af vinterafgrøder eller flerårige afgrøder stiger i sædskifter. Høsttidspunkt kan ligeledes være afgørende for, om en art overhovedet når at kaste frø. Helsæd kan således helt forhindre mange ukrudtsarter i at kaste frø, hvis der tages slæt i juli.

Afgrødens konkurrenceevne har stor betydning for ukrudtets vækst og opformering. Sortsvalg, udsædsmængde, såtid, såbedskvalitet, rækkeafstand, gødningsniveau og –placering er de vigtigste faktorer, der påvirker afgrødens konkurrenceevne (Kropff & Laar, 1993; Christensen & Rasmussen, 1996; Espeby, 1989). En tidlig og dækkende vårbygafgrøde er ofte så konkurrencestærk, at en skyggefølsom art som f.eks. hvidmelet gåsefod ikke er i stand til at overleve.

Som det fremgår af ovenstående, er der adskillige faktorer, som kan forebygge ukrudtsproblemer, og som samtidig har stor indflydelse på effekten af en bekæmpelse. Forebyggelse kræver imidlertid, at man i høj grad tilrettelægger dyrkningen i god tid. Det mest optimale er, at man har en overordnet strategi for udnyttelse af forebyggende foranstaltninger i et sædskifte. Behovet for direkte bekæmpelse skal så vidt muligt begrænses og kun anvendes som en regulerende foranstaltning. Da det er svært at vurdere betydningen af de mange faktorer i et helt sædskifte, er der behov for, at der udvikles et planlægningsværktøj, som dels fremskriver udviklingen af ukrudtsbestanden og dels opstiller forslag til strategier for forebyggelse og regulering af ukrudtsbestanden.

Endvidere er det vigtigt, at man hele tiden er i stand til at afgøre, om der sker ændringer i ukrudtsbestanden, som kan føre til ukrudtsproblemer i efterfølgende afgrøder. Når først en ukrudtsart har bredt sig til hele marken, er det vanskeligt eller nærmest umuligt at regulere bestanden alene med mekaniske metoder. F.eks. vil en stor bestand af agersennep kræve en betydelig indsats af alle de nævnte reguleringsfaktorer, hvis problemer med denne art skal nedbringes. Der er derfor også behov for at udvikle en metode til overvågning af ukrudtsbestanden f.eks. ved at følge bestanden i fastliggende observationsvinduer.

Formålet med denne artikel er at beskrive en model, der kan anvendes til at fremskrive udviklingen af en eller flere ukrudtsarter i forskellige økologiske sædskifter. Modellen skal betragtes som første trin i udviklingen af et planlægningsværktøj for en overordnet regulering af ukrudtet i sædskiftet.

Materialer og metoder

Matrix model

I litteraturen findes der adskillige modeller, der kan beskrive opformering af ukrudt som en funktion af de mange faktorer, der påvirker ukrudtet herunder frøpuljen, fremspiring, etablering, vækst og konkurrence samt frøproduktion (Cousens & Mortimer, 1995). De fleste af modellerne består af matematiske ligninger med tidsintervaller på 1 år, og hvor man bl.a. antager, at en ukrudtsart spirer og kaster frø nogenlunde samtidig. Disse modeller er velegnet til at beskrive opformering af en ukrudtsart under ensartede forhold f.eks. ukrudtsgræssers opformering ved pløjefri dyrkning af vintersæd.

De fleste ukrudtsarter har imidlertid ikke en synkron fremspiring og frøkast. Man ser ofte nyfremspiring af ukrudt efter en regnbyge eller jordbearbejdning. I konkurrencestærke afgrøder vil disse planter have svært ved at overleve, men i konkurrencesvage afgrøder kan de have stor betydning og bidrage med et væsentligt frøkast. Endvidere er der en række faktorer, der påvirker ukrudtets fremspiring, vækst og frøproduktion, der gør det vanskeligt at anvende et tidsinterval på et år. Et sædskifte med jordbearbejdning og afgrøder med forskellig såtidspunkt, varighed og høsttidspunkt kan således have stor indflydelse på, hvor ensartet ukrudtsbestanden er med hensyn til vækstforløb og frøkast. Endelig er det vanskeligt at beskrive flerårige ukrudtsarters udvikling herunder rodukrudt med et år som tidsinterval.

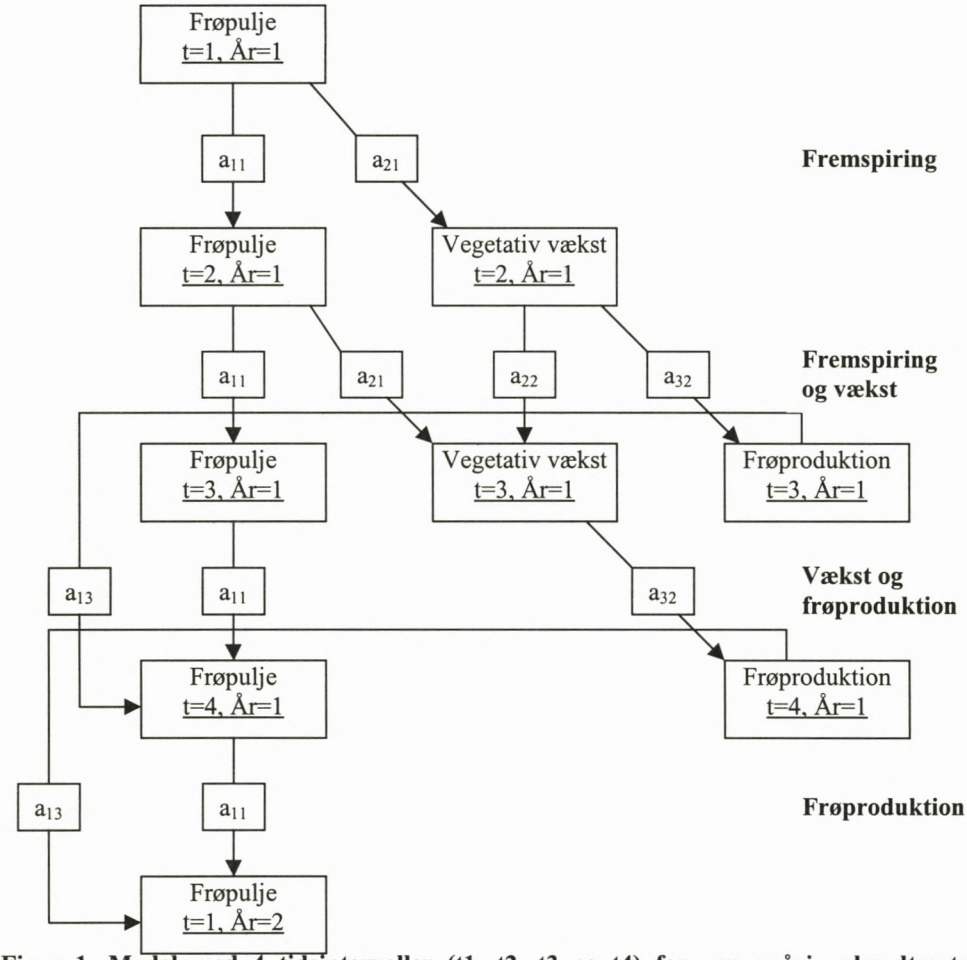
I figur 1 er vist en model for en enårig ukrudtsarts livscyklus opdelt i 3 faser og 4 tidsintervaller. Ved hvert tidsinterval beskriver overgangene mellem faserne andelen af frø eller planter, der enten forbliver i den pågældende fase eller overgår til en ny fase. I figur 2 er modellen i figur 1 som 4 matricer. I $\mathbf{M_1}$ angiver parameterværdierne, at 80% af frøene i frøpuljen t=1 stadig eksisterer som frø i t=2. 5% af frøpuljens frø spirer og bliver til planter i t=2. De resterende 15% af frøene spirer og/eller går til grunde. I $\mathbf{M_2}$ er ændringerne i frøpuljen mindre mellem t=2 og t=3. 50% af ukrudtsplanterne forbliver som vegetative planter, og 40% bliver til frøproducerende planter i t=3. De resterende 10% af planterne går til grunde. I $\mathbf{M_3}$ produceres 100 frø pr. frøproducerende plante. Endvidere bliver de sidste vegetative planter til frøproducerende planter i t=4. I $\mathbf{M_4}$ produceres 100 frø pr. plante. De totale ændringer i ukrudtsartens livscyklus kan beregnes ved multiplikation af de 4 matricer ved hjælp af matrix algebra

$$\mathbf{M} = \mathbf{M_4} \cdot \mathbf{M_3} \cdot \mathbf{M_2} \cdot \mathbf{M_1} \qquad (1)$$

Med de angivne parameterværdier i figur 2 er ændringerne i frøpuljen R=7.1, det vil sige, at efter et år er der 7.1 flere frø i frøpuljen end året før. I model (1) er der ikke medtaget direkte bekæmpelse eller andre regulerende tiltag af ukrudtsarten. Modellen

$$a_{21} = \alpha \cdot (1-p) \cdot (1-s) \cdot (1-b) \qquad (2)$$

kan benyttes til at bestemme effekten af tiltag, der påvirker de spirende frø. p, s og b er andelen af spirende frø, der går til grunde som følge af henholdsvis jordbearbejdning (p) forår eller efterår, såbedstilberedning (s) og/eller blindharvning (b). α er andelen af frø, som bliver



Figur 1. Model med 4 tidsintervaller (t1, t2, t3 og t4) for en enårig ukrudtsarts livscyklus (frøpulje, vegetativ vækst og frøproduktion) (modificeret efter Silvertown, 1987). Parametrene for overgangene mellem de 3 faser angiver følgende:

a_{11}: Andelen af frø i frøpuljen, som ikke spirer eller går til grunde

a_{21}: Andelen af frø, som bliver til vegetative planter

a_{22}: Andelen af vegetative planter, som forbliver vegetative

a_{32}: Andelen af vegetative planter, som bliver til frøproducerende planter

a_{13}: Frø pr. plante

A life table model of an annual weed species with three stages (seed bank, vegetative growth and reproductive growth phases) and four time steps (t1, t2, t3 and t4) (modified after Silvertown, 1987). The transitions between the stages are

a_{11}: Probability of a seed surviving as a seed in the seed bank

a_{21}: Proportion of seeds becoming plants

a_{22}: Proportion of seeds surviving as plants

a_{32}: Proportion of seeds becoming propagating plants

a_{13}: Number of seeds produced per plant

Fremspiring

$$\mathbf{M}_1 = \begin{bmatrix} a_{11}=0.8 & 0 & a_{13}=0 \\ a_{21}=0.05 & a_{22}=0 & 0 \\ 0 & a_{32}=0 & 0 \end{bmatrix}$$

Fremspiring og vækst

$$\mathbf{M}_2 = \begin{bmatrix} a_{11}=0.95 & 0 & a_{13}=0 \\ a_{21}=0.02 & a_{22}=0.5 & 0 \\ 0 & a_{32}=0.4 & 0 \end{bmatrix}$$

Vækst og frøproduktion

$$\mathbf{M}_3 = \begin{bmatrix} a_{11}=1 & 0 & a_{13}=100 \\ a_{21}=0 & a_{22}=0 & 0 \\ 0 & a_{32}=1 & 0 \end{bmatrix}$$

Frøproduktion

$$\mathbf{M}_4 = \begin{bmatrix} a_{11}=1 & 0 & a_{13}=100 \\ a_{21}=0 & a_{22}=0 & 0 \\ 0 & a_{32}=0 & 0 \end{bmatrix}$$

Figur 2. Matrix-model af figur 1 med et eksempel på parameterværdier. A matrix model of the model in Figure 1 with some parameter values.

til vegetative planter i løbet af ét tidsinterval.

Modellerne

$$a_{22} = \beta \bullet ((1-h)+(1-r)) \quad (3)$$

og

$$a_{22} = \eta \bullet ((1-h)+(1-r)) \quad (4)$$

kan anvendes til at bestemme antallet af overlevende planter efter bekæmpelse. *h* og *r* er andelen af planter, der går til grunde ved harvning eller radrensning. β og η er andelen af vegetative planter, som henholdsvis forbliver vegetative eller bliver til frøproducerende planter i løbet af ét tidsinterval. Frøproduktion beregnes med

$$a_{13} = \lambda \bullet k \quad (5)$$

hvor

$$\lambda = \frac{1}{a + b \cdot \mathrm{N}} \quad (6)$$

hvor λ er frøproduktionen pr. plante. N er den aktuelle plantetæthed af agersennep under et "normalt" konkurrenceforhold mellem afgrøde og ukrudt. *k* er en faktor, der justerer λ, hvis konkurrenceforholdet afviger fra det "normale". 1/*a* er den maksimale frøproduktion pr.

plante. b er parameteren, der beskriver den aftagende frøproduktion pr. plante med stigende plantetal af ukrudt.

I ovenstående model benyttes 3 faser og 4 tidsintervaller til at beskrive en enårig ukrudtsarts livscyklus. Men henblik på at beskrive enårige ukrudtsarters udvikling i et sædskifte, vil mindre tidsintervaller gøre det muligt at beskrive effekten af tidsmæssige forskydninger i ukrudtets fremspiring i kombination med forskellige tidspunkter for blindharvning. Flere tidsintervaller vil også kunne udnyttes til at beskrive frøproduktionen fra sent fremspirede ukrudtsplanter efter en mekanisk bekæmpelse. Benyttes 14 dage som tidsinterval, vil en livscyklus for en enårig ukrudtsart bestå af 26 matricer. Modellen for et 4-årigt sædskifte bliver således

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}_{104} \cdot \mathbf{M}_{103} \cdot \mathbf{M}_{102} \cdot \ . \ . \ . \ \mathbf{M}_{1} \cdot \mathbf{P} \qquad (7)$$

hvor **P** er frøpuljen i første tidsinterval.

Modelberegninger

I det følgende beskrives, hvordan en model (7) kan anvendes til at beregne ændringer i frøpuljen af agersennep i to økologiske sædskifter med forskellige forebyggende foranstaltninger og bekæmpelse af agersennep. Sædskifte I er et eksempel på et kvægsædskifte, hvor der etableres vårbyg med udlæg af kløvergræs i selve rækken, så det er muligt at foretage en mekanisk ukrudtsbekæmpelse og samtidig begrænse skaden på udlægget. Kløvergræsset pløjes op i efteråret i det tredje år, og der sås vinterhvede. Der foretages ingen mekanisk bekæmpelse i hveden om efteråret eller foråret.

Sædskifte II er et eksempel på et planteavlssædskifte. Ligesom i kvægsædskiftet sås kløverudlægget i selve rækken i vårbyg af hensyn til den mekaniske ukrudtsbekæmpelse. Kløver dyrkes til frø, og der tages eventuelt et slæt i efteråret. Kløvermarken pløjes op i december for at mindske N-tab. I det tredje år sås havre og i det fjerde år lupiner. Lupinerne sås lidt senere end vårbyg, da høj jordtemperatur er vigtig for at opnå en god etablering og et højt konkurrencetryk over for ukrudtet. Endvidere etableres en efterafgrøde i form af rajgræs umiddelbart efter den sidste mekaniske bekæmpelse.

I tabel 1 og 2 er angivet tidsintervaller for agersenneps og afgrødernes livscyklus samt for de regulerede faktorer i de 2 sædskifter. Som ukrudtsart benyttes agersennep, der ofte er et problem i økologisk jordbrug. I tabel 3 er opstillet en liste over de sammenregnede parameterværdier, der anvendes i model (7). Værdierne er baseret på undersøgelser af Kjellsson & Rasmussen (1995), Roberts & Feast (1973), Beuret (1982), Donald (1993) og Müllverstedt (1966). I tabel 4 er vist en liste over parameterværdierne for de regulerende faktorer. Effekten af blindharvning på plantetallet af agersennep kan variere betydelig og i nogle situationer endda medføre en forøgelse af plantetallet (Melander, 1998; Rasmussen, 1996; Melander & Hartvig, 1995). Da blindharvning har en god effekt over for de tidligt fremspirende frø, er planterne mindre. Det har stor betydning for agersenneps tørstofproduktion (Melander, 1998; Melander & Hartvig, 1995) og den efterfølgende frøproduktion. I model (7) er der taget højde for dette forhold.

Tabel 1. Tidsmæssig fordeling af hændelser i sædskifte I i model 7. Indekset på matricerne angiver tidsintervallet (14 dage). Temporal distribution the matrixes of model (7) in the crop rotation system I. The subscripts of the matrix shows the time step (14 days).

	Vårbyg med udlæg sået i kornrækken	Kløvergræs til afgræsning	Kløvergræs til afgræsning	Vinterhvede
Pløjning	M_0			M_{71}
Såbedstilberedning	M_7			M_{71}
Blindharvning	M_8			M_{72}
Afgrødens fremspiring	M_8			M_{73}
Afgrødens vækstperiode	$M_8 - M_{15}$	$M_9 - M_{52}$	$M_{52} - M_{70}$	$M_{73} - M_{93}$
Agersenneps fremspiring	M_8			
Agersenneps vækstperiode	$M_9 - M_{14}$			
Mekanisk bekæmpelse	$M_9 - M_{12}$			
Agersenneps frøproduktion	$M_{12} - M_{16}$			
Konkurrence	$M_{10} - M_{16}$			

Tabel 2. Tidsmæssig fordeling af hændelser i sædskifte II i model 7. Indekset på matricerne angiver tidsintervallet (14 dage). Temporal distribution the matrixes of model (7) in the crop rotation system II. The subscripts of the matrix shows the time step (14 days).

	Vårbyg med udlæg sået i kornrækken	Kløver til frø; evt. grøngødning	Havre	Lupiner hvor der isås efterafgrøde
Pløjning	M_7		M_{50}	M_{76}
Såbedstilberedning	M_7		M_{58}	M_{85}
Blindharvning	M_8		M_{59}	M_{86}
Afgrødens fremspiring	M_8		M_{59}	M_{86}
Afgrødens vækstperiode	$M_8 - M_{15}$	$M_9 - M_{50}$	$M_{59} - M_{67}$	$M_{86} - M_{95}$
Agersenneps fremspiring	M_8		M_{59}	M_{86}
Agersenneps vækstperiode	$M_9 - M_{14}$		$M_{60} - M_{66}$	$M_{87} - M_{92}$
Mekanisk bekæmpelse	$M_9 - M_{12}$		$M_{60} - M_{63}$	$M_{87} - M_{89}$
Agersenneps frøproduktion	$M_{12} - M_{16}$		$M_{63} - M_{68}$	$M_{90} - M_{95}$
Konkurrence	$M_{10} - M_{16}$		$M_{61} - M_{68}$	$M_{89} - M_{97}$

Tabel 3. Sammenregnede parameterværdier (samlede ændringer pr. år), der anvendes i model (7), for agersenneps frømortalitet, fremspiring, ændringer fra vegetativ til frøproducerende planter samt variationen i frøproduktion pr. plante. The yearly transition value of seed mortality, emergence, vegetative/reproductive change and the variation of seeds per plant used in model (7).

	Sædskifte I				Sædskifte II			
	Vårbyg m. udlæg	Kløver-græs	Kløver-græs	Vinter-hvede	Vårbyg m. udlæg	Kløver til frø/ grøn-gødning	Havre	Lupiner m. efter-afgrøde
a_{11}	0.54	0.6	0.6	0.6	0.54	0.6	0.54	0.54
a_{21}	α=0.05	α=0	α=0	α=0	α=0.05	α=0	α=0.05	α=0.05
a_{22}	β=0.8-1	β=0	β=0	β=0	β=0.8-1	β=0	β=0.8-1	β=0.8-1
a_{23}	η=0-0.2	η=0	η=0	η=0	η=0-0.2	η=0	η=0-0.2	η=0-0.2
a_{13}	γ=150-250	γ=0	γ=0	γ=0	γ=150-250	γ=0	γ=150-250	γ=150-250

Tabel 4. Effekten af blindharvning (*b*), ukrudtsharvning (almindelig og selektiv harvning) (*h*), radrensning (*r*), og konkurrence (*k*), der benyttes i modellerne (2-6). The effect of pre- and post-emergence harrowing (ordinary and selective harrowing), hoeing and competition parameters that are used in model (2-6).

	Sædskifte I				Sædskifte II			
	Vårbyg m. udlæg	Kløver-græs	Kløver-græs	Vinter-hvede	Vårbyg m. udlæg	Kløver til frø/ grøn-gødning	Havre	Lupiner m. efter-afgrøde
b0	0	0	0	0	0	0	0	0
b1	-0.1	0	0	0	-0.1	0	-0.1	-0.1
b2	0.3	0	0	0	0.3	0	0.3	0.3
b3	0.6	0	0	0	0.6	0	0.6	0.6
h0	0	0	0	0	0	0	0	0
h1	0.25	0	0	0	0.25	0	0.25	0.25
h2	0.50	0	0	0	0.50	0	0.50	0.50
h3	0.75	0	0	0	0.75	0	0.75	0.75
r0	0	0	0	0	0	0	0	0
r1	0	0	0	0	0	0	0	0.4
r2	0	0	0	0	0	0	0	0.5
k0	1	1	1	1	1	1	1	1
k1	0.5	1	1	1	0.5	1	0.5	0.5
k2	0.75	1	1	1	0.75	1	0.75	0.75
k3	1.5	1	1	1	1.5	1	1.5	1.5

Almindelig ukrudtsharvnings effekt på agersennep kan variere betydeligt og afhænger af,

hvornår den gennemføres. Den bedste effekt opnås på agersennep, før den får løvblade. Kombineres blindharvning, almindelig og selektiv harvning, kan der opnås en 60-90% effekt på ukrudtets tørstofsproduktion (Rasmussen & Rasmussen, 1994; Rasmussen & Petersen, 1997). I hestebønner og lupiner kan der opnås 70-90% reduktion i ukrudtstørstoffet ved en kombination af ukrudtsharvning og radrensning (Irla, 1995; Jensen & Melander, 1999).

Konkurrenceforholdet mellem afgrøden og agersennep har stor betydning for frøproduktion (Müllverstedt, 1966). Der findes ingen danske forsøg, hvor agersenneps frøproduktion er bestemt under forskellige konkurrenceforhold. Forsøg med konkurrence mellem raps og forskellige sorter, udsædsmængde, rækkeafstand og gødningsplacering, hvor effekten af konkurrence er målt i ukrudtstørstof giver imidlertid en god baggrund for at vurdere variationen i agersenneps frøproduktion, da der er en nær sammenhæng mellem de fleste arters ukrudtstørstof- og frøproduktion (Rasmussen, 1993).

Som udgangspunkt i modellen anvendes en frøpulje på 100 frø m^2, der svarer til en plantetæthed på 3 planter m^2 i en ubehandlet mark i den første afgrøde i sædskifte. Til modelberegningerne er benyttet Mathcad (Mathcad 8 Professional, Mathsoft, Inc., Cambridge Massachusetts, USA)

Resultater og diskussion

Resultatet af modelberegninger i tabel 5 viser, at der er en markant forskel på agersenneps udviklingsmuligheder i de 2 sædskifter. Relative ændringer i frøpuljen (ΔP) betyder, at frøpuljen henholdsvis er steget eller aftaget med den pågældende faktor efter 4 år.

Tabel 5. Relative ændringer i frøpuljen (ΔP) efter 4 år i 2 økologisk sædskifter med forskellige forebyggende foranstaltninger og bekæmpelse (tabel 3). Ændringer er er beregnet ved hjælp af model (7) og parameterværdierne i tabel 3 og 4. The rate of changes in the seed bank (ΔP) after four year in two organic crop rotation system with different prophylactic and direct control measures (table 3). The changes are computed using model (7) and the parameters in table 3 and 4.

	Sædskifte I	Sædskifte II
b0 + h0 + r0 + k0	1.3	119
b1 + h0 + r0 + k0	0.8	87
b2 + h0 + r0 + k0	0.7	56
b3 + h0 + r0 + k0	0.6	34
b0 + h1 + r0 + k0	1.0	65
b0 + h2 + r0 + k0	0.7	27
b0 + h3 + r0 + k0	0.4	6.1
b0 + h0 + r0 + k1	0.7	19
b0 + h0 + r0 + k3	1.9	37
b2 + h2 + r0 + k2	0.8	1.6
b2 + h2 + r1 + k2	-	1.0

I kvægbrugssædskiftet (sædskifte I) sker der kun en opformering i vårbyggen, hvis der ikke foretages nogen form for regulering, eller hvis afgrødens konkurrenceevne er svækket. En gentagelse af modelberegninger med samme sædskifte over mange år viser, at plantetallet først steg markant efter 15-20 år. En forklaring på, at agersennep er et stigende problem på nogle økologiske bedrifter med dette sædskifte må derfor være, at der ikke fortages bekæmpelse i disse marker, eller at der er "huller" i plantedækket, hvor agersennep ikke trykkes af afgrøden. Hvis agersennep bliver et alvorligt problem i et kvægbrugssædskifte, er der en mulighed for at reducere frøkast betydeligt ved at høste vårbyggen til helsæd, før agersennep kaster frø.

I planteavlssædskiftet (sædskifte II) er der store problemer med opformering af agersennep. Hvis der ikke foretages ukrudtsbekæmpelse, og afgrødernes konkurrenceevne er dårlig ($b0 + h0 + r0 + k0$), vil plantetallet stige fra 3 til 400 planter m^{-2} på 4 år. Årsagen til den kraftige opformering er, at agersennep har gode vækstbetingelser i 3 af de 4 afgrøder i sædskiftet. Ingen af de 3 regulerende faktorer kan alene forhindre en betydelig opformering. Modelberegningerne viser, at kun en kombination af blindharvning, ukrudtsharvning og radrensning i lupiner samt veletablerede afgrøder med stor konkurrenceevne kan forhindre, at agersennep udvikler sig til et problem i dette sædskifte. En anden løsning er at skifte en af de vårsåede afgrøder ud med en vinterafgrøde.

Undersøgelser af ukrudtets vækst og opformering under praktiske forhold kræver mange registreringer på mange gårde og i mindst 4-5 år. I forskningsprojektet 'Nye dyrkningssystemer til kvægbrug og nye strategier for ukrudtsbekæmpelse, som kombinerer hensyn til miljø, økonomi og landskabets naturindhold' gennemføres et omfattende moniteringsarbejde af ukrudtsbestanden på 15 bedrifter (49 marker), heraf er 3 bedrifter omlagt og 1 under omlægning til økologisk jordbrug. I hver mark bestemmes årligt ukrudtsbestandens sammensætning og plantetal i 3 fastliggende observationsvinduer på 4 m x 4 m. Projektet startede i 1997 og løber indtil 2001. Et af projektets delmål er at udvikle en model, der kan beskrive ukrudtsbestandens udvikling igennem et helt sædskifte. Ideen er at anvende data fra observationsvinduerne til at "kalibrere" og teste modellen.

Perspektiver

Ovenstående model vil kunne anvendes til at vurdere konsekvenserne af forskellige sædskifter og kombinationer af forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt. Modellen bygger indtil videre på en række antagelser og skøn, og det er derfor et mål, at validere og udbygge modellen i de kommende år ved hjælp af de resultater, der opnås i de igangværende og kommende forskningsprojekter. Det skal bemærkes, at modellen ikke vil kunne forudsige udviklingen af plantetætheden eksakt, idet modellens parameterværdier kan variere betydeligt fra år til år bl.a. på grund af varierende klimaforhold. Modellen giver imidlertid mulighed for at træffe nogle overordnede beslutninger om afgrødevalg og bekæmpelsesindsats ud fra fremskrivninger af det aktuelle problem i marken. En fuldt udviklet model vil også kunne anvendes til at optimere kombinationer af forebyggelse og bekæmpelse i flere afgrøder. Det er vigtigt, at disse overordnede beslutninger træffes, før et ukrudtsproblem har spredt sig til hele marken. Modelberegningerne bør derfor anvendes sammen med en løbende overvågning af

ukrudtet f.eks. i observationsvinduer i marken.

Matrix-modellen kan som beskrevet anvendes til den langsigtede planlægning af afgrødevalg. Men ukrudtet har naturligvis også en effekt på afgrøden i form af udbyttetab eller kvalitetsforringelse. Den langsigtede model kan derfor ikke erstatte en model eller en beslutning om, hvordan et aktuelt ukrudtsproblem løses for at forhindre udbyttetab.

Behovet for bekæmpelse kan variere betydeligt inden for en mark, og det er oplagt at danne sig et overblik over, i hvilke dele af marken man forventer udbyttetab. Flere års moniteringer af ukrudt i konventionelle marker viser, at behovet for bekæmpelse ofte er overvurderet, fordi de store problemer er begrænset til pletter med ukrudt.

En stor fordel ved at benytte en matrix model (7) er, at den kan udbygges med flere faser af ukrudtets livscyklus. Bl.a. er det muligt at beskrive flerårige ukrudtsarters udvikling herunder rodukrudtsarter i et sædskifte.

Sammendrag

I de kommende år forventes antallet af økologiske bedrifter uden kvæg og med færre flerårige afgrøder at stige. På økologiske planteavlsbrug er ukrudtet et reelt problem, som kræver større agtpågivenhed og planlægning end på et økologisk kvægbrug. Der er derfor behov for et planlægningsværktøj, som kan hjælpe landmanden og konsulenten med at regulere ukrudtet, før problemet er blevet så stort, at den eneste løsning på ukrudtsproblemet er radikale ændringer i sædskiftet.

I artiklen beskrives en model for ukrudtets udvikling i et sædskifte med forskellige kombinationer af forebyggelse og bekæmpelse af ukrudt. Modellen kan bl.a. tage højde for tidsmæssige forskydninger i ukrudtets fremspiring i kombination med forskellige tidspunkter for blindharvning. Ligeledes kan den operere med gentagne mekaniske behandlinger og eventuelt variation i ukrudtets frøproduktion som følge af sent fremspiret ukrudt. Endvidere kan modellen udbygges, så det også er muligt at beskrive flerårige ukrudtsarters udvikling i et sædskifte.

Modelberegningerne med to typer af økologiske sædskifter viser, at der er stor forskel på behovet for regulering af agersennep. I et kvægbrugsædskifte med en vårbygafgrøde med kløvergræsudlæg og efterfølgende flerårig kløvergræs er behovet for bekæmpelse af agersennep lille, hvis vårbyggens konkurrenceevne er god. Hvis agersennep et år har haft gode vækstbetingelser, er der gode muligheder for at regulere den effektivt ved høst af vårbyg til helsæd, før agersennep kaster frø.

I et planteavlssædskifte med 3 vårsædsafgrøder viser modelberegningerne, at der er et stort behov for en nøje planlægning af bekæmpelsen for blot at opretholde status quo for frøpuljen af agersennep. For at undgå, at agersennep udvikler sig til et problem i dette sædskifte, er det nødvendigt at kombinere blindharvning, ukrudtsharvning og eventuel radrensning. Afgrødernes konkurrenceevne over for agersennep er naturligvis også vigtig i denne sammenhæng. Behovet for direkte bekæmpelse af agersennep kan reduceres ved at skifte en af de vårsåede afgrøder ud med en vinterafgrøde.

Litteratur

Beuret, E. 1982. Auswirknungen der Bodenbearbeitungen auf den Unkrautsamenvorrat im Bodem. *Mitt. Schweitz Landwirtschaft*, **30**, 5-11.

Christensen, S. & Rasmussen, G. (1996). Konkurrence afgrøde-ukrudt i relation til sortsvalg, såmængder og såtider i vinterhvede. 13. Danske Planteværnskonference 1996. Ukrudt, *SP-Rapport*, 4, 103-113.

Cousens, R. & Mortimer, M. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, 332 pp.

Dierauer, H.U. & Stöppel-Zimmer, H. 1994. Unkrautregulierung ohne Chemie. E.U. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: pp. 134.

Donald, W. W. 1993. Models and sampling for studying weed seed survival with wild mustard (*Sinapis arvensis*) as a case study. *Canadian Journal of Plant Science*, **73**, 637-645.

Espeby, L. 1989. Germination of weed seeds and competition in strands of weeds and barley. Influence of mineral nutrients. Crop Productions Science 6. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Rapport 72, 88 pp.

Jensen, R.K. & Melander, B. 1999. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner. 16. Danske Planteværnskonference/Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr, DJF rapport nr. 10.

Irla, E. 1991. Vergleich mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfungsverfahren im Getreide. FAT-Berichte, Tänikon Svejts, 1-11. 25.26

Irla, E. 1995. Anbautechnik und Unkrautregulierung bei Ackerbohnen. FAT-Berichte Nr. 460, Tänikon Svejts, 1-6.

Kjellsson, G. & Rasmussen, K. 1995. Frøpuljens størrelse og dynamik i moderne landbrug: II. Effekten af sprøjtet og usprøjtet randzone i relation til flora og fauna. Miljøprojekt nr. 14. Miljøstyrelsen, København, 98 pp.

Kropff, M.J. & van Laar, H.H. 1993. *Modelling crop-weed interactions.* CAB International, Walingford, UK, 274 pp.

Melander, B. 1993. Population dynamics of *Apera spica-venti* as influenced by cultural methods. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 107-112.

Melander, B. & Hartvig, P. 1995. Weed harrowing in seeded onions. 9th EWRS Symposium Budapest 1995: Challenges for Weed Science in a Changing Europe, 543-549.

Melander, B. 1998. Anvendelse af falsk såbed, blindharvning og flammebehandling i højværdiafgrøder. 15. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 191-201.

Müllverstedt, R. 1966. Vergleich der Auswirknung mechanisher und chemisher Unkrautbekämpfung auf Massenwachstum und Samenproduktion der verbliebenen Unkräuter. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, **73,** 598-603.

Rasmussen, I. 1993. Seed production of *Chenopodium album* in spring barley sprayed with different herbicides in normal to very low doses. EWRS Symposium, Braunschweig, 639-646.

Rasmussen, J. 1989. Forsøg med ukrudtsharvning og radrensning i korn. – Nordisk Planteværnskonference, 1989, 345-354.

Rasmussen, J. 1998. Ukrudtsharvning i vinterhvede. 15. Danske Planteværnskonference/ Ukrudt, 179-189.

Rasmussen, J. 1996. Mechanical Weed Management. Second International Weed Control Congress, Copenhagen 1996, 943-948.

Rasmussen, J. & Rasmussen, K. (1994). Strategier for mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vårsæd. 11. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 149-162.

Rasmussen, K. & Petersen, J. (1997). Gødningsplacerings indflydelse på mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vårbyg. 14. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 193-202.

Roberts, H.A. & Feast, P.M. (1973). Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *Journal of Applied Ecology,* 133-144.

Silvertown, J. 1987. Introduction to plant population ecology. Longman Scientific & Technical, Essex, 299 pp.

Plantebeskyttelsesproblemer – et moniteringsprogram i økologisk landbrug

Crop protection – monitoring in organic farming

Søren Holm
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
DK-8830 Tjele

Hans Kristensen & Michael Tersbøl
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus

Summary

In 1996-98 the National Department of Plant Production carried out a monitoring programme on organic farms where local agricultural advisors not only instituted a collection of historical data from properties and fields, but also monitored weeds, diseases and pests during the growing season. The preliminary results are presented from a selection of the fields. Winter and spring cereals had only light attacks of take-all except for second-year wheat which had been twice as badly attacked as first-year wheat. Attacks of mildew, leaf blotch and aphids in oats were less than in untreated plots in conventional trials. The attack of aphids was more pronounced in crops where cereal was the only crop than in crops undersown with grass or clover. The attack of bean weevils was less in pea intercropped with cereal than in a pure pea crop. The attack of bean weevil was also less in a winter crop undersown with clover in the spring than in an undersown spring crop.

Gross yield in potato (Sava) was on average 220 hkg/ha. The largest yield-limiting factor in 1997 and 1998 was an attack of late blight. Attacks on tubers were at a level similar to conventionally farmed potatoes. Attack of black scurf on shoots and stolons was i.a. dependent on how quickly the potatoes sprouted in the field.

Indledning

Interessen for økologisk planteavl har været stor de seneste år. Det er almindelig kendt at planteværn i økologisk dyrkning kun kan ske forebyggende, lige bortset fra mekanisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøder efter fremspiring. Der savnes megen viden omkring planteværnsfænomener (problemer) f. eks. om forekomst og tæthed af ukrudt, og om svampesygdomme og skadedyrs optræden.

Ved Landskontoret for Planteavl er gennemført et 3 årigt moniteringsprojekt i økologisk landbrug. Projektet er udført i tæt samarbejde med 18 landbocentre, hvor planteavlskonsulenterne har foretaget eller foranlediget indsamling af historiske data omkring ejendommene og de aktuelle marker, samt foretaget markregistreringer af forskellige planteværnsemner i vækstsæsonen.

Moniteringer af den type har sin styrke i, at registreringer i mange marker kan beskrive "rigets almene tilstand" evt. afsløre overraskelser. Ulemper ved moniteringer er, at de sjældent afslører ikke kendte biologiske sammenhænge.

Interessen for projektet hos planteavlskonsulenterne har været stor, og samarbejdet har forløbet forbilledligt.

Metode

De historiske data er indhentet hos landmændene, medens de aktuelle planteværnsregistreringer er gennemført af konsulenterne. I den enkelte mark er oprettet 5 punkter (områder) der sammenlagt er repræsentativ for marken. De faste punkter sikrer, at der registreres i de samme områder af marken fra gang til gang. Der er registreret 4-6 gange pr. vækstsæsonen alt afhængig af opgaven, men på tidspunkter hvor det har været mest interessant at kende den enkelte skadevolders forekomst og tæthed. Rod- og stængelsygdomme i vintersæd og knoldsygdomme i kartofler er diagnosticeret og registreret ved Forskningscenter Foulum.

Udbyttebestemmelse er foretaget på markniveau enten ved vejning eller opmåling af høstet vare. Husdyrgødning tilført marken er angivet som tons pr. ha. Kun i få tilfælde har der foreligget analyse på den anvendte gødning.

Resultater

De indsamlede data er ikke færdiganalyseret, men i det følgende præsenteres nogle eksempler på resultater i korn, ært og kartofler.

Tabel 1. Goldfodsyge i vintersæd og vårhvede. Take-all in winter cereal and spring wheat, 1996-98.

Forfrugt	% **rodnet med goldfodsyge**. Percent root with take-all							
Previous crop	**Hvede**		**Triticale**		**Spelt**		**Vårhvede**	
	Wheat		Triticale		Spelt		Spring wheat	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Hvede/Wheat	4	6,0						
Triticale					1	1,3		
Vinterbyg/W.barley			1	1,7				
Vårbyg/Spr. Barley	4	0,8						
Havre/Oat	4	0,8						
Brak/Set-aside	3	1,8					1	0,1
Kl.græs/Clover	4	0,8	1	0,3			1	1,2
Ært, raps/Pea, barley	8	2,0					1	0,2
Kartofler/Potatoes			1	1,3	1	0,8		

I tabel 1 vises resultater af goldfodsyge i 35 marker ved forskellige forfrugter. N er antal undersøgte marker.

Goldfodsyge

Goldfodsyge, der er en udpræget sædskiftesygdom, blev undersøgt i vinter- og vårhvede samt i enkelte marker med triticale og spelt. Kornarternes modtagelighed for angreb af goldfodsyge er i grove træk - i aftagende rækkefølge - vinterhvede, rug, vinterbyg, vårhvede og vårbyg; havre angribes ikke.

Bladsygdomme og bladlus i vintersæd

De almindeligst forekommende skadevoldere i hvede er meldug , *(Septoria spp)*. og bladlus. I 1996 blev der - der i de økologiske kornmarker - registreret 4 gange igennem sæsonen; sidste registrering omkring 10. juli. De følgende 2 år blev registrering kun foretaget én gang ; også omkring 10. juli. Dette tidspunkt er ideel at gøre status over angrebsforløb af skadegørere i korn samt opgøre effekt af fungicid - og insekticidbehandling i konventionelle forsøg. Forekomst af bladlus omkring 10. juli er ofte tæt på deres maximum og kun i sjældne tilfælde er populationer af bladlus for nedadgående.

Tabel 2. Meldug, Septoria spp. og bladlus i hvede. Mildew, leaf blotch and aphids in wheat, 1996-98.

Dyrkning	**Antal marker**	**Dato**	**Meldug**	**Septoria**	**Bladlus**	**Udbytte**
			% på 3 øverste blade		**% planter**	**Hkg/ha**
Crop system	No of fields	Date	Mildew	Leaf blotch	Aphids	Yield
			Percent attack of 3 leaf		Percent attack	
1998						
ØKO.	9	9/7	4	26	25	56,8 (80)
KONV.	8	5/7	5	28	-	71,1 (100)
1997						
ØKO.	8	13/7	1	9	9	61,5 (83)
KONV.	5	17/7	15	17	35	74,4 (100)
1996						
ØKO.	8	7/7	3	4	3	59,1 (90)
KONV.	6	3/7	25	8	3	65,4 (100)

I tabel 2 vises resultater af meldug, Septoria spp og bladlus i økologiske marker og i ubehandlede parceller i konventionelle forsøg med PC-Planteværn i modtagelige sorter (vækststadium ca. 75). Sorterne er stort set de samme og jordtyper og lokaliteter (geografisk) er ligeligt repræsenteret således at sammenligning er forsvarlig.

Meldug og bladlus i havre

En tilsvarende sammenligning som i hvede, er foretaget i havre med hensyn til forekomst af meldug og bladlus. I havre blev der alene anvendt sorten Rise.

Tabel 3. Meldug og bladlus i havre. Mildew and aphids in oat, 1996-98.

Dyrknings-form	**Antal marker**	**Dato**	**Meldug % dækning på 3 øverste blade**	**Bladlus % planter**	**Udbytte Hkg/ha**
Crop system	No of fields	Date	Mildew percent Attack of 3 leaf	Aphids Percent attack	Yield
1998					
ØKO.	4	13/7	15	12	44,8 (69)
KONV.	3	21/7	22	14	65,5 (100)
1997					
ØKO.	4	13/7	9	5	50,7 (98)
KONV.	3	15/7	14	5	51,4 (100)
1996					
ØKO.	5	12/7	15	12	44,8 (68)
KONV.	2	12/7	22	14	65,5 (100)

I tabel 3 vises resultater af meldug og bladlus i økologiske marker og ubehandlede parceller i konventionelle forsøg med PC-Planteværn i modtagelige havresorter (vækststadium ca. 75).

I tabel 4 ses resultater af forekomst af bladlus i 62 marker med korn og ært i renbestand, samt 38 marker med udlæg af kløver eller græs. Endelig vises i hvor mange marker (ud af det samlede antal) skadetærsklen ville være overskredet, hvis der var tale om konventionelle marker.

Tabel 4. Bladlus i vintersæd, vårsæd og ært med og uden udlæg af kløver eller græs. Aphids in winter cereal, spring cereal and pea, with or without undersown grass or clover, 1996-98.

Afgrøde	**Antal marker**	**Bladlus % angreb (aks, strå el. topskud)**	**Antal marker over skadetærskel**
Crop	No of fields	Aphids percent attack	No. of fields above threshold
Vinterhvede/Wheat	25	12	3
Vårbyg/Spr. Wheat	7	12	1
Byg/Barley	8	8	0
Havre/Oat	9	12	1
Ært/Pea	13	18	2
Byg m. græs/Barley w. grass	5	1	0
Havre m. græs/Oat w. grass	3	4	0
Byg m. kløver/Barley w. clover	11	3	0
Havre m. kløver/Oat w. clover	2	5	0
Ært/byg/Pea and barley	7	22/9	2/0
Ært/byg m. græs/Pea/barley w. grass	4	0,8/0,3	0/0
Ært/byg m. kløver/Pea/barley w. clover	6	3/3	0/0

Skadetærskler/Thresholdt

	Vækststadium/Gs.	**% planter med lus** Percent with aphids
Hvede/Wheat	70-75	61-70 aks/strå
Vårsæd/Spring cereal	66-71	51-60 aks/strå
Ært/Pea	71-75	> 50 topskud

Bladlus i korn og ært med og uden kløver/græsudlæg

Det er tidligere vist, Holm (1994), Askegaard *et al.,* (1999), at angreb af bladlus i økologisk dyrket korn kun undtagelsesvis når et niveau over de kendte skadetærskler for konventionel korndyrkning. Det er ligeledes citeret, at angreb af bladlus er mindre i korn med græsudlæg end i korn uden udlæg, Hansen, (1992).

Bladrandbiller i ært og kløver

Angreb af bladrandbiller er uhyre almindelige i ært og kløver. Billerne overvintrer hovedsageligt i marker med bælgplanter hvorfra udflyvning begynder ofte sidst i april. Skader forvoldt af bladrandbiller skyldes, dels billernes gnav på bladene, dels larvernes angreb i rodknoldene. Hvilke af de 2 typer af angreb der er mest betydende er ikke klarlagt.

Tabel 5. Bladrandbiller i ært og hvidkløver med og uden dæksæd. Bean weevil in pea and clover with and without cereal, 1997-98.

Samdyrkning Inter-cropping	**Antal Marker** No of fields	**midt i maj**	**Angreb i ært** Attack in pea **Karakter* (%)**** **først i juni**	**Angreb i kløver** Attack in clover **Karater*** først i juni**	**(kløverbes.)**** sidst i juli	i sept.
Ært Pea	13	5,3 (53)	6,6 (61)			
Ært og vårsæd Pea and spr. cereal	12	4,1 (46)	2,9 (25)			
Ært og vintersæd Pea and w. cereal	1	0 (0)	2,0 (5)			
Kløver, ært, vårsæd Clover, pea, spr. cereal	6		1,3 (30)	2,6 (10)	5,8 (10)	3,0 (10)
Kløver og vårsæd Clover and spr. cereal	15			1,5 (10)	2,2 (10)	2,9 (10)
Kløver og vintersæd Clover and w. cereal	5			0,7 (10)	1,2 (10)	2,0 (10)

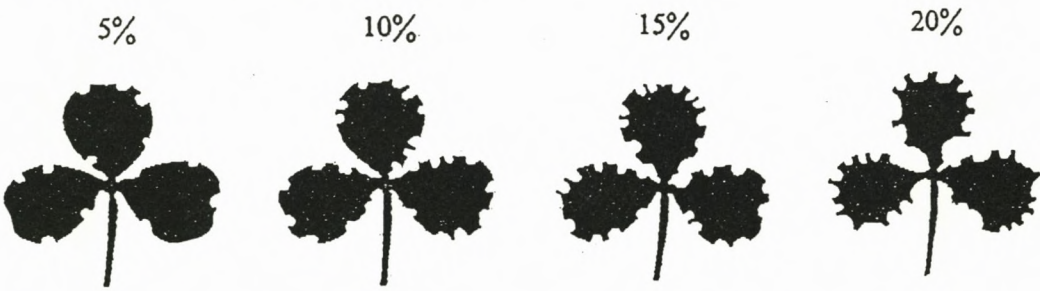
* Karakter 0-9 hvor 9 er værst **(% planter med angreb).

*** Karakter for angreb , se billedskala 0-25 % på mellemste udviklede blade.

**** 10 = mindst én kløverplanter pr 10 cm række. 9 mindst én kløverplanter pr. 20 cm række, osv.

I tabel 5 vises resultater af angreb af bladrandbiller i ært midt i maj og juni efter indflyvning af biller, samt angreb i hvidkløver først i juni, samt sidst i juli og i september af den nye generation af bladrandbiller.

Det ses at angreb af bladrandbiller var betydelig i ært i renbestand, mindre i ært/vårsæd og mindst i ært/vintersæd. Samme tendens ses i hvidkløver både efter billernes indflyvning i maj og af en nye generation i juli og september.



Figur 1. Billedskala til karakterisering af angreb af bladrandbiller i hvidkløver. Patterns of feeding damage to clover leaves by been weevil.

Kartofler

Et tilstrækkeligt stort udbytte i økologisk kartoffeldyrkning er ofte vanskeligt at opnå på grund af kartoffelskimmel. Angreb af kartoffelskimmel kan ikke forebygges udover hvad der ligger af muligheder i valg af sorter. Et generelt problem er, at tidlige sorter alle er meget modtagelige for angreb af kartoffekskimmel, (pers. komm.) Tolstrup, (1998). Økologer vælger oftest spisesorten Sava på grund af at sorten har en god knoldresistens overfor skimmelangreb. Resistens på kartoffeltoppen er ikke særlig god i Sava, og sorten er sildig i udvikling

Tabel 6. Udbytte i økologisk dyrkede kartofler "Sava". Gross yield in organic potato, 1996-98.

År/marker	**Brutto udbytte hkg/ha**		**%**	**Hkg/ha, størrelse i mm**		
	Gns	**mindst/størst**	**frasortering**	**<40**	**40-65**	**>65**
	Gross weight					
Year/fields	mean	least/greatest	sort out	**Hkg/ha**, sorting in mm		
1996/9	260	178/325	9	129	111	2
1997/7	179	103/225	5	-	-	-
1998/8	219	135/360	9	61	144	3

* skimmel, bakt.råd, grønne deforme og knoporme

I tabel 6 vises resultater af bruttoudbytte samt mindst og størst udbytte. Endelig vises udbytte af størrelsessorteringer, hvor knolde i størrelse 40-65 mm er spisekartofler.

Tabel 7. Vækstperiodens længde, fra fremspring til skimmelangreb på kartoffeltop. Growing-season in days (from sprouting to attack of late blight, 1996-98.

År/marker Year/No of fields	**Dage fra fremspiring til % skimmelangreb** Days from sprouting to percent attack of late blight		
	0,1	50	90
1996/9	67	82	89
1997/7	59	72	80
1998/8	55	68	77

I tabel 7 ses hvor lang kartoflernes omtrentlige vækstperiode var (mellem 50 og 90 pct. skimmelangreb ophører knoldenes tilvækst).

I tabel 8 vises resultater af de mest almindelige knoldsygdomme efter optagning; bedømt på 50 kg. pr. mark. Sådanne knolde, med undtagelse af knolde med alm. skurv ved angrebsniveauer som vist i tabellen, skal/bør frasorteres inden salg af spisekartofler.

Angreb af rodfiltsvamp sker på spirer og stoloner hovedsageligt inden fremspiring. Angreb kan reducere udbyttet og øger andelen af små og deforme knolde, Holm (1997). Svampen har både knold- og jordsmitte. Betydningen af jordsmitte er væsentlig nedsat efter mindst 3 kartoffelfri år. Angrebsgrad af rodfiltsvamp afhænger dog meget af hvor hurtigt kartoflernes fremspiring forløber (er især bestemt af temperatur og i mindre grad af fugtighed i jorden).

Tabel 8. Knoldsygdomme efter optagning. Diseases and pests in potato tubers, 1996-98.

År/marker	**% knolde med/percent attacked tubers**					**% Overflade**
	Skimmel	**Bakt. råd**	**Deforme og vækstrevner**	**Grønne**	**Knoporme**	**Alm. Skurv**
Year/fields	Late blight	Bact. rot	Deformed	Green	Cutworms	Com. Scabs
1996/9	0,8	0	3,1	4,4	0,6	4,0
1997/7	0,2	0	1,5	2,4	0,6	3,8
1998/8	1,2	1,9	5,0	2,0	0	2,6

Tabel 9. Fremspiringshastighed og angreb af rodfiltsvamp. Sprouting-season i days and attack of black curf damage, 1996-98.

År/marker Year/fields	**Dage fra lægning til fremspiring** Day from laying to sprouting	**Rodfiltsvamp (index)** Spirer/Sprouts	Stoloner/Stolons
1996/9	36	26	11
1997/7	25	15	3
1998/8	24	2	0

I tabel 9 vises resultater af kartoflernes fremspiringshastighed (dage fra lægning til fremspiring) og tilsvarende angrebsgrader af rodfiltsvamp på henholdsvis spirer og stoloner (udløbere hvorpå knoldene dannes).

Diskussion

Det er velkendt at 2. og flere års hvede angribes mest af goldfodsyge. Angreb er oftest værst på lette jorder hvor kærneudbyttet kan reduceres meget, især ved lave kvælstofniveauer.

I nærværende undersøgelse var angreb af goldfodsyge på et meget lavt niveau med undtagelse af 2. års hvede, hvor der var en klar tendens til større angreb. Dette bekræfter at hvede som forfrugt til vintersæd (især hvede) som regel medfører øget angreb. Angreb af goldfodsyge i triticale med vinterbyg som forfrugt og i spelt med triticale som forfrugt, var på niveau med angreb i 1. års hvede.

En generel tendens var, at angreb af meldug, Septoria spp. og bladlus i hvede samt angreb af meldug og bladlus i havre var mindre i økologisk dyrkede marker end i ubehandlede konventionelt dyrkede parceller. Resultatet er ikke overraskende da det er kendt og fremgår af litteraturen bl.a, Jørgensen *et. al.*, (1998) at angreb af meldug er mindre ved et lavere kvælstofindhold i bladene. Samme forhold gør sig formentlig gældende med hensyn til angreb af Septoria spp. i hvede. Bladlus har ligeledes en mindre opformeringsrate på planter med et lavere indhold af kvælstof, Hansen, (1992).

Færre angreb af bladlus i korn med kløver eller græsudlæg, end i korn uden udlæg, kan ikke umiddelbart forklares udfra gødningsniveauer, da den tilførte mængde gødning stort set var ens i marker med og uden udlæg. En undtagelse var dog ært i renbestand der var ugødet. Årsagen til at der var færre bladlus i marker med udlæg, kan skyldes, at udlæg har givet bladlusprædatorer bedre betingelser, Hansen, (1992).

Mindre angreb af bladrandbiller i ært og hvidkløver i vårsæd og især i vintersæd (der i maj er længere fremme i udvikling) skyldes formentlig, at kornet udgør en barriere således at bælgplanterne er vanskeligere at lokalisere under bladrandbillernes indflyvning. Mindre angreb i juli kan skyldes, at der klækkes færre bladrandbiller i marken, som følge af den mindre aktivitet og æglægning i foråret af den indflyvende generation.

Manglende kløverbestand i udlægsmarker i juli og senere, tillægges ofte angreb af bladrandbiller. Karakteren 10 udtrykker, at der var mindst 1, men typisk flere, kløverplanter pr. 10 cm sårække. I samtlige marker kunne der ikke iagttages manglende kløverbestand udfra de anvendte bedømmelseskriterier, hverken i juli eller september. En undtagelse var dog 2 marker hvor dæksæden (havre) eller ukrudtsbestanden var tæt, at det var årsag til at kløveren blev kvalt. Angrebsgrad af bladrandbiller i kløver kunne karakteriseres som svage, hvilket dog ikke betyder at det var årsag til en god plantebestand.

Bruttoudbytte i kartofler lå i gennemsnit på 220 hkg/ha. Variation i udbytte mellem ejendomme var meget stor, hvilket især skyldes stor forskel i tidspunkt for kartoflernes lægning. Til sammenligning er bruttoudbyttet i konventionel dyrkede spisekartofler, 350-400 hkg/ha. Udbytteniveau i økologiske kartofler her i landet, svarer til udbytteniveau i økologisk dyrkede kartofler i vore nabolande, Hagman, (1997). Den størst udbyttebegrænsende faktor var angreb af kartoffelskimmel, der begyndte meget tidligt i 1997 og 1998.

Angreb af rodfiltsvamp var udbredt når kartoflernes fremspiring forløb langsomt, Holm, (1997 &1998). Knoldsygdomme i almindelighed var på samme niveau som i konventionel dyrkning.

Sammendrag

Ved Landskontoret for Planteavl blev der i 1996-98 gennemført et moniteringsprogram i økologiske landbrug, hvor 18 lokale planteavlskonsulenter har foranlediget indsamling af historiske data fra ejendomme og marker samt moniteret ukrudt, sygdomme og skadedyr i vækstsæsonen. Foreløbige resultater præsenteres fra et udsnit af markerne.

Goldfodsyge i vintersæd og vårhvede viste meget svage angreb med undtagelse i 2. års hvede hvor angreb var ca. dobbelt så stor som i 1. års hvede. Angreb af meldug, Septoria spp. og bladlus i hvede samt meldug og bladlus i havre var mindre i økologiske marker end i ubehandlede parceller i konventionelle forsøg. Angreb af bladlus var større i korn i renbestand end i korn med græs eller kløverudlæg. Angreb af bladrandbiller var mindre i ært samdyrket med korn, end i ært i renbestand. Angreb af bladrandbiller var ligeledes mindre i forårsudlagt kløver i vintersæd end udlagt i vårsæd.

Bruttoudbytte i kartofler (Sava) var i gennemsnit 220 hkg/ha. Den størst udbyttebegrænsende faktor i 1997 og 1998 var angreb af kartoffelskimmel. Angreb af knoldsygdomme var på samme niveau som i konventionel kartoffelavl. Angreb af rodfiltsvamp på spirer og stoloner var stærk afhængig af hvor hurtigt kartoflerne spirede frem.

Litteratur

Askegaard, M., Eriksen, J., Søegaard, K. & Holm, S., 1999. Næringsstofhusholdning og planteproduktion i fire økologiske kvægbrugssystemer. Fortryk til DJF-rapport. Danmarks JordbrugsForskning.

Hagman, H. 1997. Modståndskraftig potatis for ekologisk odling. SLU Fakta mark/vækster nr.2.

Hansen, L.M. 1992. Kulturtekniske foranstaltninger til regulering af bladlus i vinterhvede. Intern rapport. Afdeling for Jordbrugszoologi, Planteværnscentret

Holm, S. 1994. Sygdomme og skadedyr i økologisk planteavl. SP-rapport nr. 17. Statens Planteavlsforsøg.

Holm, S., 1997. Rodfiltsvamp og skurv i danske kartoffelmarker. SLU. Forskningsnytt om økologisk landbruk i Norden. 4, 20-21.

Holm, S. 1998. Sygdomme spiller en stor rolle i økologisk kartoffeldyrkning. KARTOFFELPRODUKTION nr. 5

Jørgensen, L.N. & Secher, B.J.M. 1997. Need for fungicide treatments when varying agricultural parameters. Applied Biology. 50, 285-291

Pedersen, J.B., Kristensen, H., Nielsen, G.C. & Petersen, P.H. 1996. Oversigt over Landsforsøg s. 62 og 117.

Pedersen, J.B., Kristensen, H., Nielsen, G.C. & Petersen, P.H. 1997. Oversigt over Landsforsøg s. 61 og 120.

Pedersen, J.B., Kristensen, H., Nielsen, G.C. & Petersen, P.H. 1998. Oversigt over Landsforsøg s. 64 og 117.

Effekt af efterafgrøder på angreb af ærterodråd og kolonisation af mykorrhizasvampe i ærterødder

Effect of green manure crops on root rot and arbuscular mycorrhizal fungi in pea roots

Lars Bødker
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Kristian Thorup-Kristensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Forskningscenter Årslev
DK-5792 Årslev

Summary

Two years of field trials have shown that green manure crops can often reduce the disease incidence of general root rot in green peas (*Pisum sativum*) and the root colonisation of pathogen resting spores (oospores) of *Aphanomyces euteiches* depending on the year. However, use of oil radish (*Raphanus sativus*) which in the first year significantly reduced disease incidence, but in the second year increased the disease incidence, emphasise the importance of studies in disease suppressive mechanisms and validation trials of green manure crops over several years.

Additionally, the trials showed that green manure crops influence the prevalence of mycorrhizal fungi in the roots. There was even a tendency that the use of *Brassica campestri* spp. *rapifera,* which is a non-mycorrhizal crucifer, increased the arbuscular mycorrhiza colonisation of the roots of the succeeding pea crop. However, the difference in root colonisation with natural mycorrhizal fungi cannot explain the difference in pathogen colonisation with oospores as seen in previous studies.

Indledning

Bælgplanter er i økologisk planteproduktion helt afgørende som afgrøde i sædskiftet og eventuelt som efterafgrøder på grund af den naturlige kvælstoffixerende evne.

Jordboende sædskiftesygdomme er i Danmark som bekendt et stort problem i specielt ært (Persson *et al.*, 1997). Overskridelse af en skadetærskel for jordboende sygdomme har

langt videre konsekvenser end for luftbårne sygdomme, fordi der ved kraftige angreb oparbejdes en stor mængde smitstof i jorden. Hvis der først er registreret synlige symptomer af fx ærterodråd forårsaget af *Aphanomyces euteiches*, må man efterfølgende forvente, at der er produceret hvilelegemer (oosporer) i en sådan mængde, at fortsat dyrkning af ært og andre værtplanter vanskeliggøres i en 15-20 års periode.

I økologisk planteproduktion skal sædskiftet derfor i højere grad planlægges, så der fokuseres på anvendelsen af naturlige reguleringsmekanismer, hvor målrettet udnyttelse af biologiske ressourcer gør det muligt at forebygge opbygningen af et højt smittetryk af sædskiftesygdomme. Litteraturen viser tydeligt, at det er muligt at hæmme udviklingen af patogene sædskiftesygdomme ved brug af forskellige former for organisk materiale. Alt for ofte fokuseres der dog på den sanerende effekt i jorder, der er kraftigt infesterede. I stedet bør der tages udgangspunkt i de 90-95% af markerne, hvor smittetrykket er lavt, så man i disse marker kan iværksætte en forebyggende dyrkningsstrategi, før problemerne opstår. Dette er især afgørende, hvor jordboende patogene svampe er meget persistente i jorden.

Det er uklart, med hvilken vægt forskellige mekanismer indgår i sygdomshæmningen. Papavizas og Lewis, (1970) har vist, at flygtige svovlforbindelser, der nedbrydes ved omsætning af korsblomstrede afgrøder er meget toksiske overfor *A. euteiches,* men der er højst sandsynligt andre sygdomshæmmende mekanismer involveret. Interaktionen mellem mykorrhizasvampe og patogener er velkendt (Rosendahl 1985, Kjøller og Rosendahl 1996, Bødker *et al.*, 1998).

I denne undersøgelse er formålet, at undersøge hvordan brugen af efterafgrøder påvirker angreb af ærterodråd i ærter samt kolonisationen af naturligt forekommende mykorrhizasvampe.

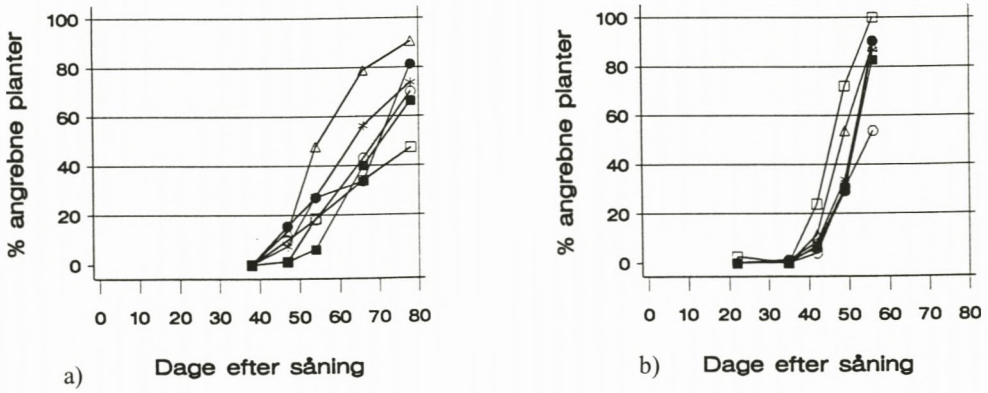
Materialer og metoder

På et økologisk forsøgsareal på Forskningscenter Årslev, blev der i juli 1996 udspredt 2 cm naturligt infesteret jord hentet fra en konventionelt dyrket mark på Fyn (Nordskov), hvor der i 1990 blev registreret kraftige angreb af ærterodråd. Den infesterede jord blev nedfræset til ca. 12-15 cm dybde før såning af efterafgrøderne: Vintervikke (*Vicia villosa*), vinterært (*Pisum sativum*), rug (*Secale cereale*), vinterhavre (*Avena sativum*), olieræddike (*Raphanus sativus*) og majroe (*Brassica campestri* spp. *rapifera*). Olieræddike blev nedmuldet i november, de øvrige efterafgrøder omkring 1. april i det følgende år. Kontrolbehandlingen lå i efteråret hen som sortbrak. I foråret 1997 blev der udsået ært (Ambasador) i alle forsøgsbehandlinger. Forsøget blev gentaget i 1997/98. Der blev udtaget 10 ærteplanter fra hver parcel 5 gange inden bælgsætning. Der blev bedømt for procent syge planter (>60% misfarvning af rodnet), procent rodlængde koloniseret med henholdsvis oosporer af *A. euteiches* og arbuskler af naturligt forekommende mykorrhizasvampe.

Resultater

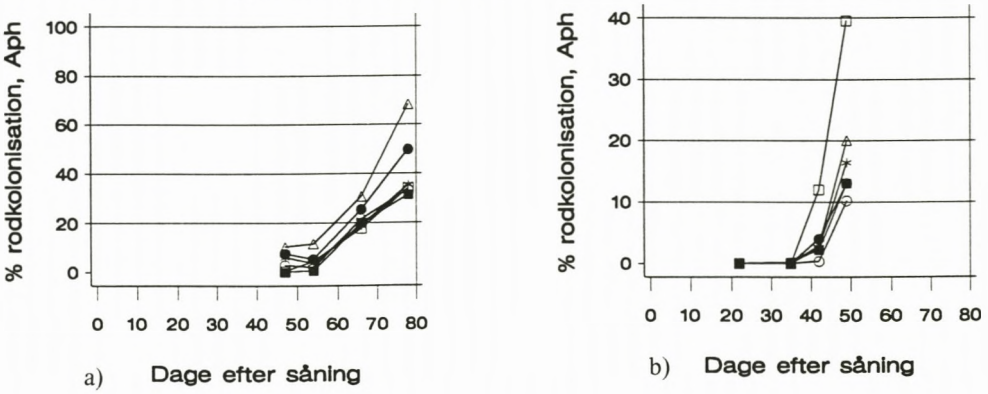
Resultaterne viste, at der i begge forsøgsår kunne registreres signifikant lavere angreb, hvor der var nedmuldet efterafgrøder. Der var dog ikke overensstemmelse mellem resultaterne i 1997 og 1998, idet olieræddike i de to forsøgsår foranledigede henholdsvis det laveste og

højeste visuelle angreb på rodsystemet af ært. Der var begge år lavere angreb ved anvendelse af majroe (figur 1a,b).

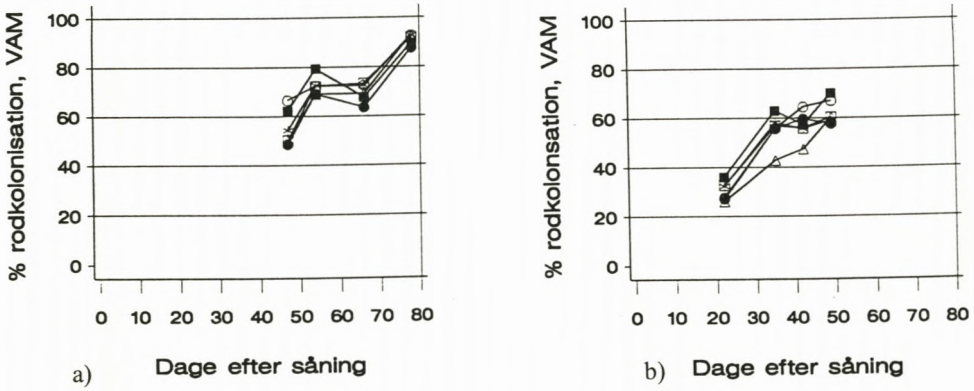


Figur 1 a,b. Procent planter med svære rodlæsioner som funktion af antal dage efter såning, hvor der er anvendt fem forskellige former for efterafgrøder, a) 1997 b) 1998. Δ brak, ■ vintervikke, ● vinterrug, □ olieræddike, ✳ vinterhavre, ○ majroe. Percent severely diseased roots (>60% discoloration) in pea roots as function of days after sowing for five different green manure crops, a) 1997 b) 1998. Δ control, ■ *Vicia villosa*, ● *Secale cereale* , □ *Raphanus sativus*, ✳ *Avena sativum*, ○ *Brassica campestri* spp. *rapifera*.

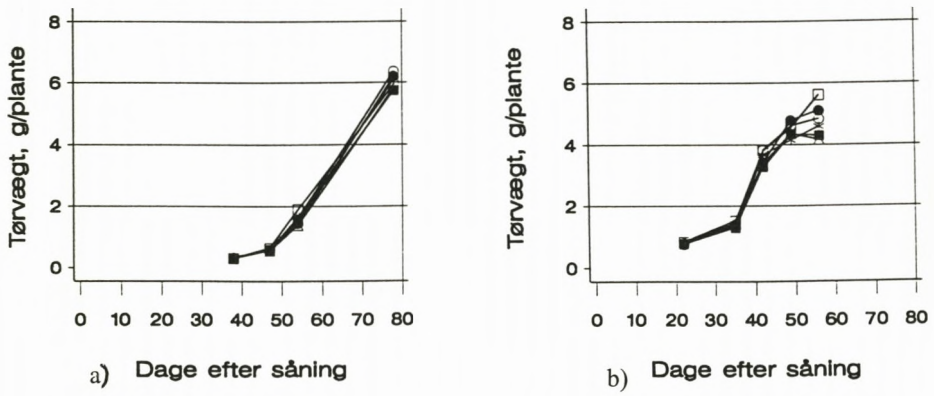
Kolonisationen af ærterødder med hvilelegemer (oosporer) af *A. euteiches* (figur2 a,b) fulgte samme tendens som sygdomsangrebet i figur 1 a,b.



Figur 2 a,b. Procent rodkolonisation af hvilelegemer (oosporer) af *Aphanomyces euteiches* i ærterødder som funktion af antal dage efter såning, hvor der er anvendt fem forskellige former for efterafgrøder, a) 1997 b) 1998. Δ brak, ■ vintervikke, ● vinterrug, □ olieræddike, ✳ vinterhavre, ○ majroe. Percent root colonisation of oospores of *Aphanomyces euteiches* in pea roots as function of days after sowing for five different green manure crops, a) 1997 b) 1998. Δ control, ■ *Vicia villosa*, ● *Secale cereale* , □ *Raphanus sativus*, ✳ *Avena sativum*, ○ *Brassica campestri* spp. *rapifera*.



Figur 3 a,b. Procent rodkolonisation af arbuskler af symbiotiske mykorrhizasvampe i ærterødder som funktion af antal dage efter såning, hvor der er anvendt fem forskellige former for efterafgrøder, a) 1997 b) 1998. Δ brak, ■ vintervikke, ● vinterrug, □ olieræddike, ✳ vinterhavre, ○ majroe. Percent root colonisation of arbuscular mycorrhizal fungi in pea roots as function of days after sowing for five different green manure crops, a) 1997 b) 1998. Δ control, ■ *Vicia villosa*, ● *Secale cereale* , □ *Raphanus sativus*, ✳ *Avena sativum*, ○ *Brassica campestri* spp. *rapifera*.



Figur 4 a,b. Toptørvægt (g/plante) af ært som funktion af antal dage efter såning, hvor der er anvendt fem forskellige former for efterafgrøder, a) 1997 b) 1998. Δ brak, ■ vintervikke, ● vinterrug, □ olieræddike, ✳ vinterhavre, ○ majroe. Dry weight of aerial plant parts of pea plants as function of days after sowing for five different green manure crops, a) 1997 b) 1998. Δ control, ■ *Vicia villosa*, ● *Secale cereale* , □ *Raphanus sativus*, ✳ *Avena sativum*, ○ *Brassica campestri* spp. *rapifera*.

De symbiotiske mykorrhizasvampe er tilsyneladende også påvirket af det organiske materiale om end ikke i samme udstrækning som *A. euteiches*. Det ser således ud til, at brugen af efterafgrøder har en tendens til at øge kolonisationen af mykorrhiza i ærterødderne (figur 3 a,b).

I 1997 var der tilsyneladende ingen indflydelse af brugen af efterafgrøder på toptørvægten indtil bælgsætning (figur 4 a, b). I 1998 var der en signifikant lavere tørvægt ved brak ved sidste udtagning ved fuld blomst sammenlignet med brug af olieræddike.

Diskussion

Flere undersøgelser har siden 1960'erne tydeligt vist, at korsblomstrede efterafgrøder har en reducerende effekt på et efterfølgende angreb af *A. euteiches* i ært (Papavizas 1966, Papavizas & Lewis 1971, Chan & Close 1987. Muelchen *et al.*, 1990). I denne forsøgsserie over to år viste majroe i overensstemmelse med tidligere resultater at være istand til at hæmme sygdomsudviklingen i ærterødder. Brugen af olieræddike førte også til en signifikant reduktion i sygdomsangrebet i 1997, udtrykt både i form af en reduceret generel misfarvning af rodnettet samt i en reduceret kolonisering af ærterødder med oosporer. Det var derfor en stor overraskelse, at olieræddike i 1998 havde modsat effekt, og forårsagede en signifikant forøgelse af begge sygdomsparametre. Der er umiddelbart ingen forklaringer på dette resultat andet end, at nedbør og tidspunkt for omsætning af det organiske materiale kan være forskellige for de to år, og at dette kan have signifikant betydning for effekten af det organiske materiale overfor *A. euteiches*.

Der var specielt i 1998 en tendens til en generel forøgelse af kolonisering af ærterødderne med mykorrhiza efter tilsætning af efterafgrøder. Selv ved brug af majroe, der er en korsblomstret afgrøde og derfor ikke koloniseret af mykorrhiza, var der en højere grad af mykorrhizakolonisation. Der er dog ingen sammenhæng mellem graden af mykorrhizakolonisering og koloniseringen af ærterødder med oosporer af *A. euteiches*.

De to års markforsøg viser klart, at der er muligheder for at hæmme udvikling af rodpatogen svampe i ært ved brug af de rette efterafgrøder. Tilførsel af organisk materiale vil foruden frigørelsen af toksiske kemiske forbindelser forårsage en opblomstring af både mikroflora og mikrofauna, der i forskellig udstrækning kan hæmme udviklingen af patogene svampe. Det er dog særdeles vigtigt, at undersøge hvilke sygdomshæmmende eller sygdomsfremmende mekanismer, der er dominerende ved brug af forskellige typer organisk materiale samt at afprøve effekten af disse materialer i flere sæsoner.

Sammendrag

To års forsøg viste tydeligt, at efterafgrøder generelt kan reducere forekomsten af rodpatogene svampe i ærter samt koloniseringen af ærterødder med oosporer af *Aphanomyces euteiches*, der forårsager ærterodråd. Brugen af olieræddike opnåede den bedste sygdomshæmmende effekt i 1997, mens samme afgrøde i 1998 førte til øget sygdomsangreb på ærterødderne. Der er ingen umiddelbare forklaringer på dette uventede resultat.

Forsøgene viste ligeledes, at efterafgrøder påvirker rodkolonisationen af naturligt forekommende mykorrhizasvampe. Det tyder dog ikke på, at ændringer i kolonisationen af *A. euteiches* ved brug af efterafgrøder kan forklares ved ændring i mykorrhizakolonisationen.

Litteratur

Bødker, L., Kjøller, R. & Rosendahl, S. 1998. Effect of phosphate and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* on disease severity of root rot of peas (*Pisum sativum*) caused by *Aphanomyces euteiches*. Mycorrhiza 8, 169-174.

Chan, M.K.Y. & Close, R.C. 1987. Aphanomyces root rot of peas 3. Control by the use of cruciferous amendments. New Zealand Journal of Agricultural Research, 30, 225-233.

Kjøller, R. & Rosendahl, S. 1996.The presence of the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices influences enzymatic activities of the root pathogen Aphanomyces euteiches in pea roots. Mycorrhiza, 6, 487-491.

Muehlchen, A.M., Rand, R.E. & Parke, J.L. 1990. Evaluation of crucifer green manures for controlling Aphanomyces root rot of peas. Plant Dis, 74, 651-654.

Papavizas, G.C. 1966. Suppression of Aphanomyces root rot of peas by cruciferous soil amendments. Phytopathology, 56.9, 1071-1075.

Papavizas, G.C. & Lewis, J.A. 1970. A possible mechanism of control of Aphanomyces root rot of peas and sugarbeets by cruciferous amendments. Intern Pflanzenschutzkongr (Paris), 7, 212-214.

Papavizas, G.C. & Lewis, J.A. 1971. Effect of amendments and fungicides on Aphanomyces root rot of peas. Phytopathology, 61.2, 215-220.

Persson, L., Bødker, L. & Larsson-Wikstrom, M. 1997. Prevalence and pathogenicity of foot and root rot pathogens of pea in southern scandinavia. Plant Dis, 81, 171-174.

Rosendahl, S. 1985. Interactions between the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* and *Aphanomyces euteiches* root rot of peas. Phytopath Z, 114, 31-40.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Forsøg og erfaringer med mekanisk ukrudtsbekæmpelse

Field trials and experiences with mechanical weed control

Michael Tersbøl og Poul Henning Petersen
Landskontoret for Planteavl
Landbrugets Rådgivningscenter
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Summary

Weed control is a major challenge to organic farmers. The interest in mechanical methods of weed control is growing among conventional farmers. Use of mechanical weed control demands experience and knowledge of how to use the soil as a weed controlling agent. Climate and soil type play an important role in the possibilities for mechanical weed control. Monitoring the early development of weeds is necessary for timing of the weed harrowing at the optimal stage. Field trials with mechanical weed control have been conducted within the advisory service on commercial farms, both conventional and organic. Results from weed harrowing in organic spring barley and organic winter wheat are presented. Results from field trials with weed harrowing in conventional field peas, mechanical weed control in fodder maize and hoeing in winter rape are also presented. In general the effects of weed harrowing on the weed population are less than chemical control. In winter wheat and field peas there has been a slight yield increase of weed harrowing. In spring barley the results vary between the single trials. In maize there has been a slight yield decrease with mechanical weed control. In winter rape the yield was unaffected. For future weed control without chemical agents further integration of preventive and direct measures are necessary.

Indledning

Én af de store udfordringer ved økologisk jordbrug er at holde ukrudtet under kontrol. I det konventionelle landbrug er interessen for mekaniske metoder til ukrudtsbekæmpelse stigende. Succes med mekaniske metoder varierer betydeligt fra landmand til landmand, og de afgørende faktorer indgår i et komplekst samspil. Det er derfor meget relevant at arbejde for at opbygge en ejendomsspecifik erfaring og rådgivning. Generelle råd om anvendelse af den enkelte metode er dog et godt udgangspunkt for den enkelte landmands erfaringsudvikling. I det følgende belyses erfaringer og forsøgsresultater med mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Monitering af ukrudt på økologiske ejendomme i årene 1989-92 viste et behov for en større kontrol med ukrudtet. I vintersæd blev der i gennemsnit fundet 104 ukrudtsplanter pr. m^2, i vårsæd 206 pl. pr. m^2 og i rækkeafgrøder 36 pl. pr. m^2. Der var dog store variationer mellem markerne, 4-606 pl. pr. m^2 og 1-50 pct. ukrudtstørstof ud af den totale tørstofmængde (Askegaard

& Vester, 1995).

Rasmussen *et al.* (1998) har undersøgt ukrudtets udvikling via en monitering på otte økologiske kvægbrug i årene 1989-96. Undersøgelsen viste, at afgrødevalg og sædskifte var den vigtigste faktor af betydning for ukrudtets tæthed og arternes forekomst i markerne. Der var endvidere stor forskel på ukrudtsproblemernes omfang på de enkelte gårde, hvilket indikerer driftsledelsens centrale rolle i kontrollen af ukrudtet. Undersøgelsen viste desuden, at ukrudtsproblemerne var størst i vårsæd med udlæg og vårsæd til helsæd med henholdsvis 10 og 16 volumenprocent ukrudt i gennemsnit.

De metoder, der kan anvendes til direkte bekæmpelse af ukrudt, må ikke opfattes som isolerede indsatser. Inden for økologisk jordbrug eller i andre situationer uden adgang til herbicider er de mekaniske metoder ikke effektive nok til at løse eller forebygge massive ukudtsproblemer, herunder problemer med rodukrudt. De mekaniske metoder er værdifulde, hvis de indgår i en overordnet strategi, hvor såvel forebyggende som direkte metoder anvendes i en helhed (se figur 1). En række forebyggende metoder til ukrudtskontrol er beskrevet i Rasmussen *et al.* (1997). Endvidere ses i Tersbøl *et al.* (1998) eksempler på integration af forebyggende og direkte metoder i konkrete sædskifter.

Figur 1. Strategi for ukrudtskontrol med udgangspunkt i sædskiftet, forebyggende og direkte metoder. Strategy for weed control within the crop rotation, preventive and direct measures.

Erfaringer med ukrudtsharvning

Én af de direkte metoder, der har været meget fokus på, er ukrudtsharvning. Princippet i denne metode er, at harven dækker ukrudtskimplanterne med jord. Derfor er det afgørende, at jordoverfladen på marken er egnet til dette, og at ukrudtsplanterne er tilstrækkeligt små til at kunne tildækkes. Effekten beror i nogle situationer også på, at ukrudtsplanter rives løs og udtørres. Ofte er det nødvendigt med flere behandlinger.

Blindharvning

Blindharvning betegner harvning, som udføres, før afgrøden spirer frem. Tidligt spirende ukrudtsarter kan ofte bekæmpes fuldstændigt, og afgrøden er upåvirket af behandlingen, hvis tilberedning af såbedet og selve såningen er korrekt udført. Mange landmænd er imponerede over den visuelle effekt ved behandlingen, der efterlader store mængder ukrudtsplanter i "trådstadiet" på jordoverfladen. Effekten er dog ikke holdbar, da selve harvningen stimulerer flere ukrudtsfrø til at spire, og derfor bør behandlingen ofte følges op af mindst én harvning på et senere tidspunkt. De fleste landmænd bruger en langfingerharve, hvor tænderne rettes meget bagud (lille tandspænding), og der køres relativt hurtigt 10-16 km pr. t.

Almindelig ukrudtsharvning

Der harves efter afgrøden er spiret frem. Det er afgørende at vælge det rigtige tidspunkt i forhold til ukrudtets størrelse, jo tættere på kimbladstadiet jo bedre. Samtidig skal man have vejret og jordtypen med sig, idet en klistret jordoverflade efter nedbør umuliggør ukrudtsharvning på lerjord. Harveintensiteten reguleres med tandspænding, kørehastighed og harvedybde. I korn justeres intensiteten, så højest 10-20 pct. af kornplanterne dækkes til med jord.

Selektiv ukrudtsharvning

I korn kan der harves fra begyndende strækning (stadie 30). Betegnelsen selektiv henviser til, at kornafgrøden er mere robust fra dette stadium over for selv kraftig ukrudtsharvning. Denne udføres på langs af såretningen, og kornrækkerne tvinger harvetænderne ud mellem rækkerne. Ukrudtsarter med pælerod og opret vækst er svære at bekæmpe på dette tidspunkt, hvis de er godt etablerede.

Generelle erfaringer

De økologiske landmænd, der tidligere har været konventionelle, udtrykker, at det generelt er en større udfordring at få gode resultater med harvning, end det er med sprøjtning. Én af udfordringerne er netop at få et tilpas ensartet såbed og fremspiring. På uens jord er dette vanskeligt, og det vil da være en fordel at kunne indstille tandspændingen under kørslen fra førerhuset, hvilket er muligt med nogle fabrikater. Med en bearbejdningsdybde på kun 1-2 cm er det ønskeligt med en løs overjord og en mere fast underjord, så hjulspor minimeres, hvilket også i almindelighed fordrer brede dæk eller tvillingmontering samt lavt lufttryk i dækkene.

Den mest forekomne fejl er, at man kommer for sent i forhold til optimalt udviklingstidspunkt for ukrudtsplanterne. Ukrudtets udvikling bør man følge tæt ved jævnligt at undersøge det øverste jordlag for ukrudtsspirer. Man kan eventuelt lægge en glasplade på et lunt sted i

marken for at få et varsel om ukrudtets fremspiringstidspunkt. Man skal være særligt opmærksom på tidligt spirende arter som agerkål og agersennep, som hurtigt får store kimblade og kimstængel.

Flere landmænd giver udtryk for, at de kan se en effekt af at jordbehandle om natten, hvilket medfører færre ukrudtsplanter i afgrøden. Fænomenet er bekræftet af nyere forsøg, der viser nogle ukrudtsarters afhængighed af lysinduktion for en fuldstændig og hurtig fremspiring. Det bør anbefales, at flere landmænd i fremtiden bevidst udnytter denne viden i deres strategi for ukrudtskontrol.

"Firkantsdramaet"

Forholdene omkring ukrudtsharvning i for eksempel kornafgrøder kan illustreres ved et drama, hvor i hvert fald fire aktører fortjener stor opmærksomhed. Ukrudtsharven og jordoverfladen er paralleller til henholdsvis sprøjten og sprøjtemidlet. Ukrudtsharven skal man lære at indstille og køre med og dermed dosere "midlet". Bekæmpelsesmidlet er overfladejorden, som man, i modsætning til sprøjtemidler, selv er ansvarlig for at tilvirke. Forudsætningen for et godt resultat af ukrudtsharvning er, at man ofrer tilberedelsen af sit ukrudtsmiddel stor opmærksomhed. Jordoverfladen skal være jævn og porøs uden store knolde. De to sidste aktører er ukrudtsplanterne og kornplanterne. Det helt afgørende er størrelsesforholdet mellem ukrudtsplanter og kornplanter. Jo mindre ukrudtsplanter og jo større kornplanter, jo bedre selektivitetsforhold har man, det vil sige, at ukrudtsplanterne skades væsentligt mere end kornplanterne. Kulturplanterne skal være ensartet etableret og have en god konkurrenceevne over for det ukrudt, der overlever harvningerne.

Tabel 1. Firkantsdramaet ved ukrudtsharvning. The quadripartite play of weed harrowing.

Harven →	**HARVEINTENSITET OG**	← **Jorden**
(sprøjten)	**HARVEKVALITET**	(midlet)
TIDSPUNKT	(dosering og ensartethed)	Jordtype
Hastighed		Jævnt såbed
Tandspænding,		Fint såbed uden knolde
arbejdsdybde		Ikke for våd eller tør
Kapacitet		Jordbehandling i mørke
Fabrikat		
Ukrudt		**Korn**
STØRRELSE →	**SELEKTIVITET**	← **STØRRELSE**
Arter		Arter og sorter
Mængde (frøbank)		Udsædsmængde
Tidlighed		Sådybde
Spireprofil		Såtidspunkt
Udviklingstrin		Rækkeafstand
Vækstforhold		Vækstforhold

Erfaringer med radrensning i vinterraps

Radrensning er en gammelkendt metode til ukrudtsbekæmpelse i raps, som skal optimeres efter nutidens dyrkningsforhold og tekniske muligheder. I det følgende nævnes en række praktiske erfaringer, som er opnået de seneste år.

Udsædsmængde

Den anbefalede udsædsmængde på 2 - 2,5 kg pr. ha har givet en passende plantebestand ved 50 cm's rækkeafstand, hvor der har været plads til en god udvikling af de enkelte rapsplanter inden vinteren. Det kan være vanskeligt at ramme denne udsædsmængde, og derfor er der da også flere eksempler på, at der udsås mere end beregnet, hvilket har givet for tæt rapsbestand i rækken.

Radrensning

To til tre radrensninger giver en sikker ukrudtsbekæmpelse, hvilket er i overensstemmelse med forsøgsresultaterne. Den første radrensning udføres i september, når rækkerne kan ses, det vil sige, når rapsen har 2-3 løvblade. Radrenseren monteres med rulleskær, så rapsplanterne ikke bliver dækket til med jord. Den anden radrensning udføres 3-4 uger senere, når forholdene tillader det. Denne gang uden rulleskær, så radrenseren kan kaste jord ind omkring rapsplanterne og derved dække det meste af ukrudtet i rækken. Om foråret kan man radrense 3. gang i april i en periode, hvor jorden tillader det. Ved moderat ukrudtsbestand er to radrensninger dog tilstrækkelig.

Der er enkelte erfaringer fra marker med agersennep, som dominerende ukrudtsart. Det ser ud til, at rapsplanter, der er sået på 50 cm's rækkeafstand, bedre kan klare sig mod agersennep, end når der er sået på normal rækkeafstand. Rapsen ser ud til at kunne udnytte den bedre plads, der er mellem rækkerne, og den bliver derfor ikke hæmmet så meget af konkurrencen fra agersennep. Hvor ukrudtsproblemet består af hyrdetaske, ser det også ud til, at de ukrudtsplanter, der står tæt på rapsrækken ikke kan konkurrere med rapsplanterne.

Spildkorn

Større forekomst af spildkorn kan gøre kemisk bekæmpelse nødvendig på konventionelle landbrug, da det kan medføre et betydeligt udbyttetab i rapsen (se tabel 8). Problemet er mest aktuel, hvis der er vinterbyg som forfrugt. Det vil oftest ikke være tilfældet i økologisk dyrkning, hvor kløvergræs eller anden grøngødning bør foretrækkes som forfrugt til vinterraps.

Kapacitet

I efteråret er det ikke muligt at køre med mere end 4-6 km pr. time ved 1. radrensning. Ved 2. radrensning, når rækkerne er "markeret" af de tidligere kørsler med radrenseren, kan der holdes en hastighed på 9-12 km pr. time. Kapaciteten er derfor væsentlig større ved 2. og 3. radrensning. For mange sten vil være et problem, hvis rapsen skal skårlægges, da de rives op på overfladen af radrenseren, og desuden er de en hård belastning for radrenseren.

Skær og efterharve

Der kan være behov for at eksperimentere med forskellige kombinationer af gåselapper på de 3

tænder pr. enhed. På almindelig lermuldet jord giver eksempelvis en montering af et 16 cm skær på midterste tand og 14 cm skær på de yderste tænder en passende jordmængde at arbejde med om efteråret. Om foråret kan den midterste tand udskiftes til en 32 cm tand, idet det er erfaret, at hvis den midterste tand er for smal, bliver der ikke flyttet tilstrækkeligt med jorden, og derved bliver løsrivningen af ukrudtet for ringe. Påmontering af langfingrede harvetænder som efterharve med det formål, at ryste mere jord af de fritskårne ukrudtsplanter, synes at have en ganske god effekt, idet planterne tørrer bedre ud.

Forsøg med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i landøkonomiske foreninger

Forsøg med ukrudtsharvning i økologisk vårbyg

Der er fra 1995 til 1997 gennemført 16 landsforsøg med ukrudtsharvning i vårbyg på økologiske landbrug. En oversigt over resultaterne ses i tabel 2. Forsøgenes formål er at belyse forskellige harvestrategier, som kombinerer blindharvning med almindelig ukrudtsharvning og selektiv harvning.

Tabel 2. Udbytte og merudbytte ved ukrudtsharvning i økologisk vårbyg 1995-1997, fordelt på forsøgsledere. Yield and yield effects of weed harrowing in organic grown spring barley, 1995-1997, distributed on the local trial conductor.

	Udbytte og merudbytte, hkg kerne pr. ha												
	Forsøgsleder										Gennemsnit alle forsøg		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
Antal forsøg	1	1	2	1	2	5	1	1	1	1	4	16	12
1. Ubehandlet	43,0	53,0	38,1	58,5	47,2	39,4	53,5	53,5	53,2	42,6	43,1	45,3	46,1
2. Blindharvning	1,1	-4,9	3,2								0,7		
3. led 2 + alm. harvning	-1,5	2,8	3,8	-1,7	-1,8	4,1	-0,4	-0,1	-3,4	-1,8		1,2	
4. led 2 + 2 alm. harvninger				-2,1	2,0	5,7	-2,6	-0,7	-3,0	0,7			2,1
5. led 3 + selektiv harvning	1,4	-1,9	1,6	-2,5	-5,0	5,8	-2,1	-0,9	-0,4	-8,8		0,4	
LSD	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*2,8*	*ns*	*ns*	*ns*	*3,9*	*ns*	*ns*	*ns*
Karakter for afgrødeskade	1,7	1	1,7	1,7	4	1,7	3,3	4	1,7	3,3			

Succes med ukrudtsharvning er meget afhængig af de vilkår, behandlingerne udføres under. Gennemsnittet af forsøg med forskellige forudsætninger giver ikke et billede af den variation, der findes i praksis. I gennemsnit af de 16 forsøg er der ikke opnået signifikante udslag på udbyttet, da resultaterne varierer betydeligt fra forsøg til forsøg. Variationen kan skyldes forskellige vilkår for "firkantsdramaet", såsom forskelle i såbedets kvalitet, selektivitetsforhold osv., men eventuelt også forskel på i hvor høj grad forsøgslederen og landmanden, der står for forsøgenes gennemførelse, har en fornemmelse for at opnå gode selektivitetsforhold, og har den rigtige timing og intensitet af ukrudtsharvningen. I tabel 2 ses forsøgene opdelt efter forsøgsledere,

hvoraf nogle har gennemført flere forsøg. Enkelte forsøgsledere har opnået over 10 pct. merudbytte, men ellers er resultaterne meget varierende.

Der er stor risiko for at få et negativt merudbytte, hvis kraftige behandlinger giver anledning til store afgrødeskader. Man hører af og til det forkerte råd, at man ikke skal se sig tilbage, når man ukrudtsharver. Det skal man i høj grad. Harveintensiteten skal justeres, så ukrudtet dækkes med jord samtidig med, at højst 10-20 pct. af kornafgrøden dækkes. De mest intensive harvninger har reduceret antallet af ukrudtsplanter fra 177 planter pr. m^2 til 96 planter pr.. m^2. Ukrudtsdækningen ved høst er reduceret fra 20 pct. til 12-14 pct.

Forsøg med ukrudtsharvning i økologisk vinterhvede

Der er gennemført 13 forsøg med ukrudtsharvning i økologisk vinterhvede i årene 1995-1998 (se tabel 3). Både merudbytterne og nettomerudbytterne er størst ved blindharvning. Generelt er de dog beskedne. Strategien for ukrudtsharvning skal imidlertid også tage hensyn til, at man kan få en god effekt af ukrudtsharvning om foråret på bundukrudt, som dels kan opformere frøpuljen og dels genere høstarbejdet betydeligt. Ukrudtsharvning efter fremspiring om efteråret er ikke afprøvet i disse forsøg, men forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning har vist en relativ god effekt på lugtløs kamille, der generelt ikke kan bekæmpes om foråret på grund af dens oprette vækst (Rasmussen, 1998). Ukrudtsharvning i stadium 11-13 om efteråret i vinterhvede kræver et meget jævnt såbed og absolut ingen afgrødetildækning, hvis man skal undgå udbyttetab ved behandlingen. Blindharvningen alene fremmer spiringen af ukrudt, så der her er flere ukrudtsplanter end uden ukrudtsharvning. De mest intensive strategier har halveret antallet af ukrudtsplanter, både græs og tokimbladet, mens ukrudtsdækningen ved høst kun er reduceret i beskedent omfang. Ukrudtsharvning i vinterhvede kan om foråret gennemføres uden væsentlige skader på afgrøden.

Betydning af udbytteniveauet

Merudbytterne for både vårbyg og vinterhvede er i tabel 4 sorteret efter udbyttet i det ubehandlede forsøgsled. I de forsøg, der har haft et middel til højt udbytteniveau, har der kun været et beskedent merudbytte for ukrudtsharvning. Jo højere udbytteniveau afgrøden præsterer som følge af jordtype, gødskning, sædskifte og vækstforhold i øvrigt, jo bedre konkurrerer afgrøden mod ukrudtet, og ukrudtsharvningen spiller da en mindre rolle og i nogle tilfælde ligefrem en negativ rolle.

Forsøg med ukrudtsharvning i markært

Forsøg med ukrudtsharvning i markært er først for nyligt (1997-98) gennemført i de landøkonomiske foreninger. Ukrudtsharvning er i forsøgene, der både er udført på økologiske og konventionelle brug, udført ved en harvning, før ærternes fremspiring og 1-3 harvninger efter fremspiring. I seks forsøg på konventionelle landbrug med over 100 ukrudtsplanter pr. m^2 er der opnået sikre merudbytter ved både ukrudtsharvning og ved kemisk bekæmpelse. Nettomerudbyttet har været på samme niveau eller lidt højere ved ukrudtsharvning. Der har været et større antal ukrudtsplanter i de ukrudtsharvede forsøgsled end ved kemisk bekæmpelse. I 6 andre forsøg, hvor der har været under 100 ukrudtsplanter pr. m^2, har der ikke været nogen udbytteeffekt af ukrudtsbekæmpelsen.

Tabel 3. Udbytte og merudbytte ved ukrudtsharvning i økologisk vinterhvede, 13 forsøg 1995-1998. (Efter Tersbøl, 1998). Yield and yield effects of weed harrowing in organic grown winter wheat, 13 trials 1995-1998.

Vinterhvede	Råprotein, pct. i tørstof	Ukrudt, pct. dækning efter høst	Udbytte og merudbytte	
			Hkg kerne pr. ha	Fht.
3 forsøg, 1998				
1. Ubehandlet	9.6	23	**32.0**	100
2. 1 harvning	10.1	16	4.2	113
3. 2 harvninger (let)	10.1	18	2.3	107
4. 2 harvninger (kraftig)	10.3	17	2.2	107
5. 3 harvninger	9.8	19	3.3	110
LSD			*ns*	
13 forsøg, 1995-98				
1. Ubehandlet	-	-	**52.6**	100
2. 1 harvning	-	-	2.5	105
3. 2 harvninger	-	-	2.3	104
LSD			*1.8*	

Led 2 er harvet før eller ved fremspiring (blindharvning)
Led 3 er harvet før fremspiring og 1 gang i foråret ved stadie 30 (let ukrudtsharvning)
Led 4 er harvet før fremspiring og 1 gang ved stadie 30 (kraftig ukrudtsharvning)
Led 5 er harvet før fremspiring og 1gang ved stadie 30 (kraftig ukrudtsharvning) og 1 gang 3 uger senere

Tabel 4. Merudbytte ved ukrudtsharvning i økologisk vinterhvede og vårbyg ved forskellige udbytteniveauer 1995-1997. Yield effects of weed harrowing in organic grown winter wheat and spring barley at different yield levels, 1995-1997.

Afgrøde	Udbytteniveau hkg kerne pr. ha	Antal observationer	Merudbytte, hkg kerne pr. ha
Vinterhvede	< 60	15	3,5
	>60	20	1,3
Vårbyg	< 40	15	4,1
	40 - 50	12	1,4
	> 50	24	-1,7

Til forskel fra vårbyg, kan markært tåle kraftigere ukrudtsharvning omkring og efter fremspiringen. Når ærterne bliver større og udvikler blade, skades de nemmere, f.eks. ved at de knækker af. Ved dyrkning af markært til modenhed, er der gode muligheder for at vælge kraftige sorter med en god konkurrenceevne over for ukrudt og med en stor afgrødehøjde ved høst.

Tabel 5. Udbytte og merudbytte ved ukrudtsharvning i markært, 1998, (6 forsøg med over 100 ukrudtsplanter pr. m^2). (Efter Pedersen *et al.*, 1998). Yield and yield effects of weed harrowing in field peas, 1998, (6 trials with more than 100 weeds per m^2).

Markært	Planter pr. m^2		Pct. dækning ved høst	Hkg ærter pr. ha	
	ærter	ukrudt		udb. og merudb.	nettomerudbytte
	juni				
1. Ubehandlet	66	308	61	**34,8**	-
2. 2 x Harvning	62	146	33	3,0	1,5
3. 2 x Harvning	60	109	28	4,0	2,5
4. 3 x Harvning	54	89	25	3,2	1,0
5. 2 x 0,5 l Toloran + 0,5 l Basagran M 75	67	23	11	7,2	1,1
LSD 1-5				*3,9*	
LSD 2-5				*ns*	

Led 2 harvet før fremspiring og i stadium 10-11 (let).
Led 3 harvet før fremspiring og i stadium 10-11 (kraftigt).
Led 4 harvet før fremspiring, i stadium 10-11 (kraftigt) og igen 8-10 dage senere (let).
Led 5 behandlet på ukrudt med kimblade og igen 8-10 dage senere.

Forsøg med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i majs

Der har i årene 1995-97 været gennemført 11 forsøg med sammenligning af kemisk og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i majs. Der har endvidere været gennemført et mindre antal forsøg på økologiske jordbrug. Den mekaniske bekæmpelse har bestået af en kombination af ukrudtsharvning, radrensning og hypning. I de fire forsøg, som blev gennemført i 1997 var der et lille og ikke signifikant udbyttetab ved mekanisk bekæmpelse i forhold til kemisk. I gennemsnit af alle 11 forsøg blev der høstet 13 pct. mindre foderenheder ved mekanisk bekæmpelse i forhold til kemisk bekæmpelse, og effekten på antallet af ukrudtsplanter optalt i juni var på 58 pct. Der er en tendens til, at udbyttenedgangen ved mekanisk bekæmpelse har været størst på sandjord, men her var ukrudtstrykket også større end på lerjord. Timingen af ukrudtsharvning er også meget central ved majsdyrkning, og på lerjord er der tilmed risiko for, at jorden kan blive for skorpet og knoldet og dermed mindre egnet til mekanisk bekæmpelse. Marker med forekomst af rodukrudt er ikke egnede til majsdyrkning, hvis man vil gennemføre mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Den større mængde ukrudt efterladt ved høst, når der bruges mekanisk bekæmpelse, kan på længere sigt føre til en forøget frøpulje.

Tabel 6. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse af frøukrudt i majs, (11 forsøg, 1995-1997). (Efter Nielsen og Mikkelsen, 1997). Mechanical weed control of annual weeds in fodder maize, (11 trials, 1995–1997).

Majs	Ukrudt pl. pr. m^2 ved 1. sprøjtn.	Ukrudt pl. pr. m^2 juni 2)	Ukrudt pct. dækn. v. høst	Ved høst lejesæd 3)	Ved høst pl. pr. m^2	Ved høst pct. pl. m. sideskud	Pct. tørstof	Kg tørst. pr. FE	Udbytte og merudb. pr. ha hkg tørstof	Udbytte og merudb. pr. ha a.e.
Bredsprøjtning 1)	140	8	21	0	9	3	30,8	1,06	**119,9**	**113,5**
Strigling +	64	59	33	1	8	3	30,4	1,06	-15.1	-14.3
LSD									*8,1*	*7,6*

1) 2x 0,75 l Gardoprim + 0,75 kg Lentagran.

2) Ved 2. radrensning i led 2.

3) 0-10, 0=ingen lejesæd.

Forsøg med radrensning af vinterraps

Der er i 1995-1997 gennemført 8 forsøg med radrensning af konventionel vinterraps sået på 50 cm's rækkeafstand. Forsøgene viser (tabel 7), at udbyttet og effekten på ukrudtet er på samme niveau, som ved kemisk bekæmpelse på normal rækkeafstand. Udsædsmængden kan halveres ved dyrkning på rækker. I tabel 8 ses resultaterne af 13 forsøg med radrensning og kemisk ukrudtsbekæmpelse i konventionel vinterraps i 1998. I de forsøg, hvor der har været meget spildkorn, har der været et stort udbyttetab, hvis der samtidig er brugt en lav udsædsmængde. En udsædsmængde på 2 - 2,5 kg pr. ha er derfor nødvendig, for at den rækkedyrkede vinterraps konkurrerer tilstrækkeligt med ukrudt og spildplanter i rækken. På økologiske landbrug kan man undlade at bruge vinterbyg som forfrugt til vinterraps.

Tabel 7. Radrensning af vinterraps, 8 forsøg, 1995-1997. (Efter Haldrup & Hansen, 1997). Hoeing of winter rape, 8 trials, 1995-1997.

Vinterraps	Udsæd kg pr. ha	Rækkeafstand cm	To-kimbl. ukrudt pr.m^2 forår	Udbytte og merudb. hkg pr.ha std. kval
1. Ubehandlet	5	12,5	54	**25,7**
2. + kemisk bek.	5	12,5	39	1,4
4. + kemisk bek.	2,5	50	49	1,0
6. 3 x radrensning	2,5	50	33	0,4
LSD				ns

Tabel 8. Udsædsmængder og forskellige rækkeafstande i vinterraps, 1998. (Efter Haldrup & Hansen, 1998). Seed rates and row distance in winter rape cultivation, 1998.

Vinterraps	Udsædsmængde kg pr.ha	Rapsplanter pr. m2 efterår	Rapsplanter pr. m2 forår	Spildkornsplanter pr. m2 efterår	Udbytter og merudbytte, hkg pr. ha stand. kval.
		Meget spildkorn			
1998. 5 forsøg					
1. 12 cm 1)	5,00	81	64	29	**38,7**
2. 12 cm 1)	2,50	52	50	28	-2,7
3. 12 cm 1)	1,25	32	31	29	-4,4
4. 50 cm	2,50	32	26	28	-3,5
5. 50 cm	1,25	16	14	31	-11,6
LSD					*4,8*
		Lidt spildkorn			
1998. Antal forsøg		*8*	*7*	*8*	*8*
1. 12 cm 1)	5,00	92	77	4	**39,0**
2. 12 cm 1)	2,50	61	53	5	0,2
3. 12 cm 1)	1,25	32	34	5	-1,6
4. 50 cm	2,50	34	28	3	-1,8
5. 50 cm	1,25	22	17	5	-3,0
LSD					*ns*

1) Kemisk bekæmpelse

Afslutning

Ukrudtskontrol uden brug af herbicider er et aktuelt udviklingsområde med relevans for både økologiske og konventionelle landbrug. De mekaniske metoder til ukrudtsbekæmpelse giver i nogle situationer en utilstrækkelig bekæmpelse af ukrudt. Problemstillingerne omkring denne form for ukrudtskontrol er komplekse og indsatsen i den kræver integration af mange virkemidler. Ved overgang til økologisk planteavl eller ved større indskrænkninger i anvendelsen af kemiske bekæmpelsesmidler bliver det fremover nødvendigt at udvikle bedriftsorienterede strategier for kontrol med ukrudt. Den mekaniske bekæmpelse bliver således kun en del af integrerede strategier, hvor forebyggende metoder som sortsvalg, sædskifte, konkurrenceevne og placering af gødningen m.v. danner en ramme om de direkte mekaniske og kemiske metoder. Historiske data om ukrudtets fremtræden på den enkelte mark bliver en vigtig baggrundsoplysning i at tilrettelægge strategier, der er målrettede mod situationen i den enkelte mark.

Tabel 9. Strategier for mekanisk ukrudtsbekæmpelse i økologisk dyrkede afgrøder. Strategies for mechanical weed control in organic grown crops.

Vårbyg

1. Tilbered såbedet omhyggeligt, så det bliver helt jævnt og ensartet.
2. Så kernerne jævnt og ensartet dybt i 4-5 cm, så tidligt som muligt.
3. Harv første gang (1-2 gange) lige før kornet spirer igennem jordoverfladen. Ukrudtsarter, der etablerer sig hurtigt og med store kimblade, skal harves lige før de spirer igennem jordoverfladen.
4. Harv anden gang når ukrudtet har små kimblade. Højst 10-20 pct. af kornet må blive skadet eller dækket med jord.

Markært

1. Vælg sorter med stor afgrødehøjde ved høst.
2. Så mindst 80 spiredygtige frø pr. m^2.
3. Så ensartet dybt i 6-8 cm med max. 5 km hastighed.
4. Så så tidligt som forholdene tillader det.
5. Harv første gang når ukrudtet har små kimblade, eller når arter som agerkål er ved at spire igennem jordoverfladen.
6. Harv anden gang når nyt ukrudt har små kimblade.
7. Harv tredje gang, hvis nyt ukrudt spirer frem.
8. Harv ikke kraftigere, end at højst 10 pct. af ærteplanter bliver skadet. Der harves kun i 2-3 cm's dybde. Jo senere man harver, jo nemmere skades ærterne.

Majs

1. Flydende husdyrgødning nedharves og nedpløjes i 15-18 cm's dybde.
2. Gør såbedet klar 14 dage før forventet såning (falsk såbed). Såbedet skal være fuldstændig jævnt og tilpas fast.
3. Harv såbedet overfladisk igen i forbindelse med såningen
4. 1 - 2 ukrudtsharvninger foretages, inden majsspiren kommer for tæt på jordoverfladen.
5. Efter majsen er fremspiret, foretages 2-3 ukrudtsharvninger, hver gang nyt ukrudt bryder jordoverfladen.
6. Der radrenses og hyppes 2 gange eller efter behov.

Vinterraps sået på 50 cm rækkeafstand

1. Der skal radrenses, når rapsen har ca. 2 blivende blade.
2. Ukrudtet i rækkerne skal dækkes af jord ved radrensning, når rapsen er så stor, at der kan skubbes jord ind under rapsplanternes blade.
3. Hvis der er behov, kan der radrenses inden strækning om foråret.

Vinterhvede

1. Planlæg såning af vinterhvede omkring slutningen af september.
2. Gør såbedet klar ca. 2 uger før planlagt såning.
3. Harv såbedet overfladisk igen i forbindelse med såning, og afslut med et meget jævnt såbed.
4. Harv første gang lige før kornet spirer igennem jordoverfladen.
5. Hvis der forventes problemer med kamille, og man har opnået et meget jævnt såbed, anbefales det at harve meget forsigtig på ukrudtsplanternes kimbladstadium. Hvedeplanterne må ikke tildækkes ved behandlingen.
6. Hvis der om foråret er etableret meget bundukrudt harves tredje gang, når jorden kan bære og smuldre efter harven.

Der mangler i høj grad viden og værktøjer til at sammenkoble de enkelte forebyggende og direkte metoder til en helstøbt bedriftsorienteret rådgivning om ukrudtskontrol, der tager udgangspunkt i den enkelte marks dyrkningshistorie. Der er derfor behov for en indsats i udviklingsarbejdet, hvor forskning og formel afprøvning suppleres med opsamling af praktiske erfaringer.

Litteratur

Askegaard, M. & Vester, J. 1995. Udbyttebegrænsende faktorer i økologisk planteproduktion. I: Kristensen, E. S., 1995. Økologisk landbrug med udgangspunkt i kvægbedriften, Intern rapport nr. 42 - 1995. Statens Husdyrbrugsforsøg.

Haldrup, C & Hansen, M. S. 1998. Frø og industriafgrøder. I Oversigt over Landsforsøgene 1998. (ed. C. Å. Pedersen): 133-156.

Haldrup, C & Hansen, M. S. 1997. Frø og industriafgrøder. I Oversigt over Landsforsøgene 1997. (ed. C. Å. Pedersen): 136-159.

Nielsen, K. & Mikkelsen, M. 1997. Grovfoderproduktion. I Oversigt over Landsforsøgene 1997. (ed. C. Å. Pedersen): 235-277.

Pedersen, J. B., Nielsen, G. C., Kristensen, H. & Petersen, P. H. 1998. Bælgsæd. I Oversigt over Landsforsøgene 1998. (ed. C. Å. Pedersen): 120-132.

Rasmussen, J. 1998. Ukrudtsharvning i vinterhvede. 15. Danske Planteværnskonference. DJF rapport nr. 2 (1998): 179-189.

Rasmussen, K, Holst, N. & Kristensen, I.S. 1998. Ukrudt på otte økologiske kvægbrug - betydende faktorer for ukrudtets udvikling 1989-1996. 15. Danske Planteværnskonference. DJF rapport nr. 2 (1998): 203-217.

Rasmussen, I. A., Melander, B. & Rasmussen, K. 1997. Regulering af ukrudt. I Økologisk planteproduktion (ed E. S. Kristensen). SP-rapport nr. 15, juni 1997.

Tersbøl, M. 1998. Økologisk dyrkning. I Oversigt over Landsforsøgene 1998. (ed. C. Å. Pedersen): 214-229.

Tersbøl, M., Mikkelsen, G. Rasmussen, I. A. & Christensen, S. 1998. Forebyggelse af ukrudtsproblemer, samt mekanisk bekæmpelse af ukrudt og effekter på frøpuljen. Bistand til udvalgsarbejdet til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen. Miljøstyrelsen 1998.

Resultater og erfaringer med ukrudtsbekæmpelse i økologiske frilandsgrønsager

Results and experiences with weed control in organic outdoor vegetables

Bo Melander
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Maren Korsgaard
Sjællandske Familielandbrug
Maglehøjen 19
DK-4000 Roskilde

Jens Willumsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Forskningscenter Årslev
DK-5792 Årslev

Summary

This paper summarises the major experiences and results achieved in recent years with physical weed control of intra-row weeds in organic vegetables.

Transplanting vegetables instead of sowing them provides generally less weed problems. The demand for hand weeding is considerably lower, and it is possible to conduct post-emergence mechanical weed control in vegetables such as cabbage and celery. The benefits of transplantation in terms of weed control have also shown promise in other vegetables, such as leeks and onions, but more results are needed for practical implementation.

Controlling intra-row weeds in sown vegetables, such as carrots, onions and leeks, is particularly demanding and expensive, because they have a high demand for weed control and much of the weed control has to be done by hand. The time consumption for hand weeding is typically 100-400 hours ha^{-1} depending on the weed density. Some effort has been put into the development of physical intra-row weed control methods in recent years, aiming at reducing the time for hand weeding significantly. So far, the best results have been achieved in seeded onions and leeks, where it has been possible to cut the time for hand weeding by 70-80%. However, remaining weeds still have to be removed by hand and the time consumption for

that may reach 50-100 hours ha^{-1} in particular weedy situations. Consequently, there is still a need for improving the weed control strategies based on known methods, as well as looking for new effective methods for intra-row weed control.

Indledning

Som al anden økologisk produktion er også grønsagsproduktionen steget op gennem 90'erne. Ifølge Plantedirektoratet (1995, 1998) var arealet med økologiske grønsager på 521 ha i 1997, hvilket er en stigning på knapt 30% i forhold til arealet i 1994. Stigningen i grønsagsarealet er dog mindre end stigningen i det øvrige økologiske areal, som er mere end fordoblet i samme periode. Men grønsagsproduktionen er stadig den sektor af landbruget, hvor der totalt er sket den største overgang til økologisk dyrkning – 7,4% af det samlede grønsagsareal er i dag økologisk.

Ikke overraskende er gulerødder arealmæssigt den største økologiske grønsagsafgrøde med 37% af det samlede økologiske grønsagsareal i 1997. Løg følger efter med 10%, og porrer, rødbede og kål udgør hver især godt 2%. Ifølge 1997-tallene er hele 43% dyrket med det, som kaldes uspecificerede grønsager. Det er primært små producenter, der sandsynligvis har et meget varieret udbud af grønsager med henblik på lokalt salg.

At gulerødder og løg tegner sig for de største arealer er bemærkelsesværdigt set i lyset af, at begge afgrøder er de mest problematiske at renholde for ukrudt. Her er det ukrudtet i rækkerne, som giver vanskelighederne, fordi det overvejende skal fjernes ved håndlugning. Ukrudt mellem rækkerne kan i dag bekæmpes med kendte redskaber som f.eks. den almindelige radrenser, børsterenseren med horisontal rotationsaksel eller rækkefræseren (Mattsson *et al.*, 1990; Weber, 1998). I de øvrige grønsagsarter er det også ukrudtet i rækkerne, som volder besvær, men problemet er som regel ikke så stort som i gulerødder og såløg, og her skal såporre også nævnes.

Økonomisk er tidsforbruget til lugning meget afgørende for, hvor dyr ukrudtsbekæmpelsen bliver. I gulerødder og såløg ligger udgiften til lugning typisk på 8.000 – 10.000 kr./ha, men ikke sjældent når udgiften op på 15.000 kr./ha i situationer med meget ukrudt. Dertil skal lægges udgifterne til mekanisk og evt. termisk ukrudtsbekæmpelse, som i de fleste tilfælde har underordnet betydning sammenlignet med udgifterne til lugning. Et andet forhold som ikke altid tages i betragtning er, at håndlugningen beslaglægger megen arbejdskraft i en periode af året, hvor de fleste grønsagsbedrifter i forvejen har travlt med en række andre arbejdsopgaver. I værste fald kan det betyde, at arealet med en ellers attraktiv afgrøde, eksempelvis såporre, begrænses, fordi det ikke er muligt at finde tid eller arbejdskraft til at klare renholdelsen for ukrudt.

Formålet med denne fremstilling er at redegøre for de væsentligste erfaringer og resultater med bekæmpelse af ukrudt i rækken i økologiske frilandsgrønsager, som kendes fra praksis og fra de markforsøg, som i forskningsmæssigt regi er gennemført nationalt og i nærmeste udland. Desuden vil manglende viden og relevante perspektiver for ukrudtsbekæmpelsen i økologiske frilandsgrønsager også blive fremhævet.

Materialer og metoder

Spørgeundersøgelse

Da grønsagsproduktionen er en lille sektor inden for jordbruget og den økologiske del om end endnu mindre, er mængden af forskningsresultater med fysisk bekæmpelse af ukrudt i rækken meget begrænset. Vi har derfor i denne fremstilling støttet os en del til den spørgeundersøgelse af økologiske grønsagsavlere, som vi har foretaget i forbindelse med et nyligt afsluttet konsulentudvalgsarbejde for grønsager under Pesticidudvalget. Undersøgelsen har til formål at vurdere konsekvenserne af pesticidfri planteproduktion i Danmark. Vi har udspurgt i alt 14 avlere om deres praksis for ukrudtsbekæmpelse i grønsager.

Forsøg med udplantede roer

Forsøget præsenteret i figur 1 er fra det økologiske værkstedsareal ved Forskningscenter Flakkebjerg og er en del af en større undersøgelse om mulighederne for at udplante bederoer med henblik på mekanisk bekæmpelse af ukrudt uden særligt behov for supplerende håndlugning.

Forsøget blev udført i 1998, og kun hovedtrækkene fra forsøget vil blive præsenteret her. Roesmåplanter med 4-5 blivende blade blev udplantet og vandet den 14. maj med en *Egedal* type C plantemaskine udstyret med plantehjul 8 gr., type C "jordbær, R8.DR". Roesmåplanterne var tiltrukket i cylindriske Bee-Matic speedlingpotter hos en professionel plantetiltrækker. I samme forsøg blev et udsået led sået den 5. maj. Hele forsøgsarealet blev opharvet til såbed medio april og igen forud for såning af de såede roer. Såbedsopharvningen blev foretaget igen forud for udplantning, således at det udplantede areal var blevet harvet i alt 3 gange med 10-14 dages intervaller.

Den mekaniske ukrudtsbekæmpelse efter plantning blev udført med en Einböck-strigle med ca. 40 cm lange tænder i ét forsøgsled, og i et andet blev der anvendt skrabepinde påmonteret en Uggerløse-radrenser. (Skrabepinde til ukrudtsbekæmpelse i roer er nærmere beskrevet i Anonym (1995, 1996)). I begge led blev den mekaniske ukrudtsbekæmpelse påbegyndt 5 dage efter udplantning. For ukrudtsharvning blev der udført i alt 5 behandlinger med 4-6 dage mellem hver behandling, og for skrabepindene blev der udført i alt 4 behandlinger med henholdsvis 4, 10 og 6 dage mellem hver behandling. Bekæmpelsesintensiteterne blev hver gang tilpasset ved prøvekørsel i øvebaner, og der blev hver gang tilstræbt så høj en intensitet som muligt, uden at roerne blev rykket op. Efter sidste behandling blev ukrudtet talt i 6 rammer (10 cm x 100 cm) pr. parcel. Rammerne placeret hen over roerækken. Desuden blev alle roeplanterne i hver parcel talt. Forsøget havde 3 gentagelser.

Forsøg med udplantede løg

Forsøgene 1 og 2 i figur 2 er forsøg med udplantning af løg, som er udført på det økologiske værkstedsareal ved Forskningscenter Årslev i henholdsvis 1997 og 1998. Løgplanterne blev udplantet manuelt den 6. maj 1997 (3 gentagelser) og den 12. maj 1998 (4 gentagelser), efter at de havde været tiltrukket i væksthus. Løgene blev tiltrukket i kubiske jordpotter, *Vefi*-speedlingpotter, paperpots (Lännen Ecopots, kun 1998) og *Beekenkamp* Bee-Matic

speedlingpotter (kun 1998). Der blev sået 5 frø i hver potte. Ved udplantning i marken blev potterne plantet med en indbyrdes afstand af 20 cm i rækken og 50 cm mellem rækkerne. Halvdelen af parcellerne blev ukrudtsharvet med en Einböck strigel med 60 cm lange tænder. I 1997 blev løgene harvet 10 og 27 dage efter udplantning, og på hver dato blev der udført 2 træk. I 1998 blev harvningerne udført henholdsvis 8 (1 træk), 15 (1 træk), 22 (1 træk), 34 (2 træk) og 43 (2 træk) dage efter udplantning. Alle harvninger blev udført med en tilpasset harveintensitet, således at intensiteten var så høj som muligt uden at løgene blev rykket op i for høj grad – helst ikke mere end 5% af planterne. Nogle dage efter sidste harvning blev ukrudtet talt henholdsvis 2 (1997) og 4 (1998) steder i hver parcel i en 10 x 100 cm stor ramme, som blev placeret hen over løgrækkerne. Antallet af løgplanter i hele parcellen blev også talt, og løgene blev høstet primo september i 0,75 m^2 (1997) og 5 m^2 (1998) store flader. Salgbare løg blev defineret som løg med en diameter på mindst 4 cm.

Resultater og erfaringer

Udplantede grønsager – kål, salat, selleri, porre og løg

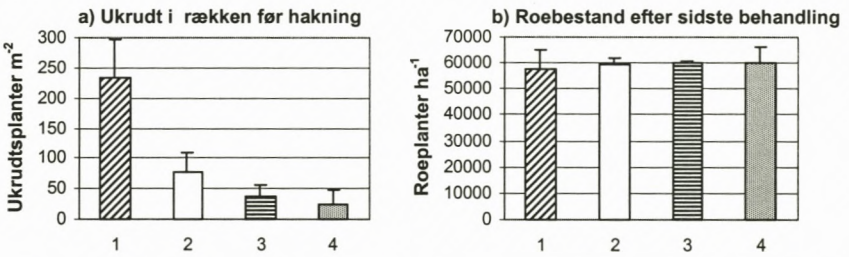
Udplantning fremfor udsåning af grønsager fører almindeligvis til færre ukrudtsproblemer (Dierauer & Stöppler-Zimmer, 1994; Rasmussen & Ascard, 1995). Det kendes fra praksis, men de gode erfaringer er næsten ikke dokumenteret i forsøgsmæssig sammenhæng, måske fordi der ikke har været noget større forskningsmæssigt behov.

Udplantning har den fordel, at den første plantning først foregår senere på foråret, end udsåning af de samme kulturer almindeligvis vil gøre. Herved er der mulighed for at gennemføre et falsk såbed over en længere periode, således at en større del af ukrudtsfremspiringen allerede vil være bekæmpet på plantetidspunktet (figur 1). En anden væsentlig fordel er, at afgrødens konkurrenceevne over for ukrudt fremmes, fordi afgrøden vil have et stort vækstmæssigt forspring i forhold til ukrudtet, og fordi rækkerne i eksempelvis kål vil lukke hurtigere end ved udsåning. En tredje fordel er, at udplantning skaber betydeligt bedre selektivitetsforhold i forbindelse med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i afgrøden. Udplantning på nyharvet jord medfører nemlig den gunstige situation, at mekanisk ukrudtsbekæmpelse kan foretages på småt ukrudt i en ellers stor og veletableret afgrøde. Herved kan bekæmpelsen principielt gennemføres uden at skade afgrøden, fordi behandlingsintensiteten ikke behøver at være større, end at de små sårbare ukrudtsplanter lige netop dræbes.

Et meget vigtigt punkt ved mekanisk ukrudtsbekæmpelse i udplantede afgrøder er starttidspunktet for bekæmpelsen efter udplantning. Ofte vil det være sådan, at desto tidligere der startes, desto bedre er chancen for at opnå en god ukrudtsbekæmpelse i rækken, og derved begrænses håndlugningsbehovet. En tidlig start betyder, at ukrudtet kan bekæmpes på meget tidlige udviklingstrin, hvilket er fra trådstadium og frem til begyndende fremspiring. Trådstadium er det stadium, hvor ukrudtskimplanterne er på vej op gennem jorden, men endnu ikke har nået jordoverfladen. I figur 1 er der vist 2 eksempler på en vel gennemført bekæmpelsesstrategi i udplantede bederoer.

En tidlig start kræver imidlertid, at afgrøden hurtigt står godt fast i jorden. Ellers vil oprivningen af planter ved eksempelvis ukrudtsharvning blive alt for stor. En god rodfæstning

af planterne opnås ved at anvende et sundt udplantningsmateriale med en hurtig rodvækst og så stor en roddel i forhold til topdelen som muligt. En anden væsentlig faktor er selve planteteknikken, som helst skal betyde, at planterne placeres og pakkes i jorden på en måde, så de står rimeligt godt fast. Vanding i forbindelse med eller efter plantning kan sikre, at planterne ikke går i stå pga. vandmangel (Kristensen & Jørgensen, 1998).



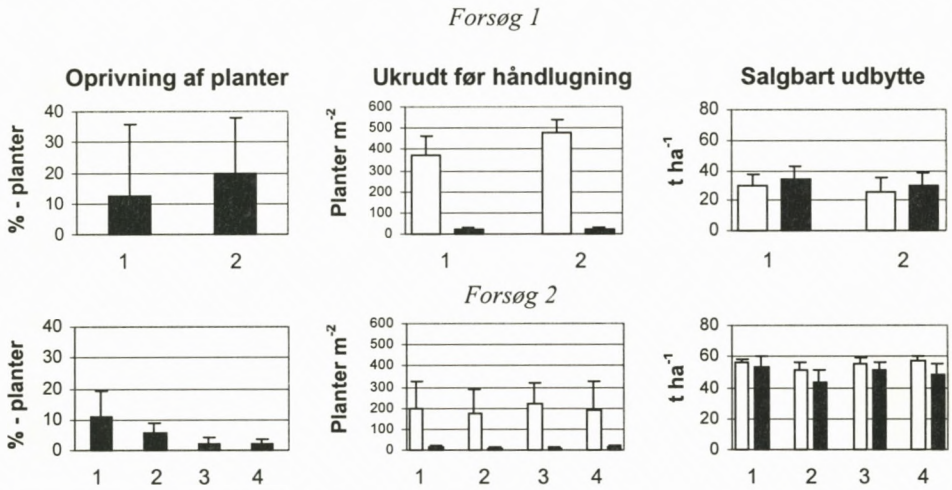
Figur 1. Ukrudtsbekæmpelse i sådede og udplantede bederoer. 1: roer sået d. 5/5, kun hakket. 2: roer udplantet d. 14/5, kun hakket. 3: udplantede roer , ukrudtsharvet med start 5 dage efter udplantning, restukrudt hakket. 4: som 3, men mekanisk bekæmpelse med skrabepinde. Markørerne angiver spredningerne på middelværdierne. Weed control in sown and transplanted sugar beets. a): intra-row weed number before hand weeding. b): number of beet plants after the last mechanical treatment. 1: beets sown 5 May, only hand weeded. 2: beets transplanted 14 May, only hand weeded. 3: transplanted beets, weed harrowed (starting five days after transplantation). 4: as 3 but Torsion weeding. Vertical bars are standard deviations of the means.

I praksis søger man da også at påbegynde den mekaniske bekæmpelse så tidligt efter udplantning som muligt. I kål forsøges det at starte med ukrudtsharvning 5-6 dage efter udplantning efterfulgt af yderligere 2-3 træk med ca. én uges mellemrum mellem hvert træk. Bekæmpelsen afsluttes med 1-2 radrensninger med hypning ind i rækken, som opnås ved en relativ høj kørehastighed. Anvendes der en udplantningsteknik, der efterlader en kam på hver side af planterækken, vælger mange kun at bruge radrenseren. I første træk skubbes kammene nemlig ind i rækken og dækker derved selv lidt større ukrudt. Bekæmpelsen følges op af yderligere radrensninger med hypning ind i rækken (Dierauer *et al.*, 1997). Ofte er det muligt helt at undgå efterfølgende hakning af rækkerne efter en vel gennemført bekæmpelsesstrategi. Og er der et lugebehov, vil det som regel være mindre end 20 timer/ha. I eksempelvis knoldselleri er det også muligt at gennemføre en harvestrategi helt uden efterfølgende behov for lugning, hvilket dog ikke er tilfældet for bladselleri.

Især ukrudtsharvning kan medføre nogen skade på den udplantede afgrøde. I kål ses det ofte, at 3-5% af planterne rykkes op, og i nogle tilfælde kan plantebortfaldet være endnu større. I blomkål kan ukrudtsharvning øge høstomkostningerne med 10-15% på grund af en mere uensartet afgrøde. Også i salat kan harvningerne være problematiske, da bladene nemt

kan beskadiges og udsættes for jordstænk. Og i udplantede porrer kan andelen af skæve porrer nå op på 25% efter ukrudtsharvning.

Udplantning af løg er meget lidt anvendt og foregår så vidt vides kun et enkelt sted i landet. På Forskningscenter Årslev har vi undersøgt dels egnede pottetyper til økologiske planteløg, dels mulighederne for ukrudtsharvning efter udplantning. Som det fremgår af figur 2, kan ukrudtsharvning fjerne en stor del af håndlugningsbehovet i udplantede løg, men som tallene for salgbart udbytte i forsøg 2 viser, kan harvningerne også hæmme løgene lidt.



Figur 2. To forsøg med ukrudtsharvning i udplantede løg. Hvide søjler er kun håndluget. Sorte søjler er først ukrudtsharvet og til sidst håndluget. Løgene blev udplantet som jordpotter (1), *Vefi*-speedlings (2), paperpots (*Lännen "Ecopots"*) (3) og *Beekenkamp* Bee-Matic speedlings (4). Markørerne angiver spredningerne på middelværdierne. Two experiments with weed harrowing in transplanted onions. White columns are only hand weeded. Black columns are weed harrowed and finally hand weeded. The onions were transplanted as soil blocks (1), *Vefi*-plugs (2), paperpots *("Ecopots"* from *Lännen*) (3) and *Beekenkamp* Bee-Matic plugs. Vertical bars are standard deviations of the means.

Sådede grønsager - gulerødder, såløg og -porre

Ukrudtsbekæmpelsen i gulerødder, såløg og såporre er særlig krævende og dyr, fordi de 3 arter har et stort bekæmpelsesbehov, og fordi meget af bekæmpelsen er baseret på tidskrævende håndlugning. Det store bekæmpelsesbehov skyldes: 1) at såning fremfor udplantning giver flere problemer som tidligere omtalt; 2) at kulturerne er meget langsomtvoksende; og 3) at de har ingen eller ringe konkurrenceevne mod ukrudt (Baumann *et al.*, 1993).

Tidsforbruget til håndlugning ligger typisk på 100-400 timer ha^{-1} alt afhængig af ukrudtstrykket (Ascard, 1990; Hagelskjær & Korsgård, 1992; Nielsen & Larsen, 1991). I

såporre kendes der eksempler på, at tidsforbruget kan nå op på 700 timer ha^{-1} i særligt ukrudtsfyldte situationer. Det store lugebehov opstår, fordi bekæmpelsesmetoderne anvendt i praksis kun bekæmper en begrænset mængde ukrudt, og fordi der på grund af den ringe konkurrenceevne er behov for bekæmpelse over en længere periode. I gulerødder og løg bliver lugearbejdet yderligere besværliggjort af etableringen på dobbelt- eller tripelrækker. Her står planterne så tæt og "klumpet" i rækkerne, at det er umuligt at bruge et hakkejern, hvorfor ukrudtet skal fjernes med fingrene. Mange avlere vælger at dyrke løg på enkeltrækker for at gøre ukrudtsbekæmpelsen nemmere, og i gulerødder er der også en stigende tendens til enkeltrækker.

I gulerødder og såporre klares ukrudtsbekæmpelsen i praksis ved først at etablere et falsk såbed. Såningen foregår så vidt muligt uden yderligere opharvning, idet man ønsker at have så meget fremspiret ukrudt som muligt i forbindelse med den flammebehandling, de fleste avlere foretager umiddelbart før kulturens fremspiring. I såløg, som helst skal etableres tidligt på foråret, er det svært at etablere et falsk såbed pga. den korte tid, fra jorden er tjenlig, og til der skal sås. Nye undersøgelser har også vist, at selv en mindre udsættelse af såtidspunktet for løg med henblik på at gennemføre et falsk såbed ikke er nogen fordel (Melander, 1998a).

Efter afgrødens fremspiring er radrensning tæt på rækken almindeligt anvendt i de 3 kulturer. Radrensningerne tæt på rækken begrænser det areal, som senere skal renholdes manuelt. Afstanden ind til planterne er ofte ikke mere end 2-3 cm, hvilket ifølge nyere undersøgelser ikke påvirker udbyttet hverken kvantitativt eller kvalitativt (Ascard & Mattsson, 1994; Melander & Hartvig, 1997; (Melander, 1997, 1998, upublicerede data for porre)). Ud over radrenseren anvender de fleste ikke andre bekæmpelsesmetoder efter afgrødens fremspiring end håndlugning. Der luges typisk 2 til 3 gange i løbet af vækstsæsonen. Mange avlere anvender i dag en lugevogn til lugning af 8-15 rækker ad gangen. Personerne ligger ned og fjerner ukrudtet samtidig med, at traktoren kører langsomt frem. Lugevognen betyder ikke, at arbejdet kan gøres hurtigere, men arbejdsmiljøet er betydeligt bedre end ved traditionelt lugearbejde.

I de senere år er der fra forskningsmæssig side arbejdet en del på at forbedre den maskinelle bekæmpelse af ukrudt i rækken i de 3 kulturer. I Sverige har Fogelberg (1998) arbejdet med gulerødder, hvor han bl.a. har undersøgt kombinationen af natarbejde (såbedstilberedning og såning i mørke) og vertikal børsterensning i rækken. Kombinationen af de to metoder gav dog ikke mere end godt 50%'s bekæmpelseseffekt, hvilket ikke tyder på at være bedre end falsk såbed og flamme-behandling.

Ved Danmarks JordbrugsForskning har vi arbejdet en del med forskellige bekæmpelses-strategier til såløg og -porre. De undersøgte strategier til såløg er vist i tabel 1, og de nærmere detaljer vedrørende redskaberne og deres indstillinger er beskrevet i (Melander. 1997, 1998b og Melander & Hartvig, 1995, 1997). Det har været muligt at gennemføre strategierne uden skader på løgene, men ved blindharvning samt tidlig ukrudtsharvning, før løgene har nået en størrelse på ca. 10 cm's højde, har der været uventede skader og 10-15%'s nedgang i det salgbare udbytte. Udbyttedepressioner, som ikke alene kan forklares med forkert indstilling af redskabet eller forkert anvendelsesstidspunkt, men som også skyldes andre ukendte faktorer.

Erfaringerne og resultaterne fra såporre har hidtil været gode, da det har været muligt at opnå godt 80%'s bekæmpelseseffekt mod ukrudt i rækken uden væsentlige afgrødeskader ved at anvende følgende strategi: *1) falsk såbed – 2) flammebehandling før fremspiring – 3) 2 x vertikal børsterensning eller 2 x radrensning tæt på rækken efter fremspiring – 4) sene hypninger.* Reduktionen i lugetid sammenlignet med ubehandlet var af samme størrelsesorden. Som tommelfingerregel kan man regne med, at reduktionen i lugetid procentuelt er næsten den samme som reduktionen i antal ukrudtsplanter.

Tabel 1. Forskellige strategier til bekæmpelse af ukrudt i rækken i økologiske såløg. Bekæmpelseseffekterne angiver den samlede effekt, som alene kan opnås ved de maskinelle metoder. Different strategies to control intra-row weeds in organic onions. The weed-control effects reflect the overall effects that can be obtained solely by machinery.

Strategi 1	*Løgenes udviklingstrin*	**Strategi 2**	*Løgenes udviklingstrin*	**Strategi 3**	*Løgenes udviklingstrin*
1. Flammebe-handling eller blindharvning	Lige før fremspiring	1.Flamme-handling eller blindharvning	Lige før fremspiring	1. Flamme-behandling	Lige før fremspiring
2. Vertikal børsterensning	6-8 cm høje	2. Radrensning tæt på rækken	4-6 cm høje	2. Flamme-behandling	Vimpelstadium
3. Vertikal børsterensning	8-10 cm høje	3. Håndlugning		3. Ukrudts-harvning	8-10 cm høje
4. Håndlugning		4. Radrensning tæt på rækken	8-10 cm høje	4. Håndlugning	
5. 1-2 Ukrudts-harvninger	Fra 10-12 cm høje	5. Håndlugning		5. 1-2 ukrudts-harvninger	Fra 10-12 cm høje
		6.1-2 ukrudts-harvninger	Fra 10-12 cm høje		
75-85 % bekæmpelseseffekt		65-75 % bekæmpelseseffekt		70-80 % bekæmpelseseffekt	

Diskussion

Selv om udplantning af grønsager fremfor såning fører til betydeligt færre ukrudtsproblemer, er det sjældent, at det er hensynet til ukrudtsbekæmpelsen, som er hovedargumentet for at plante. Her kommer andre faktorer ind som f.eks. ensartet høst, ønsket om levering på bestemte tidspunkter, højere udbytte, bedre kvalitet og muligheden for sygdomsregulering. Den væsentligste barriere for ikke at plante så meget som muligt er nok stadig udgifterne forbundet med tiltrækningsproceduren og selve udplantningen. En yderligere rationalisering af disse processer kan sandsynligvis motivere flere til at plante fremfor at så.

For de kulturer, som allerede plantes i dag, er der generelt et behov for at optimere den mekaniske bekæmpelse. I øjeblikket foregår bekæmpelsen kun ud fra et erfaringsmæssigt grundlag. Eksempelvis er det en almindelig opfattelse, at starttidspunktet og bekæmpelsesintensiteten alene skal tilpasses det antal afgrødeplanter, der rives op. Men som det fremgår af figur 2, kan der være en dårlig sammenhæng mellem oprivning og det endelige

salgbare udbytte. Derfor er der et behov for forskningsmæssigt at klarlægge sammenhængene mellem afgrødeskader og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i relation til væsentlige faktorer som: formen og størrelsen på småplanternes potte; selve planteteknikken; starttidspunktet efter plantning og intensiteten for den mekaniske bekæmpelse.

Ukrudtsbekæmpelsen i de såede kulturer er en betydelig økonomisk byrde for avlerne, og udgifterne til denne del af dyrkningen er med til at gøre de økologiske grønsager dyrere end de konventionelle. Både udgifterne og tidsforbruget til ukrudtsbekæmpelsen kan sandsynligvis være begrænsende for en større økologisk dyrkning lokalt, da det kan blive svært at skaffe den nødvendige arbejdskraft i lokalsamfundene. De bekæmpelsesstrategier, der er arbejdet med i forskningsmæssig sammenhæng, kan hjælpe en del, men de anvendes kun delvist eller i begrænset omfang i øjeblikket. Det kan bl.a. skyldes manglende kendskab til metoderne, men det kan også skyldes, at mange avlere er utrygge ved at anvende direkte mekanisk bekæmpelse i afgrøden pga. af risikoen for skader. Radrensning tæt på rækken, vertikal børsterensning og ukrudtsharvning på tidlige udviklingstrin af afgrøden er alle metoder, som kræver stor præcision og et vist erfaringsgrundlag.

Ganske vist er bekæmpelseseffekter på op til 80% i såløg og såporre relativt høje, men resten skal fjernes ved håndlugning, og tidsforbruget til det kan nemt løbe op i 50 -100 timer ha^{-1} ved større ukrudtstryk. Der er derfor stadig behov for at udvikle og forfine bekæmpelsesstrategier, som bygger på kendte metoder, samt behov for at søge efter nye og mere effektive teknikker til maskinel bekæmpelse af ukrudt i rækkerne.

På trods af den udbredte dyrkning af økologiske gulerødder her i landet er der ikke nationalt forsket i at forbedre ukrudtsbekæmpelsen i denne afgrøde. Resultater og erfaringer fra udlandet er også yderst sparsomme bortset fra (Fogelberg, 1998), som for nylig har afsluttet en række undersøgelser. Hans arbejde har bl.andt andet vist, at mekanisk bekæmpelse i rækken efter gulerøddernes fremspiring er mulig, fordi gulerødderne står langt bedre fast end de mest almindelige tokimbladede ukrudtsarter. Gulerødderne viser sig også at have god genvækstevne efter hård mekanisk bekæmpelse. Der er derfor basis for at foretage yderligere undersøgelser af mulighederne for at anvende forskellige mekaniske bekæmpelsesprincipper direkte i afgrøden både i relation til afgrødetolerance, ukrudtseffekt og strategisk anvendelse af metoderne. Gulerøddernes konkurrenceevne er et andet vigtigt aspekt, som i modsætning til såløg og –porre kan have en betydning for hæmningen af sent fremspiret ukrudt. Toppens størrelse og dermed konkurrenceevne er meget forskellig sorterne imellem. Meget tyder på, at det kun er nødvendigt at fjerne det ukrudt, som rager op over gulerodstoppen. Hvis det er tilfældet, kan den sene lugning måske erstattes af maskinel oprykning af højt ragende ukrudt. Under alle omstændigheder er det et aspekt, som er værd at undersøge nærmere.

Endelig skal det nævnes, at Danmarks JordbrugsForskning har arbejdet med et 2-årigt dyrkningsystem til ukrudtsregulering i rækkeafgrøder (Melander, 1996). Kort fortalt sigter systemet mod at udtømme det øverste jordlag for spiredygtige ukrudtsfrø gennem kultivering af jorden i afgrødefri bånd i korn (år 1). Året efter (år 2) dyrkes en rækkeafgrøde i båndene, uden at jorden har været pløjet mellem år 1 og år 2. Systemet rummer også nogle perspektiver

for gulerodsdyrkningen på let jord, som vil være relevante at undersøge i forskningsmæssig sammenhæng.

Sammendrag

Nærværende artikel beskriver de senere års erfaringer og resultater med bekæmpelse af ukrudt i rækken i økologiske frilandsgrønsager, som kendes fra praksis og fra de markforsøg, som i forskningsmæssigt regi er gennemført nationalt og i nærmeste udland.

Udplantning fremfor udsåning af grønsager fører almindeligvis til færre ukrudtsproblemer. Behovet for manuel lugning er betydeligt mindre, og det er i dag muligt at gennemføre mekanisk ukrudtsbekæmpelse med et rimeligt resultat i kulturer som kål og knoldselleri. I andre kulturer som f.eks. plantede porrer og løg kan udplantning kombineret med ukrudtsharvning også føre til et meget lille håndlugningsbehov, men erfaringsgrundlaget stadig er ret begrænset.

Ukrudtsbekæmpelsen i sådede kulturer - og her tænkes der primært på gulerødder, såløg og såporre - er særlig krævende og dyr, fordi de 3 arter har et stort bekæmpelsesbehov, og fordi meget af bekæmpelsen er baseret på tidskrævende håndlugning. Tidsforbruget til lugning ligger typisk på 100-400 timer ha^{-1} alt afhængig af ukrudtstrykket. I de senere år er der fra forskningsmæssig side arbejdet en del på at forbedre den maskinelle bekæmpelse af ukrudt i rækken i de 3 kulturer. De bedste resultater er opnået i såløg og såporre, hvor flammebehandling kombineret med mekanisk ukrudtsbekæmpelse har kunnet reducere lugetiden med 70-80%. Det er relativt høje reduktioner, men resten af ukrudtet skal stadig fjernes ved håndlugning, og tidsforbruget til det kan nemt løbe op i 50-100 timer ha^{-1} ved større ukrudtstryk. Der er derfor stadig behov for at udvikle og forfine bekæmpelsesstrategier, som bygger på kendte metoder, samt behov for at søge efter nye og mere effektive teknikker til maskinel bekæmpelse af ukrudt i rækkerne.

Litteratur

Anonym 1995. Mekanisk ogräsbekämpning i raden med olika redskap. I: Försöksverksamhet i Sockerbetor 1995, 26:1-26:8. SockerNäringens SamarbetsKommitté, Arlöv, Sverige.

Anonym 1996. Radrensning med skrappinnar och borstar. I: Försöksverksamhet i Sockerbetor 1996, 26:1-26:6. SockerNäringens SamarbetsKommitté, Arlöv, Sverige.

Ascard, J. 1990. Weed control in ecological vegetable farming. In A. Granstedt (ed.), Proceedings of the Ecological Agriculture, Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Scandinavia, Seminar, 166, 178-184.

Ascard, J. & Mattsson, B. 1994. Inter row cultivation in weed-free carrots: the effects on yield of hoeing and brush weeding. Biological Agriculture and Horticulture, 10, 161-173.

Baumann, D.T., Potter, C.A. & Müller-Schärer, H. 1993. Zeitbezogene Schadensschwellen bei der Integrierten Unkrautbekämpfung im Freilandgemüsebau. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig, 807-813.

Dierauer, H.U. & Stöppler-Zimmer, H. 1994. Unkrautregulierung ohne Chemie: pp. 134. E.U. verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Dierauer, H.U., Peter M., Lichtenhahn, M. & Baumann, D. 1997. Unkrautregulierung im Biogemüsebau. Merkblatt 1. Auflage Dezember 1997, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Schweiz, 8 pp.

Fogelberg, F. 1998. Physical Weed Control – Intra-row Brush Weeding and Photocontrol in Carrots (*Daucus carota* L.). Dissertation, Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, pp. 40.

*Hagelskjær, L. & Korsgaard, M.*1992. Økologisk gulerodsdyrkning. NJF-Utredning/Rapport nr. 84, pp 4.

Kristensen, E.F. & Jørgensen, M.H. 1998. Udplantning af roer. Forskningsnytt om økologisk landbruk i Norden, Nr. 1, januar 1998, 6-7.

Mattsson, B., Nylander, C. & Ascard, J. 1990. Comparison of seven inter-row weeders. Veröff.Bundesanst. Agrarbiol. Linz/Donau 20, 91-107.

Melande,r B. 1996. First experiences with a 2-year growing system using non-inversion tillage for in-row weed control in row crops. Proceedings EU-Concerted Action - No-Tillage - Workshop III, 61-67.

Melander, B. 1997. Optimization of the Adjustment of a Vertical Axis Rotary Brush Weeder for Intra-Row Weed Control in Row Crops. Journal of Agricultural Engeneering Research, 68, 39-50.

Melander, B. 1998a. Anvendelse af falsk såbed, blindharvning og flammebehandling i højværdiafgrøder. 15. Danske Planteværnskonference / Ukrudt, 191-201.

Melander, B. 1998b. Interactions between Soil Cultivation in Darkness, Flaming, and Brush Weeding When Used for In-Row Weed Control in Vegetables. Biological Agriculture and Horticulture, 16 (1), 1-14.

Melander, B. & Hartvig, P. 1995. Weed harrowing in seeded onions. 9th EWRS Symposium Budapest 1995, "Challenges for Weed Science in a Changing Europe", 543-549.

Melande,r B. & Hartvig, P. 1997. Yield responses of weed-free seeded onions [*Allium cepa* (L.)] to hoeing close to the row. Crop Protection, 16 (7), 687-691.

Nielsen,V. & Larsen, E.K. 1991. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i økologisk jordbrug. I. Litteraturstudier. Kortlægning. Foreløbige resultater. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Danmark. Orien-tering, 73.

Rasmussen, J. & Ascard, J. 1995. Weed Control in Organic Farming Systems. In: *Ecology and Integrated Farming Systems.* Edited by D.M. Glen, Greaves M.P. & Anderson H.M: 49-67. Wiley Publishers, UK.

Plantedirektoratet 1995. Autorisation og produktion på økologiske jordbrug 1993 og 1994.

Plantedirektoratet 1998. Økologiske jordbrugsbedrifter 1997, Autorisation og Produktion.

*Weber, H.*1997. Geräte- und verfahrentechnische Optimierung der mechanischen Unkrautregu-lierung in Beetkulturen. Dissertation, Institut für Landtechnik der Technischen Universität Mün-chen, Germany, 201 pp.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner

Mechanical weed control in lupin

Rikke Klith Jensen og Bo Melander
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Nis Høyer Callesen, stud. agro.
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Institut for Jordbrugsvidenskab
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C

Summary

Three factorial trials were carried out in 1997 and 1998 using mechanical weed control in yellow lupin *(Lupinus luteus)* and narrow leaved lupin *(Lupinus angustifolius)*. The purpose was to examine the tolerance of lupin against increasing harrow intensity and to examine effects on weeds by using different mechanical weed control strategies.

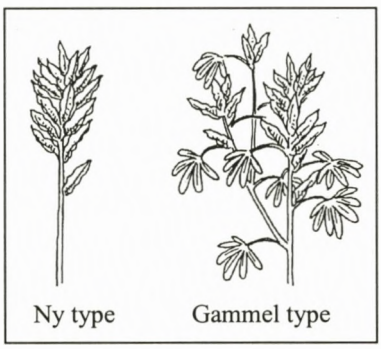
The trials proved that lupin, irrespective of the developmental stage, was very tolerant to intense weed harrowing. A crop soil cover as much as 80% did not cause any significant yield losses. Also repeated mechanical treatments with either a weed harrow, a conventional hoe or combinations of both did not cause significant yield losses although weed harrowing reduced lupin plant number. Increased harrowing intensity resulted in an increasing weed control effect. Also repeated mechanical treatments gave good weed control and especially the combination of hoeing and weed harrowing, turned out to be a very effective weed control strategy.

The narrow leaved lupin did not compete well against high weed pressure due to the low ramification of the lupin, and controlling the weeds resulted in a yield increase. In contrast, the yellow lupin compete well against weeds, as a result of the heavy ramification of the lupin, but the yield from the yellow lupin was very low and the late ripening time was very problematic. Due to the high yield from the narrow leaved lupin and the early ripening, the narrow leaved lupin will be the most interesting species to grow in the future.

Indledning

Lupiner er en proteinafgrøde, der hidtil ikke har været særlig anvendt. Dette skyldes dels et højt alkaloidindhold, der vanskeliggjorde brugen af lupinfrø til foder og dels en stor forgrening, der under danske klimaforhold forhindrer planten i at afmodne inden 1. oktober.

Med tiden er alkaloidindholdet i både de gule, blå og hvide lupiner bortforædlet, men først nu er der kommet nye lupinsorter frem, der samtidigt med et lavt alkaloidindhold også har en determineret vækst (figur 1). Lupinplanten har dermed en begrænset sideskudsdannelse, der gør, at planten stort set kun sætter bælge på hovedskuddet, og væksten stopper derfor hurtigere end ved de gamle lupinsorter. Specielt er nye sorter inden for de blå lupiner kærkommen, idet de blomstrer ca. 1 måned før de gule lupiner og har en tidligere afmodning. Dyrkningssikre nye lupinsorter med både et lavt alkaloidindhold og en determineret vækst gør i dag dyrkning af lupiner til modenhed mere interessant end nogensinde før. Ikke mindst for de økologiske landbrug, der er afhængige af økologisk dyrket proteinfoder og et sædskifte med kvælstoffikserende planter.



Figur 1. Nye og gamle lupintypers forgrening (tegning Morten Telling). Ramifications of new and old types of lupin.

På økologiske bedrifter er det af stor interesse at have mulighed for at kunne bekæmpe ukrudt i så mange afgrøder som muligt. Erfaringer med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i bælgsæd til modenhed er imidlertid ret begrænsede, og for lupinernes vedkommende findes der ingen resultater i litteraturen. I de andre bælgsædsarter, hestebønner og ærter, er der dog enkelte gode forsøg. Schweiziske forsøg med radrensning og ukrudtsharvning i hestebønner har vist, at der kan opnås en god ukrudtsbekæmpelse (Irla, 1995), og tilsvarende er der i ærter opnået gode resultater med tidlige ukrudtsharvninger før og lige efter ærternes fremspiring (Rasmussen, 1993).

Formålet med denne artikel er at redegøre for lupiners reaktion på ukrudtsharvning ved stigende harveintensitet samt at belyse mulighederne for at gennemføre mekaniske bekæmpelsesstrategier mod ukrudt i lupiner.

Materiale og metoder

På Forskningscenter Flakkebjerg blev der i 1997 og 1998 udført 3 markforsøg med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner. I 1997 blev der udført et toleranceforsøg (forsøg 1), der senere blev gentaget i 1998 (forsøg 2), og i 1998 blev der desuden udført et strategiforsøg (forsøg 3). Lupinfrøene blev inokuleret med rhizobium før såning, og der blev i alle forsøg tilstræbt et plantetal på 125 pr. kvadratmeter. Forsøgene var alle faktorielle forsøg med fire blokke og parcelstørrelsen 2,5 x 14 meter.

For at få et udtryk for eventuelle skader på afgrøden som følge af mekanisk ukrudtsbekæmpelse, blev alle parceller i de 3 forsøg håndluget for ukrudt i faste "delparceller" for at udelukke effekter, som skyldes konkurrence fra ukrudt. Lupinplanterne fra "delparcellerne" blev håndhøstet ved modenhed i 1 m^2 flader, og udbyttet blev opgjort. I resten af parcellerne blev ukrudtets tørstofproduktion opgjort i slutningen af juni, hvor der i alle parceller blev høstet ukrudt i 4 x 0,25 m^2 flader. Lupinerne blev samtidig talt i alle parceller i 4 x 1 meter række. Lupinerne i "storparcellerne" blev parcelhøstet med mejetærsker til modenhed, og frøudbyttet blev opgjort.

Forsøg 1 og 2

I toleranceforsøgene indgik udviklingstrin og harveintensitet som faktorer, mens rækkeafstand indgik som en ekstra faktor i 1997. Behandlingerne i de 2 toleranceforsøg blev udført med en Einböck ukrudtsharve, og i tabel 1 er lupinernes udviklingstrin på behandlingstidspunkterne og de tilstræbte behandlingsintensiteter angivet.

Tabel 1. Oversigt over forsøgsbehandlingerne i forsøg 1 og 2. Treatments in experiment 1 and 2. Kimbladstadium=cotyledons and løvblade=leaves.

	Forsøg 1 (1997)	Forsøg 2 (1998)
Sort	**Radames (gul lupin)**	**E101 (blå lupin)**
Species	*Lupinus luteus*	*Lupinus angustifolius*
Såtidspunkt	**d. 10/4-97**	**d. 23/4-98**
Sowing time		
Faktor (Factor)		
Rækkeafstand	**1) 12 cm**	**1) 24 cm**
Rowdistance	**2) 36 cm**	
Harvetidspunkt og	**1) d. 9/5-97, kimbladstadium**	**1) d.9/5-98,kimbladstadium**
plantens udviklingstrin	**2) d.16/5-97, 3-4 løvblade**	**2) d.14/5-98, 3-4 løvblade**
Time of treatment and	**3) d.25/5-97, 7-8 løvblade**	**3) d.20/5-98, 7-8 løvblade**
growth stages of lupin		
Harveintensitet	**1) Ubehandlet**	**1) Ubehandlet**
Crop soil cover	**2) 5-10% dækning**	**2) 20-30% dækning**
	3) 20-30% dækning	**3) 50-60% dækning**
	4) 50-60% dækning	**4) 80-100% dækning**
	5) 80-100% dækning	

De forskellige behandlingsintensiteter blev udtrykt som den procentuelle dækning af lupinplanterne med jord, også kaldet afgrødetildækning, som tidligere er blevet defineret af (Rasmussen, 1991) til beskrivelse af afgrødeskader og bekæmpelseseffekter for ukrudtsharvning i korn. De forskellige afgrødetildækninger blev opnået ved at ændre på fremkørselshastigheden og antallet af træk. Eksempelvis førte 3 træk og høj kørehastighed til de største afgrødetildækninger og dermed behandlingsintensiteter. Afgrødetildækningen blev visuelt vurderet, og vegetationsindekset (RVI) blev målt med telemåler til senere analyse. RVI er et mål for afgrødens aktuelle lysoptagelse (Christensen, 1992).

Forsøg 3

I strategiforsøget indgik dels lupinart (henholdsvis gul og blå) og dels behandlingsstrategi som faktorer. Lupinerne blev sået d. 23/4-98 på 24 cm rækkeafstand. Behandlingsstrategierne blev sammensat således, at behandlingerne enten bestod af radrensninger, ukrudtsharvninger eller en kombination af begge metoder. Behandlingsstrategiernes sammensætning og behandlingsdatoer er angivet i tabel 2, hvor det ses, at behandling 6 adskiller sig fra behandling 4, ved at radrensning og ukrudtsharvning blev kombineret i samme behandling på samme dag. Lupinernes udviklingsstadium samt kørehastighed på behandlingsdatoerne er anført i tabel 3.

Tabel 2. Oversigt over behandlingsstrategier i forsøg 3. Strategies of mechanical weed control in experiment 3. Alm. harvning=harrowing and radrens =hoeing.

Dato	Beh.1	Beh. 2	Beh. 3	Beh. 4	Beh. 5	Beh. 6
d. 5/5-98	Ubehandlet	Tidl. harv	Tidl. harv	Tidl. harv	Ingen beh.	Tidl. harv
d.13/5-98	Ubehandlet	Alm. harv	Alm. harv	Alm. harv	Radrens	Radrens+harv.
d.20/5-98	Ubehandlet	Ingen beh.	Alm. harv	Ingen beh.	Radrens	Ingen beh.
d.30/5-98	Ubehandlet	Sen harv	Sen harv	Radrens	Radrens	Radrens

Tabel 3. Udviklingsstadier og kørehastigheder på behandlingsdatoerne i forsøg 3. The developmental growth stages of lupin and driving speed at the times of treatment in experiment 3. Gul lupin= *Lupinus luteus* and Blå lupin= *Lupinus angustifolius*.

Behandlingsdato	Gul lupin	Blå lupin
d. 5/5-98	Kimbladstadium	2 løvblad
d. 13/5-98	2 løvblade, 4 cm høje	4 løvblade, 8 cm høje
d. 20/5-98	4 løvblade	6 løvblade
d. 30/5-98	6 løvblade	10 løvblade

	Ukrudtsharve	Radrenser
d. 5/5-98	6.5 km/t	Ingen behandling
d. 13/5-98	6.5 km/t	3.0 km/t
d. 20/5-98	5.0 km/t	3.0 km/t
d. 30/5-98	6.0 km/t	4.0 km/t

Behandlingerne blev dels udført med en Einböck ukrudtsharve og dels med en Schmotzler radrenser, og både harvens og radrenserens kørehastighed var den samme i både de gule og de blå lupiner.

De gule lupiner afmodnede ikke inden den 1. oktober i 1998, og lupinerne blev derfor tærsket inden afmodning, og frøene blev tørret.

Databehandling

Forsøg 1 og 2

Ved hvert behandlingstidspunkt blev vegetationsindekset målt med telemåler. Vegetationsindekset blev korrigeret for jordreflektionen ved at fratrække vegetationsindekset fra bar jord, og afgrødetildækningen blev beregnet som forholdet mellem vegetationsindekset i behandlede og ubehandlede parceller jævnfør (Rasmussen *et al.*, 1997).

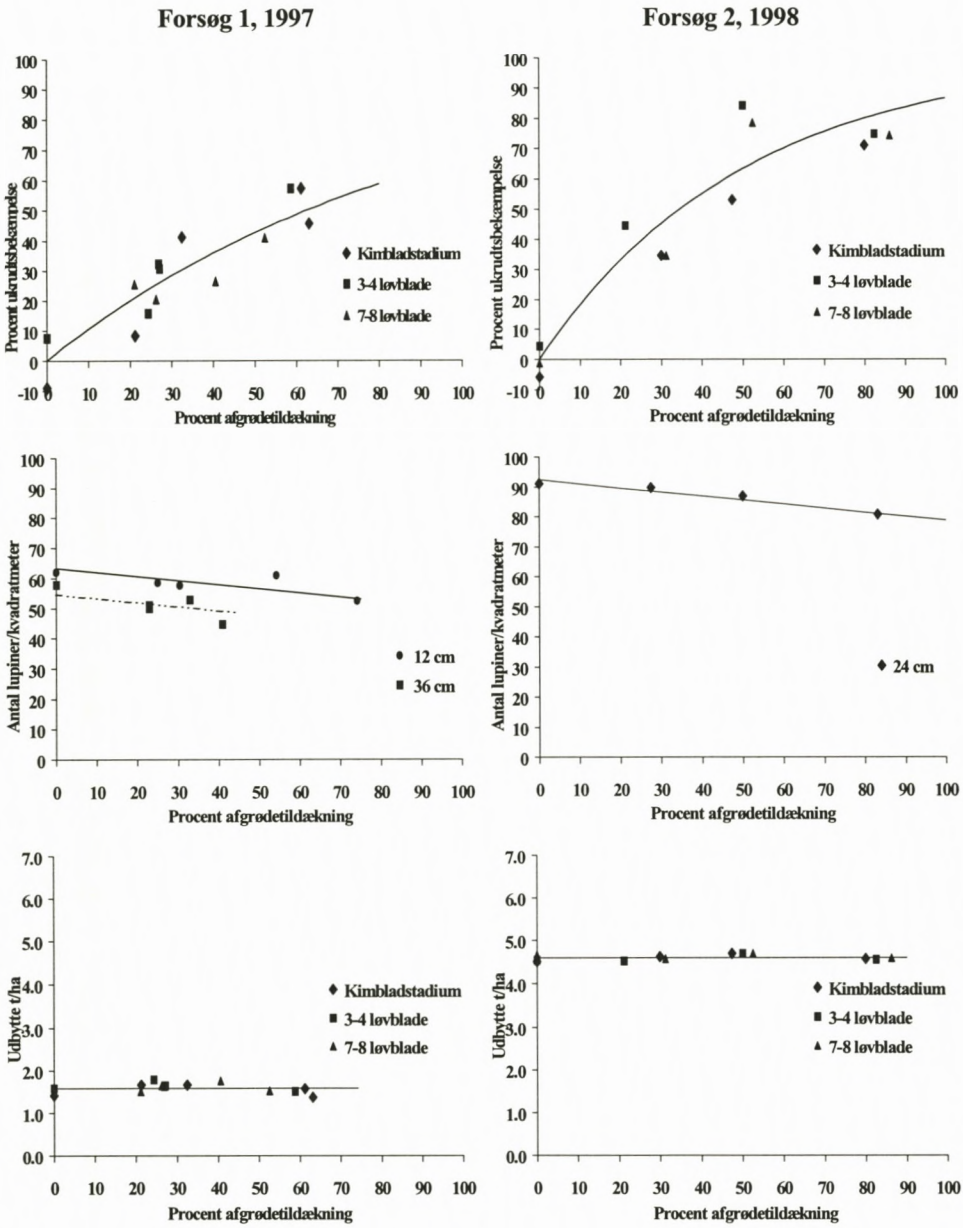
I forsøg 1 og 2 blev afgrødetildækningen både målt med telemåler og vurderet ved karaktergivning. Fordelen ved at bruge telemåler til bestemmelse af afgrødetildækning er, at det er en objektiv metode fremfor den visuelle karaktergivning, der med en subjektiv vurdering ikke giver reproducerbare værdier. Omvendt er telemåleren ikke istand til at kende forskel på ukrudt og afgrøde, hvilket gør begge metoder problematiske (Rasmussen *et al.*, 1997). Trods dette viste det sig, at afgrødetildækningen målt med telemåler gav en lineær sammenhæng med den visuelle karaktergivning, og opgørelsen af forsøgsresultaterne viste, at konklusionerne var upåvirket af, om der i analysen blev anvendt telemåling eller karaktergivning. Den visuelle karaktergivning blev dog valgt, da denne variabel gav en lidt bedre beskrivelse af data end telemålingen.

Bekæmpelseseffekterne blev beregnet som reduktion i ukrudtsbiomassen i forhold til behandlet. Sammenhængen mellem afgrødetildækning og bekæmpelseseffekter med ukrudt blev beskrevet ved hjælp af en eksponentiel funktion. Først blev en fuld model opstillet, hvor modellens parametre var gjort afhængig af klassevariablernes rækkeafstand (forsøg 1) og udviklingstrin (forsøg 1 og 2). Derefter blev klassevariablernes betydning for sammenhængen testet ved modelreduktion på basis af F-test. Eksempelvis er kun en kurve vist for sammenhængen mellem afgrødetildækning og bekæmpelseseffekt i figur 2, da der ingen statistisk forskel var på bekæmpelseseffekterne mellem de 2 rækkeafstande (forsøg 1) og de 3 udviklingsstadier (forsøg 1 og 2).

Både sammenhængen mellem afgrødetildækning og lupin planter pr. m^2 og sammenhængen mellem afgrødetildækning og udbytte/ha er beskrevet ved en lineær funktion i figur 2. Antallet af kurver er vist efter samme princip som for sammenhængen mellem afgrødetildækning og bekæmpelseseffekt.

Forsøg 3

I forsøg 3 blev data analyseret ved hjælp af GLM-proceduren i SAS, og sammenligninger mellem behandlinger blev foretaget ved hjælp af CONTRAST-faciliteten under GLM.



Figur 2. Sammenhæng mellem afgrødetildækning og bekæmpelseseffekt, antal lupiner pr. m^2 samt udbytte i gul og blå lupin i henholdsvis 1997 og 1998. Relationship between crop soil cover (%) and weed control (%), plants/m^2 and yield t/ha in experiment 1 and 2.

Resultater

Ukrudtseffekter i forsøg 1 og 2

Ukrudtseffekterne i forsøg 1 og 2 kan ikke direkte sammenlignes, dels på grund af årseffekten, og dels at der er brugt 2 forskellige lupinarter i de 2 forsøgsår. I forsøg 1 var der en ukrudtsbiomasse på ca. 100 g/m^2 i de ubehandlede parceller, mens der i forsøg 2 var en ukrudtsbiomasse på ca. 40 g/m^2.

Figur 2 viser en tydelig sammenhæng mellem afgrødetildækning og bekæmpelseseffekt i 1997 og 1998. Bekæmpelseseffekten var uafhængig af rækkeafstanden (forsøg 1) og lupinens udviklingstrin (forsøg 1 og 2) på behandlingstidspunktet. En tildækning af lupinplanterne på 60% gav en ukrudtsbekæmpelse på 50% i de gule lupiner (1997), hvorimod samme tildækning i de blå lupiner (1998) gav en bekæmpelseseffekt på 70%. Denne forskel skyldes først og fremmest en årseffekt, men en anden grund kan være, at de blå lupiners evne til at strække sig på et tidligt tidspunkt betød, at 60% afgrødetildækning krævede en forholdsvis kraftigere ukrudtsharvning i de blå lupiner, end det var tilfældet i de gule lupiner.

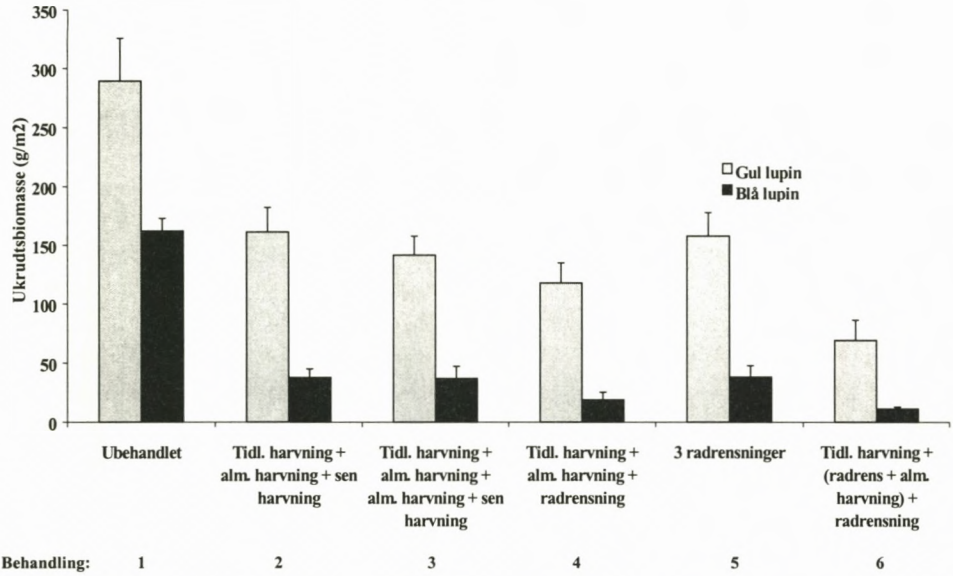
Lupinernes tolerance i forsøg 1 og 2

Stigende harveintensitet reducerede antallet af lupinplanter i begge forsøgsår. Uanset rækkeafstand og lupinart var plantereduktionen den samme ved stigende afgrødetildækning. Sammenhængen mellem afgrødetildækning og lupinudbyttet i "storparcellerne" er vist i figur 2, hvor det kan ses, at stigende afgrødetildækning ikke gav nogen udbytteforskel. Det samme var gældende for udbyttet i de håndhøstede ukrudtsfrie "delparceller". Dette indikerer, at både gule og blå lupiner har en meget høj tolerance over for selv meget kraftige harveintensiteter.

Ukrudtseffekter i forsøg 3

Figur 3 viser behandlingsstrategiernes bekæmpelse af ukrudt i de gule og blå lupiner. Det ses, at ukrudtsmængden i de ubehandlede parceller var signifikant højere i de gule lupiner end i de blå. Dette skyldes de gule lupiners langsomme og manglende fremspiring, der gav en åben afgrøde, der fremmede ukrudtets etablering i parceller med gule lupiner. Men både i de gule og de blå lupiner var der signifikant ukrudtseffekt som følge af de forskellige behandlingsstrategier, hvor kombineret radrensning og ukrudtsharvning (behandling 6) i begge lupinarter gav den bedste ukrudtseffekt på henholdsvis 76% bekæmpelse i de gule og 93% bekæmpelse i de blå lupiner.

Sammenligningen mellem behandlingsstrategier på basis af kontrastanalysen viste, at der ingen signifikant forskel var på ukrudtseffekterne, om der alene blev brugt ukrudtsharvninger (behandling 2 og 3) eller kun radrensning (behandling 5). Kun ved at kombinere ukrudtsharvning og radrensning fandtes der en signifikant bedre ukrudtseffekt end ved udelukkende at benytte ukrudtsharvninger eller radrensninger alene. Kombinationsstrategien, hvor ukrudtsharve og radrensning blev benyttet i samme behandling den samme dag (behandling 6), havde den bedste ukrudtseffekt af alle strategier.



Figur 3. Ukrudtsbiomasse (g/m^2) som følge af forskellige behandlingsstrategier for gule og blå lupiner i forsøg 3. Markørerne angiver standardfejlene omkring middelværdierne. Results of mechanical weed control strategies in weed biomass (g/m^2) in experiment 3 in yellow and blue lupins. Vertical bars are standard errors of the means.

Lupinernes tolerance i forsøg 3

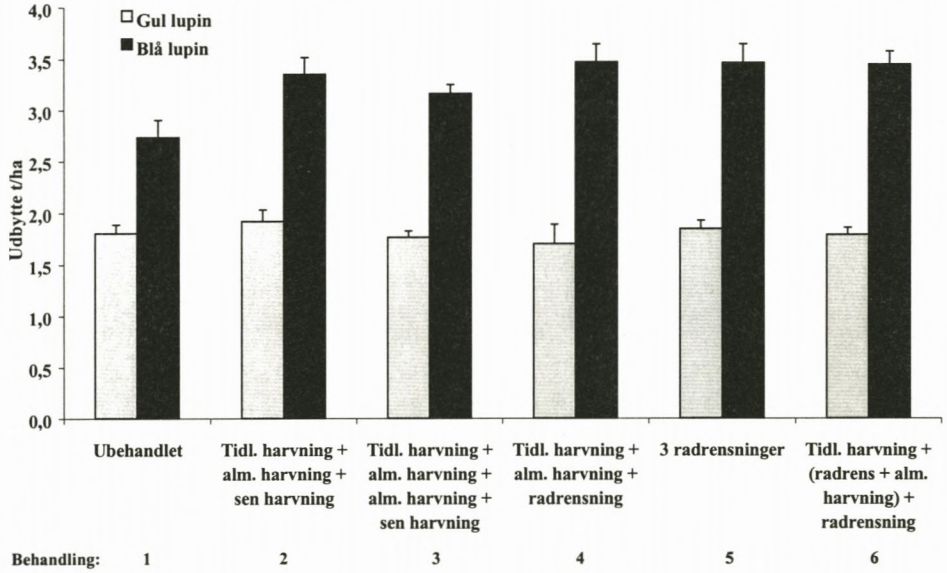
Kun hvor ukrudtsharvning indgik i strategien, blev planteantallet af lupiner reduceret. Her var plantereduktionen ved ukrudtsharvning 16% i de gule lupiner mod 21% i de blå lupiner.

Trods den kraftige reduktion af lupinplanter ved strategier med ukrudtsharvninger, var der uanset behandlingsstrategi, ingen forskel i udbyttet i de ukrudtsfrie "delparceller". Det, at udbyttet i de ukrudtsfrie "delparceller" ikke var forskellig, indikerer, at lupinerne var meget tolerante over for behandlingsstrategierne, og at der ikke fandtes nogen afgrødeskade.

Frøudbyttet i storparcellerne efter forskellige strategibehandlinger mod ukrudt er vist i figur 4. Det ses, at udbyttet var større i de blå lupiner end i de gule lupiner, og at der kun fandtes et merudbytte i de blå lupiner ved at bekæmpe ukrudtet. Selv om der i de gule lupiner fandtes et meget stort ukrudtstryk og et lavt plantetal pr. m^2, gav de gule lupiner overraskende ikke nogen forskel i frøudbyttet ved ukrudtsbekæmpelse uanset, hvilken strategibehandling der blev benyttet.

Diskussion

Det lykkedes hverken i forsøg 1, 2 eller 3 at skade lupinerne ved de ukrudtsbehandlinger, der blev foretaget. Der fandtes ingen afgrødeskader ved 80% afgrødetildækning, og gentagne mekaniske behandlinger gav heller ikke anledning til nogen afgrødeskade. Lupinerne er måske på grund af sin kraftige pælerod i stand til at vokse videre trods jordtildækningen og dermed overvinde en kort periode med begrænset lystilgang. I andre afgrøder kan en kraftig



Figur 4. Frøudbyttet i gule og blå lupiner efter forskellige strategibehandlinger mod ukrudt i forsøg 3. Markørerne angiver standardfejlene omkring middelværdierne. Yield in t/ha after strategies of mechanical weed control in experiment 3. Vertical bars are standard errors of the means.

ukrudtsharvning eller anden mekanisk bekæmpelse som f.eks. børsterensning på afgrødens meget tidlige stadium ofte medføre betydelige afgrødeskader (Rasmussen, 1991; Melander, 1997). Muligheden for mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner enten ved hjælp af ukrudtsharvning, radrensning eller kombinationer af begge metoder ser derfor meget lovende ud, idet lupiner på alle udviklingstrin er meget tolerante over for afgrødetildækning. Til forskel fra ærter er det i lupiner muligt at lave en effektiv ukrudtsbekæmpelse på lupinernes sene udviklingsstadium uden at skade lupinerne. En kombinationsbehandling med ukrudtsharvning og radrensning på lupinernes meget tidlige stadium har vist sig at have den bedste ukrudtseffekt, da ukrudt er nemmere at bekæmpe, mens det er småt.

Lupinerne har med sin lange vækstperiode mulighed for at kompensere udbyttemæssigt ved ukrudtsbehandlinger, der har reducerende effekt på antallet af lupiner, men det kan dog ikke afvises, at en kraftig plantereduktion i nogle år vil have en negativ effekt på udbyttet.

De gule lupiner har med sin forgrening både en stor konkurrenceevne mod ukrudt og en evne til at kompensere udbyttemæssigt ved lave plantetal. De blå lupiner har derimod en mindre konkurrenceevne mod ukrudt, og bekæmpelsesstrategien skal derfor baseres på, at ukrudtsbekæmpelsen kan udføres med en radrenser eventuelt kombineret med en ukrudtsharvning på lupinens tidlige udviklingsstadie. Kun ved et lavt ukrudtstryk kan det være en fordel udelukkende at anvende ukrudtsharven, der modsat radrenseren har en større kapacitet.

Den blå lupin har med sit høje udbytte, tidlige afmodning og hurtige vækst de største muligheder for i fremtiden at blive dyrket til modenhed under danske klimaforhold. De blå lupiners determinerede vækst betyder, at lupinerne ikke konkurrerer særlig godt mod ukrudt, hvilket nødvendiggør en effektiv ukrudtsbekæmpelse. Det vil derfor i fremtidige forsøg være interessant at undersøge lupiners tolerance over for gentagne tildækninger af varierende grad på forskellige udviklingstrin samt udvikle endnu mere effektive strategibehandlinger udfra lupiners tolerance over for disse behandlinger.

Sammendrag

3 faktorielle forsøg blev udført i 1997 og 1998 med mekanisk ukrudtsbekæmpelse i lupiner. Formålet var at undersøge lupiners tolerance over for stigende harveintensitet og at undersøge ukrudtseffekter ved forskellige mekaniske bekæmpelsesstrategier.

Forsøgene viste, at lupinerne uanset udviklingstrin var meget tolerante over for kraftige ukrudtsharvninger, hvor en afgrødetildækning på 80% ikke gav nogen afgrødeskade. Gentagne mekaniske behandlinger med enten ukrudtsharve, radrenser eller kombinationer af begge metoder gav heller ingen udbytteforskel trods det, at behandlinger med ukrudtsharve reducerede antallet af lupiner. Stigende harveintensitet gav en stigende bekæmpelseseffekt, og ved gentagne mekaniske behandlinger viste det sig, at en kraftig behandling med en kombineret radrensning og ukrudtsharvning på lupinens 3-4 bladstadie efterfulgt af en senere radrensning på lupinens 7-8 bladstadie havde den bedste ukrudtseffekt.

Ved et højt ukrudtstryk konkurrerer de blå lupiner dårligt mod ukrudt på grund af lupinernes lave forgrening, og der fandtes et merudbytte ved at foretage ukrudtsbekæmpelse. De gule lupiner konkurrerer derimod godt mod ukrudt som følge af deres kraftige forgrening, men udbyttet i gule lupiner var meget lavt, og lupinernes sene afmodningstidspunkt var meget problematisk. På grund af de blå lupiners høje udbytte og tidlige afmodning, vil de blå lupiner være mest interessante at dyrke i fremtiden.

Litteratur

Christensen, S. 1992. Non-destructive assessment of growth parameters in spring barley. Eur. J. Agron. 1(3), 187-193.

Irla, E. 1995. Anbautechnik und Unkrautregulierung bei Ackerbohnen. FAT-Berichte nr. 460.

Melander, B. 1997. Optimization of the Adjustment of a Vertical Axis Rotary Brush Weeder for Intra-Row Weed Control in Row Crops. J. Agric. Eng. Res. 68, 39-50.

Rasmussen, J. 1991. A model for prediction of yield response in weed harrowing. Weed Research 31: 401-409.

Rasmussen, J. 1993. Experimental approaches to mechanical weed control in field peas. IXéme Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes.

Rasmussen, J. og Svenningsen, T. 1995. Selective weed harrowing for mechanical weed control in cereals. Biological Agricultural and Horticultural 12: 29-46.

Rasmussen, J.; Lund, I. & Petersen, H. 1997. Hvilken langfingerharve er bedst i korn? Den 14. Danske Planteværnskonference nr. 7, 203-213.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Sygdomsresistens i korn: status og muligheder

Disease resistance in cereals: present state and possibilities

Lisa Munk
Institut for Plantebiologi
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C

Hanne Østergård
Afdeling for Plantebiologi og Biogeokemi
Forskningscenter Risø
DK-4000 Roskilde

Jon B. Pedersen
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Birger Eriksen
Sejet Planteforædling
Nørremarksvej 67
Sejet
DK-8700 Horsens

Mogens S. Hovmøller
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Variety trials conducted by The Danish Agricultural Advisory Centre 1995-98 and unsprayed 'Observation plots' for disease assessments 1995-98 were used to calculate average grain yield and level of resistance of spring barley and winter wheat varieties. In spring barley, the average net yield of the five most resistant varieties was 2 hkg/ha less than the net yield of the five highest yielding varieties. In unsprayed, the average yield of the two groups of varieties were the same,

indicating that, in general, fungicide spraying has not been profitable. In some years like 1998, the resistance level was not adequate for preventing significant losses due to disease. None of the winter wheat varieties on the market combine efficient resistance to the important diseases: yellow rust, powdery mildew and Septoria leaf blotch. Especially lack of resistance to leaf blotch has caused significant yield reductions both in the group of most resistant varieties and in the group of the highest yielding varieties. In 1998, the net yield increase due to fungicide spraying was 10-12 hkg/ha. In conclusion, it will be possible to continue to increase the resistance level of spring barley and winter wheat to important diseases and thereby reducing the losses due to disease.

Indledning

Siden 60'erne har resistensforædling i korn mod vigtige sygdomme været højt prioriteret, og i dag er der resistens i alle de dyrkede sorter mod en eller flere af de økonomisk betydende sygdomme. Der skelnes mellem to typer resistens: race-specifik og uspecifik eller partiel resistens. Dyrkes en sort med specifik resistens på store arealer, vil der som regel ske en opformering af svampetyper, der er i stand til at vokse på den pågældende sort og efter nogle års dyrkning af sorten er dens resistens ikke effektiv mere. Partiel resistens, der ikke giver fuldstændig beskyttelse af værtplanten, udøver ikke samme kraftige selektion overfor svampepopulationen, og forbliver derfor holdbar over en længere årrække. Forædleren er i et stadigt kapløb med de sygdomsfremkaldende svampe, og det kræver en langvarig, kontinuerlig og intensiv indsats at følge med. Dertil kommer, at en ny dyrkningsværdig sort, udover resistens og selvfølgelig et højt udbytte, også skal besidde en række andre egenskaber, eksempelvis stråstivhed, gode kvalitetsegenskaber og overvintringsevne, egenskaber der ofte er betingede af mange gener.

I begyndelsen af 1998 anmodede Jorddyrkningsudvalget (*underudvalg under det af miljøministeren nedsatte pesticidudvalg med S. Bichel som formand*) forfatterne om at udarbejde en rapport vedrørende eksisterende viden om mulighederne for at forebygge sygdomsangreb i landbrugsafgrøder ved brug af resistente sorter. Dette indlæg dokumenterer rapportens resultater med hensyn til resistens og udbytteforhold i vårbyg og vinterhvede baseret på årene 1995-1997. I denne artikel er der tillige inddraget tal fra 1998, et år med højt sygdomstryk og nye effektive svampemidler på markedet.

Formålet med nærværende indlæg er at beskrive det nuværende resistensniveau overfor betydende sygdomme i vårbyg og vinterhvede og belyse eventuelle omkostninger og gevinster ved prioritering af resistens over udbytte ved valg af sort indenfor det nuværende sortsmateriale og med den nuværende dyrkningspraksis. Endelig diskuteres potentialet for brug af resistente kornsorter overfor bladpatogener indenfor de næste 10 år.

Materiale og metode

Med udgangspunkt i det sorts- og forædlingsmateriale, der har været i afprøvning i Landskontorets forsøg i perioden fra 1995 til 1998 (Pedersen, 1995, 1996, 1997, 1998), er der foretaget en analyse af kerneudbytter og sygdomsforekomst i vårbyg og vinterhvede. Sortsmaterialet har indgået i ikke-fungicidbehandlede 'Observationsparceller' (Anonym 1995, 1996, 1997, 1998), hvor de naturligt forekommende bladsygdomme er registreret, samt i

udbytteforsøg med både fungicidbehandlede og ikke-fungicidbehandlede led og med en sortsblanding som udbyttereference. Beregningerne er kun baseret på sorter, der indgik i både udbytteforsøg og Observationsparceller i de år, der har dannet grundlag for de enkelte sammenligninger. Med hensyn til sygdomsbedømmelserne 1995-97 er der kun medtaget data fra lokaliteter, hvor mindst én sort havde 25% bladdækning eller derover for en given sygdom. Sygdomsregistreringen for en given sort er angivet som det maximale angreb, der blev registreret for den pågældende sort i den periode, der indgår i beregningerne. For at få et mål for en sorts resistens mod alle sygdomme er en sorts maximale angreb vægtet. For vårbyg indgår meldug med vægten 2 og de øvrige sygdomme med vægten 1. For vinterhvede er der foretaget følgende vægtning: meldug 2, gulrust 3 og gråplet (brunplet) 2. Sygdomsbedømmelserne for 1998 er angivet som gennemsnitligt angreb i % bladdækning.

Til sammenligningerne af udbytter er der indenfor hver afgrøde og hver sammenligning udvalgt 5 sorter med det højeste udbytteniveau i fungicidbehandlede led, og 5 sorter med det højeste niveau af resistens mod de betragtede bladsygdomme. Nogle sygdomme forekom kun i mindre omfang i perioden 1995-98, hvilket vil sige at en bedømmelse på 0 ikke nødvendigvis er udtryk for et højt niveau af genetisk betinget resistens. De registrerede bladsygdomme i vårbyg er bygmeldug (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*), bygrust (*Puccinia hordei*), skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) og bygbladplet (*Pyrenophora teres*) og i vinterhvede: hvedemeldug (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*), gulrust (*Puccinia striiformis*), gråplet (*Mycosphaerella graminicola*) og brunplet (*Phaeosphaeria nodorum).*

Resultater

Vårbyg

I dag har vårbyg generelt et højt niveau af resistens mod de mest betydende svampesygdomme. Der findes effektiv resistens mod meldug, bygrust og skoldplet, mens der mod bladplet findes moderat effektiv resistens. Blandt de mest dyrkede sorter er der en del, der kombinerer god resistens mod alle fire sygdomme. I tabel 1 er sammenstillet udbytte i fungicidbehandlede og ikke-fungicidbehandlede forsøgsled samt maximalt sygdomsangreb for de 5 mest resistente sorter og de 5 højstydende sorter i perioden 1995-97. Med få undtagelser har de mest resistente sorter haft maximalt sygdomsangreb på 5% eller under, mens de højstydende med undtagelse af sorten Bartok, der også indgår i den resistente gruppe, var meget modtagelige overfor mindst en af de nævnte sygdomme. I tabel 2 er vist det gennemsnitlige udbytte og merudbytte for de 5 mest resistente og de 5 højstydende sorter i såvel behandlede som ubehandlede led. Ved sammenligning af gennemsnitstallene for fungicidbehandling giver de højstydende sorter 2 hkg/ha mere end de mest resistente sorter, mens i ubehandlet er udbyttet for de to grupper på samme niveau. Omkostninger til bekæmpelsesmiddel og udbringning svarede til 2.5 hkg/ha, og sammenlignes nettoudbytte med udbyttet opnået i ubehandlet, var nettomerudbyttet i de mest resistente sorter og i de højstydende henholdsvis - 1.7 hkg/ha og -0.4 hkg/ha. Det var således ikke rentabelt at svampebekæmpe hverken i de resistente eller de højstydende sorter. Udbytteniveauet i ubehandlede resistente sorter (65.2 hkg/ha) har været på højde med udbyttet i de behandlede højstydende sorter fratrukket omkostningerne til behandling (65.4 hkg/ha).

Tabel 1. Oversigt over de mest resistente og de højstydende vårbygsorter i perioden 1995-97. Sygdomsangreb refererer til det maksimale angreb observeret i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller 1995-97, og udbyttetal refererer til sortsforsøg med og uden svampebekæmpelse i Landsforsøgene 1995-97. Summary for most resistant and highest yielding spring barley varieties 1995-97. Disease attacks refer to maximum observed in non-fungicide treated Observation plots, and yield data refer to variety trials with and without fungicide treatment.

Sort	Udbytte 1995-97 (hkg/ha)		Max angreb 1995-97 (% dækning)			
	ubeh	fungicidbeh	Meldug	Bygrust	Skoldplet	Bygbladplet
Mest resistente 1995-97 (gns):						
Meltan	61,9	62,8	0,1	0,1	3,0	1,0
Bartok	67,4	68,7	0,1	0,5	7,5	5,0
Heron	66,2	66,9	0,1	5,0	5,0	10,0
Tofta	65,4	66,1	5,0	1,0	5,0	5,0
Wren	65,0	65,5	0,0	1,0	10,0	10,0
Højstydende 1995-97 (gns):						
Henni	66,9	68,7	0,1	5,0	37,5	1,0
Bartok	67,4	68,7	0,1	0,5	7,5	5,0
Sultane	64,1	67,5	25,0	5,0	10,0	5,0
Cork	63,9	67,2	50,0	1,0	50,0	10,0
Paloma	66,6	67,4	0,1	25,0	25,0	5,0

Tabel 2. Udbytter og merudbytter for svampebekæmpelse i henholdsvis resistente og højstydende sorter i perioden 1995-97 jf. tabel 1. Udbyttetal refererer til sortsforsøg med og uden svampebekæmpelse i Landsforsøgene 1995-97. Yield and yield increase for disease control in resistant and highest yielding spring barley varieties, respectively, 1995-97 (cf. table 1).

	Fem mest resistente Sorter, gns i hkg/ha	Fem højstydende sorter, gns i hkg/ha
Fungicid-behandlet	66,0	67,9
Omkostning	2,5	2,5
Netto udbytte	63,5	65,4
Ubehandlet	65,2	65,8
Netto merudbytte	-1,7	-0,4

I 1998 var betingelserne usædvanligt gode for svampesygdomme, og i vårbyg var der kraftige angreb af bygrust og skoldplet. Valg af sort til en ny vækstsæson er som regel baseret på resultaterne fra den netop overståede vækstsæson eller vækstsæsoner. På den baggrund er resultater fra Landsforsøgenes sortsforsøg 1997 og fra Observationsparcellerne 1996-1997

anvendt til en gruppering af de 5 højstydende og de 5 mest resistente sorter, og efterfølgende er disse sorter anvendt til analyse af sygdomsangreb og udbytter for de to grupper af sorter i 1998 (tabel 3). Gruppen af resistente sorter havde generelt god resistens mod alle sygdommene, mens der i de højstydende sorter registreredes et lidt højere sygdomsangreb specielt af skoldplet. I tabel 4 er sammenstillet det gennemsnitlige udbytte og merudbytte for de 5 mest resistente og de 5 højstydende sorter samt angivet omkostningerne ved svampebekæmpelse i 1998 svarende til 3.3 hkg/ha. Nettomerudbyttet i de mest resistente sorter og i de højstydende sorter var henholdsvis 1.3 hkg/ha og 2.9 hkg/ha. I 1998 har det således været rentabelt at svampebekæmpe i vårbyg. Udbytteniveauet i ubehandlede resistente sorter (57,4 hkg/ha) har været signifikant lavere end udbyttet i de behandlede højstydende sorter fratrukket omkostningerne til behandling (59.2 hkg/ha).

Tabel 3. Sygdomsangreb i Observationsparceller samt udbytter i Landsforsøgene med vårbygsorter med og uden svampebekæmpelse 1998. De mest resistente sorter er udvalgt på basis af det maksimale angreb i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller 1996-97 de højstydende er baseret på udbyttetal fra Landsforsøgene med sorter 1997. Disease attacks in Observation plots and yield in variety trials with spring barley with and without fungicide treatment 1998. Most resistant selected according to maximum disease attacks in non-fungicide treated Observation plots 1996-97, and highest yielding selected according to yield data from varietal trials in 1997.

Sort	Udbytte 1998 (hkg/ha)		Gennemsnitlig angreb 1998 (%dækning)			
	ubeh.	fungicidbeh.	Meldug	Bygrust	Bygbladplet	Skoldplet
Mest resistente 1996-97:			18 lok	10 lok	9 lok	8 lok
Meltan	58,3	60,5	0,7	0,2	3,5	0,7
Krona	53,2	59,7	0,0	1,3	0,2	2,7
Otira	60,2	66,0	0,0	0,5	0,5	7,0
Ferment	56,3	60,8	0,0	1,1	0,2	6,0
Bartok	59,2	63,1	0,0	0,4	0,3	6,0
Højstydende 1997:						
Henni	57,1	62,0	0,8	0,6	0,8	22,0
Pongo	50,2	59,6	4,7	2,3	1,2	3,7
Otira	60,2	66,0	0,0	0,5	0,5	7,0
Jacinta	59,8	65,1	0,2	0,2	0,7	12,0
Sultane	54,4	59,9	2,5	2,0	0,0	7,0

Kriterier: Alle sorter har været med i såvel OBS-parceller som udbytteforsøg i 1997 og 98.

Tabel 4. Udbytter og merudbytter for svampebekæmpelse i henholdsvis resistente og højstydende vårbygsorter i 1998 jf. tabel 3. De mest resistente sorter er udvalgt på basis af det maksimale angreb i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller. De højstydende er baseret på udbyttetal fra Landsforsøgene med sorter 1997. Yield and yield increase for disease control in resistant and highest yielding spring barley varieties in 1998, cf. table 3. Most resistant selected according to maximum disease attack in non-fungicide treated Observation plots 1996-97, and highest yielding selected according to yield data from variety trials in 1997.

	Fem mest resistente sorter, gns i hkg/ha	Fem højstydende sorter, gns i hkg/ha
Fungicidbehandlet	62,0	62,5
Omkostning	3,3	3,3
Nettoudbytte	58,7	59,2
Ubehandlet	57,4	56,3
Netto merudbytte	1,3	2,9

Vinterhvede

I vinterhvede er der fire bladsygdomme, der kan forårsage kraftige tab både i udbytte og kvalitet: gulrust, meldug, gråplet og brunplet. De to sidstnævntes symptomer kan være vanskelige at adskille, og i sygdomsbedømmelserne i Observationsparcellerne registreres de under ét. Det vurderes, at der i de relevante år 1995-98 overvejende har været gråplet til stede, og derfor vil der i det efterfølgende kun blive nævnt gråplet.

Der er ingen vinterhvedesorter, der kombinerer resistens mod alle sygdomme. I tabel 5 er sammenstillet udbyttetal og sygdomsangreb for de 5 mest resistente sorter og de 5 højstydende sorter i perioden 1995-97. Som det fremgår af sygdomstallene for de højstydende sorter, var der kraftige angreb af meldug og gråplet og kun ubetydelige angreb af gulrust i de pågældende år. Også i sorter udvalgt som de mest resistente, kan der være betydelige angreb af gråplet. I tabel 6 er vist det gennemsnitlige udbytte og merudbytte for de 5 mest resistente og de 5 højstydende sorter i såvel behandlede som ikke-fungicidbehandlede led. Sammenlignes gennemsnitstallene for fungicidbehandling gav de højstydende sorter 3.8 hkg/ha mere end de mest resistente sorter. Omkostninger til bekæmpelsesmiddel og udbringning svarede til 4.2 hkg/ha, og ved sammenligning af nettoudbytte efter fratrækning af omkostninger og udbyttet i ubehandlet var nettomerudbyttet i de mest resistente sorter og i de højstydende henholdsvis 0.7 hkg/ha og 1.6 hkg/ha. Der er således et lille nettomerudbytte for svampebekæmpelse i både resistente og i højstydende sorter.

Tabel 5. Oversigt over mest resistente og højstydende hvedesorter i perioden 1995-97. Sygdomsangreb refererer til det maksimale angreb observeret i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller 1995-97, og udbyttetal refererer til sortsforsøg med og uden svampebekæmpelse i Landsforsøgene 1995-97. Summary for most resistant and highest yielding winter wheat varieties 1995-97. Disease attacks refer to maximum observed in non-fungicide treated Observation plots, and yield data refer to varietal trials with and without fungicide treatment.

Sort	Udbytte 1995-97 (hkg/ha)		Max angreb 1995-97 (% dækning)		
	ubeh.	fungicid-beh.*	Meldug	Gulrust	Gråplet
Mest resistente 1995-97 (gns):					
Lynx	83,0	87,6	5	0	17,5
Stakado	85,0	89,8	5	0	17,5
Sareste	83,9	89,1	0,5	0	25
Hunter	83,6	89,6	17,5	0	10
Pentium	85,1	88,8	17,5	0	10
Højstydende 1995-97 (gns):					
Trintella	89,2	93,5	37,5	0	10
Ritmo	84,9	92,5	37,5	0	17,5
Flair	88,6	92,7	37,5	25	17,5
Record	86,4	93,1	50	1	62,5
Versailles	85,8	92,3	50	0,1	25

Kriterier: Alle sorter har været med i såvel OBS-parceller som udbytteforsøg alle årene 1995-97.

Tabel 6. Udbytter og merudbytter for svampebekæmpelse i henholdsvis mest resistente og højstydende hvedesorter i perioden 1995-97 jf. tabel 5. Udbyttetal refererer til sortsforsøg med og uden svampebekæmpelse i Landsforsøgene 1995-97. Yield and yield increase for disease control in resistant and highest yielding winter wheat varieties, respectively, 1995-97 (cf. table 5).

	Fem mest resistente sorter, gns i hkg/ha	Fem højstydende sorter, gns i hkg/ha
Fungicidbehandlet	89,0	92,8
Omkostning	4,2	4,2
Netto udbytte	84,8	88,6
Ubehandlet	84,1	87,0
Netto merudbytte	0,7	1,6

Resultaterne for vinterhvede 1998 er (som for vårbyg 1998) analyseret ud fra at grupperingen af sorter er baseret på resultater fra Landsforsøgenes sortsforsøg 1997 og fra

Observationsparcellerne i 1996-97. Beregningerne for udbytte og sygdomsangreb for 1998 fremgår af tabellerne 7 og 8. Generelt var der kraftige angreb af gråplet både i sorter som i 1996-97 blev kategoriseret som de 'mest resistente' og i særdeleshed de højstydende. Det understreger, at der i det nuværende sortsmateriale ikke er tilstrækkelig resistens mod gråplet, hvilket er specielt iøjnefaldende under gunstige epidemiske betingelser for svampen. I tabel 8 er vist det gennemsnitlige udbytte og merudbytte for de to grupper af sorter med og uden svampebekæmpelse. I de fungicidbehandlede led var der ingen forskel på det gennemsnitlige udbytte for de mest resistente og de højstydende sorter, mens de mest resistente gav højest udbytte i ubehandlet. Omkostninger til bekæmpelsesmiddel og udbringning var i 1998 relativt høje svarende til 8.0 hkg/ha. Ved sammenligning af nettoudbytte efter fratrækning af omkostninger og udbyttet i ubehandlet var nettomerudbyttet i de mest resistente sorter og i de højstydende henholdsvis 10.6 hkg/ha og 12.3 hkg/ha. Det høje nettomerudbytte i begge grupper af sorter afspejler det generelt lave resistensniveau mod gråplet, den i 1998 fremherskende sygdom.

Tabel 7. Sygdomsangreb i Observationsparceller samt udbytter i Landsforsøgene med vinterhvedesorter med og uden svampebekæmpelse. De mest resistente sorter er udvalgt på basis af det maksimale angreb i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller 1996-97 de højstydende er baseret på udbyttetal fra Landsforsøgene med sorter 1997. Disease attacks in Observation plots and yield in variety trials with winter wheat with and without fungicide treatment 1998. Most resistant selected according to maximum disease attack in non-fungicide treated Observation plots 1996-97, and highest yielding selected according to yield data from variety trials in 1997.

Sort	Udbytte 1998 (hkg/ha)		Gennemsnitlig angreb 1998 (%dækning)		
	ubeh.	fungicidbeh.	Meldug 11 lok	Gulrust 6 lok	Gråplet 17 lok
Mest resistente 1996-97:					
Cortez	73,7	94,5	0,0	0,0	7,0
Sareste	70,7	89,9	0,0	0,0	14,0
Kris	71,6	91,2	0,3	0,7	11,0
Stakado	76,6	88,9	0,2	0,0	3,8
Lynx	66,9	88,0	0,1	0,0	26,0
Højstydende 1997:					
Kris	71,6	91,2	0,3	0,7	11,0
Flair	77,0	88,2	2,2	2,6	6,0
Buccanneer	63,8	90,1	8,0	0,0	19,0
Ritmo	66,4	88,6	4,1	0,2	14,0
Record	70,2	92,5	4,8	0,7	23,0

Tabel 8. Udbytter og merudbytter for svampebekæmpelse i henholdsvis resistente og højstydende vinterhvedesorter i 1998 jf. tabel 7. De mest resistente sorter er udvalgt på basis af det maksimale angreb i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller de højstydende er baseret på udbyttetal fra Landsforsøgene med sorter 1997. Yield and yield increase for disease control in resistant and highest yielding winter wheat varieties in 1998, cf. table 7. Most resistant selected according to maximum disease attack in non-fungicide treated Observation plots 1996-97, and highest yielding selected according to yield data from variety trials in 1997.

	Fem mest resistente sorter, gns i hkg/ha	Fem højstydende sorter, gns i hkg/ha
Fungicidbehandlet	90,5	90,1
Omkostning	8,0	8,0
Netto udbytte	82,5	82,1
Ubehandlet	71,9	69,8
Netto merudbytte	10,6	12,3

Diskussion

Sortsforsøgene anvendt til beregningerne var oprindeligt ikke designet med henblik på afprøvning af fungicideffekt, idet der typisk har været anvendt en standardbehandling uanset smittetryk. Ikke desto mindre mener vi, at forsøgene udgør et godt grundlag for analyse af rentabilitet af svampebekæmpelse i et bredt udsnit af det nuværende sortsmateriale.

Resultaterne fra de ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller underbygger, at resistensniveauet i de dyrkede vårbygsorter generelt er højt, og at der findes sorter, der kombinerer god resistens mod de fire mest betydende bladsygdomme. Den effektive resistens mod meldug er overvejende baseret på specifikke gener, skoldpletresistens på både få specikke gener og uspecifikke gener (partiel resistens) og resistens mod bygrust og den moderate resistens mod bygbladplet er overvejende partiel. En af årsagerne til at der blandt de mest dyrkede sorter er en del sorter med god 'multi'resistens er, at den meget anvendte og tilsyneladende holdbare *ml-o* resistens mod meldug, der nu har været i dyrkning i over 10 år, har givet forædlerne ro til at opprioritere resistens mod de andre betydende svampe.

Udbyttet i de mest resistente vårbygsorter har vist sig at ligge på niveau med udbytter i de højstydende sorter, og i de fleste år har der været negativt eller intet merudbytte for svampebekæmpelse i begge grupper. 1998 var et år med specielt favorable forhold for epidemisk udvikling af sygdomme, og svampebekæmpelse var da rentabelt. I et fungicidfrit scenarium vil dyrkningssikkerheden blive væsentligt forringet, og det skønnes at de maksimale udbyttetab ved meget stærke sygdomsangreb ligger i størrelsesordenen 10 hkg/ha.

I de dyrkede vinterhvedesorter er der i dag et moderat til højt resistensniveau mod to ud af de fire betydende svampesygdomme. Der er effektiv resistens mod gulrust baseret på både specifikke og uspecifikke gener. Den specifikke resistens er normalt fuldstændig i sin effekt overfor gulrustsvampen, men vil efter nogle år med gode opformeringsbetingelser for svampen blive ineffektiv, fordi der fremkommer nye virulente typer (Hovmøller, 1999). Mod hvedemeldug

er der i dag moderat resistens i de sorter, der dyrkes i størst omfang, men nogle af de allernyeste sorter har tilsyneladende en effektiv resistens hvis genetiske grundlag og holdbarhed dog endnu er ukendt. Der findes i de nuværende sorter ikke tilstrækkelig resistens mod gråplet (og sandsynligvis brunplet), hvilket senest er set i 1998. Resistensforædlingen i vinterhvede er således ikke så langt fremme som i vårbyg, men nu findes der avanceret forædlingsmateriale med såvel nye effektive specifikke resistensgener mod gulrust og meldug som et højt niveau af partiel resistens mod flere af sygdommene.

I de fleste år har der været positivt merudbytte for svampebekæmpelse både i de vinterhvedesorter benævnt mest resistente og i de højstydende sorter, - effekten var mindst i de mest resistente sorter. I et gråplet år som 1998 var der et stort merudbytte for bekæmpelse, hvilket afspejler den utilstrækkelige resistens i de dyrkede sorter. Året 1998 viser også at med det nuværende sortsmateriale kan der i år med meget kraftige angreb forventes potentielt store tab ikke kun i enkeltmarker med på hele det danske vinterhvedeareal.

Ofte baseres valg af sorter på det/de foregående års resultater både med hensyn til udbytte og resistens. De højstydende sorter ét år er sjældent højstydende det efterfølgende år. Det understøttes af, at for 1998, hvor sorterne blev valgt på grundlag af 1996-1997-resultater, var der ringe eller ingen udbytteforskel mellem gruppen 'mest resistent' og højstydende i fungicidbehandlet. Det viser iøvrigt også, at egenskaben resistens ikke i sig selv er udbyttereducerende.

Det vurderes, at der for både vårbyg og vinterhvede er et stort potentiale for, ad genetisk vej, at mindske de forventede tab som følge af bladsygdomme. Det er dog væsentligt at understrege, at en resistensforædlingsindsats mod bladsygdomme skal kombineres med indsats på andre områder for eksempel resistens mod udsædsbårne sygdomme, kvalitetsegenskaber (malt- eller bagekvalitet), god stråstyrke, god ukrudtskonkurrence og vinterfasthed. Det kan være vanskeligt at kombinere højt udbytte og alle relevante egenskaber i en og samme sort, og det er derfor nødvendigt at foretage en samlet vurdering og prioritering af de uløste opgaver for hver enkelt afgrøde. Danske planteforædlere indgår i et internationalt samarbejde, og forædlingsfremgangen er derfor også afhængig af hvor meget materiale, der udveksles mellem forædlingsvirksomhederne og om der anvendes de samme selektionskriterier.

Indfrielse af potentialet for resistens mod bladsygdomme forudsætter en markant indsats i relation til resistensforædling og resistensgenetik og et øget forsknings- og udviklingsarbejde, der kan støtte den primære forædling. Indsatsen skal være kontinuert og langsigtet, fordi effektiviteten af resistens afhænger af den tilstedeværende svampepopulation. En mulighed kunne være iværksættelse af såkaldt 'pre-breeding' hvor forskningsinstitutionerne bidrager med identifikation af ny resistens og inkorporerer denne resistens i tilpassede forædlingslinier. Det er også væsentligt at styrke forskning i de patogene svampes epidemiologi og populationsdynamik og i mulighederne for reduktion af sygdomsangreb baseret på strategisk anvendelse af resistens såsom anvendelse af sorts- og artsblandinger og fordeling af resistens over tid (forskellig resistens i vår- og vinterformer). Endelig bør sortsafprøvning og rådgivning udbygges.

Sammendrag

Data fra Landsforsøgenes sortsforsøg og Observationsparceller fra 1995 til 1998 er anvendt til

at belyse udbytteforhold og resistensniveauet mod betydende bladsygdomme i vårbyg og vinterhvede. I vårbyg er netto-udbytteniveauet i de mest resistente sorter ca. 2 hhg/ha mindre end i de højstydende. Gennemsnits-udbytterne af de to grupper af sorter er ens i ubehandlet, og som gennemsnitsbetragtning er det generelt ikke rentabelt at foretage svampebekæmpelse. Der vil være enkelt-lokaliteter og enkelt-år som f.eks. 1998, hvor resistensniveauet ikke er tilstrækkeligt til at hindre betydelige tab som følge af sygdomsangreb. Der er ingen af de dyrkede vinterhvedesorter, der kombinerer effektiv resistens mod de betydende sygdomme gulrust, meldug og gråplet (og brunplet). På grund af manglende resistens, specielt mod gråplet, har der været positivt merudbytte i både i de sorter benævnt de mest resistente og i de højstydende sorter. I 'sygdomsåret' 1998 lå netto-merudbytterne i størrelsesordenen 10-12 hkg/ha. Det konkluderes, at det for både vårbyg og vinterhvede vil være forædlingsmæssigt muligt fortsat at hæve resistensniveauet mod betydende bladsygdomme betragteligt og dermed mindske de forventede udbyttetab som følge af sygdomsangreb.

Anerkendelse

Gerhard Deneken, Afdelingen for Sortsafprøvning, Danmarks JordbrugsForskning, Tystofte og Rasmus Nyholm Jørgensen, Afdeling for Plantebiologi og Biogeokemi, Forskningscenter Risø, takkes for henholdsvis data for sygdomsbedømmelserne fra Observationsparcellerne og bidrag til sammenstilling af dem.

Litteratur

Anonym 1995, 1996, 1997, 1998. Sortforsøg 1995, 1996, 1997, 1998. Danmarks JordbrugsForskning og Landkontoret for Planteavl.

Hovmøller, M.S. 1999. Resistens mod gulrust i hvede. 16. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og skadedyr, pp. xx-xx.

Pedersen, J.B. 1995, 1996, 1997, 1998. Kornsorter og korndyrkning. I: Oversigt over Landsforsøgene (ed: C. Å. Pedersen), 1995, 1996, 1997 og 1998. Landsudvalget for Planteavl, Skejby.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Epidemiologi og resistens mod gulrust i hvede

Epidemiology and resistance against Puccinia striiformis on wheat

Mogens S. Hovmøller
Danmarks Jordbrugsforskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Yellow rust (*Puccinia striiformis f.sp. tritici*) is a potential very destructive pathogen on wheat (*Triticum aestivum L.*). In the early 1990s, severe epidemics were observed in many fields in Denmark. This coincided with favourable conditions for wintering and summering of the pathogen in most years, and rapid multiplication of races virulent on two of the most common grown varieties, which in addition, had very poor levels of partial resistance to the pathogen. In the mid 1990's, the severity of yellow rust generally declined, and in 1996 no natural infections were observed at all. The observation in 1996 coincided with an increased area of varieties with high levels of partial resistance, and a relative cold and dry winter. In 1997 and 1998, yellow rust were observed at low incidences, and no severe epidemics were observed. However, the population in the latter two years almost entirely consisted of pathotypes virulent to the resistance gene Yr17, which is commonly present in commercial varieties and breeding material in Europe.

Indledning

Hvedegulrust forårsages af svampen *Puccinia striiformis f.sp. tricici*, der er obligat parasit, og så vidt vides reproduceres den udelukkende ukønnet (Manners, 1988). Gulrustsvampen har ikke nogen kendt mellemvært; den danner to slags sporer på hvede, teleutosporer og uredosporer, men kun sidstnævnte har betydning for svampens epidemiske udvikling.

Patogenese

En modtagelig plante smittes ved at uredosporerne spirer med en spirehyfe, der trænger ind i bladet gennem stomata, hvorefter mesofylcellerne indvaderes. Svampens hyfer spredes inde i det inficerede blad, og en enkelt infektion resulterer i mange sporulerende pustler på bladets overflade. En succesfuld infektion forudsætter høj fugtighed (dug) på værtplantens overflade under den primære infektionsproces.

Epidemiologi

Gulrustsvampen spredes som uredosporer, der enten overføres fra plante til plante ved direkte berøring, eller de transporteres med luftmasserne over længere afstande, hvorved smitten overføres fra mark til mark, eventuelt beliggende i forskellige geografiske regioner/lande (Hermansen, 1978). Om efteråret er smittekilderne typisk grønskud/spildplanter af hvede fra foregående års afgrøder i området.

Gulrust kan under danske forhold overvintre som mycelium inde i værtplantens blade. Da latensperioden er forholdsvis lang i normalt dansk vintervejr, og sporulering kun forekommer ved dagtemperaturer højere end +5°C, gennemløbes der sjældent mere end en enkelt eller to generationer i vintermånederne. Sporulerende læsioner dør ved temperaturer under -4°C, medens myceliet inde i bladet kan overleve så længe bladet er levende (Zadoks & Bouwman, 1985). Vintervejret er således kritisk for svampens overlevelse, og i en del år uddør den i løbet af vinteren under danske forhold.

Den epidemiske fase finder sted forår-sommer, hvor svampen kan opformeres gennem et antal uredospore-generationer. Opformeringsraten afhænger specielt af temperatur og fugtighedsforhold, samt niveau af den pågældende sorts resistens, samt naturligvis af om der foretages kemisk bekæmpelse af andre svampesygdomme. Sidst på vækstsæsonen før afgrøden modner, kan svampen ligeledes danne sorte teleutosporer, hvis funktion fortsat er ukendt (Stubbs, 1985).

Patotyper

Gulrustpopulationen består af veldefinerede patotyper, som er karakteriseret ved deres evne til succesfyldt at inficere en række sorter med veldefineret gulrustresistens. Såfremt patotypen kan etablere angreb på en given sort, defineres den som **virulent** på denne sort; kan den ikke etablere angreb er patotypen **avirulent** på den pågældende sort.

I flere vesteuropæiske lande kortlægges udbredelsen af gulrustens patotyper ved en virulensovervågning, der har til formål at kortlægge hyppigheden af virulens, der korresponderer til resistensen i de dyrkede sorter (Bayles & Stigwood, 1998; Hovmøller, 1993, 1998). Den danske virulensovervågning har som hovedformål at identificeret nye, potentielt skadevoldende patotyper hurtigst mulig efter at de er opstået, således at evt. nedbrud af resistens kan varsles tids nok til at man via sortsvalg og plantebeskyttelsesstrategi kan imødegå ødelæggende angreb i praksis. Et andet indlæg ved årets Planteværnskonference handler om brugen af DNA-markører i jagten på viden om hvordan nye patotyper opstår, og hvor hurtigt og hvor meget de spredes (Justesen & Hovmøller, 1999).

Sortsresistens

Resistens mod gulrust kan, i lighed med anden resistens, grupperes i henholdsvis race-specifik resistens, der har effekt over for nogle patotyper og ingen effekt over for andre, og partiel resistens (syn. race uspecifik resistens; markresistens; generel resistens), der overordnet har lige stor effekt overfor alle patotyper. Race-specifik resistens er monogent betinget; nogle nedarves dominant, andre recessivt, og nogle gange afhænger nedarvningsforholdene af den genetiske

baggrund hvori resistensgenet befinder sig (Chen & Line, 1992). Partiel resistens, der som regel er polygent betinget, kan defineres som resistens, der endnu ikke er påvist at være race-specifik. Det skal forstås på den måde, at selvom partiel resistens er baseret på mange gener, der hver kun har en mindre effekt, så kan disse enkelte gener i princippet være race-specifikke.

Nogle af de race-specifikke gener har effekt fra fremspiring til høst (mod avirulente patotyper), og betegnes lidt misvisende for "kimplante resistens". Andre resistenser (såvel race-specifik som partiel) udtrykkes kun fuldtud under og efter plantens strækningsfase, og betegnes derfor "voksenplanteresistens" (engelsk "adult plant resistance" eller APR).

Den partielle resistens virker ofte ved en nedsættelse af infektionsfrekvensen, forlænge inkubationstiden og eventuelt reducere sporuleringen, i forhold til hvad der kendetegner stærkt modtagelige sorter. Den partielle resistens giver i mange tilfælde ikke sorten fuld beskyttelse, men dog nok til at ødelæggende epidemier undgås. Den har i de fleste tilfælde størst effekt på "voksne" planter, idet mange af de komponenter, der indgår i den partielle resistens, ikke er fuldt udviklede på småplanter, f.eks. vokslagets tykkelse, behåring, cellevægenes tykkelse og kemiske sammensætning med mere. Den partielle resistens nedarves polygent.

Nærværende artikel beskriver forekomst af gulrust i Danmark i de senere år, og hvordan vejr og resistensforhold påvirker det generelle smittetryk af gulrust under markforhold. Desuden præsenteres en oversigt over aktuelle hvedesorters gulrustresistens, når de udsættes for kraftig smitte med forskellige danske patotyper.

Materiale og metode

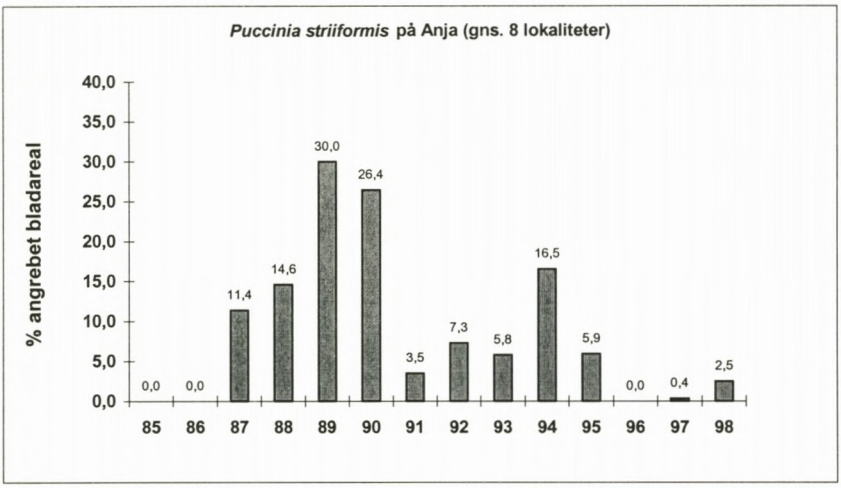
Materialet i nærværende publikation er dels baseret på oplysninger fra forskellige litteraturkilder, beregninger baseret på ikke publicerede grunddata fra Danmarks Jordbrugsforskning, samt på egne undersøgelser.

Data for det generelle smittetryk af gulrust er baseret på procent % angrebet bladareal på den modtagelige kontrol "Anja" i ikke-fungicidbehandlede Observationsparceller. Der er fokuseret på følgende otte lokaliteter, hvor der tilnærmelsesvis har været udført bedømmelser for alle år: Abed, Karise, Roskilde, Kalundborg, Nr. Åby, Rønhave, Sejet og Åkirkeby.

I efteråret 1997 blev der anlagt et forsøg med hvedesorter i småparceller (1x1m). I foråret 1998 blev sorterne smittet med 3 forskellige gulrustisolater, hver i 3 gentagelser. Der blev smittet i ensartede smitterækker, som omgav de udsåede parceller. Der blev etableret en kraftig epidemi for alle tre isolater, der er indsamlet i Danmark fra følgende sorter: Kraka (71/93), Haven (68/94) og Brigadier (11/97). Hele forsøget blev bedømt 3 gange fra slutningen af maj til medio juni, dels som % angrebet bladareal, dels med en infektionstype, der angiver patogenets "trivsel" på planten (blandt andet grad af sporulering).

Resultater og diskussion

Angreb af gulrust i sorten Anja er en slags målestok for gulrustens smittetryk i de enkelte år. Alle hidtil undersøgte danske isolater har været virulente på Anja. Figur 1 illustrerer således smittetrykket i perioden 1985-98 ved 8 lokaliteter, der repræsenter de fleste landsdele i Danmark.



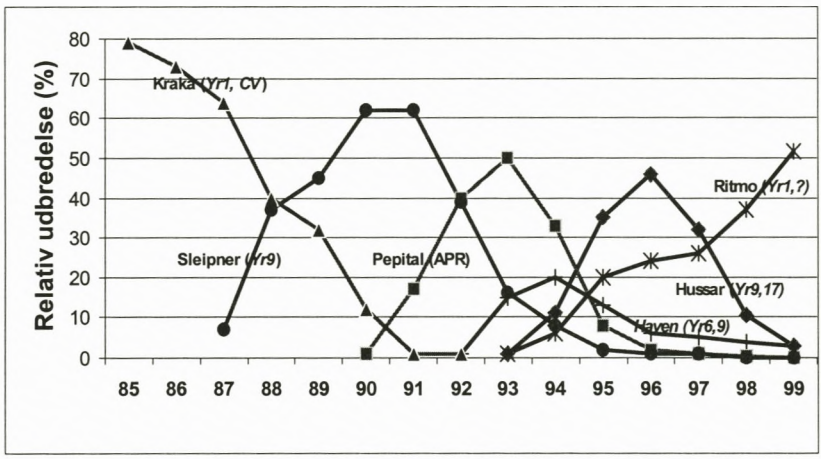
Figur 1. Angreb af gulrust på hvedesorten Anja i perioden 1985-98. Bedømt som % angrebet bladareal i ikke fungicidbehandlede Observationsparceller, gennemsnit 6-8 lokaliteter pr. år. Disease severity of yellow rust on wheat variety Anja, which has no effective reace-specific resistance. The results are based on percent infected leaf area in non-fungicide treated field plots, average for 6-8 locations per year.

Smittetrykket var lavt i årene 1985 og 1986, hvorefter det var højt i de følgende 4 vækstsæsoner, specielt i 1989 og 1990. Den reelle forskel mellem årene har sandsynligvis været endnu større end figuren antyder, idet gulrust bedømmelserne i 1989 og 1990 blev foretaget relativt tidlig i vækstsæsonen. I vækstsæsonen 1996, der fulgte en tør og kold vinter, blev der ikke observeret naturligt forekommende gulrust i Danmark, og i de to seneste vækstsæsoner har smittetrykket igen været lavt. Udover den viste årsvariation i smittetryk, har der inden for årene været en stor variation i smittetryk mellem de 8 lokaliteter, og det gælder specielt i år med lavt smittetryk.

Ved hjælp af en simpel statistisk model viste (Christensen, 1992), at der var en lineær sammenhæng mellem gulrustangreb i en given vækstsæson, og gennemsnitstemperaturen i januar-februar i den foregående vinter. En anden simpel statistisk model, der baseres på datagrundlaget for tabel 1 bekræfter denne sammenhæng, men den viser desuden, at en anden faktor har næsten lige så stor betydning: forholdet mellem udbredelsen af henholdsvis resistente og "modtagelige" sorter i vækstsæsonen (Hovmøller, 1999). En stigende andel sorter med effektivt virkende resistens medførte lavere et lavere smittetryk, ikke kun i de resistente sorter, men også i de modtagelige eksemplificeret ved sorten Anja.

Figur 2 viser den relative udbredelse af de hyppigst dyrkede sorter i perioden. Det ses, at sortsvalget er stærkt ensidigt, idet en enkelt sort mange gange dækker op mod halvdelen af hvedearealet i Danmark.

I begyndelsen af 1980'erne var Kraka helt dominerende. Kraka har to race-specifikke resistensgener *Yr1* og *CV*, hvor sidstnævnte er identisk med resistensen i sorten Carstens V. Kraka blev i perioden 1987-90 erstattet af Sleipner med resistensgenet *Yr9,* som blev afløst af Pepital, der havde en overordentlig god partiel resistens (APR) mod gulrust. Den var imidlertid stærkt modtagelig for andre sygdomme. Den blev afløst af Haven med resistenskombinationen Yr6,Yr9 , og Hussar, der sandsynligvis har *Yr9* kombineret med *Yr17.* Senest har Ritmo (Yr1, ?) fået stor udbredelse. Det ensidige sortsvalg er med til at forstærke selektionstrykket på gulrustpopulationen, og dermed opformering af patotyper med virulens over for sorternes resistens.



Figur 2. Fordeling af vinterhvedesorter i Danmark baseret på mængder af forseglet sædekorn (Statsfrøkontrollen/Plantedirektoratet, 1983-98). Resultater for 1998 og 1999 er baseret på foreløbig opgørelse fra Plantedirektoratet, publiceret via Landbrugets Rådgivningscenter (Planteavlsorientering). Sorternes formodede race-specifikke gulrust-resistens er vist i parentes. Distribution of winter wheat varieties in Denmark based on amounts of sealed seeds.

Virulensdynamik

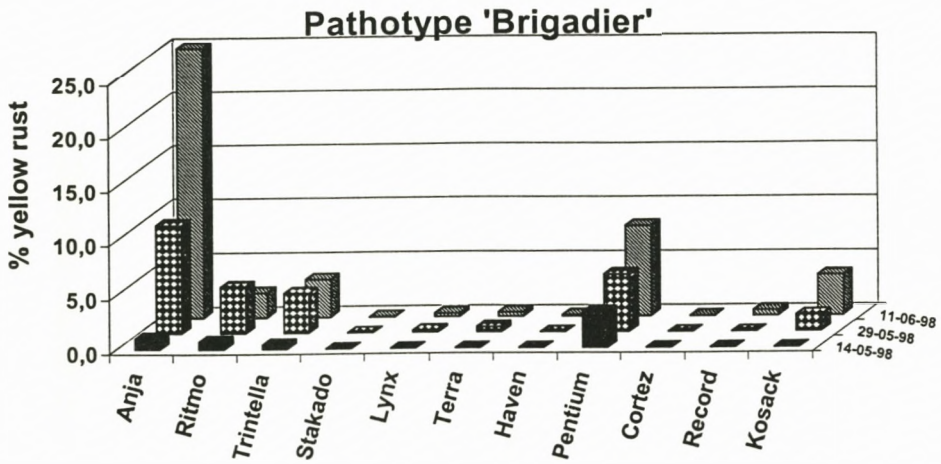
I perioden 1993-98 er der i alt blevet virulenstestet ca. 350 isolater ved hjælp af testsorter med kendt indhold af resistens. Det blev i alt fundet 14 forskellige patotyper, hvoraf en "Sleipnertype" var meget dominerende i perioden 1993-95 og udgjorde mere end 75% af de undersøgte isolater (Hovmøller, 1999). Denne type er imidlertid ikke fundet siden 1995; i 1996 var der ingen gulrust, og i 1997 og 1998 var det to nye patotyper, der var helt dominerende. De var meget lig hinanden med hensyn til virulens, og besad begge virulens mod *Yr17.* De tilsvarende patotyper er fundet i England og Frankrig i 1997 og 1998. Hvordan

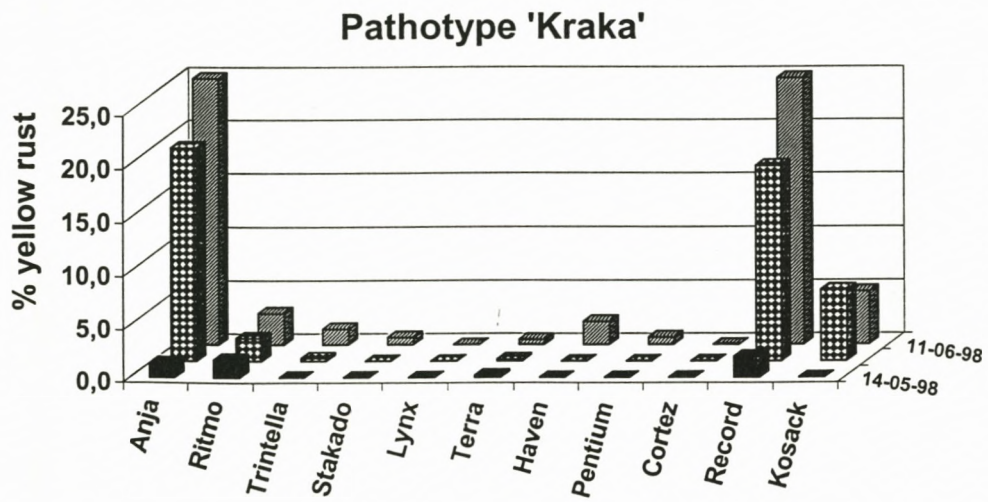
de danske patotyper er opstået, og hvor de kommer fra er ved at blive undersøgt nærmere ved hjælp af DNA-markører (Justesen & Hovmøller, 1999)

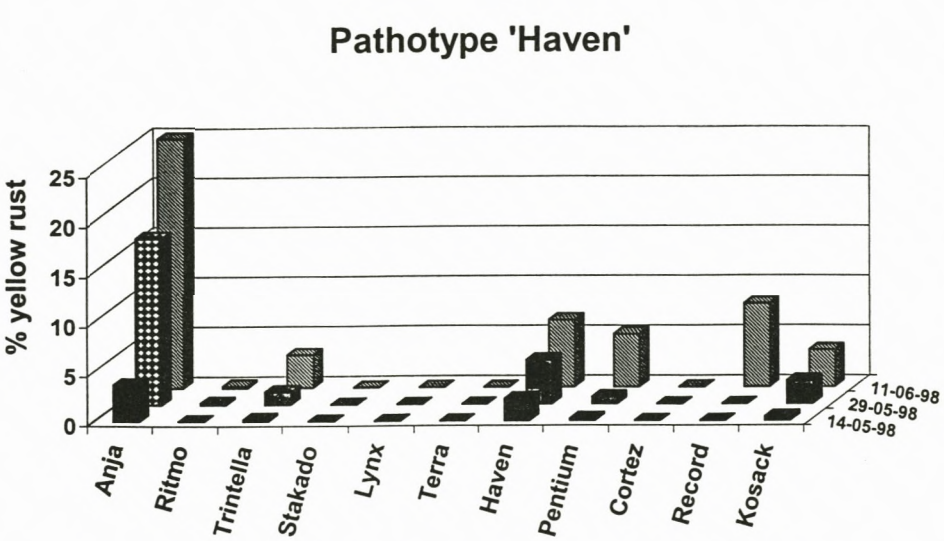
De ny patotyper har med et slag ændret effekten af resistens i store dele af sortsmaterialet. Det er endnu ikke blevet synlig i praksis på grund af det lave smittetryk, der har været til stede siden 1996. Et isolat med Yr-17 virulens blev i 1998 benyttet i smitteforsøg, for at få indtryk af hvor godt 'rustet' sortsmaterialet vil være i en situation, hvor de epidemiske forhold for svampen igen bliver gunstige.

Effekt af sortsresistens i forsøg med kunstig smitte

I det følgende gengives et udsnit af resultater fra forsøgene i sommeren 1998 ved Flakkebjerg. Figur 3a-c viser den epidemiske udvikling for sorter som p.t. er meget dyrkede i Danmark. Anja er modtagelig kontrol, medens Kosack er med som kontrol for niveau af partiel resistens.







Figur 3a-c. Gulrustangreb (% angrebet bladareal) i udvalgte hvedesorter i 1998 efter kunstig smitte under markforhold. Materialet blev smittet med a) isolat indsamlet på Brigadier (Yr9, 17); b) isolat indsamlet på Kraka (Yr1, CV); c) isolat indsamlet på Haven (Yr6,9) Yellow rust attack in selected wheat varieties in 1998, following artificial inoculation with three specific pathotypes collected in Denmark from a) Brigadier, b) Kraka, and c) Haven.

Selvom mange sorter med Yr17-resistens nu er potentielt modtagelige for gulrust, bør det bemærkes, at der i sortsmaterialet er et forholdsvis højt niveau af partiel resistens. Det ses blandt andet, at sorter som er modtagelige som småplanter, kun får ringe, eller ingen angreb under markforhold, selv under højt smittetryk. Stigningstakten for epidemiudvikling er en anden vigtig parameter til beskrivelse af partiel resistens; jo lavere stigningstakt, jo højere niveau af resistens.

Det skal bemærkes, at niveau af partiel resistens kun kan iagttages, såfremt eventuel race-specifikke gener kan "overkommes" af det/de anvendte isolater. Det er ikke tilfældet for Lynx, og måske heller ikke for Stakado og Cortez, hvis resistensgrundlag ikke er kendt. Nyere engelske undersøgelser tyder f.eks. på at Stakado kan få moderate angreb ved anvendelse af lokale (engelske) isolater, og på samme måde er der konstateret relativt kraftige angreb i Hussar (ikke vist i figur), hvor der kun er set svage angreb i de danske forsøg.

Tabel 1 viser et mere fyldestgørende billede af tilstedeværelsen af virulens mod et bredt udsnit af det nuværende sortsmateriale, baseret på såvel danske som engelske undersøgelser, samt skønnet niveau af partiel resistens. De anvendte isolater repræsenterer til sammen et bredt spektrum af virulens i gulrustsvampen, og resultaterne er således et godt bud på sorternes resistensforhold såfremt de ny patotyper med Yr17 bliver opformeret i den kommende vækstsæson. Eventuel opformering af andre danske isolater forventes således ikke at ændre billedet væsentligt.

Tabel 1. Virulensprofil i nye danske Yr17-patotyper, andre danske patotyper fra 1993-95, samt ny engelsk patotype som endnu ikke er fundet i Danmark (baseret på forsøg i England). 'M' svarer til en 'modtagelig' reaktion og 'R' til en resistent reaktion. Forsøgene til bestemmelse af patotyper er udført på småplanter i 1-2 bladstadiet. Virulence in Danish pathotypes of wheat yellow rust, including a new pathotype with Yr17 virulence. 'M' refer to a compatible reaction and 'R' to an incompatible reaction.

	Udlagt efterår 98 (%)	DK Yr17-patotyper (1998)	DK andre patotyper (1993-95)	Ny Yr17-patotype England	"Mark"/partiel resistens *
Ritmo	51,4	M	M, R	M	middel
Trintella	7,8	M	R	M	middel
Stakado	6,5	M	?	M	høj/middel
Lynx	4,7	R	R	M	middel
Terra	3,1	M	M, R	M	høj
Haven	3	R	M, R	M	middel
Pentium	3	M	R	M	middel
Hussar	2,7	M	R	M	middel
Efal	2,6	R	?	M	middel
Flair	2,1	M	?	M	lav
Hunter	2	R	R	R	høj
Versailles	1,6	M	?	M	middel
Hereward	1,5	R	M, R	R	høj
Cortez	1,4	R	?	?	?
Windsor	1,1	R	M, R	?	lav
Harrier	0,8	M	R	M	lav
Hanseat	0,8	R	M, R	?	middel
Rialto	0,7	R	M, R	M	middel
Yacht	0,6	M	?	?	høj
Kris	0,6	M	?	?	lav
Encore	0,5	R	?	R	høj
Brigadier	0,3	M	R	M	lav
Bandit	0,3	M	?	?	middel
Contur	0,0	M, R	M, R	?	lav

Som det ses, er virulensspektret for de nye Yr17-patotyper relativt bredt, og de kan potentielt angribe et stort antal sorter, og ikke kun sorter med Yr17-resistens. Tabellen viser også virulensen i patotyper, som blev indsamlet i Danmark i perioden 1993-95 (kolonne 4). I nogle tilfælde står anført både M og R ud for en sort; det betyder, at nogle af de undersøgte isolater var virulente overfor sorten, andre var avirulente.

Resultater fra engelske forsøg med en ny Yr17-virulent patotype er tillige vist. Denne patotype besidder udover virulens overfor Yr17-resistens, virulens mod Yr6, og dermed er en ny gruppe af sorter potentielt modtagelige, herunder sorten Lynx. Det skal understreges, at denne patotype endnu er relativt sjældent i England, og den er endnu ikke fundet i det øvrige Europa.

Kolonnen længst til højre angiver niveauet af partiel resistens baseret på bedste skøn

udfra såvel danske som udenlandske smitteforsøg med både småplanter og voksne planter.

Niveauet af uspecifik resistens i sorterne er skøn, baseret på tidligere danske smitteforsøg med såvel småplanter som voksne planter, men erfaringer fra udenlandske forsøg indgår også i vurderingen.

Der findes således i det nuværende sortsmateriale relativt mange sorter med moderat til højt niveau af resistens, og det har givetvis bidraget til at begrænse, og nogle år eliminere problemer med den ellers så aggressive gulrustsvamp.

Litteratur

Bayles, R.A. & Stigwood, P.L., 1998. Yellow rust of wheat. U. K. Cereal Pathogen Virulence Survey, Annual Report 1997.

Chen, X. &. Line, R.F., 1992. Identification of Stripe Rust Resistance Genes in Wheat Genotypes Used to Differentiate North American Races of *Puccinia striiformis*. Phytopathology **82**, 1428-1434.

Cristensen, K., 1992. Modeller for gulrust baseret på klimadata. Sektion for Plantepatologi, Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 51 s.

Hermansen, J.E., Torp, U. & Prahm, L., 1978. Studies of transport of the spores of cereal mildew and rust fungi across the North Sea. Grana **17**, 41-46.

Hovmøller, M. S., 1993. Gulrust på hvede – biologi og sortsresistens. 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskr. Planteavl Specialserie. S-2237:49-60.

Hovmøller, M. S., 1998. Hvedesorter er modtagelige for nye typer gulrust. *Landsbladet Mark*, 6. maj 1998, s. 12.

Hovmøller, M. S., 1999. Disease severity and pathotype dynamics of *Puccinia striiformis tritici* in Denmark. in prep.

*Justesen, A.*F. &. *Hovmøller, M.S.*, Virulens- og DNA variation i gulrust på hvede. 16. danske planteværnskonference 1999.

Plantedirektoratet. (1991-98). Meddelelser fra Afdelingen for Certificering af Frø og Sæde korn. Beretning: Frø, sædekorn, sortsafprøvning, genteknologi og bier (flere årgange).

Statsfrøkontrollen 1984-90. Meddelelser fra afdelingen for certificering af sædekorn. Beret ninger for det 113. - 119. arbejdsår (flere årgange).

Stubbs, R.W., 1985. Stripe Rust. The Cereal Rusts volume II. A. P. Roelfs & W. R. Bushnell (eds), s. 61-101.

Zadoks, J.C. &. Bouwman, J.J., 1985. Epidemiology in Europe. The Cereal Rusts volume II. A. Roelfs, A.P., & Bushnell, W.R.m (eds), s. 329-369.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Virulens- og DNA-variation i gulrust på hvede

Virulence and DNA-variation in wheat yellow rust

Annemarie F. Justesen og Mogens S. Hovmøller
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Virulence- and DNA-markers were used for studying the variation within and among pathotypes of yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*). The Danish isolates included in the study were collected in the period 1993-1995. The British isolates were selected on the basis of their pathotype and year of collection. Twelve different pathotypes were identified among the Danish isolates. DNA-markers were developed using the AFLP-technique (Vos *et al.*, 1995). A total of 80 primer combinations were screened. Most of the primer combinations did not show polymorphism. However, 8 primer combinations revealed 15 DNA-markers among the 12 pathtoypes. In the present paper we have focused on the most common Danish pathotype in the considered period, and a number of 'old' and more recently introduced pathotypes with certain specific virulence combinations. Based on the DNA-fingerprints obtained using the 15 DNA-markers, the 7 pathotypes included could be divided into 8 AFLP-groups. The results showed that virulence against *Yr2*, *Yr9* and *CarstensV* may have developed more than once, as they were present in relatively different AFLP-groups. Virulence against *Yr6* were present only in less different AFLP-groups. Danish and British isolates of the same pathotype often belonged to the same AFLP-group, indicating that the isolates of the two countries arise from the same origin and that long distance migration of spores are likely to take place. The development of additional DNA-markers for more detailed studies of long-distance migration and its implications for durability of resistance against yellow rust in wheat, has been initiated.

Indledning

Hvedegulrust forårsages af den parasitiske svamp *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. Svampen reproducerer sig aseksuelt ved hjælp af uredosporer. Der kan dannes sporer som følge af en kønnet formering, men de har ingen praktisk betydning, da de ikke kan vokse på hvede, og en alternativ vært er ikke fundet. På trods af dette opstår der til stadighed nye patotyper, som er i stand til at overkomme værtplanteresistens. En vigtig egenskab ved gulrustsporerne er, at de kan transporteres med vinden. Tidligere undersøgelser har vist at vindbårne svampesporer kan

transporteres med luftstrømme over store afstande mellem marker, men også mellem lande og eventuelt kontinenter (Hermansen *et al.*, 1978). Betydningen, herunder hyppigheden, af en sådan langdistancetransport for spredning af nye patotyper af gulrust til Danmark er dog ikke kendt. Holdbarheden af værtplanteresistens er afhængig af, hvor hyppigt der forekommer migration (spredning) af virulente sporer fra et område til et andet, og det efterfølgende selektionstryk i det område hvor sporen lander. Mutationshyppigheden fra avirulens til virulens i svampen er en anden faktor af betydning. Det er derfor vigtigt at klarlægge, hvorledes nye patotyper af gulrust opstår. De enkelte patotypers virulensspektrum er i sig selv ikke tilstrækkeligt til at klarlægge dette.

I nærværende projekt er der udviklet DNA-markører, med henblik på at fremstille 'DNA fingeraftryk' af de indsamlede gulrustisolater, og dermed få en større forståelse af hvor tæt relaterede forskellige grupper af isolater og patotyper er. Tidligere studier har vist, at der er lidt variation på DNA-niveau i populationer af gulrust (Newton and Caten 1985, Chen *et al.*, 1993). Vi har derfor valgt at benytte teknikken Amplified Fragment Length Polymorphism (Vos *et al.*, 1995), som kan afsløre selv meget lidt variation, da store dele af svampens genom screenes på én gang.

Formålet med nærværende undersøgelse er:

1. Identifikation af DNA-markører til påvisning af gulrust-genotyper
2. Analyse af virulens- og DNA-markører for gulrustisolater indsamlet til forskellig tid og sted med henblik på analyse af patotypers evolution og spredning

Metodebeskrivelse

Isolatindsamling

Isolater af gulrust er blevet indsamlet i forbindelse med de danske virulensundersøgelser (Hovmøller, 1993). Indsamlingssted for de patotyper, som omtales i denne undersøgelse, er angivet i figur. 1. Isolaterne er blevet indsamlet som læsioner på inficerede planter og er derefter blevet opformeret på egnede værtplanter. Herfra er uredosporer blevet høstet og frysetørret. Virulensspektrum er blevet bestemt på 20-25 testsorter med kendt indhold af resistens. De britiske isolater, som indgår i undersøgelsen, er doneret af the National Institute of Agricultural Botany (NIAB) og er typisk indsamlet før den pågældende patotype/virulens blev observeret i Danmark.

AFLP-analyser

AFLP-teknikken udføres som beskrevet af Vos *et al.*, (1995). DNA ekstraheret fra frysetørrede sporer (1-5 mg) bliver restriktionsskåret med enzymerne *Mse*I og *Pst*I. Adaptorer med kendt DNA-sekvens påsættes restriktionsfragmenterne, hvorefter alle fragmenter bliver amplificeret vha. PCR (Polymerase Chain Reaction). Derefter udføres en selektiv PCR-amplifikation med primere påsat 2 ekstra nukleotider (+2 primere). Herved amplificeres et passende udsnit af det totale antal fragmenter. Ved at benytte forskellige kombinationer af disse PCR-primere kan forskellige dele af genomet undersøges for variation. Under den selektive PCR-amplifikation bliver DNA-fragmenterne radioaktivt mærket, og de kan derefter

separeres i en polyacrylamidgel og synliggøres ved hjælp af eksponering til røntgenfilm. Variation i tilstedeværelsen af et fragment mellem isolater viser en DNA-polymorfi/markør.

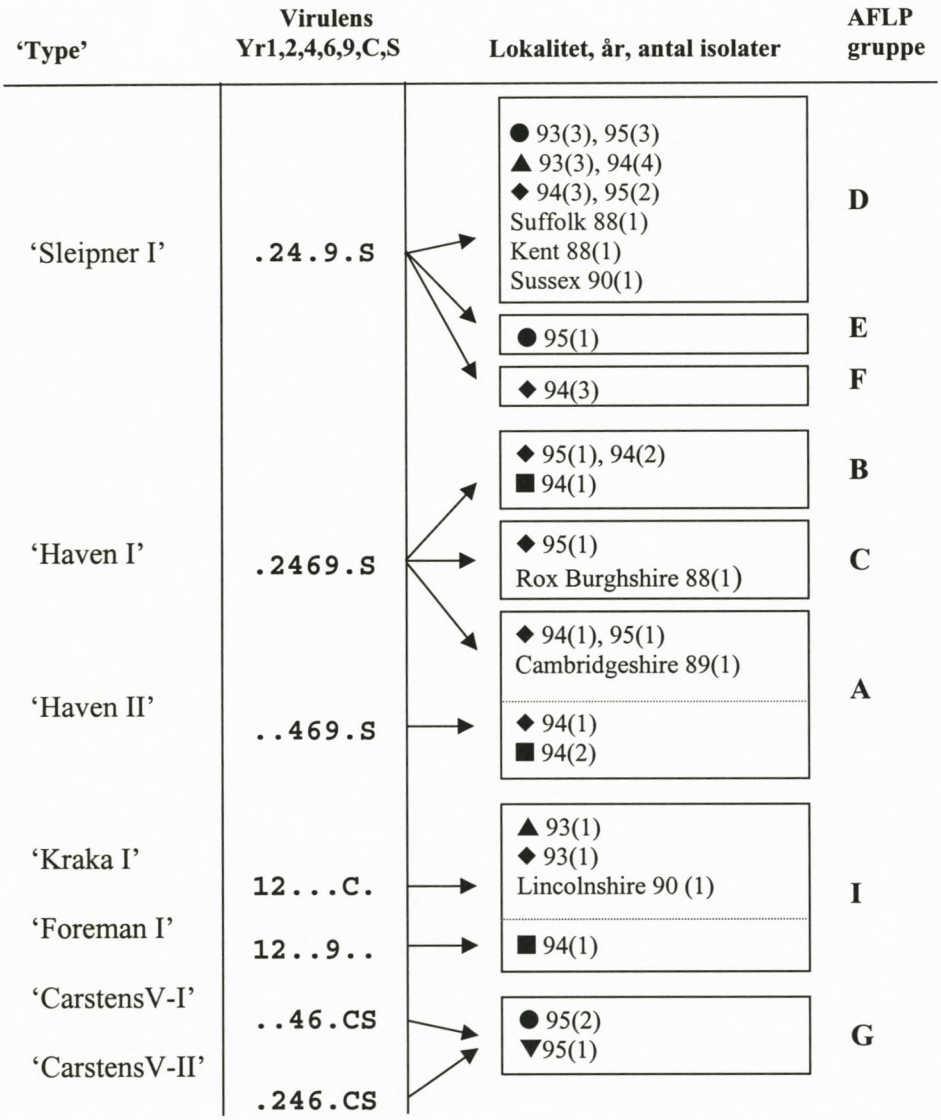
Figur 1. Angivelse af indsamlingssted for de danske gulrustisolater indsamlet 1993-95. Symboler refererer til figur 2. Geographical origin of the Danish isolates collected from 1993 to 1995. Symbols refer to figure 2.

Resultater og diskussion

I perioden 1993-95 blev der i alt indsamlet og patotypebestemt 288 isolater af gulrust og disse kunne grupperes i 12 forskellige patotyper (Hovmøller *et al.*, 1999). I det følgende fokuseres på 7 patotyper:

1. 'Sleipner-I' med virulens mod *Yr2, 4, 9, Suwon-Omar* og avirulens mod *Yr1, 6, CarstensV,*
2. 'Haven-I' med virulens mod *Yr2, 4, 6, 9, Suwon-Omar* og avirulens mod *Yr1,CarstensV,*
3. 'Haven-II' med virulens mod *Yr4, 6, 9, Suwon-Omar* og avirulens mod *Yr1, 2, CarstensV,*
4. 'Kraka-I' med virulens mod *Yr1, 2, CarstensV* og avirulens mod *Yr4, 6 ,9, Suwon-Omar,*
5. 'Foreman-I' med virulens mod *Yr1, 2, 9* og avirulens mod *Yr4, 6, CarstensV, Suwon-Omar,*
6. 'CarstensV-I' med virulens mod *Yr4, 6, CarstensV, Suwon-Omar* og avirulens mod *Yr1, 2, 9,*
7. 'CarstensV-II' med virulens mod *Yr2, 4, 6, Carstens V, Suwon-Omar* og avirulens mod *Yr1, 9.*

Alle isolaterne var virulente mod *Yr3* og avirulente mod *Yr5, 7, 8, 10 og 17.*



Figur 2. Inddeling af patotyper i AFLP-grupper. Virulensspektrum er angivet for *Yr1,2,4,6,9,Carstens V* (C) og *Suwon-Omar* (S). Avirulens mod det pågældende resistensgen er angivet som '.' Symbolerne ●▲◆■▼ refererer til indsamlingssted for de danske isolater (se figur 1). The relation of pathotype and AFLP-pattern. The virulence spectra for *Yr*1,2,4,6,9,*Carstens V* (C) and *Suwon-Omar* (S) is shown. Avirulence is shown as '.'. The symbols refer to the site of collection (see figure 1).

Indledende screening af 80 AFLP-primerkombinationer har vist, at 8 kombinationer var i stand til at afsløre polymorfi blandt 5 udvalgte danske isolater med forskellige patotyper. Hver primerkombination amplificerede ca. 75 DNA-fragmenter. De fleste kombinationer viste ingen polymorfi, hvilket understreger, at der er meget lidt variation på DNA-niveau i gulrustsvampen. De 8 primerkombinationer blev derefter testet på 60 isolater heriblandt de 12 forskellige patotyper. På dette sæt af isolater afslørede de 8 primerkombinationer i alt 15 DNA-markører (Hovmøller *et al.*, 1999)

De 7 patotyper, som der fokuseres på i dette materiale, kan ved hjælp af de 15 DNA-markører inddeles i 8 AFLP-grupper (figur 2). Jo flere markører, der viser polymorfi mellem to AFLP-grupper jo fjernere beslægtede formodes isolaterne i de to grupper at være. I dette materiale er der anvendt relativt få DNA-markører og opdelingen af de enkelte typer i AFLP-grupper skal derfor tolkes med varsomhed. Resultaterne fortæller dog en hel del om det indbyrdes 'slægtskab' mellem isolaterne, og kan dermed også indikere om en bestemt virulens er opstået en eller flere gange, samt om der er forskel på, hvor hyppigt en bestemt virulens opstår og/eller forsvinder.

Meget tyder på, at virulens mod *Yr2* (*VYr2*) er opstået flere gange, og at mutation fra avirulens til virulens (eller omvendt) er relativ hyppigt forekommende. Dels findes *Yr2* i patotyper med meget forskellige virulensspektra, f.eks. Sleipner-I- og Kraka-I-typen, dels har disse typer et meget forskelligt DNA-fingeraftryk. Ovenstående underbygges af, at andre patotyper, som kun varierer med hensyn til virulens mod *Yr2*, ikke viser variation for de afprøvede DNA-markører. Dette gælder for typerne Haven-I og II, som begge tilhører AFLP-gruppe A, henholdsvis typerne CarstensV-I og II, som begge tilhører AFLP-gruppe G. Vi er i øjeblikket i gang med at undersøge de nævnte patotyper med flere markører for at styrke grundlaget for ovenstående konklusioner.

Virulens mod Carstens V optræder både i isolater af Kraka-I-typen fra 1993 og igen i isolater af typerne Carstens V-I og II indsamlet i 1995. Kraka-I-typens virulensspektrum er meget forskelligt fra Carstens V-typernes virulensspektra. AFLP-grupperne I og G, varierer i dette materiale med hensyn til 2 DNA-markører. Yderligere undersøgelser med flere markører har senere understreget, at de to AFLP-grupper er meget forskellige og virulens mod Carstens V er derfor højst sandsynligt opstået flere gange. Det samme gælder for virulens mod *Yr9* i Sleipner-I-typen og Foreman-I-typen, hvor de to virulensspektra også er meget forskellige og hvor AFLP-grupperne D, E og F adskilles fra AFLP-gruppe I med henholdsvis 5, 6 og 4 markører.

Anderledes forholder det sig muligvis for virulens mod *Yr6* i Haven-typerne og i Carstens V-typerne. Disse typers virulensspektra er kun forskellige med hensyn til virulens mod *Yr9* og *Carstens V*. Samtidig varierer AFLP-grupperne A, B og C kun med hensyn til 1, 2 og 3 DNA-markører fra AFLP-gruppe G. Det er derfor sandsynligt at *VYr6* kun er opstået én gang i de populationer, som er repræsenteret i de undersøgte isolater. Undersøgelse af flere DNA-markører er nødvendig for at kunne fastslå 'slægtskabet' mellem de to typer. Observationer i virulensovervågningen har dog også vist at virulens mod *Yr6* var relativ sjælden indtil 1993 (Hovmøller, 1993 &1999).

Gulrust i Sleipner (*Yr9)* blev i Danmark først observeret i 1989, selv om der var relativt kraftige gulrustepidemier i årene 1987 og 1988, hvor sorten dækkede et ganske stort areal (Hovmøller, 1993). Sleipner afløste sorten Kraka (*Yr1, CarstensV)*, som i de foregående år var blevet modtagelig for gulrust. I begyndelsen af 1990'erne blev nogle isolater fra henholdsvis Kraka og Sleipner virulens-testet, og der blev fundet to meget forskellige patotyper, henholdsvis typen 'Kraka-I' og 'Sleipner-I'. Sidstnævnte steg meget i frekvens, og var i perioden 1993-95 klart den mest udbredte gulrustpatotype i Danmark (Hovmøller, 1999). De to typer indgår i nærværende undersøgelse, og det har vist sig, at de også er meget forskellige (relativt) på molekylært niveau.

Isolater af Sleipner-I-typen blev allerede observeret i Storbritannien i 1986-88, og tre repræsentanter (isolater) herfra er AFLP-testet i nærværende undersøgelse. De tilhørte alle samme AFLP-gruppe som den danske Sleipner-I-type (figur 2). Det antyder, at de danske og britiske isolater er af fælles oprindelse, og at migration af Sleipner-I-typen fra Storbritannien til Danmark ikke er usandsynlig. Flere DNA-markører skal dog undersøges, før det med sikkerhed kan siges, om britiske og danske isolater tilhører samme AFLP-gruppe.

Isolater af Sleipner-I-typen og isolater af Haven-I-typen varierer med hensyn til virulens kun for *VYr6*. De tilsvarende AFLP-grupper er relativt forskellige, med undtagelse af gruppe C og F, som kun adskilles med 1 markør. Det er således ikke sandsynligt, at Haven-I-typen er opstået ved mutation i Sleipner-I-typen. Igen indikerer AFLP-ligheden, at britiske og danske isolater af de forskellige Haven-typer kan være af fælles oprindelse.

For at få større viden om, hvor stor betydning spredning af gulrustsporer fra nabolande har for introduktion af nye patotyper i Danmark, har vi sammen med en række europæiske samarbejdspartnere igangsat undersøgelser af isolater med virulens mod *Yr*17. Gulrust på sorter med *Yr17*-resistens blev for første gang fundet i Danmark i 1997, hvor to patotyper blev identificeret (Hovmøller, 1998). De samme to patotyper blev observeret i Storbritannien allerede i 1994 og 1995, og i Danmark blev de observeret igen i 1998, men først relativt sent i vækstsæsonen. Hverken i 1997 eller 1998 udvikledes egentlige epidemier i Danmark.

Vi har netop udviklet yderligere 20 DNA-markører, som skal benyttes til at undersøge slægtskab mellem de forskellige *Yr*17 patotyper, hvoraf der p.t. findes fire i England, og deres relation til de danske og engelske patotyper indsamlet gennem årene. Når resultaterne fra disse undersøgelser foreligger, vil vi have et virkelig godt grundlag for at vurdere de enkelte patotypers 'slægtsskab', og den relative betydning af henholdsvis fjernsmitte og mutation i forbindelse med introduktion af nye patotyper til Danmark; patotyper som med et slag kan ændre plantebeskyttelsespraksis i hvede, og øge behovet for ny resistens i sortsmaterialet, og eventuel kemisk bekæmpelse med fungicider.

Sammendrag

Ved brug af AFLP-teknikken har det været muligt at udvikle DNA-markører til fremstilling af 'DNA-fingeraftryk' af gulrustisolater med forskellige virulensspektra. Foreløbige undersøgelser med 15 DNA-markører har grupperet 7 forskellige patotyper i 8 AFLP-grupper. Inddelingen i AFLP-grupper og forskellen mellem de enkelte grupper kan give indikationer om 'slægtskab' mellem patotyper, hvor mange gange virulens mod et bestemt resistensgen er

opstået, samt om der er forskel på hvor hyppigt virulens opstår/forsvinder. I undersøgelsen var også inkluderet britiske isolater. Ofte havde britiske og danske isolater med samme patotype identiske AFLP-typer, hvilket indikerer at isolaterne har samme oprindelse og at migration over store afstande finder sted. Hvor vigtig fjernsmitte er i forhold til mutationer i den danske gulrustpopulaiton for opståen af nye patotyper i Danmark, vil fremtidige undersøgelser med flere DNA-markører vise.

Litteratur

Chen, X., Roland,F.L., Line, F. og Leung H. 1993. Relationship Between Virulence Variation and DNA Polymorphism in Puccinia striiformis. Phytopathology 83:1489-1497.

Hermansen, J.E., Torp, U., og. Phram L. 1978. Studies of transport of spores of cereal mildew and rust fungi across the North Sea. Grana 17:41-46.

Hovmøller, M. S. 1993. Gulrust på hvede – biologi og sortsresistens. 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskr. Planteavl Specialserie. S-2237:49-60.

Hovmøller, M. S. 1998: Hvedesorter er modtagelige for nye typer gulrust. *Landsbladet Mark*, 6. maj 1998, s. 12.

Hovmøller, M. S. 1999. Disease severity and pathotype dynamics of *Puccinia striiformis tritici* in Denmark. in prep.

Hovmøller, M. S., Rideot, C. J., Justesen, A. F., Brown, J. K. M. 1999. Molecular variation in wheat yellow rust in Northern Europe. in prep.

Newton, A.C. og. Caten, C.E. 1985. Variation for isozymes and double-stranded RNA among isolates of Puccinia striiformis and two other cereal rusts. Plant Pathol. 34:235-247.

Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Lee, T., Hornes, M., Frijters, A.,. Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., and Zabeau, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic.acids.res. 23(1995):4407-4414.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Stabilitet af resistens for skoldplet på byg

Stability of resistance to scald of barley

Hanne Østergård
Forskningscenter Risø
Afdeling for Plantebiologi og Biogeokemi
P.O.Boks 49
DK-4000 Roskilde

Hans O. Pinnschmidt
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Barley leaf blotch caused by the fungus *Rhynchosporium secalis* is an important disease of winter and spring barley in Denmark. Host resistance is a potential source for sustainable protection against the disease. The effect of resistance changes under field conditions as the pathogen population adapts to the resistance. Here we describe the stability over years and sites of resistance to the predominating natural pathogen populations assayed in Danish Observations plots 1994-98 (Anonymous 1994, 1995, 1996, 1997, 1998). These results are compared to results from a field trial with artificial inoculation of two highly virulent isolates (Pinnschmidt *et al.*, 1998). Six spring barley cultivars much grown in Denmark were selected for the analysis, and only sites with at least 10% diseased leaf area on a susceptible standard were included. All cultivars had a high degree of resistance (reduced diseased leaf area) to the predominant pathogen populations compared to the susceptible standard. In general, no trends over years were observed but at specific sites some cultivars had more disease in some years. In the field experiment, the ranking of resistance was different from the ranking in the Observation plots. Three different measures of resistance of a cultivar within a year were considered: diseased area averaged over sites measuring actual disease level, maximum diseased area over sites measuring potential disease level, and regression of the diseased area on cultivar versus the diseased area on standard measuring resistance level. As the genetic variation in pathogenicity of the fungus is known to be large, it is suggested that future evaluations of host resistance report average values as well as maximum values for a specific year.

Indledning

Sygdommen skoldplet, forårsaget af svampen *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis, var sjælden i Danmark indtil ca. 1965, hvorefter den har været af varierende økonomisk betydning i vår- og vinterbyg (Jørgensen 1992). Derfor er der til stadighed behov for bæredygtige foranstaltninger til beskyttelse mod sygdommen og værtplanteresistens er en vigtigt egenskab herfor. Effekten af plantens resistens under markforhold ændres med tiden, idet svampepopulationens genetiske sammensætning ændres, og dermed svampens evne til at inficere og sprede sig i afgrøden. Gennem planteforædling tilføres hele tiden ny resistens til sortsmaterialet for at være parat med nye sorter, når de gamle mister deres effekt. For skoldplet er der beskrevet og navngivet 17 race-specifikke resistensgener med stor effekt på svampens vækst (Webster *et al.*, 1980, Beer, 1991) men kun få er fuldt effektive i Danmark (Jørgensen og Smedegaard, 1995). De race-specifikke resistensgener forhindrer ofte en avirulent svamp i at inficere, men har ingen effekt på en virulent svamp. Resistensgener med mindre effekt på svampens vækst, hvor svampen er kompatibel, men vokser langsommere, betegnes ofte partiel resistens. Der er tilsyneladende en stor variation i graden af partiel resistens i europæiske vår- og vinterbygsorter (Beer, 1991, Jørgensen & Smedegaard, 1995) og der findes enkelte DNA-markører herfor blandt andet to for sorten Alexis (Backes *et al.* 1995, Jensen & Skinnes, 1998).

De forventede konsekvenser af at dyrke en sort med en given resistens over et stort areal vil afhænge af den genetiske baggrund for sortens resistens og svampens aggressivitet. Hvis det drejer sig om race-specifik resistens forventes, alt andet lige, en hurtigere tilpasning af svampepopulationen og dermed et hurtigere fald i effekten af resistens, end hvis det er partiel resistens. For partiel resistens forventes der at være nogenlunde den samme rangordning i sorternes resistens på forskellige lokaliteter i Danmark, hvorimod der for race-specifik resistens vil være større forskelle, afhængig af, hvor variabel svampepopulationen er, og hvor meget sporer spredes. Skoldplet på byg spredes via sporer af regn og blæst, normalt over korte afstande og det primære inokulum kommer hovedsagelig fra inficeret halm og stub (Jackson, 1997). Konidier spirer på byggens blade og hyfer trænger ned i bladet og danner de karakteristiske pletter på blade og bladskeder (Beer, 1991, Jackson, 1997). Den genetiske variationen i svampen er stor, både hvad angår patogenicitet (Jørgensen & Smedegaard, 1995, Salamati & Tronsmo, 1997) og genetiske markører (Salamati *et al.*, 1998). Da et stort spektrum af virulens og en stor grad af kompleksitet af patotyper forventes, konkluderes at partiel resistens er den mest lovende form for vedvarende resistens mod skoldplet (Salamati & Tronsmo, 1997, J.H.Jørgensen, upubliceret).

En vigtigt kilde til sikring af optimal effekt af resistens i dyrkede sorter er derfor at følge ændringer i resistens under markforhold over år. Inden for hvert år er det desuden vigtigt at studere flere lokaliteter, idet svampepopulationens sammensætning og sygdomstrykket kan være forskelligt mellem lokaliteter, og det vil påvirke angrebet på den enkelte sort. Til dette formål har der i Danmark gennem flere år på flere lokaliteter været anlagt Observationsparceller, hvor mange sorters modtagelighed over for naturligt forekommende svampesygdomme under naturligt smittetryk er blevet bedømt på hver lokalitet.

Formålet med nærværende undersøgelse er at beskrive stabiliteten af skoldpletresistens i vårbyg målt ud fra den naturlige svampepopulation over år og lokaliteter på basis af bedømmelserne i Observationparcellerne i årene 1994-98 (Anonym 1994, 1995, 1996, 1997, 1998), samt at vurdere resultaterne i relation til resultater fra et markforsøg på Flakkebjerg med kunstig smitte i 1998 (Pinnschmidt *et al.*, 1998). Da den største påvirkning af svampepopulationen forventes at stamme fra sorter som har været dyrket meget i Danmark, er sådanne sorter valgt for den følgende analyse. Beskrivelsen vil basere sig på forskellige mål for en sorts resistens, som efterfølgende diskuteres.

Metodebeskrivelse

Observationsparceller

Byg blev dyrket i 1994-1998 i 1,2 x 15 m store parceller på flere lokaliteter per år, spredt ud over Danmark. Det naturligt forekommende angreb af skoldpletsvampen blev visuelt bedømt for hver parcel én til flere gange i løbet af vækstsæsonen på en ikke-lineær skala som omregnes til procent angrebet bladareal fra 0% til 100%. Gennemsnittet af de højeste værdier for en sort på hver lokalitet med rimeligt smittetryk er registreret for hvert år (Anonym, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998).

I nærværende undersøgelse er registreringerne på seks vårbygsorter, som er blevet dyrket på mindst 10% af arealet i mindst 2 af årene 1995-98, udvalgt til at analysere stabiliteten af resistens (tabel 1). Som modtagelig målesort er valgt at bruge Annasofie i 1994 og 1995, Give i 1996 og MS skoldplet (Annasofie) i 1996 og 1997, da disse sorter har været mest angrebet på alle lokaliteter et givet år.

Tabel 1. Udbredelsen (% af vårbygareal) af vårbygsorter dyrket på mindst 10% af arealet i mindst to af årene 94-98. Spring barley cultivars grown on at least 10% of the spring barley area in at least two years in the period 1994-98.

Sort Cultivar	**Areal (% af vårbygareal) for hvert år** Area (% of spring barley area) in each year				
	1994	1995	1996	1997	1998
Alexis	22	20	18	22	17
Meltan	2	9	16	13	9
Maud	1	11	12	6	0
Goldie	2	14	12	9	5
Lamba	0	6	10	13	10
Optic	-	-	0	10	16

Forskellige mål er anvendt til at beskrive en sorts resistens per år: gennemsnit over lokaliteter per år, maksimum over lokaliteter per år og regression af angrebsgraden for sort på angrebsgraden for målesort per år. For at sikre den bedste vurdering af sorternes resistens, er

her kun medtaget lokaliteter, hvor angrebsgraden på den modtagelige målesort har været mindst 10%.

Markforsøg

På DJF Flakkebjerg er 53 vårbygsorter blevet testet mod 3 isolater og en blanding af disse (Pinnschmidt, upubliceret). Forsøget blev sået den 22. april (dag 118) 1998 i 1 x 1 m parceller. Hver parcel bestod af 6 rækker, hvor de to værne-rækker var en blanding af de modtagelige sorter Annasofie og Lenka. Alle sorterne var randomiseret inden for 8 forsøgsled hver med sin behandling: 4 typer af smitte hver i 2 forsøgsled ('gentagelser'). Mellem den 17. maj (dag 154) og 11. juni (dag 162) blev parcellerne smittet fem gange for at være sikker på maksimal behandlingseffekt. Procent bladareal dækket med skoldplet såvel som det gennemsnitlige vækststadium (BBCH skala) blev visuelt bedømt mindst fem gange i løbet af vækstperioden. Arealet under sygdomskurven (AUDPC, se f.eks. Johnson *et al.*, 1987), blev udregnet for hver parcel som gennemsnit over perioden fra første inokulering, dag 154, til vækststadie 83 (GS83). Her er kun medtaget resultaterne fra sorter i tabel 1 samt Annasofie. Yderligere er kun medtaget data for isolaterne 'Race 3', indsamlet på Djursland (Jørgensen & Smedegård-Petersen, 1995), og 'RR', indsamlet på Sjælland på sorten Reggae i 1997 (Willas, personlig meddelelse). Race 3 var i væksthuset fundet at have kompatibel infektionstype på alle 53 testede sorter medens RR var virulent på næsten alle. Resultaterne for AUDPC blev analyseret med en variansanalyse af formen 'sort' + 'isolat' + 'gentagelse' + 'sort' * 'isolat' + 'sort' * 'gentagelse' + 'isolat' * 'gentagelse'.

Resultat

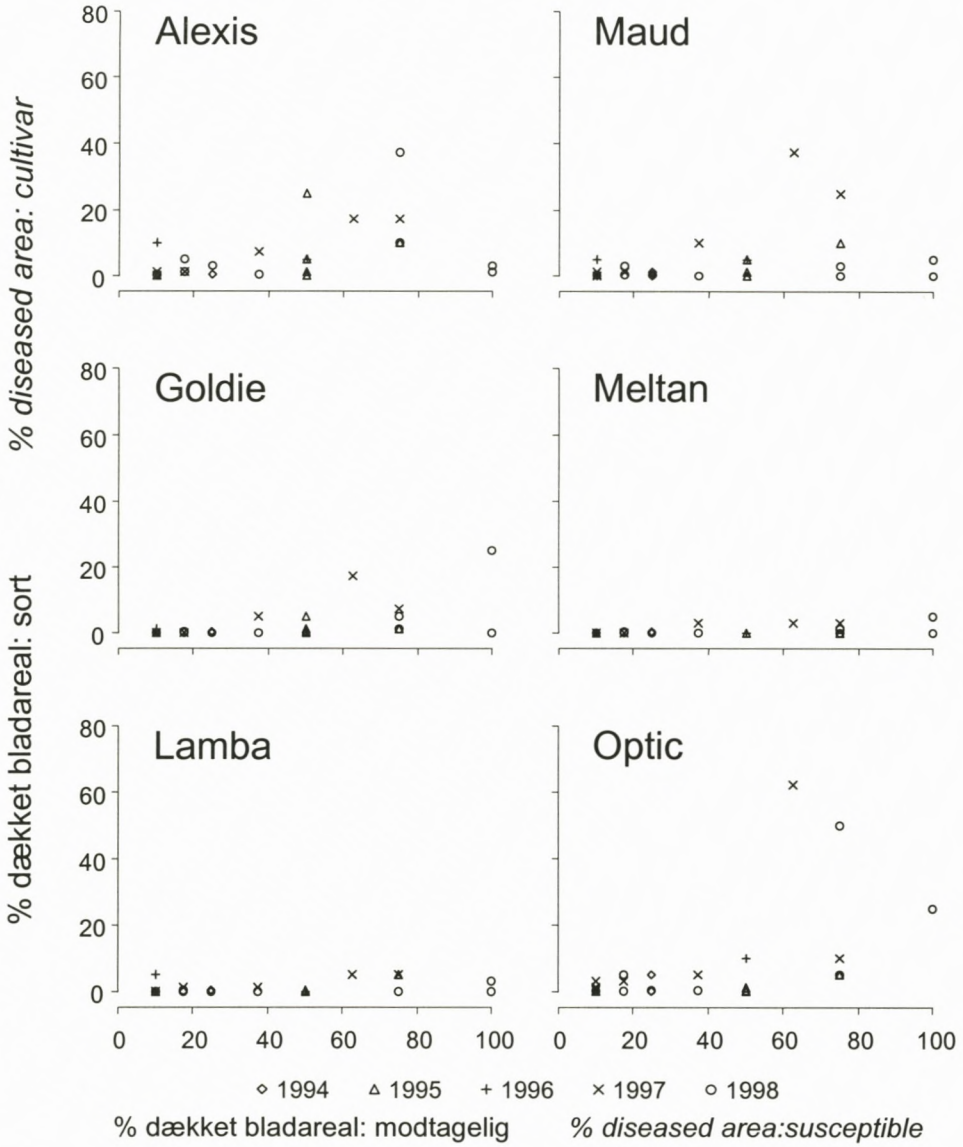
For at få et overblik over ændringer over år i de enkelte sorters resistens, benyttes i det følgende tre forskellige mål for at uddrage årets resultat: gennemsnit over lokaliteter per år, maksimum over lokaliteter per år og regression af angrebsgraden for sort på angrebsgraden for målesort per år. I tabel 2 er de to første mål angivet. Afhængig af skoldpletniveauet de forskellige år, varierer antal lokaliteter med mindst 10% angreb på målesorten fra 3 til 9 hvilket påvirker sikkerheden på de opgivne værdier. Generelt har der været lille gennemsnitligt angreb på de seks sorter i forhold til målesorten for alle årene. Sorterne Maud og Optic har dog haft forhøjede gennemsnitlige angrebsgrader i 1997, selv om målesorten i gennemsnit ikke var specielt meget angrebet og i 1998 havde Optic som den eneste sort forhøjede angreb i 1998. For gennemsnitstallene ses ikke nogen udpræget stigning i modtagelighed over årene måske undtaget for Optic. For den maksimale angrebsgrad er der en stor stigning i frekvensen for Goldie og Optic og en mindre for Meltan, medens Alexis og Maud har varierende angreb over år. Det kan konstateres at de maksimale værdier er flere gange større end gennemsnitsværdierne i mange tilfælde, hvilket tyder på forskel mellem lokaliteter ud over forsøgsusikkerheden.

Tabel 2. Gennemsnitlig % dækket bladareal og maksimalt % dækket bladareal (i parentes) for hver sort samt for den modtagelige målesort over et antal lokaliteter hvert år. Average % diseased leaf area and maximal % diseased leaf area (in brackets) for each cultivar and year calculated over a number of sites.

		Sort Cultivar						
År Year	**Lokaliteter** Sites	**Alexis**	**Goldie**	**Lamba**	**Maud**	**Meltan**	**Optic**	**Målesort** Suscept.
1994	3	0.5 (0.5)	0.2 (0.5)	0.4 (0.5)	0.5 (1)	0.2 (0.5)	3.4 (5)	25.0 (25)
1995	7	6.0 (25)	1.1 (5)	0.9 (5)	3.1 (10)	0.1 (0.1)	1.0 (5)	47.9 (75)
1996	3	5.0 (10)	0.4 (1)	1.7 (5)	3.4 (5)	0.1 (0.1)	3.5 (10)	23.3 (50)
1997	7	6.4 (17.5)	4.3 (17.5)	1.8 (5)	10.7 (37.5)	1.3 (3)	12.1 (62.5)	31.8 (75)
1998	9	6.8 (37.5)	3.5 (25)	0.4 (3)	1.4 (5)	0.7 (5)	12.4 (50)	50.8 (100)

I tabel 2 er sygdomstrykket de forskellige år ikke taget i betragtning. Dette kan derimod opnås ved at afbilde angrebsgraden af skoldplet fra hver lokalitet mod den maksimale angrebsgrad for den modtagelige målesort på samme lokalitet (figur 1). Figuren underbygger resultatet i tabel 2, at de valgte sorter alle har en høj grad af resistens i forhold til målesorten, og at der er enkelte lokaliteter enkelte år, hvor nogle sorter får et større angreb. Det skal bemærkes at alle observationer kan ikke erkendes da nogle af værdierne falder oven i hinanden. Dette gælder især for lokaliteter med små angreb, for eksempel er der i 1994 observeret 25% angreb på målesorten på alle tre lokaliteter og for Alexis værdien 0.5% på alle lokaliteter. Også enkelte observationer med store angreb falder sammen. For Alexis er der både i 1995 og i 1998 observeret 10% ved 75% angreb på målesorten og for Optic er der på to lokaliteter observeret 25% ved 100% på målesorten i 1998.

I figur 1 er der en tendens til, at et øget sygdomstryk, målt som angrebsgrad på målesorten, giver et øget angreb på de udvalgte sorter. Mellem lokaliteter inden for år ses punkterne for nogle sorter i nogle år at ligge omkring en ret linie gennem 0-punktet svarende til at der er en fælles reduktion i angrebsgrad for alle lokaliteter for denne sort (f.eks. Goldie for 1997). Hældningen på denne linie kan betragtes som mål for graden af resistens i sorten i forhold til målesorten. For andre år og sorter er der kun lille korrelation, eller hældningen er meget lille, mellem den betragtede sort og målesorten (f.eks. Lamba alle årene). I tabel 3 findes værdierne for hældningen af den bedste linie gennem punkterne for de forskellige lokaliteter inden for et år. I 1997 har Alexis, Goldie, Lamba og Meltan en signifikant hældning, hvilket betyder, at angrebsgraden for disse sorter voksede med sygdomstrykket, medens dette ikke er tilfældet de andre år, hvor der snarere har været et konstant (lavt) angrebsniveau uafhængigt af sygdomstrykket. I disse tilfælde vil niveauet være gennemsnitsværdien i tabel 2. For Optic er der en signifikant hældning for 1996 og 1998. For alle kombinationer af år og sort undtagen for Alexis i 1997 går linien gennem 0-punktet.



Figur 1. Skoldpletangreb på vårbygsorter i Observationsparcellerne afbildet mod skoldpletangreb på modtagelig målesort for forskellige lokaliteter i Danmark. Scald severity on commercial cultivars of spring barley in observation plots vs scald severity on a susceptible reference variety for various locations in Denmark in different years.

Tabel 3. Regressionskoefficienterne for regressionen af % dækket bladareal for sort mod % dækket bladareal for målesort for hvert år. Coefficients of the regression of % diseased area on cultivar against % diseased area on susceptible reference for each year.

År Year	Lokaliteter Sites	Alexis	Goldie	Lamba	Maud	Meltan	Optic
1994	3	-[a]	-	-	-	-	-
1995	7	0.15	0.02	0.06	0.13	-	0.06
1996	3	-0.00	-0.01	-0.06	0.06	0.00	0.24*
1997	7	0.29***	0.19*	0.08***	0.50**	0.05**	0.50
1998	9	0.10	0.13	0.01	0.02	0.02	0.33*

[a] **'–' angiver at der ingen variation er fundet for sort eller målesort** no variation found within cultivar or susceptible reference.

'*', '' og '***' angiver signifikant hældning på henholdsvis 5%, 1% og 0.1% signifikans-niveau** significant regression on 5 %, 1 % and 0.1 % significance level, respectively.

De foregående mål for resistens inden for et år har betragtet lokaliteterne under et. Det kan ikke udelukkes at de forhøjede angrebsgrader kunne skyldes forskelle i svampepopulationer eller forskelle i det lokale miljø af betydning for sorternes angrebsgrad. Lokaliteten Grindsted har været medtaget i 1994, 1995 og 1998. Alexis har haft højere værdier her i 1995 (25%) og 1998 (37.5%) end på andre lokaliteter, selv om der har været lokaliteter med højere smittetryk i disse år. Dette kunne tyde på, at svampepopulationen ved Grindsted har været specielt aggressiv over for Alexis, eller at der i Alexis er et ukendt race-specifikt resistensgen, som en del af populationen her har været virulent overfor. Af de andre sorter har Optic også haft et højt angreb i Grindsted, men kun i 1998 (50%). Ved Karise og til en vis grad Rønhave, har fire ud af seks sorter i 1997 givet usædvanligt høje værdier: Alexis (17.5%), Goldie (17.5%), Maud (37.5% og 25%) og Optic (62.5%).

Resultaterne fra observationsparcellerne giver et overordnet indblik i graden af resistens i de forskellige sorter under naturlig smitte med de lokale svampepopulationer. Sygdomsudviklingen i fire af de samme sorter er fulgt i detaljer i et markforsøg på Flakkebjerg, hvor sorterne blev smittet kunstigt med flere isolater. Epidemiforløbene for to isolater er vist i figur 2. Et typisk forløb for flere af kurverne, især fra forsøgsleddet (Race 3, rep.1), er, at det procentvis dækkede bladareal vokser gennem sæsonen, for til sidst at falde, når bladene visner. Sygdommen udvikler sig langsomt på Goldie og Lamba, medens Meltan er mere modtagelig og Annasofie, som forventet, er den mest modtagelige. To mål for angrebsgraden i det enkelte forsøgsled er anvendt, henholdsvis arealet under sygdomskurven (AUDPC) og den maksimale angrebsgrad observeret i løbet af sæsonen. Disse to mål er stærkt korrelerede (korrelationen=0.98, $P<0.001$). Ved en variansanalyse på AUDPC af alle hoved- og 1. ordens-vekselvirkninger for 'sort', 'isolat' og 'gentagelse' fandtes kun én signifikant effekt, og det var forskellen mellem sorter. Forskellen mellem sorter er angivet i

tabel 4 baseret på den maksimale angrebsgrad observeret i løbet af sæsonen, således at værdierne er sammenlignelige med værdierne i tabel 2. Det ses, at smittetrykket, målt som angrebsgrad på Annasofie, ikke har været så højt som for flere af årene i Observationsparcellerne, selv om der havde været gentagne inokuleringer. De øvrige tre sorter har alle højere angrebsgrad end i Observationsparcellerne, specielt er rangordenen ændret, idet Meltan er mere modtagelig i forhold til Goldie og Lamba, end det er tilfældet i Observationsparcellerne.

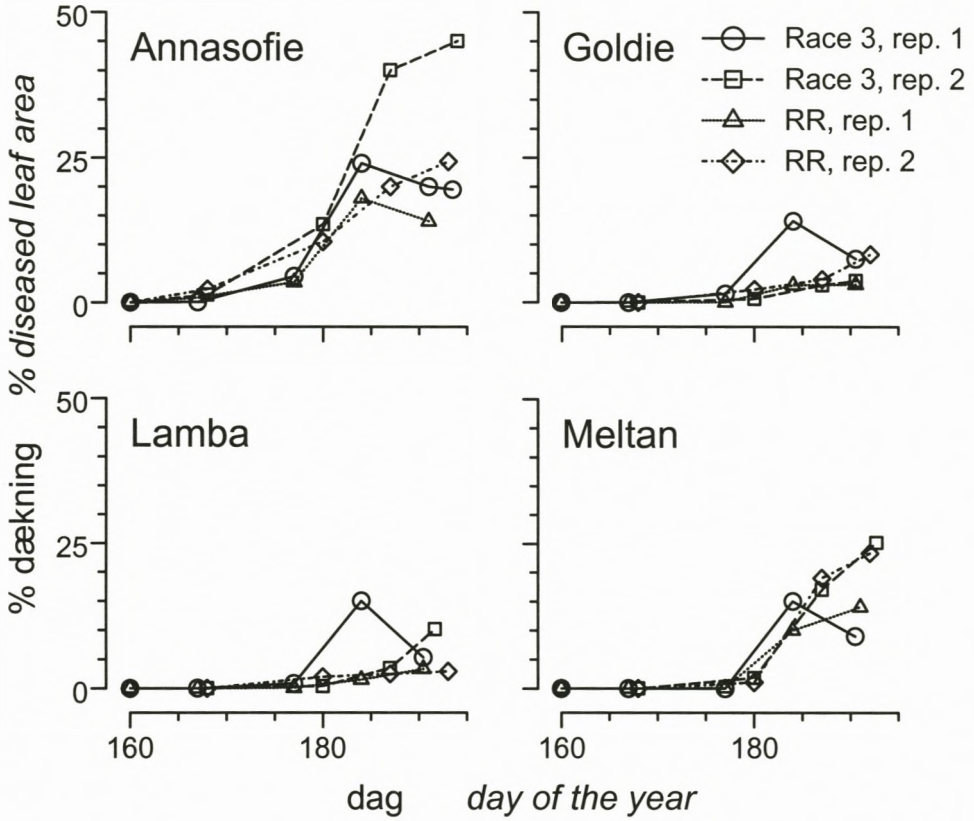
Tabel 4. Gennemsnit henholdsvis maksimum (i parentes) over forsøgsled af det maksimale % dækket bladareal for hver sort. For each cultivar, average and maximum (in brackets), respectively, of % maximal diseased leaf area.

Goldie	Lamba	Meltan	Annasofie
7 (14)	8 (15)	19 (25)	28 (45)

Diskussion

Formålet med nærværende analyse var at undersøge stabiliteten af resistens mod skoldplet over år. Overordnet kan konkluderes, at de seks udvalgte mest dyrkede vårbygsorter, alle har en stor grad af resistens (reduceret angrebsgrad) over for de dominerende patotyper af svampen i forhold til den modtagelige målesort. Der blev ikke fundet større generelle ændringer i resistensen over år, men i enkelte år på enkelte lokaliteter kan der forekomme en del skoldplet på nogle sorter. Dermed er der ikke for disse sorter fundet den store forskel mellem lokaliteter, som man kunne forvente ud fra den store variation i svampens patogenicitet (Jørgensen & Smedegaard, 1995). Sorterne er udvalgt efter at være meget dyrket i mindst to år, for at de skulle have haft mulighed for at påvirke sammensætningen af svampepopulationerne. Dette kriterium forventes ikke at have udelukket sorter, som varierede over lokaliteter.

Alligevel er der observationer, for nogle sorter på nogle lokaliteter, som giver større angrebsgrader et givet år end forventet også med sygdomsniveauet taget i betragtning. Dette kunne fortolkes som tegn på at svampepopulationerne er forskellige eller at der har været vekselvirkning mellem miljøbetingelserne (f.eks. kvælstofniveau eller fugtighed) og sorternes resistens på de givne lokaliteter. En anden indikation for det førstnævnte fås ved at sammenligne Observationsparcel dataene med resultaterne fra markforsøget. I markforsøget ses, at Meltan er den mest modtagelige af de tre sorter Meltan, Lamba og Goldie, når det gælder infektion med isolaterne 'Race 3' og 'RR'. Fra Observationsparcellerne er Meltan den mest resistente af disse tre, uafhængigt af hvilket mål, der anvendes. Hvis en lokalitet havde haft en stor hyppighed af Race 3 eller RR, ville Meltan have haft højere værdier. Da dette ikke er tilfældet må disse isolater, som er udvalgt som meget virulente blandt isolater indsamlet i Danmark, tilsyneladende være sjældne. I markforsøget var der ingen signifikant vekselvirkning mellem sort og isolat i dette delmateriale. I det samlede materiale af 53 sorter er der en signifikant vekselvirkning mellem sorter og isolater (Pinnschmidt *et al.*, 1998).



Figur 2. Udvikling af skoldplet på fire udvalgte vårbygsorter i markforsøg med infektion af to forskellige virulente isolater (Race 3 og RR) i to forsøgsled (rep.1 og rep2). Inokulering var mellem dag 154 (17. maj) og dag 162 (11. juni). Dag 190 er 9. juli. Scald development on selected spring barleys in the field after inoculation with two different virulent isolates (Race 3 and RR) as affected by the replication (rep.1 and rep2). First inoculation was on day 154 (May 17), fifth (last) inoculation on day 162 (June 11). Day 190 represents July 9.

Tre forskellige samlede mål for en sorts resistens, på baggrund af observationer på flere lokaliteter inden for et år har været anvendt: den gennemsnitlige angrebsgrad over lokaliteter, den maksimale angrebsgrad over lokaliteter og en regression af de observerede værdier for en sort på værdierne for en modtagelig målesort. Førstnævnte angiver, hvordan en sort i gennemsnit vil blive angrebet, på en vilkårlig lokalitet med de givne betingelser i det pågældende år, det andet mål angiver, potentialet for sortens resistens under de værste observerede forhold et givet år, medens det sidste mål giver et mål for reduktionen i angrebsgrad på grund af resistens, hvor forskellene på grund af sygdomstryk og vækstbetingelser er udjævnet mellem lokaliteterne i det givne år. Hvis der er store forskelle i

svampepopulationerne med hensyn til virulens eller aggressivitet over for resistensen i de betragtede sorter, vil der være stor forskel i værdierne. Ved publiceringen af bedømmelserne af Observationsparcellerne inden for et år (Anonym, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998), bruges gennemsnit over lokaliteter, hvilket fortæller om en given sorts aktuelle angreb det givne år. I en analyse af potentialet for resistens i danske kornsorter (Munk *et al.*, dette volume), er der anvendt maksimumsværdien. Da der vides at være stor genetisk variation i skoldpletsvampen vil det være hensigtsmæssigt at angive, såvel gennemsnit, som den maksimalt observerede angrebsgrad ved en fremtidig vurdering af sortsmateriale. Gennemsnitsværdierne kan også adskille sig meget fra maksimum hvis der medtages lokaliteter med meget lavt sygdomstryk. De viste gennemsnitstal i tabel 2 stemmer ikke overens med de publicerede værdier, idet der i indeværende analyse, kun er taget gennemsnit over lokaliteter med mindst 10% angreb på målesorten.

Ved en sammenligning af bedømmelser over år, er det vigtigt at inddrage en målesort til at beskrive forskellen i sygdomstryk mellem år. Regressionen af sort på målesort giver et godt billede af ændringer over år, især hvis sorter sammenlignes, som er mere forskellige i resistens end de her udvalgte.

Som det fremgår af det foregående er der behov for grundige analyser af sygdomsbiologi og sygdomsudvikling for at kunne give detaljeret information om sorters resistens specielt målt under markforhold. Her har været fokuseret på resistens af typen ofte kaldt partiel resistens, fordi svampen er i stand til at vokse på planten, men væksten er begrænset. Denne type resistens forventes at have en længere holdbarhed end race-specifik resistens, men den er sværere at påvise, fordi den er sværere at adskille fra indflydelsen af miljøfaktorer. Derfor har der på nationalt og internationalt plan i de seneste år været flere samarbejdsprojekter mellem forædlere og forskere om bedømmelse, beskrivelse og overvågning af svampepopulationer af bladpatogener og analyse af partiel resistens hos korn. I Danmark har der siden 1997 været et samarbejde inden for det Cereale Netværk mellem de danske kornforædlere, forskningsinstitutioner (DJF, Risø, KVL) og Landbrugets Rådgivningscenter, og dette danske samarbejde indgår i et europæisk samarbejde inden for et COST program med deltagelse af 20 lande, og mere end 80 forædlings-, forsknings og rådgivningsinstitutioner (COST 817 Population studies of airborne pathogens on cereals as a means of improving strategies for disease control. (home page: http://www.jic.bbsrc.ac.uk/science/cereals/cost817)).

Sammendrag

Skoldplet på byg, forårsaget af svampen *Rhynchosporium secalis*, er en vigtig tabsvoldende sygdom på vår- og vinterbyg i Danmark. Plantens genetisk betingede resistens er en potentiel vigtigt egenskab til en bæredygtig beskyttelse mod sygdommen. Effekten af plantens resistens under markforhold ændres med tiden, idet svampepopulationens genetiske sammensætning ændres, og dermed svampens evne til at inficere og sprede sig i afgrøden. Formålet med nærværende undersøgelse er at beskrive stabiliteten af skoldpletresistens i vårbyg målt ud fra den naturlige svampepopulation over år og lokaliteter på basis af bedømmelserne i Observationparcellerne i årene 1994-98 (Anonym, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998) samt at

vurdere resultaterne i relation til resultater fra et markforsøg med kunstig smitte med to meget virulente isolater i 1998 (Pinnschmidt *et al.*, 1998). Seks vårbygsorter, som har været meget dyrket, blev valgt til analysen og kun lokaliteter med mindst 10% angreb på en modtagelig målesort blev medtaget. Alle sorter havde en stor grad af resistens (reduceret angrebsgrad) over for de dominerende patotyper af svampen i forhold til den modtagelige målesort. Der blev ikke fundet større generelle ændringer i resistensen over år, men i enkelte år på enkelte lokaliteter, forekom der en del skoldplet på nogle sorter. I markforsøget var der en anden rangordning af sorterne på basis af deres resistens end i Observationsparcellerne. Tre forskellige mål for en sorts resistens, på baggrund af observationer på flere lokaliteter inden for et år, har været anvendt i analysen: den gennemsnitlige angrebsgrad over lokaliteter (det aktuelle angreb), den maksimale angrebsgrad over lokaliteter (det potentielle angreb) og en regression af de observerede værdier, for en sort på værdierne for en modtagelig målesort (resistensgraden). Da der vides at være stor genetisk variation i skoldpletsvampens patogenicitet, vil det være hensigtsmæssigt at angive såvel gennemsnit som den maksimalt observerede angrebsgrad ved fremtidige vurdering af sortsmateriale inden for et år.

Anerkendelse

Gerhard Deneken, DJF Tystofte, takkes for at have stillet data for sygdomsbedømmelse fra Observationsparcellerne til rådighed for analysen og Lisa Munk, KVL, og Mogens Hovmøller, DJF, for at have bidraget til diskussionen af resultaterne.

Litteratur

Anonym 1994 Sortsforsøg 1994. Statens Planteavlsforsøg og Landsudvalget for Planteavl.

Anonym 1995 Sortsforsøg 1995. Statens Planteavlsforsøg og Landsudvalget for Planteavl.

Anonym 1996 Sortsforsøg 1996. Statens Planteavlsforsøg og Landsudvalget for Planteavl.

Anonym 1997 Sortsforsøg 1997. Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl.

Anonym 1998 Sortsforsøg 1998. Danmarks JordbrugsForskning og Landskontoret for Planteavl.

Backes, G., A. Graner, B. Foroughi-Wehr., G. Fischbeck, G. Wenzel, A. Jahoor, 1995. Localization of quantitative trait loci (QTL) for agronomic important characters by the use of a RFLP map in barley (*Hordeum vulgare L.*). Theor. Appl Genet. 90: 294-302

Beer, W.W. 1991. Leaf blotch of barley (*Rhynchosporium secalis*). Zentralbl. Mikrobiol. 46, 339-358.

Jackson, L (1997). Scald. Pages 33 - 35 in Mathre D E (ed.): Compendium of barley diseases (2nd edition). APS press, St. Paul, Minnesota, USA

Jensen, J. & Skinnes, H. 1998. QTL for skoldplet resistens i byg. I Proceedings fra cerealienetværkets årsmøde 1998, 5.-6. november, 33-34

Jørgensen, H.J.L. 1992. *Rhynchosporium secalis*, effect on yield, physiologic specialization, and infection biology. Ph. D. thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, 131 pp.

Jørgensen, H.J.L. & Smedegård-Petersen V. 1995. Pathogenic variation of *Rhynchosporium secalis* in Denmark and sources of resistance in barley. Plant Disease 79, 297-301.

Johnson, K.B., Teng P.S. & Radcliffe E.B. 1987. Analysis of potato foliage losses caused by interacting infestations of early blight, verticillium wilt, and potato leafhopper and the relationship to yield. Journal of Plant Diseases and Protection 94, 22-33.

Munk, L., Østergård H., Pedersen J.B., Eriksen B. & Hovmøller M.S. 1999. Sygdomsresistens i korn: status og muligheder. DJF rapport nr. 10

Pinnschmidt, H.O, Hovmøller, M.S. & Deneken G. 1998. Assessment of Partial resistance of summer barley to *Rhynchosporium secalis*. I Proceedings fra Cerealienetværkets årsmøde 1998, 5.-6. november, 33-34

Ny resistens mod frøbårne sygdomme i korn

New resistance against seed borne diseases in cereals

Bent J. Nielsen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Solveig Christiansen
Afdeling for Plantebiologi og Biogeokemi
Forskningscenter Risø
DK-4000 Roskilde

Jens Ove Bagge
Sejet Planteforædling
Nørremarksvej 67, Sejet
DK-8700 Horsens

Summary

Resistance against serious seed borne diseases in cereals, such as leaf stripe *(Drechslera graminea),* loose smut *(Ustilago nuda)* and common bunt *(Tilletia caries)* have been described in the literature, but only little is known about the resistance in modern varieties.

New projects have been started in co-operation with Danish breeders with the objective to ensure availability of healthy seed for pesticide-free and organic growing of cereals. The results so far show great variation in susceptibility to leaf stripe and bunt. Most of the tested varieties or lines were susceptible, but some varieties had a moderate level of resistance and a few were highly resistant. The test have been made with different populations collected from Denmark but only little is known about the variation in leaf stripe or bunt. Experiments with DNA markers in bunt show that the genome of the bunt fungus is very little and preliminary results suggest that the variation within a single sorus and within isolates of the bunt fungus is limited.

Indledning

Den tidligere pesticidhandlingsplan havde til formål at reducere brugen af pesticider med 50% fra 1981/85 til 1997. Denne handlingsplan indeholdt kun anvendelse af sprøjtemidler og ikke bejdsemidler, men fornyet diskussion om muligheder for yderligere reduktion, har nu også

indraget bejdsemidlerne. Spørgsmålet er, om der kan produceres kvalitets sædekorn uden eller med begrænset brug af bejdsemidler, og hvad er risikoen for på længere sigt at opformere og sprede alvorlige frøbårne sygdomme som f.eks. stinkbrand eller stribesyge (Nielsen og Scheel, 1995; Nielsen *et al.*, 1998). Disse spørgsmål er også centrale i den økologiske produktion af sædekorn, hvor bejdsemidler ikke kan anvendes i de to sidste fremavlsgenerationer (Nielsen *et al.*, 1999). Vi ved af erfaring, at vigtige frøbårne sygdomme, som stinkbrand, stribesyge og nøgen bygbrand, ikke er udryddet, men at de efter få års dyrkning, uden en eller anden form for bekæmpelse, hurtigt kan opformeres og spredes.

Sygdomsresistente planter er et godt bud på et alternativ til kemisk plantebeskyttelse, men resistente sorter kommer ikke af sig selv. Det er resultatet af et langvarigt og systematisk forædlingsprogram. En indsats som kontinuert må følges op, da patogenpopulationen hele tiden ændrer sig og nye smitteracer opformeres. Der er i dag opnået store fremskridt med sygdomsresistens mod bladsygdomme, men mod de frøbårne sygdomme har der i lang tid kun været en begrænset indsats.

Fra tidligere undersøgelser ved vi, at der findes resistens mod de vigtigste frøbårne sygdomme i korn, og nye initiativer er nu startet med henblik på at udnytte disse muligheder, eventuelt finde ny resistens og undersøge hvor modtagelige de sorter er, som dyrkes i Danmark.

Hvilket grundlag er der for resistens mod frøbårne sygdomme i korn?

Der er beskrevet resistens mod flere frøbårne sygdomme, og der er et godt potentiale for videre forædling.

Hvedens stinkbrand

Hos hvede kendes der mindst 15 specifikke resistensgener (*Bt*) mod stinkbrand (Hoffman og Metzger, 1976), men også uspecifik resistens er beskrevet, blandt andet fra canadisk vårhvede (Gaudet *et al.*, 1993). En central resistenskilde er den tyrkiske vinterhvede PI 178383 som har resistensgenerne *Bt 8*, *Bt 9* og *Bt 10* (Hoffman og Metzger, 1976). Denne kilde er også anvendt i svensk forædling, hvor de meget resistente vinterhvedesorter, Tjelvar og Stava, er markedsførte (Jönsson og Svensson, 1990). Der vides intet om udbredelse af resistensgener i danske hvedesorter.

Stribesyge

Resistens mod stribesyge er baseret på en kombination af race-specifikke resistensgener, og polygen baseret, partiel resistens, der giver forskellige grader af resistens (Knudsen, 1986, Skou og Haahr, 1987). Ved undersøgelser af et stort antal vesteuropæiske bygsorter kunne resistensen i en række højresistente sorter spores tilbage til to gamle søster-sorter Vada og Minerva. Resistensen blev benævnt "Vada-resistens" (Skou og Haahr, 1987). Der er tale om race specifik resistens (Knudsen, 1986) betinget af et enkelt gen (Skou og Haahr, 1984), som er koblet til genet for Laevigatum-resistens (*MlLa*) mod meldug (Haahr, Skou og Jensen, 1989). Genet er senere blevet betegnet som *Rdg1a* (Thomsen *et al.*, 1997). Vada resistens synes stadig at være effektiv i Danmark (Skou, Nielsen og Haahr, 1994), og følgende ældre

sorter blev fundet resistente ved undersøgelser i begyndelsen af 1990erne: Blenheim, Camen, Canut, Ellinor, Golf, Jubi, Nomad, Regatta, Semira, Sewa, Sila og Teo. Ud over Vada resistens er der også påvist 3 nye resistenskilder (Thomsen *et al.*, 1997).

Nøgen bygbrand

Over for nøgen bygbrand er resistensegenskaberne især knyttet til graden af lukket blomstring, idet sorter med lukket blomst ikke kan smittes. Det er en form for passiv resistens, som vil være varig og uspecifik. Egenskaben er genetisk baseret, men nedarvningsforholdene er komplicerede. Der findes også resistensmekanismer der direkte forhindrer svampens infektion, og flere resistensmekanismer er beskrevet. Tidspunkt og sted for resistensreaktionen synes at afhænge af den bestemte sort og patogenrace (Gabor og Thomas, 1987).

Nye undersøgelser med resistens mod frøbårne sygdomme

En række nye projekter er startet, hvor resistens over for de vigtigste frøbårne sygdomme (stribesyge, nøgen bygbrand og stinkbrand) i Danmark undersøges (Nielsen *et al.*, 1997). Indsatsen rettes mod en screening for resistens i eksisterende og nyt sortsmateriale fra ind- og udland. Efterfølgende vil det genetiske grundlag blive identificeret og resistensegenskaber testet, med henblik på blandt andet at introducere nye resistenskilder i forædlingsprogrammerne. Molekylære markører vil blive bestemt for at kunne adskille arter og isolater af stinkbrandssvampen.

Projekterne er en del af Cerealienetværket samt Det Økologiske Forskningsprogram, og er et samarbejde mellem DJF, Flakkebjerg, Forskningscenter Risø, Abed Fonden, Pajbjergfonden, Sejet Planteforædling, Landbrugets Rådgivningstjeneste samt Landbohøjskolen. Projekterne er nærmere omtalt ved Planteværnskonferencen i 1997 (Nielsen *et al.*, 1997).

Metoder

Stinkbrand

Der er indsamlet 46 populationer af stinkbrand fra forskellige dele af landet. Fra dette materiale udvælges populationer til screeningstesten. Da det er meget vanskeligt, at isolere enkeltsporeisolater af stinkbrand, anvendes kun populationer. Hvedesorterne smittes med 5 g brandsporer pr. kg og udsås i rækkeforsøg med 4 gentagelser, hvor antal aks med stinkbrand senere gøres op. I den indledende screeningstest anvendes 3-4 forskellige populationer, mens sorter med lovende resistensegenskaber går videre til test med 6-7 andre populationer. Testen er udført ved DJF og for en dels vedkommende også ved Sejet Planteforædling.

Stribesyge

Screeningstesten er baseret på mere end 20 forskellige populationer af stribesyge indsamlet fra Danmark. Screeningstesten udføres som rækkeforsøg i mark med 4 gentagelser. Imellem hver testsort ligger smitterækker sammensat af en blanding af de indsamlede populationer. De

smittede testsorter høstes og sås ud efterfølgende år, hvorefter antal planter med stribesyge opgøres.

DNA markører og stinkbrand

Svampemateriale til AFLP: Stinkbrand inficerede hvedeaks er indsamlet fra 3 danske lokaliteter: Højbakkegård, Sejet Planteforædling, Lyngby og 1 udenlandsk lokalitet, Prag (Tjekkiet). Teliosporer er isoleret fra en sorus (den inficerede kerne eller brandbutten) fra hver lokalitet. Mycelium fra enkelt teliosporer dyrkes på T-19 medium (Mills and Churchill 1988) ved 15°C.

Isolering af DNA: Svampemycelium dyrkes på cellophane, der er placeret på T-19 medium. Myceliet skrabes af cellophanen, og DNA isoleres med CTAB, som beskrevet i (Shi *et al.*, 1996).

AFLP: DNA er isoleret fra kulturer af ca. 15 enkeltsporer fra hver lokalitet og restriktionsskåret med enzymerne PstI eller EcoRI i kombination med MseI. Anvendelse af to +1 primere giver ca. 70 bånd pr. gel og er valgt til videre analyse.

Resultater

Stinkbrand

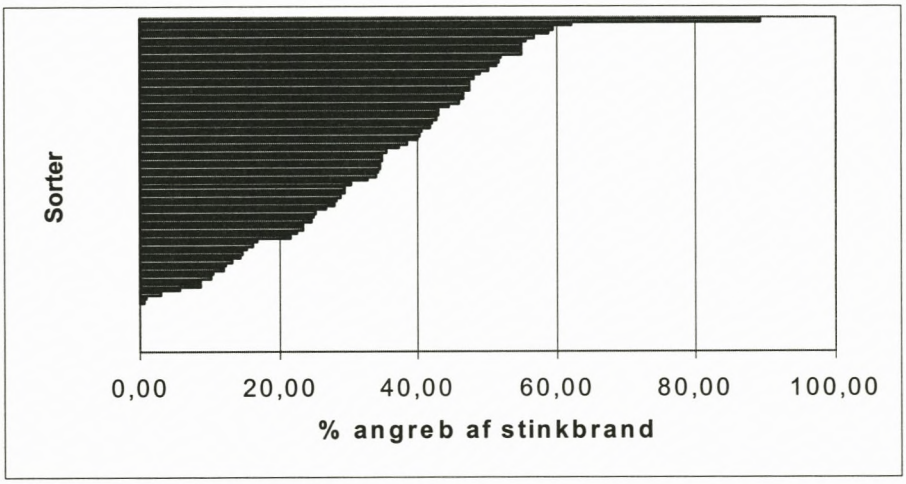
Siden 1995 er der testet 81 forskellige hvedesorter mod forskellige testpopulationer, og der blev fundet en meget stor variation i modtagelighed (figur 1.)

Flertallet af sorterne blev kraftigt angrebet, men en gruppe på 12 synes kun at være moderat modtagelige. Flere af disse sorter, som f.eks. Jacoby 2, Hereward og Rialto har i 3-4 års forsøg ligget lavt i forhold til den meget modtagelige sort Herzog (tabel 1). En gruppe på 5 sorter fik ingen eller meget lave angreb af stinkbrand. Sikker og høj resistens blev fundet i de svenske sorter Stava og Tjelvar samt en krydsning med baggrund i disse, SW 46207. I 1998 kom der kun meget lave angreb i sorterne Trintella og Aspect. Yderligere forsøg i 1999 vil vise om dette er et stabilt resultat.

I tabel 2 er resultaterne til orientering samlet for hver af de 14 anvendte testpopulationer af stinkbrand. Af de forskellige SW sorter, er det kun SW 46207, der er gået videre.

I tabel 3 er samlet en oversigt med testresultater fra udvalgte og dyrkede sorter, og det fremgår, at de mest almindelige danske hvedesorter er meget modtagelige for stinkbrand.

Stinkbrand kan også smitte fra sporer, der har overlevet i jorden (Nielsen og Nielsen, 1994; Borgen og Kristensen, 1997). I forsøg i 1995 og 1996, hvor der blev udlagt jordsmitte, kunne der ikke konstateres sikker forskel i modtagelighed afhængig af om smitten var frø- eller jordbåren.



Figur 1. Angreb af stinkbrand i 81 forskellige sorter af vinterhvede 1995-98. Sorterne er kunstigt smittet med stinkbrand (5 g sporer pr kg). Attack of common bunt (T. aries) icn 81 different wheat varieties tested 1995-98. The varieties were inoculated with 5 g spores per g wheat.

Vårhvede

Forsøg 1995 viste store forskelle i vårhvedesorternes reaktion på stinkbrand. Der blev testet følgende sorter: Dragon, Cadenze, Munk, Baldus, Thasos, Coromant, Jack, SGH 297/21/66/2, Cornett, Hanno, Jondolar. En enkelt sort, Jack (SCHW 215-83) fik næsten ingen angreb, mens sorter som Munk og Thasos samt i nogen udstrækning Cornette og Jondolar fik relativt lidt angreb. Vårhvede er ikke testet yderligere i projektet.

Triticale

I 1995 blev der testet følgende triticalesorter: Nord 94-2, SW 89210, LAD 236-89, LP 6061.88, G50.05, Nord 93-139, Nord 93-7516, LADF 407-88, Alamo, Prego, Modus, Nemo. Alle sorter var resistente. I efteråret 1998 er testet en lang række nye triticalesorter for resistens mod stinkbrand, og resultatet vil foreligge sommeren 1999.

Virulensundersøgelser

Efteråret 1996 blev der udsået et differentialsortiment smittet med 11 forskellige stinkbrandpopulationer indsamlet i Danmark. Flere af sorterne udvintrede, men af det materiale der blev tilbage, kan der alligevel dannes et foreløbigt billede af populationsstrukturen. Foreløbige resultater tyder på høj virulens mod sorter med resistensgenerne *Bt1*, *Bt 2* og *Bt 7*. Undersøgelserne fortsættes 1999.

Tabel 1. % aks med angreb af stinkbrand (T. caries) i hvedesorter smittet med forskellige stinkbrandpopulationer 1995-98. Pct. heads attacked with common bunt (Tilletia caries) in wheat varieties infected with different populations of bunt 1995-98.

	1995	1996	1997										1997	1998									1998	Hoved-
Testpopulation	SP	SP	BAY	BRØ	DUP	GN	HAS	KAL	RAN	SALT	SKIV	SP	Total	AUL	BAY	GN	KEJ	LEM	QN	RAN	SALT	SKIV	SP	Total	total
SW 46207														0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,0	0,0
Tjelvar	0,6	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
Stava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	0	0,1	0,1
Trintella																				0,5		0	0,1	0,2	0,2
Aspect																				0,5		0	1,9	1,0	1,0
Jacoby 2			6	4	0	1	8	0	1	9	17	6	5	2	71	0	2	0	0	0	0	0	0	6	6
Fold																				11		3	10	9	9
Charger																				10		3	14	10	10
Complet																				8		8	15	11	11
PBIS 95/91																				16		0	14	12	12
Hereward	7	8	6	26	13	6	12	13	5	29	9	28	16	5	9	3	34	3	4	7	14	0	11	9	12
Baltimore																				19		6	11	13	13
Konsul		14																							14
NORD 95/344																				22		11	10	15	15
LW 86Z46-3-5																				15		4	21	15	15
Bert														8	20	6	8	7	29	37	8	7	13	16	16
Rialto	20	11	6	28	13	4	22	11	6	37	16	34	20	6	12	5	49	1	11	6	25	8	14	13	17
Herzog	85	23	37	18	29	40	62	44	41	58	69	53	49	56	58	37	55	36	38	49	38	30	45	45	48

Test 1997-98 er for populationerne HAS, SALT, SKIV, SP (1997) samt RAN, SKIV og SP (1998) testet ved DJF og Sejet Planteforædling, resten er testet ved DJF.

Tabel 2. % aks med angreb af stinkbrand (*T. caries*) i hvedesorter smittet med forskellige stinkbrandpopulationer. Gennemsnit af populationer. Pct heads with common bunt (*T. caries*) in wheat varieties inoculated with different populations of bunt. The results are means of populations.

Testpop. :	AUL	BAY	BRØ	DUP	GN	HAS	KAL	KEJ	LEM	QN	RAN	SALT	SKIV	SP	Gens.
SW 42 323		0,0	0,0	0,0	0,0		0,0				0,0				0,0
SW 42323						0,0						0,0	0,0	0,0	0,0
SW 44 516														0,0	0,0
SW 46 273		0,0	0,0	0,0	0,0		0,0				0,0				0,0
SW 46273						0,0						0,0	0,0	0,0	0,0
SW 46207	0,0	0,0			0,0			0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Tjelvar	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
SW 47626	0,0	0,0			0,0			0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
SW 47661	0,3	0,0			0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stava	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1
Trintella											0,5		0,0	0,1	0,2
SW 46277	0,2	1,0			0,0			0,0	0,3	0,0	1,4	0,0	1,1	0,8	0,6
Aspect											0,5		0,0	1,9	1,0
Jacoby 2	2,3	38,8	4,2	0,0	0,3	8,0	0,0	2,4	0,1	0,0	0,4	4,5	8,5	2,1	5,8
Fold											10,7		2,9	10,0	8,8
Charger											10,1		3,3	14,0	10,3
Complet											7,7		7,5	15,1	10,6
PBIS 95/91											15,8		0,0	14,0	11,9
Hereward	4,9	7,4	25,5	13,4	4,5	12,0	12,5	34,0	2,9	3,8	6,4	23,5	6,0	15,4	12,3
Herzog	56,0	47,2	18,1	28,6	38,3	61,5	44,4	54,8	36,0	38,0	46,0	51,1	55,6	50,7	47,6

Test er for populationerne HAS, SALT, SKIV, SP (1997) samt RAN, SKIV og SP (1998) testet ved DJF og Sejet Planteforædling, resten er testet ved DJF.

Tabel 3. % aks med angreb af stinkbrand (*T. caries*) i udvalgte, dyrkede hvedesorter smittet med forskellige stinkbrandpopulationer. Gennemsnit af populationer. Pct. heads with common bunt (*T. caries*) in commonly grown wheat varieties inoculated with different populations of bunt. The results are means of populations.

sort	AUL	BAY	BRØ	DUP	GN	HAS	KAL	KEJ	LEM	QN	RAN	SALT	SKIV	SP	Gens.
Ritmo	18	37			17			26	18	11	32	19	23	29	25
Versailles	37	36			19	21		33	25	0	49	27	29	31	29
Haven	43	48			29			37	33	50	44	25	40	17	33
Lynx						41					34	40	39	27	34
Flair											43		23	32	35
Windsor											50		19	37	39
Efal						46					40	34	41	39	40
Hunter											51		23	44	43
Harrier						40					42	46	45	42	43
Encore											51		28	49	46
Stakado						43					59	37	51	44	47
Terra						55						46	66	42	50
Brigadier						53					54	52	58	47	52
Hussar						61						48	68	50	55
Herzog	56	47	18	29	38	62	44	55	36	38	46	51	56	51	48
Gens.	38	42	18	29	26	47	44	38	28	25	46	39	41	39	41

Test er for populationerne HAS, SALT, SKIV, SP (1997) samt RAN, SKIV og SP (1998) testet ved DJF og Sejet Planteforædling, resten er testet ved DJF.

DNA markører

De foreløbige resultater indikerer, at AFLP teknikken er egnet til karakterisering af isolater af stinkbrandsvampen. En begrænset mængde DNA er nødvendig, hvilket er en stor fordel, når der arbejdes med en så langsomtvoksende svamp. Antallet af amplificerede fragmenter, der resulterer fra reaktioner med to +2 primere er ca. 20 - 30 og med to +1 primere ca. 70 - 80. Et typisk svampegenom på ca. 40 Mb vil resultere i ca. 70 amplificerede fragmenter for to +2 primere. Det lave antal amplificerede fragmenter indikerer, at stinkbrandsvampen har et lille genom. Få primerkombinationer er forsøgt, og generelt har de afsløret få polymorfier. De foreløbige resultater tyder således på, at såvel variationen mellem teliosporer fra samme sorus (brandbutte) og mellem forskellige lokaliteter er lille.

Stængelbrand i rug

Der er i 1995 testet følgende sorter for resistens mod rugens stængelbrand: Amado, Danko, Dominator, Marder, Motto, Petkus II og Rapid. Alle sorter blev angrebet af stængelbrand og var modtagelige. I 1996 blev der fortsat med nye sorter (LPH 34, LPH 27, LPH 25, Esprit, og Apart), hvor der synes at være lidt forskel, men stadig stor modtagelighed. I 1996 indgik også forsøg med jordsmitte. Under gunstige forhold kan rugens stængelbrand også smitte via jorden, hvilket også er bekræftet i andre typer forsøg (Nielsen, 1999). Der kunne ikke konstateres sikker forskel i modtagelighed, afhængig af om smitten var frø- eller jordbåren.

Stængelbrand i triticale

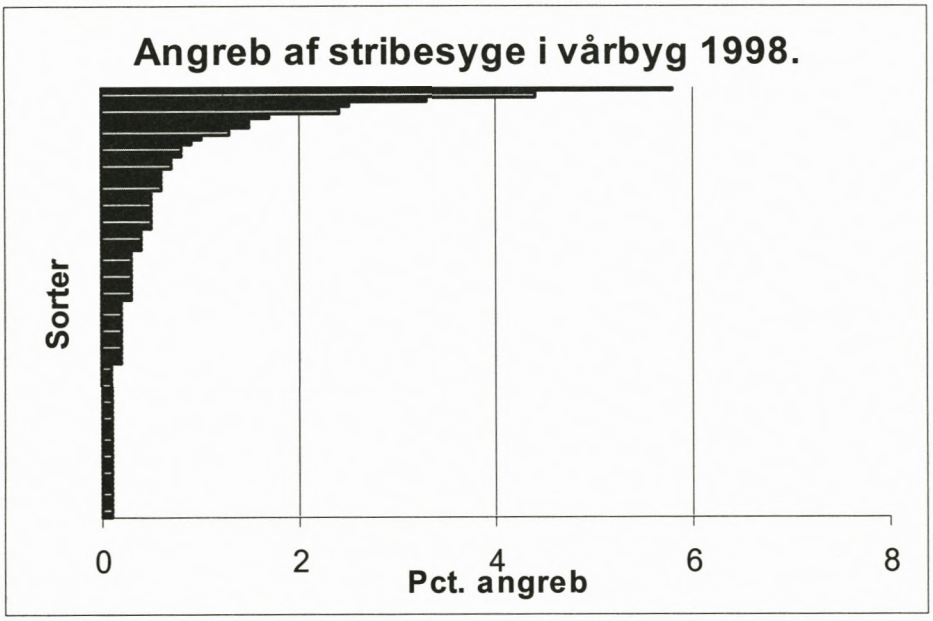
I 1995 blev der testet følgende triticalesorter for resistens mod stængelbrand: Nord 94-2, SW 89210, LAD 236-89, LP 6061.88, G50.05, Nord 93-139, Nord 93-7516, LADF 407-88, Alamo, Prego, Modus, Nemo. Alle sorter var resistente.

Byggens stribesyge

En række sorter blev smittet i markforsøg 1996 ved smitterækker bestående af en blanding af 5 forskellige sorter med kraftige angreb af stribesyge. Materialet blev sået ud 1997, og resultaterne viser store forskelle i resistens (figur 3). En række sorter fik næsten ingen angreb (Mandolin, Bartok, Coopere, Lamba) og en del havde svage angreb (Pf 612793-3, Canut, Maresi, Verona, Give). Der synes at være nogen kobling til laevigatum-resistens. Forsøget der blev smittet 1997 og sået ud 1998 fik desværre kun svage angreb af stribesyge (figur 2), og der kan på baggrund af dette materiale ikke konkluderes meget. Der ses dog en stor variation i modtagelighed. Forsøgene fortsætter.

Nøgen bygbrand

Smitteforsøg under markforhold er etableret og resultater forventes at foreligge 1999.



Figur 2. % angreb af stribesyge (*D. graminea*) i 79 sorter eller linier smittet med stribesyge under markforhold. DJF 1998. Pct. attack of leaf stripe (*D. graminea*) in 79 varieties or lines infected with leaf stripe under field conditions. DJF, 1998.

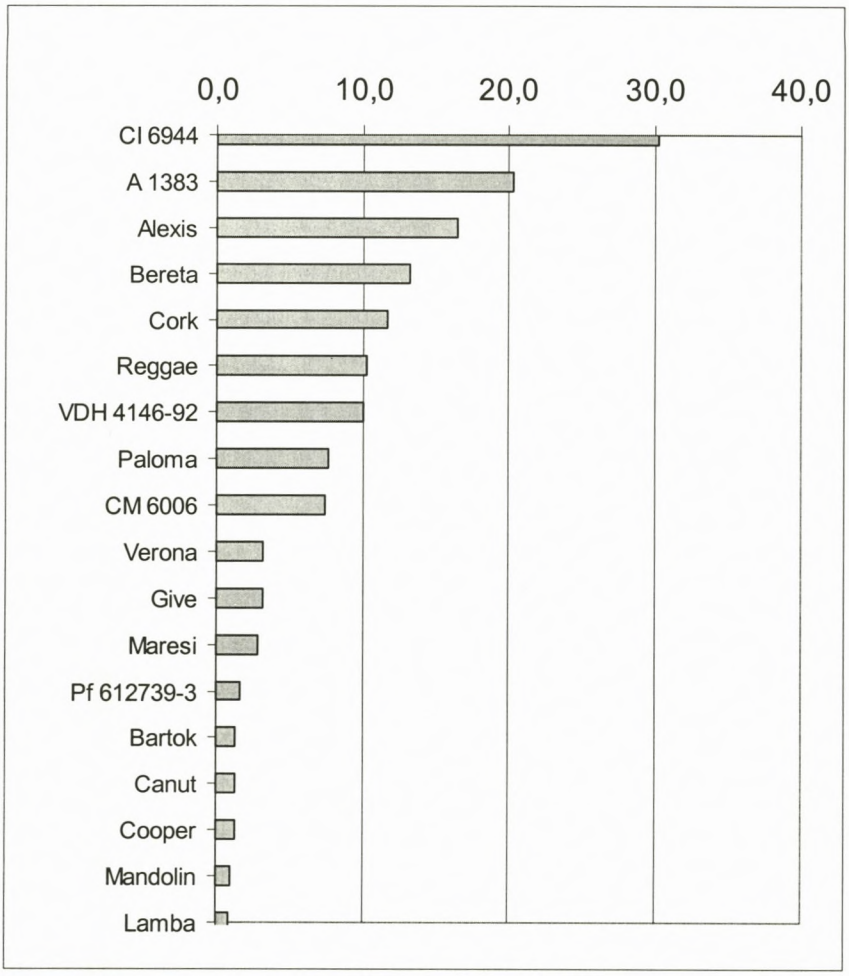
Afslutning og diskussion

Resultaterne fra danske undersøgelser viser, at de fleste hvedesorter er modtagelige for stinkbrand. En gruppe er moderat modtagelig og nogle sorter har høj resistens. I byg er tilsvarende fundet resistens mod stribesyge i enkelte sorter

Både stinkbrand og stængelbrand kan have jordbåren smitte (Nielsen og Nielsen, 1994; Borgen og Kristensen, 1997; Nielsen, 1999), men det har ikke været muligt, at konstatere forskel i resistens afhængig af, om smitten var frø- eller jordbåren. Ved kemisk bekæmpelse kan der være store forskelle i bejdsemidlernes virkning, og flere midler virker svagere på den jordbårne smitte (Nielsen, 1999).

Der er gode muligheder for at arbejde videre med resistens, men bekæmpelse af frøbårne sygdomme ved anvendelse af resistente sorter kræver et vedvarende og systematisk forædlingsprogram. Stinkbrandsvampen f.eks. er meget variabel og bestræbelserne på at indarbejde racespecifikke resistensgener er slået fejl blandt andet i USA på grund af forekomst af nye, virulente racer (Hoffman og Metzger, 1976; Gaudet *et al,*. 1993).

Der stilles meget høje krav til bekæmpelse af hvedens stinkbrand, da selv et meget lille angreb i marken kan konstateres som ubehagelig lugt i den høstede vare. Selv få % aks med stinkbrand vil være nok til, at høsten kasseres.



Figur 3. % angreb af stribesyge (*D. graminea*) 1997 i 18 sorter eller linier smittet med stribesyge under markforhold. DJF 1997. Pct. attack of leaf stripe (*D. graminea*) in 18 varieties or lines infected with leaf stripe under field conditions. DJF, 1997.

De svenske sorter Tjelvar og Stava, der er testet mod 14 forskellige stinkbrandpopulationer over flere år, må betragtes som højresistente, mens der i sorterne Trintella og Aspect blev fundet svage angreb (tabel 1). Yderligere test vil vise om der er tale om stabil og høj resistens.

Der er indsamlet 46 populationer af stinkbrand og omkring 20 populationer af stribesyge fra forskellige dele af landet. Alene omfanget viser, at svampene langt fra er udryddet fra dansk jordbrug. Vi ved dog ikke, hvor forskellige disse populationer egentlig er. De foreløbige resultater fra undersøgelser med DNA markører hos stinkbrand tyder på, at såvel variationen mellem brandsporer fra samme brandbutte, og mellem forskellige lokaliteter er lille.

Vores viden om virulensforholdene hos stinkbrand er også begrænset. Foreløbige resultater tyder på høj virulens mod sorter med resistensgenerne *Bt1*, *Bt 2* og *Bt 7*. Høj virulens mod *Bt1*, *Bt 2* og *Bt 7* blev også fundet i svenske undersøgelser 1969-1989 (Leijerstam, 1991).

Undersøgelserne med DNA markører og virulenstest vil blive fortsat for at få en bedre karakterisering af den danske stinkbrand og hermed mulighed for udvikling af nye bekæmpelsesstrategier.

Litteratur

Borgen, A. og Kristensen, L., 1997. Markforsøg med flerårig overlevelse af stinkbrand (*Tilletia tritici)* i jord. 14. Danske Planteværnskonference, SP-rapport nr. 8, 113-119.

Gabor, B. K. og Thomas, P.L. 1987 *Un8* allele for loose smut resistance associated with necrosis in embryos of infected barley. Phytopathology 77, 533-538.

Gaudet, D. A., Puchalski, B. J., Kozub, G. C. og Schaalje, G. B. 1993 Susceptibility and resistance in Canadian spring wheat cultivars to common bunt (Tilletia tritici and T. l aevis). Can. J.Plant Sci. 73, 1217-1224.

Haahr, V., Skou, J.P. og Jensen, H.P. 1989. Inheritance of resistance to barley leaf stripe (*Drechslera graminea*). Proc. "Science for Plant Breeding", Abstract, XII EUCARPIA Congress, Göttingen, 1989. Vort. Pflanzenzücht. 15(1), 2p.

Hoffmann, J. A. og Metzger, R. J. 1976. Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the Northwestern USA. Phytopatology 66, 657-660.

Jönsson, J. og Svensson, G. 1990. Tjelvar-ny höstvetesort med resistens mot dvärgstinksot. Weibulls Årbok 1990, 14-16.

Knudsen, J. C. N. 1986. Resistance to barley leaf stripe. Z. Pflanzenzüchtg. 96, 161-168.

Leijerstam, B. 1991: Virulence pattern in bunt of wheat. Sveriges Utsädsförenings Tidskrift 101, 85-88.

Mills, D. and Churchill, A.C.L 1988. In pp 401-414, GS Sidhue ed.,Advances in Plant Pathology vol 6, Academic Press, London.

Nielsen, B. J. og Nielsen, G. C. 1994. Stinkbrand og jordsmitte. 11. Danske Planteværnskonference. SP Rapport nr. 7 1994, 89-103.

Nielsen, B. J., Borgen, A., Nielsen, G. C. & 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, B. J., Christiansen, S. og Østergård, H. 1997 Resistens mod udsædsbårne sygdomme i korn. 14. Danske Planteværnskonference 1997, Sygdomme og Skadedyr. SP Rapport nr. 8, 105-111.

Nielsen, B. J. og Scheel, C. S. 1997 Production of quality cereal seed in Denmark. Prooceedings of the ISTA Pre-Congress Seminar on Seed Pathology, ISTA, Zürich, 11-17.

Nielsen, B. J. 1999 Bekæmpelse af frøbårne sygdomme i korn. DJF rapport Markbrug nr. 8, (1999), 67-81.

Nielsen, B. J., Nielsen, G. C., Pedersen, J. B. og Tersbøl, M. 1999. Muligheder for produktion af sygdomsfri, økologisk såsæd. 16. Danske Planteværnskonference, sygdomme og skadedyr. SP Rapport nr. 10 (denne konferenceberetning).

Shi, Y.L., Loomis, P., Christian, D., Carris, L.M. and Leung H. 1996 Phytopathology 86: 311-318.

Skou, J. P. og Haahr, V. 1984. An analysis of heredity of resistance against barley leaf stripe (*Drechslera graminea*). Nordisk Jordbrugsforskning 66: 205-207.

Skou, J. P. og Haahr, V. 1987. Screening for and inheritance of resistance to barley leaf stripe *(Drechslera graminea*). Risø Report 554, 96 p.

Skou, J. P., Nielsen, B. J. og Haahr, V. 1994. Evaluation and importance of genetic resistance to leaf stripe in Western European barleys. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil Plant Science 44, 98-106.

Thomsen, S.B., Jensen, H. P., Jensen, J., Skou, J. P. og Jørgensen, J. H. 1997. Localization of a resistance gene and identification of a source of resistance to barley leaf stripe. Plant Breeding (indsendt).

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

Forskellige hvedesorters respons på behandling med strobiluriner

Different winter wheat varieties response after treatment with strobilurins

Karen Frænde Jensen og Lise Nistrup Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

In winter wheat 4 trials were carried out in 1997 and 1998 testing different fungicide strategies in 10 different varieties. Two standard treatments were applied using either EBI-fungicides (propiconazole 125 + fenpropimorph 375 g/ha at gs 31 & 45-55) or strobilurins (azoxystrobin 200 + fenpropimorph 560 g/ha at gs 31 followed by azoxystrobin 250 g/ha at gs 45-55). In 1998 PC-Plant Protection was also tested using an average of half rate of azoxystrobin, with very little differences between varieties. The trials were dominated by *Septoria tritici*. Until earing EBI's have given better disease control compared with strobilurins, after earing azoxystrobin gave slightly better disease control. Relative Vegetation Index, as an indicator for green leaf area, was measured 4 times in 2 trials after earing using remote sensors. Significantly higher RVI-values were measured after strobilurins, which was also the case for the reduced dosages used in PC-Plant Protection. Strobilurins gave higher yields in all varieties compared to EBI's. The differences varied between 0.4 and 0.8 t/ha. High differences were seen for both susceptible and less susceptible varieties, which correspond with experiences from UK. The varieties given high responses to EBI's gave generally also high responses to strobilurins. In less susceptible varieties it is important to use appropriate dosages to ensure positive net yields. Significant increases in straw yields were found after fungicide treatments. No significant differences were measured between EBI's and strobilurins. Straw treated with strobilurins had an average of 5% higher levels of water content compared with EBI's. No significant higher level of water content was measured in the grain after strobilurins compared with EBI's.

Indledning

Danske og engelske forsøg viser, at hvedesorter reagerer forskelligt med hensyn til den opnåede sygdomsbekæmpelse og de merudbytter, der kan opnås i sorten.

Senest er det set fra flere forsøg, at strobiluriner giver en bedre sygdomsbekæmpelse og et større merudbytte sammenlignet med anvendelsen af ergosterolhæmmere (EBI-midler) (Nielsen & Jørgensen, 1997; Jørgensen *et al.*, 1998; Bayles, 1999). Merudbytterne for sprøjtning med strobiluriner i forskellige sorter varierer mellem ca. 10 til 20 hkg/ha, hvilket indikerer, at der er behov for at justere indsatsen afhængigt af sortens modtagelighed og respons.

Det vil være interessant at undersøge, om forskellige sorter har samme fordel efter en sprøjtning med strobiluriner sammenlignet med EBI-midler. Er det de mest modtagelige sorter, der giver den største positive respons på behandling med strobiluriner, eller er der ingen sammenhæng mellem behandlingsformen og effekten på svampebekæmpelsen eller udbyttet.

Danmarks JordbrugsForskning (DJF) har i en årrække kørt en forsøgsserie med forskellige hvedesorter, hvori der har været vurderet bekæmpelsesbehovet i forskellige sorter. Disse forsøg har vist, at ved tildeling efter PC-Planteværn er der betydelige forskelle i behovet for svampebekæmpelse (Jørgensen *et al.*, 1998, Secher & Jørgensen, 1997). Efter introduktion af strobiluriner er det af interesse at få klarlagt, om der kan findes tilsvarende forskelle i bekæmpelsesbehovet med disse midler. Et forhold der er vigtigt, så optimale strategier kan anbefales i de forskellige sorter.

I denne artikel beskrives resultater fra 2 års forsøg fra DJF, ligesom der er inddraget erfaringer fra udlandet med forskellige sorters respons på behandling med strobiluriner.

Metode

I 2 markforsøg fra både 1997 og 1998 med 10 sorter (split-plotforsøg) på Flakkebjerg og Rønhave forsøgsstation er effekten af 2 sprøjtninger med fulde doseringer af henholdsvis Tilt top og Amistar Pro/Amistar testet. Sprøjtning er udført på vs. 31 8 45-55. Ligeledes er PC-Planteværn testet i forsøget i 1998. Tilt top repræsenterer EBI-midler og Amistar strobilurinerne. Årsagen til, at der er brugt så høje doseringer af midlerne, er, at man ønsker at se på de enkelte sorters potentiale.

I forsøgene har der været anvendt 10 forskellige sorter, der er udvalgt efter at være rimeligt repræsentative for de sorter, der dyrkes, og dem der er på vej, dog med lidt forskellige sorter i de 2 år. Der er valgt repræsentanter for de sorter, der er mest modtagelige for meldug og septoria, samt sorter der er mindre modtagelige.

Angrebsgraden af sygdomme er opgjort på enkeltblade eller på hele planten. *Septoria tritici* dominerede som sygdom i samtlige sorter, meldug forekom kun sporadisk, mens gulrust alene optrådte i Brigadier. Der er foretaget målinger af det Relative Vegetations Index (RVI), som er et udtryk for den grønne bladmasse. Jo større RVI-værdi - jo mere grøn bladmasse. I de 2 forsøg i 1998 blev der høstet halm, og i et forsøg blev der målt vandprocent i den høstede halm.

Ved beregning af nettoudbyttet i markforsøgene er der brugt de samme priser, som beskrevet i Oversigt over Landsforsøgene (Pedersen *et al.*, 1998), 75 kr. pr. hkg korn, 60 kr. til udbringelse/ha, 490 kr. til 1 l Amistar, 580 til 2 l Amistar Pro og 350 til 1 l Tilt top.

Resultater

Septoria effekt

Sorterne udviste både i 1997 og 1998 stor forskel i deres modtagelighed over for septoria. Terra og Cortez viste i 1998 en god septoria-resistens, mens der i 1997 ikke var nogen sorter, der viste rigtig god resistens over for septoria (tabel 1).

De 2 standardled med henholdsvis Tilt top og Amistar gav en meget jævnbyrdig effekt på septoria. Ved de første bedømmelser gav Tilt top behandlingerne en lidt bedre effekt på septoria end Amistar, et forhold der også er set fra tidligere år (Jørgensen, 1998). Ved de seneste bedømmelser var der dog generelt en lidt bedre effekt efter Amistar (figur 1). Sorter som fik mest septoria i forsøgene gav også de største merudbytter for bekæmpelse, således har både septoriaangreb og merudbytter været mindst i Terra, Lynx og Pentium. Cortez i 1998 havde også et lavt septoria angreb, men til gengæld stadig et forholdsvist stort merudbytte.

PC-Planteværn med brug af Amistar indgik i 1998 forsøgene. I gennemsnit af de 2 forsøg blev der brugt i alt 0,49 l/ha Amistar. Bortset fra forskudte sprøjtetidspunkter fik alle sorter stort set tildelt samme antal sprøjtninger og mængde fungicid, da alene septoria var udløsende faktor i 1998.

Tabel 1. Bekæmpelse af septoria i 12 forskellige vinterhvede sorter, behandlet efter 2-3 forskellige strategier. 2 lokaliteter. 2 forsøg i 1997 og 1998 på hver lokalitet. Control of septoria in 12 different winter wheat varieties, after different strategies. 2 localities, 2 trials placed on each locality in 1997 and 1998.

	Septoria % (vs. 69-75)									
Behandling	**Ubehandlet** Untreated			Tilt top			Amistar			PC-P
Treatment	1997	1998	Gns.	1997	1998	Gns.	1997	1998	Gns.	1998
Versailles	24.2	62.5	43.4	7.1	23.4	15.3	5.2	21.7	13.5	39.2
Hunter	13.0	53.3	33.2	8.9	12.2	10.6	2.9	12.0	7.5	31.7
Ritmo	23.4	72.5	48.0	5.2	16.0	10.6	4.4	16.0	10.2	36.7
Lynx	31.7	64.2	48.0	6.9	19.9	13.4	5.7	18.5	12.1	35.0
Hussar	36.7	85.7	61.2	12.7	30.0	21.4	6.5	29.7	18.1	48.4
Terra	17.5	38.3	27.9	9.0	12.8	10.9	3.8	12.5	8.2	23.4
Pentium	17.5	58.4	38.0	8.4	20.0	14.2	4.4	17.7	11.1	31.7
Trintella	15.2	68.4	41.8	6.6	19.0	12.8	3.5	19.0	11.3	38.3
Reaper	28.4	-	-	5.0	-	-	2.9	-	-	-
Haven	19.2	-	-	11.7	-	-	5.5	-	-	-
Brigadier	-	85.9	-	-	33.4	-	-	31.7	-	52.5
Cortez	-	36.7	-	-	11.7	-	-	8.8	-	16.9
Gennemsnit Average	22.7	62.6	42.7	8.2	19.8	13.7	4.5	18.7	11.5	35.4

Tilt top: 2 x 1.0 l Tilt top (vs. 31 & 51-55); Amistar: 2.0 l Amistar Pro (vs. 31) , 1.0 l Amistar (vs. 51-55); PC-P: PC-Planteværn (PC-Plant Protection) (0.49 l Amistar).

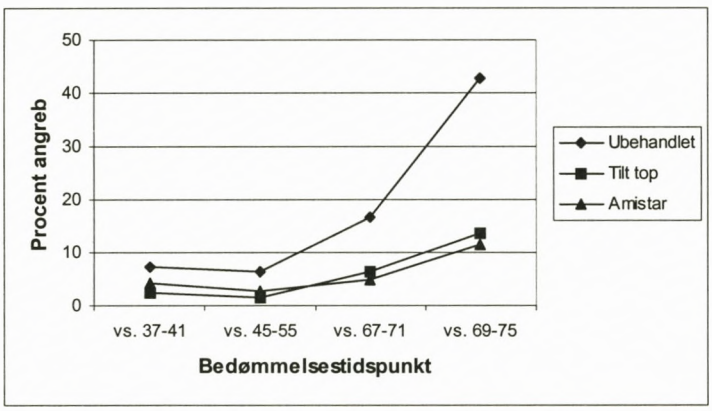
PC-Planteværn gav på grund af de lavere doseringer en forventelig lavere bekæmpelse af septoria i alle sorterne sammenlignet med standardbehandlingerne med fuld dosering.

I figur 2 er der vist angreb af septoria i 4 forskellige sorter, i ubehandlede led. Som det fremgår af figuren, var det Ritmo og Hussar, der er modtagelige, der havde det største angreb af septoria, mens Pentium og Terra, der er moderat modtagelige, havde de mindste angreb.

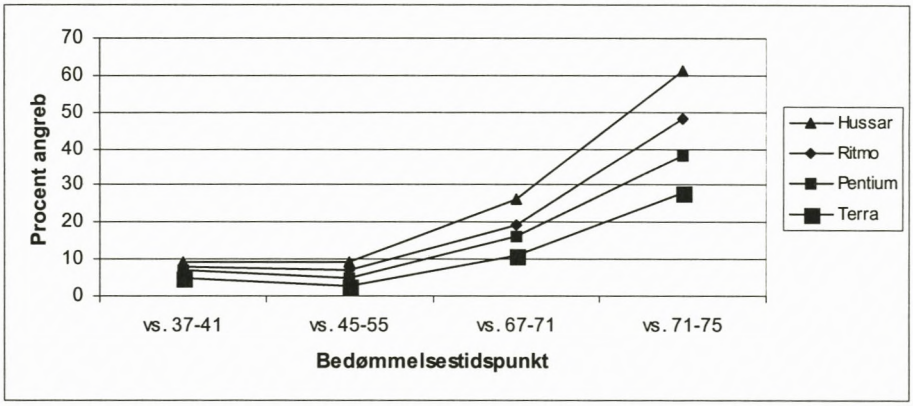
Angreb af septoria i Hussar og Terra er vist i figur 3. I denne figur er der medtaget ubehandlede led, og led der er behandlet med Amistar. Som det ses af figuren, er det sorten Hussar, der har størst angreb af septoria, der også har den største fordel af behandling med Amistar. I Terra, der kun er delvis modtagelig, ses der ikke en tilsvarende fordel efter behandling med Amistar.

Udbytte

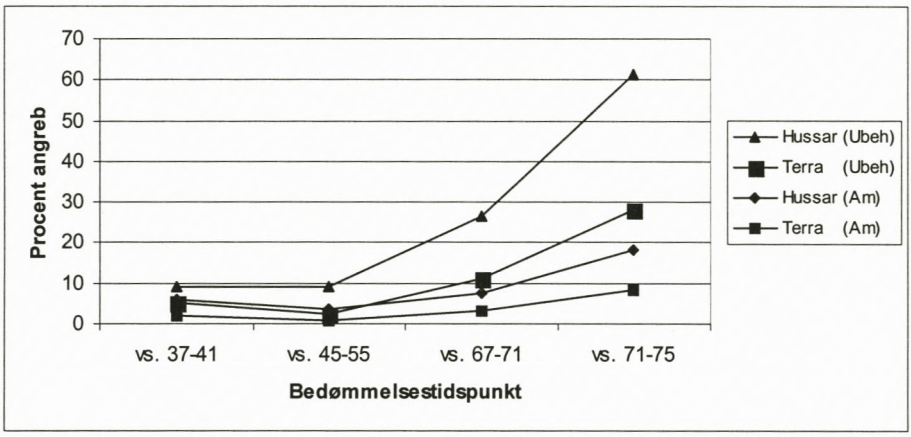
Der blev både i 1997 og 1998 målt et betydeligt merudbytte (6 hkg/ha i gennemsnit af sorterne) for behandling med Amistar sammenlignet med Tilt top (Nielsen & Jørgensen, 1997; Jørgensen *et al.*, 1998). Figur 4 viser forskellen i merudbytte efter behandling med Tilt top og Amistar Pro/Amistar. I alle sorter gav Amistar det største merudbytte. Som gennemsnit af de 2 år, har sorterne i deres respons for behandling svinget mellem 6 og 19,5 hkg/ha for behandling med Tilt top, mens en behandling med Amistar Pro/Amistar har givet mellem 13,6 og 23,8 hkg/ha. Mindst merudbytte blev høstet i Terra og Pentium. Det højeste merudbytte blev høstet i Hussar, men også sorterne Ritmo, Trintella og Versailles gav høje merudbytter for bekæmpelse med både Tilt top og Amistar Pro/Amistar. I de 2 forsøg fra 1998 gav Brigadier det højeste merudbytte (34,3 hkg/ha) efter bekæmpelse med Amistar Pro/Amistar, men også en behandling med Tilt top gav et af de største merudbytter det år (25,9 hkg/ha).



Figur 1. Procent angreb af septoria efter 2 forskellige behandlinger (2 x 1,0 l Tilt top og 2,0 l Amistar Pro + 1,0 l Amistar) på 4 forskellige bedømmelsestidspunkter. Gennemsnit af 8 hvedesorter. 4 forsøg 1997-98. Percent attack of septoria using 2 different strategies (2 x 1.0 l Tilt top and 2.0 l Amistar Pro + 1.0 l Amistar). 4 different assessments. Average of 8 different wheat varieties. 4 trials 1997-98.



Figur 2. Procent angreb af septoria i 4 hvedesorter. Ubehandlede led. Gennemsnit af 4 forsøg 1997-98. Percent attack of septoria in 4 different wheat varieties. Untreated plots. Average of 4 trials 1997-98.



Figur 3. Procent angreb af septoria i 2 hvedesorter (modtagelig og delvis modtagelig). Ubehandlede og Amistar Pro/Amistar behandlede led. Gennemsnit af 4 forsøg 1997-98. Percent attack of septoria in 2 different wheat varieties. Untreated and Amistar Pro/Amistar treated plots. Average of 4 trials 1997-98.

I tabel 2 er der medtaget nettoudbytter. Der er i behandlingerne brugt 2 gange normal dosering af både Tilt top og af Amistar Pro/Amistar, nettoudbytterne er derfor urealistiske og kan kun bruges som et udtryk for potentialet af de forskellige sorter.

Nettoudbytterne i 1997 var meget lave, og i de delvis modtagelige sorter var der et negativt nettoudbytte. Dette hænger godt sammen med, at 1997 var et år med moderate septoriaangreb, hvor fulde doseringer var for stor en indsats. De største nettoudbytter såes i sorten Versailles efter behandling med Tilt top (5,5 hkg/ha) og i Hussar efter behandling med Amistar (4,7 hkg/ha).

I 1998 var der meget kraftige angreb af septoria, og her var der et betydeligt nettoudbytte i de fleste sorter. Terra var den eneste sort, hvor der var et negativt nettoudbytte efter behandling af både Tilt top og af Amistar. Efter behandling med PC-Planteværn med nedsat dosering var der et lille nettoudbytte (3,4 hkg/ha), men det var stadig det laveste nettoudbytte af alle sorterne. Det største nettoudbytte i 1998 (18,4 hkg/ha) blev opnået i Brigadier efter behandling med Amistar.

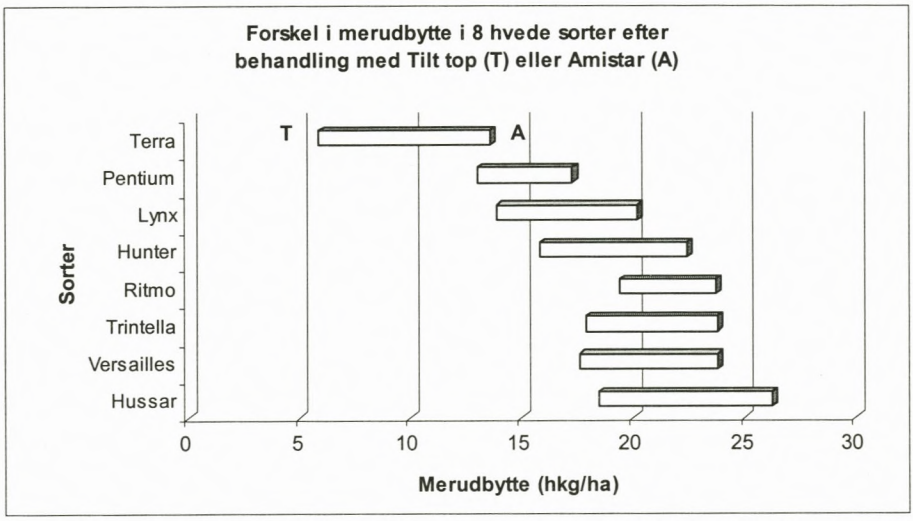
I sorterne Terra, Cortez, Hunter, Lynx og Pentium blev det største nettoudbytte nået efter behandling anvist af PC-Planteværn. Mens resten af sorterne havde det største nettoudbytte efter behandling med Amistar. De nævnte sorter er netop sorter, der er delvis modtagelige over for septoria, hvilket indikerer, at især i disse sorter er det vigtigt at holde doseringer nede, når der skal opnås det bedste nettoudbytte.

Terra og Hussar udviste den største forskel i merudbytte efter behandling med Tilt top sammenlignet med behandling af Amistar (figur 4). Ritmo og Pentium forøgede derimod i mindre grad deres merudbytte efter behandling med Amistar sammenlignet med Tilt top.

Tabel 2. Brutto- og nettomerudbytte (hkg/ha) for svampebekæmpelse med forskellige strategier. Gennemsnit af 2 forsøg. B = Brutto, N = Netto. Yield-increase and net-yield (hkg/ha) with different strategies. Average of 2 trials. B = Yield- increase, N = Net-yield.

Sorter Varieties			**1997 (2 forsøg)** (2 trials)				**1998 (2 forsøg)** (2 trials)						Gns. 1997-98	
	Ubh. Untr.	**Ubh.** Untr.	Tilt top[1]		Amistar[2]		Tilt top[1]		Amistar[2]		PC-P[3]		1)	2)
	1997	1998	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	B
Versailles	88.4	76.8	16.4	5.5	18.7	2.8	18.8	7.9	28.8	12.9	12.5	8.1	17.6	23.8
Hunter	77.8	70.0	10.8	-0.1	18.4	2.5	20.8	9.9	26.3	10.4	15.9	11.5	15.8	22.4
Ritmo	86.8	76.0	15.5	4.6	18.0	2.1	23.3	12.4	29.4	13.5	16.7	12.3	19.4	23.7
Lynx	83.7	77.0	10.8	-0.1	15.6	-0.3	16.9	6.0	24.7	8.8	14.6	10.2	13.9	20.2
Hussar	83.2	69.7	11.7	0.8	20.6	4.7	25.2	14.3	31.8	15.9	19.1	14.7	18.5	26.2
Terra	88.8	83.5	1.9	-9.0	12.8	-3.1	9.9	-1.0	14.4	-1.5	7.8	3.4	5.9	13.6
Pentium	85.1	77.2	10.6	-0.3	12.8	-3.1	15.3	4.4	21.8	5.9	14.1	9.7	13.0	17.3
Trintella	85.0	70.8	9.7	-1.2	14.8	-1.1	26.0	15.1	32.7	16.8	17.3	12.9	17.9	23.8
Reaper	83.3	-	11.4	0.5	17.9	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Haven	83.5	-	13.4	2.5	19.6	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Brigadier	-	69.8	-	-	-	-	25.9	15.0	34.3	18.4	17.8	13.4	-	-
Cortez	-	82.7	-	-	-	-	16.6	5.7	25.2	9.3	15.6	11.2	-	-
Gns. Average	84.5	75.3	9.8	-	16.9	-	19.8	-	26.9	-	15.1	-	15.3	21.4

[1] 2 x 1.0 l Tilt top (vs. 31 & 51-55) [2] 2.0 l Amistar Pro(vs. 31) , 1.0 l Amistar (vs. 51-55) [3] PC-Planteværn (PC-Plant Protection) (0.49 l Amistar).



Figur 4. Merudbytte i 8 hvedesorter efter sprøjtning med 2,0 l Amistar Pro (vs. 31) og 1,0 l Amistar (vs. 45-55) (A) eller 2 x 1,0 l Tilt top (vs. 31 & 45-55) (T). Søjlen viser forskellen i merudbytte for de to standardbehandlinger. Gennemsnit af 4 forsøg. Yield increase in 8 different varieties using 2 different strategies with EBI's or strobilurins. Average of 4 trials.

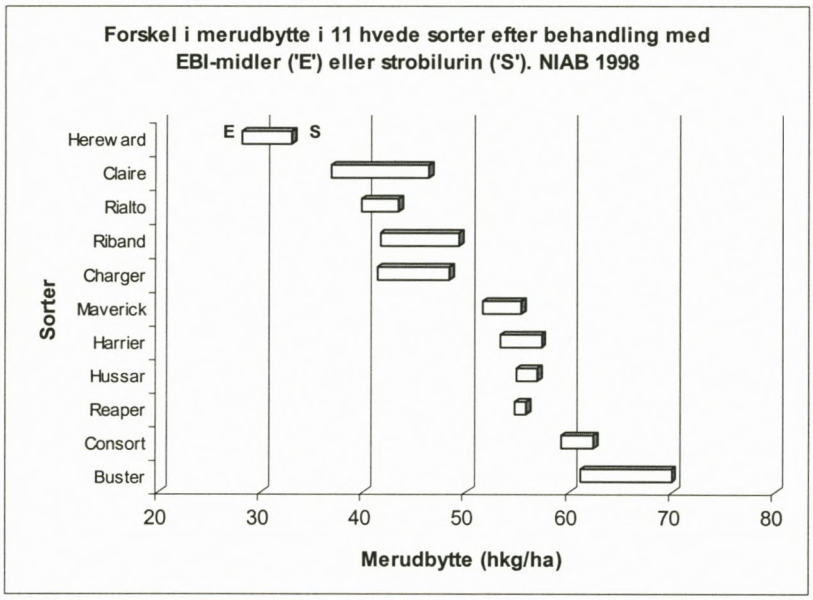
Engelske udbytteresultater

Der er ved NIAB i England udført forsøg i 1998 med forskellige hvede sorter og deres respons på behandling med strobiluriner og EBI-midler. Der blev i forsøgene bedømt sygdomsangreb på forskellige vækststadier, % grønt bladareal og udbytte (Bayles, 1999). I tabel 3 er der vist 2 af de strategier, der er brugt i forsøgene. I figur 5 er der vist 12 hvede sorters forskel i merudbytte efter behandling med EBI-midler og efter behandling med strobilurin (Diamant/Amistar).

Tabel 3. To forskellige strategier i vinterhvede forsøg udført ved NIAB (England) i 1998
Two different strategies in winter wheat trials. NIAB (England) 1998. (Bayles, 1999).

Behandling Treatment	Vs. 31-32	Dosis l/ha	Vs. 39	Dosis l/ha	Vs. 59	Dosis l/ha
(T) Standard EBI-midler	chlorothalonil 500 g/l cyproconazole 48g/l + prochloraz 320 g/l fenpropidin 750 g/l	1.0 1.25 0.5	epoxiconazole 84 g/l + fenpropimorph 250 g/l	1.5	tebuconazole 250 g/l fenpropidin 750 g/l	0.75 0.5
(S) Strobilurin	epoxiconazole125 g/l + kresoxim-methyl 125 g/l	1.0	Epoxiconazole 125 g/l + kresoxim-methyl 125 g/l	1.0	azoxystrobin 250 g/l	0.5

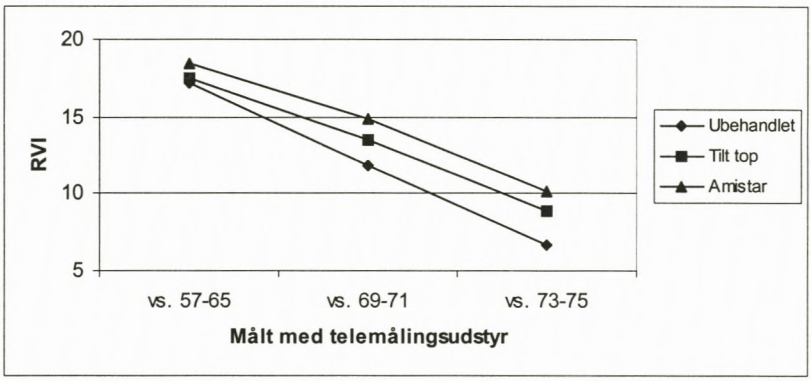
Som det fremgår af figur 5, var der i de prøvede sorter betydelig forskel på, hvor stor fordelen var for en behandling med strobilurin. Sorterne Claire og Buster havde størst fordel af strobilurin i forhold til behandling med EBI-midler, mens Reaper og Hussar havde mindst fordel. Der var generelt i forsøgene meget store merudbytter for behandling i forhold til ubehandlet. Som gennemsnit blev der høstet et merudbytte på 51,2 hkg/ha efter behandling med EBI-midler og 56,0 hkg/ha efter behandling med strobilurin. De meget store merudbytter skyldes, at der i sæsonen 1998 var meget kraftige angreb af septoria og gulrust.



Figur 5. Merudbytte i 11 hvede sorter efter sprøjtning med strobilurin og EBI-midler. Søjlen viser forskellen i merudbyttet efter behandling med strobilurin og EBI-midler. Gennemsnit af 3 forsøg udført ved NIAB (England) i 1998. Yield increase in 11 winter wheat varieties after using strobilurins and EBI-fungicides. Average of 3 trials at NIAB in England 1998 (Bayles, 1999).

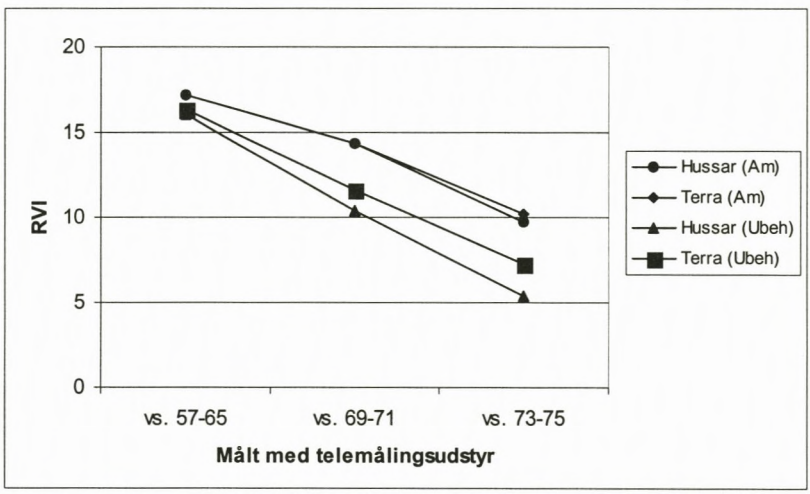
Grønt bladareal

Begge år er der i et af forsøgene målt et Relativt Vegetations Index (RVI) på 4 forskellige tidspunkter. Det relative tal for dette er vist i figur 6, hvor tallene afspejler et signifikant større grønt bladareal ved de sidste målinger ved brug af Amistar sammenlignet med brug af Tilt top. Ligeledes gav de led, der i 1998 var behandlet med PC-Planteværn, også et større grønt bladareal, end de led der var behandlet med Tilt top. Dette resultat kan overraske, da PC-Planteværn gav en generel lavere bekæmpelse af Septoria målt i forhold til Tilt top behandlingen. Da det er Amistar, der er brugt, som middel ved PC-planteværn strategien, viser det, at Amistar også giver forgrønnende effekt i lave doseringer.



Figur 6. Relativt Vegetations Indeks målt på 3 forskellige tidspunkter med telemålingsudstyr. Gennemsnit af 8 hvede sorter. 4 forsøg 1997-98. Relative Vegetations Index measured with remote sensors. Average of 8 wheat varieties. 4 trials 1997-98.

Forskellene i RVI afspejler sig normalt godt i de høstede merudbytte, hvor led med Amistar gav væsentligt højere merudbytte. Ubehandlede led med Hussar havde det kraftigste septoria-angreb og ligeledes den lavest RVI værdi. I figur 7 er der vist RVI-værdier for sorterne Hussar og Terra både fra ubehandlede led og Amistar behandlede led. Som det ses af figuren, er der ingen forskel på de 2 sorter efter behandling med Amistar ved de 2 første målinger. Først ved den sidste måling på vækststadie 73-75 er der en indikation af, at Terra har en højere RVI-værdi end Hussar. I de ubehandlede led er det sorten Terra, der har den største RVI-værdi, hvilket hænger godt sammen med at Terra har det mindste angreb af septoria.



Figur 7. Relativt Vegetations Index målt i 2 forskellige sorter, Amistar Pro/Amistar behandlede led og ubehandlede led. Målt på 3 forskellige vækststadier. 4 forsøg 1997-98. Relative Vegetation Index measured in 2 different varieties, Amistar Pro/Amistar treated plots and untreated plots. Measured at 3 different growing stages.

Vandprocent i halm

I 1998 blev der foretaget målinger af vandprocent i halmen. I gennemsnit af de 10 sorter var vandprocenten 25% efter Tilt top, mens den var 31% efter Amistar og 15% i ubehandlet. Forskellen i vandprocenten imellem de forskellige sorter var også betydelig. Således var der f.eks. kun 9,6 og 9,9 % vand i ubehandlede parceller af henholdsvis Terra og Hussar, mens der var 26,7 % i Lynx (figur 8).

Der var kraftig lejesæd i sorterne Cortez og Terra. Der var signifikant mere lejesæd efter behandling med Tilt top sammenlignet med Amistar og ubehandlede led. Dette syntes ikke at have haft indflydelse på vandprocenten.

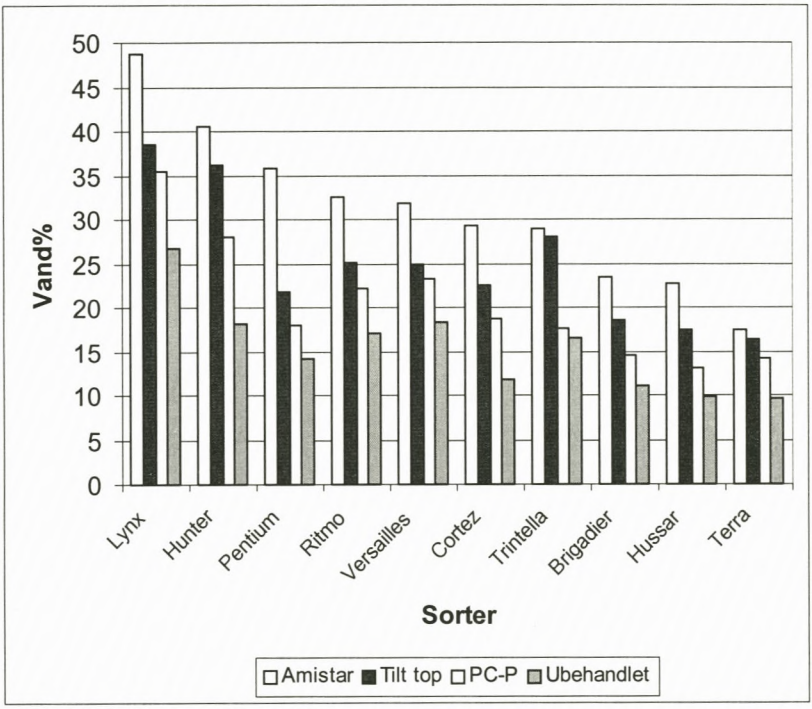
Tidligere års forsøg, hvor der er behandlet med strobiluriner, har der kun været målt en meget lille forhøjelse i vandprocenten i kernerne efter sprøjtning med strobilurin sammenlignet med andre behandlinger (tabel 4). Så selvom der er større vandindhold i halmen efter behandling med Amistar, synes dette ikke tilsvarende at være tilfældet for kernerne.

Udbytte i halm

Der blev ligeledes i 1998 foretaget målinger af udbytte i halmen. Resultaterne af dette fremgår af tabel 5. Svampebekæmpelse øgede merudbyttet i halmen med 5-6 hkg/ha, svarende til . Merudbyttet i halmen efter behandling med Amistar var ikke signifikant højere end for Tilt top. Det største halmudbytte blev opnået i sorten Terra efter behandling med Amistar (102,4 hkg/ha), mens sorten Brigadier havde det mindste halmudbytte. Terra og Cortez, som var de 2 mest langstråede sorter, havde det største halmudbytte. De sorter, der havde det mindste septoria-angreb, var også i nogen udstrækning de sorter, der fik de mindste merudbytter.

Tabel 4. Vandprocenter i kerne efter 2 sprøjtninger med Amistar eller Tilt top. I leddene med PC-Planteværn er anvendt lavere dosering af Amistar (ca. 0,49 l/ha). Percent water in grains after treatment with Amistar or Tilt top. In the treatments recommended by PC-Plant Protection a lower dosage of Amistar is used (app. 0.49 l/ha).

Behandling Treatment	**Vandprocent i kerner** Percent water in grains			
	1997	1998	**1998 Flakkebjerg Gns. 10 sorter** Average 10 varieties	**1998 Rønhave Gns. 10 sorter** Average 10 varieties
Ubehandlet	10.5	14.9	16.2	13.8
Tilt top	10.5	15.2	16.9	14.0
Amistar Pro/Amistar	10.6	15.3	17.3	14.0
PC-Planteværn	-	-	17.0	13.8
LSD_{95}	ns	ns	-	0.1
Antal forsøg No. of trials	28	11	1	1



Figur 8. Vandprocent i halm i 10 hvede sorter efter behandling med 3 forskellige strategier. Amistar Pro/Amistar; Tilt top og PC-Planteværn. 1 forsøg ved Rønhave forsøgsstation i 1998. Percent water in straw in 10 different winter wheat varieties after using 3 different strategies. 1 trial at Rønhave 1998.

Diskussion

Resultater fra såvel danske som udenlandske forsøg har vist, at der kan opnås et betydeligt merudbytte i alle sorter efter behandling med strobiluriner. Ser man på effekten over for septoria er der i de tidlige vækststadier (vs. 32-45) en bedre effekt af Tilt top behandlingerne sammenlignet med Amistar behandlingerne. Sidst på sæsonen har der været et fortrin til Amistar. Årsagen til, at Amistar er en "langsom" starter kan skyldes midlets lidt mindre kurative effekt.

Sorter, som fik mest septoria i forsøgene, gav også de største merudbytter for bekæmpelse, således har for eksempel både septoria angreb og merudbytter været mindst i Terra, Lynx og Trintella.

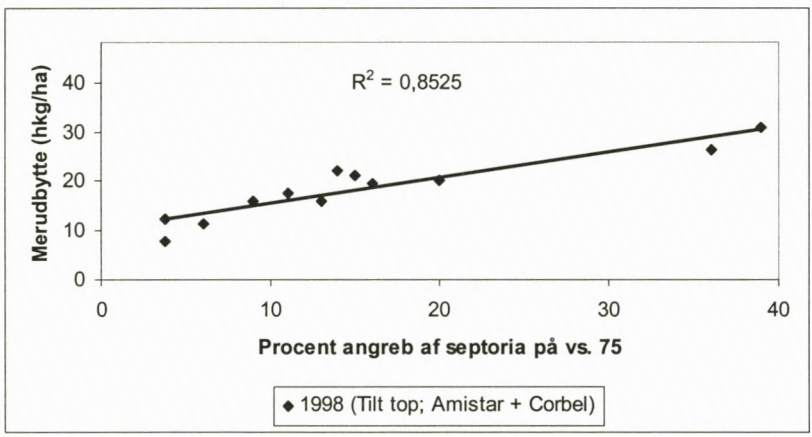
Dette er samstemmende med resultater fra sortsforsøg, hvor der er en tendens til en lineær sammenhæng mellem angreb af septoria i ubehandlede led og merudbytter for bekæmpelse (figur 9) (Rasmussen & Pedersen, 1997; Deneken & Pedersen, 1998).

Som gennemsnit af de 2 år havde Hussar størst fordel af Amistar i forhold til behandling af Tilt top, mens Ritmo og Pentium havde den mindste fordel. Bemærkelsesværdig er det, at Hussar i England ikke har givet stort merudbytte i forhold til EBI.

Tabel 5. Vandprocent og udbytte i halm efter 2 sprøjtninger med Amistar eller Tilt top. I leddene med PC-Planteværn er der i gennemsnit anvendt 0,49 l Amistar. Percent water and yield in straw after 2 treatments with Amistar or Tilt top. In the treatments recommended by PC-Plant Protection a lower dosage of Amistar is used (app. 0.49 l/ha).

Sorter Varieties	**Udbytte og merudbytte i halm 1 forsøg 1998 (Rønhave)** Yield/yield increase in straw				**Vandprocent i halm 1 forsøg 1998 (Rønhave)** Percent water in straw			
	Ubeh.	TT	AM	PC-P	Ubeh.	TT	AM	PC-P
Versailles	72.2	7.7	7.3	8.1	18.3	24.9	31.8	23.3
Hunter	76.5	4.9	6.7	0.8	18.2	36.2	40.6	28.0
Ritmo	75.7	7.7	9.9	3.3	17.1	25.1	32.5	22.1
Lynx	74.1	5.3	3.4	0.5	26.7	38.6	48.7	35.5
Cortez	80.9	3.2	5.3	-5.4	11.9	22.6	29.3	18.8
Hussar	73.8	5.6	6.7	9.0	9.9	17.4	22.7	13.1
Brigadier	70.0	9.1	7.6	5.2	11.1	18.6	23.5	14.6
Terra	96.7	2.0	5.7	2.0	9.6	16.4	17.5	14.1
Pentium	75.7	4.0	2.9	8.0	14.1	21.9	35.9	18.0
Trintella	82.5	3.3	7.2	0.3	16.5	28.0	28.9	17.7
Gennemsnit Average	77.8a	5.3bc	6.3c	3.2b	15.3a	25.0c	31.1d	20.5b
LSD_{95}	7.2				7.1			

Ubeh. = Ubehandlet, TT = 2 x 1.0 l Tilt top (vs. 31 & 51-55), AM = 2.0 l Amistar Pro (vs. 31); 1.0 l Amistar (vs. 51-55), PC-P = PC-Planteværn (i gennemsnit 0.49 l Amistar). Behandlinger med det samme bogstav er ikke signifkant forskellige.



Figur 9. Sammenhæng mellem angreb af septoria og merudbytte efter svampebekæmpelse med Tilt top (0,25 l/ha) efterfulgt af Amistar + Corbel (2 x 0,25 + 0,15 l/ha). Sortsforsøg 1998. Correlation between attack of septoria and yield increase after treatment with Tilt top (0.25 l/ha) followed by Amistar + Corbel (2 x 0.25 + 0.15 l/ha). (Deneken & Pedersen, 1998).

I Terra, der har været den højestydende sort uden svampebekæmpelse, er der ikke opnået positive nettoudbytter efter sprøjtning med 2 fulde doseringer af strobilurin eller Tilt top. Kun efter brug af PC-Planteværn, med en lille mængde af Amistar, er der opnået positivt nettoudbytte.

I hvede, der er behandlet med strobilurin, vil der efterhånden, som vækstsæsonen skrider frem, være en større grøn bladmasse i de led, der er behandlet med strobilurin i forhold til led, der er behandlet med Tilt top. Et forhold, der kan skyldes, at azoxystrobin giver anledning til færre forsvarsreaktioner i planten – og dermed giver anledning til mindre energiforbrug (Bertelsen *et al.*, 1999).

I 1999 er der ved DJF planlagt endnu et forsøg med 3 forskellige behandlinger i 10 hvedesorter.

Konklusion

Det kan konkluderes, at:

- Både i danske og engelske forsøg er der et øget merudbytte i alle sorterne efter behandling med strobilurin sammenlignet med EBI-midler.
- Der er betydelig forskel på, hvor stor fordelen er i de enkelte sorter. Såvel ved store som ved lavere merudbytter er der målt fordele. Typisk svinger de mellem 4-8 hkg/ha.
- Af de prøvede sorter havde Hussar og Terra den største fordel af strobilurin i forhold til EBI-midler.
- Sorterne Pentium og Ritmo havde den mindste fordel af behandling med strobilurin i forhold til behandling med Tilt top.
- De sorter, der giver det højeste merudbytte for EBI behandlinger, er også dem, der generelt har givet den højeste respons efter strobiluriner. En sammenhæng der er relateret til sygdomsangrebene.
- I de delvist modtagelige sorter har nedsatte doseringer af strobilurin givet det bedste nettomerudbytte.
- I fremtiden bør PC-Planteværn justeres, så den i højere grad tager højde for sorternes modtagelighed og varierende respons på svampebekæmpelse.
- Halmudbytterne var signifikant forøget efter både Amistar og Tilt top behandlingerne, men der var ikke signifikant forskel mellem de 2 behandlinger.
- Der er en øget vandprocent i halmen efter behandling med strobilurin sammenlignet med EBI-midler. Den højeste vandprocent måltes i sorten Lynx og den mindste i sorten Terra efter behandling med strobilurin.
- Der var ingen forskel i vandindholdet i kernen efter behandling med strobilurin sammenlignet med EBI-midler.

Litteratur

Bayles, R.A. 1999. NIAB – UK; Pers. komm.

Bertelsen, J.R. 1999. Årsagen til merudbytter i vinterhvede med brug af azoxystrobin. 16. Danske Planteværnskonference 1999, DJF rapport.

Deneken, G. & Pedersen, J.B. 1998. Sortsforsøg 1998. Korn, bælgsæd og olieplanter. Landskontoret for Planteavl.

Jørgensen, L.N. 1998. Erfaringer fra sprøjtning med strobiluriner i hvede. Planteavlsberetning 1998. Køge - Ringsted Landboforening. 149 – 154.

Jørgensen, L.N. & Secher, B.J.M. 1997. Need for fungicide treatmens when varying agricultural parameters. Aspects of Applied Biology 50. 285 - 292

Jørgensen, L.N.; Nielsen, B.J.; Jensen, K.F.; Hansen, L.M. & Paaske K. 1998. Diseases and insects in arable crops and vegetables. Results from testing of fungicides, insecticides and seed-treatments. Research Centre Flakkebjerg.

Nielsen, B.J. & Jørgensen, L.N. 1997. Results from field trials 1997. Control of diseases in cereals. Research Centre Flakkebjerg.

Pedersen, J.B.; Kristensen, H.; Nielsen, G.C.; Petersen, P.H. 1997. Vintersæd. Oversigt over Landsforsøgene 1997. Landsudvalget for Planteavl.

Pedersen, J.B.; Kristensen, H.; Nielsen, G.C.; Petersen, P.H. 1998. Vintersæd. Oversigt over Landsforsøgene 1998. Landsudvalget for Planteavl.

Rasmussen, J. & Pedersen, J.B. 1997. Sortsforsøg 1997. Korn, bælgsæd og olieplanter. Landskontoret for Planteavl.

Secher, B. & Jørgensen, L.N. 1997. Kornsorternes behov for bekæmpelse af sygdomme bestemt ved hjælp af karakterer for modtagelighed. 14. Danske Planteværnskonference. SP rapport nr. 8. 83-92.

Årsager til merudbytte i vinterhvede med brug af azoxystrobin

Reasons for improved yield when using azoxystrobin in winter wheat

Jan R. Bertelsen, Eigil de Neergaard og Viggo Smedegaard-Petersen
KVL, Institut for Plantebiologi,
Sektion for Plantepatologi
Thorvaldsensvej 40, Opgang 8, 3. Sal
DK-1871 Frederiksberg C

Summary

Experiments were conducted in glasshouse and fields, to examine the effects of the fungicides azoxystrobin and epoxiconazole on the activity of saprophytic fungi on winter wheat and the implications for plant health and yield. In a glasshouse experiment, saprophytic fungi were found to accelerate plant senescence, but the acceleration of senescence was prevented or inhibited by treatments with azoxystrobin or epoxiconazole. There was no difference in the effect of the two fungicides on the saprophyte-induced senescence. Control of saprophytes by the application of fungicides did not increase grain yield in the glasshouse. The results suggest that saprophyte control in the field may delay senescence and that a possible influence on yield from saprophyte control can be expected to be equal for the two fungicide treatments. In field trials, treatments with each of the two fungicides significantly prolonged the period with green leaves and also increased yield compared to untreated control plots. Azoxystrobin treatments kept F-2 and F-3 leaves green for longer than epoxiconazole treatments, and in one trial azoxystrobin treatment increased the yield significantly, compared to epoxiconazole, despite very little disease. Defence reactions in the leaves against infection attempts by *Mycosphaerella* spp. spores occurred with a high frequency, presumably inducing a significant energy cost and accelerating senescence in the plants. Fewer of these defence reactions occurred in azoxystrobin treated leaves than in epoxiconazole treated leaves. The more pronounced inhibition of infection attempts by *Mycosphaerella* by azoxystrobin, compared to epoxiconazole, partly explains the greater yield observed with azoxystrobin treatment, compared to epoxiconazole treatment.

Indledning

Strobiluriner blev introduceret som fungicider i landbruget i 1992 med præsentationen af azoxystrobin (Godwin *et al.*, 1992) og kresoximmethyl (Ammermann *et al.*, 1992). De er udviklet udfra naturligt forekommende fungitoksiske forbindelser, og hæmmer svampevækst ved at blokere respirationskæden. Dette fører til en reduktion af svampenes energiproduktion og dermed af deres aktivitet og vækst (Becker *et al.*, 1981). Denne virkningsmåde er ny i

forhold til EBI-midlerne (EBI: ergosterolbiosynteseinhibitorer, der omfatter bl.a. triazoler og morfoliner), som virker ved at hæmme svampenes dannelse af ergosterol, en essentiel del af cellemembranerne hos de fleste svampe.

I Danmark blev azoxystrobin i 1998 godkendt til brug i kornafgrøder under handelsnavnet Amistar. Strobilurinerne er meget effektive fungicider, ikke mindst i vinterhvede, hvor man i markforsøg ofte observerer en udbytteforøgelse i forhold til EBI-midler, selvom disse tilsyneladende bekæmper sygdomme med samme effektivitet som strobiluriner (Jørgensen & Nielsen, 1994; 1996; Nielsen & Jørgensen, 1995; 1997). Desuden ses det ofte, at bladene i strobilurinbehandlet vinterhvede er grønne længere end bladene i EBI-behandlet vinterhvede. Lignende iagttagelser er gjort i vinterhvede med lav sygdomsforekomst. Årsagerne til dette er endnu ikke fastslået, men kontrollerede forsøg har vist, at strobilurinernes inhibering af svampenes respiration hæmmer væksten på et meget tidligt stadium (Godwin *et al.*, 1994; Gold & Leinhos, 1994) i forhold til EBI-midler (Godwin *et al.*, 1994; Buchenauer & Kemper, 1981; Zobrist *et al.*, 1982). Således hindrer azoxystrobin, sammenlignet med epoxiconazol, patogene svampesporers initiale vækst og infektionsforsøg (Godwin *et al.*, 1994). Infektionsforsøg besvares af planten med forsvarsreaktioner, der er energikrævende, og potentielt medvirkende til tidligere senescens (ældning, dvs. tab af grønt bladareal) hos planterne, hvilket forkorter bladenes fotosynteseaktive periode. Disse effekter er mulige årsager til udbytteforøgelsen ved brug af strobiluriner i forhold til EBI-midler.

Det er tidligere vist (Tolstrup, 1985) at saprofytiske (dvs. ikke-sygdomsfremkaldende) svampe, der ofte findes i stort antal på bladene af kornplanter, kan fremme senescensforløbet og reducere kerneudbyttet af byg dyrket i drivhus. Det blev vist, at planterne reagerede på saprofytterne med energikrævende forsvarsreaktioner og at klorofylindholdet i bladene sænkedes som tegn på senescens. Begge dele bidrog formentlig til det lavere udbytte (Smedegaard-Petersen & Tolstrup, 1985).

Formålet med de foreliggende undersøgelser var at afklare, om den saprofytiske svampeflora, der altid vil være tilstede i hvedeafgrøder, påvirker planterne til energikrævende forsvarsreaktioner, fremskyndet senescens og lavere udbytte. Yderligere undersøgtes effekten af de to fungicider azoxystrobin og epoxiconazol (et EBI-middel) på saprofytterne, samt hvorvidt eventuelle forskelle blev afspejlet i høstudbyttet.

Interaktionerne mellem hvedeplanter, saprofytiske svampe og fungicider blev undersøgt både i markforsøg og drivhusforsøg. I drivhusforsøg 1 blev hvede inokuleret med saprofytiske svampe og virkningen af de to fungicider observeret. I drivhusforsøg 2 blev virkningen af de to fungicider på ikke-inokulerede hvedeplanter studeret.

Metodebeskrivelse

Drivhusforsøg

To drivhusforsøg blev udført hos Zeneca Agrochemicals, Jealott's Hill Research Station, Berkshire, UK, i perioden januar - juli 1998.

Plantemateriale og inokulering

Kerner af vinterhvedesorten Spark blev vernaliseret og sået i 28 cm potter (7.5l). Efter fremspiring blev de udtyndet til 15 planter pr. potte og placeret i et drivhus ved 15°C (nat)/18°C (dag) som laveste temperaturer og en daglængde på 18 timer. Potterne blev i hvert af de to forsøg arrangeret i tre telte af gennemsigtig polyethylen. Specifikke meldugfungicider, Milgo E (ethirimol) og Fortress (quinoxyfen), blev brugt i de tidlige vækststadier for at undgå angreb af meldug (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*).

I forsøg 1 blev alle planter inokuleret med begge de saprofytiske svampe *Alternaria alternata* og *Cladosporium macrocarpum*. Svampene blev dyrket under nær-UV lys i 7-10 dage (12 t dag/nat cyklus) på henholdsvis V8 juice agar og kartoffeldextroseagar. Sporer fra 60 petriskåle af hver art blev brugt til fremstilling af sporesuspensionen, der påførtes planterne ved hver inokulering. Planterne inokuleredes med 7-11 dages mellemrum fra vs*) 31-32 til vs 71; i alt 6 gange. Efter hver inokulering blev teltene holdt lukket i 48 timer ved 100 % luftfugtighed, for at fremme spiring og vækst af svampene. I forsøg 2 blev planterne, som kontrol, sprøjtet seks gange med vand uden svampesporer.

Fungicidbehandlinger

I begge forsøg var der 3 behandlinger: azoxystrobin, epoxiconazol og ubehandlet, 12 potter af hver. I hvert telt var der 12 potter (4 af hver behandling) fuldt randomiseret indenfor teltet. Sprøjtningerne blev foretaget i en sprøjtekabine ("Those Engineers", London) med en Teejet 8002 EVS dyse og en væskemængde svarende til 200 l/ha. Fungiciderne blev brugt i doseringer som anbefalet af producenterne til markbehandling: Amistar (azoxystrobin 250 g/ha) og Opus (epoxiconazol 125 g/ha) i et sprøjteprogram med 3 behandlinger i vs 31-32, 37-39 og 45-51 (vækststadier nået af >50% af planterne).

Svampeaktivitet og forsvarsreaktioner i bladene

For at undersøge forekomsten af overfladesvampe og eventuelle forsvarsreaktioner i bladene benyttedes dels 1) plasticaftryk af bladoverfladen for at indkapsle svampe, og 2) segmenter af bladene, som blev undersøgt for cellulære forsvarsreaktioner i form af fluorescerende cellevægge og hypersensitive reaktioner i form af døde celler i epidermis.

1) Der blev lavet aftryk af et F-1 blad fra hver potte i vs 43, og aftrykkene fra begge bladoverflader blev monteret på objektglas i lactoglycerol med 0.25% Evans Blue (farvning af svampesporer og -hyfer) før mikroskopiundersøgelse. Et område på 3,4 mm^2 af aftrykket blev undersøgt fra over- og undersiden af hvert blad. Svampesporer blev opgjort som spiret eller ikke spiret.

2) Forsvarsreaktioner overfor svampenes indtrængningsforsøg blev også undersøgt i F-1 blade i vs 43. Bladsegmenterne blev affarvet i 95% ethanol, fulgt af opvarmning til 60 °C i en time i lactophenol med 0.25% Anilinblå, monteret på dækglas i lactoglycerol og mikroskoperet med lys- og epifluorescensmikroskopi.

*) vs: vækststadium (Tottman, 1987)

Grønt bladareal og høstudbytte

Det grønne bladareal blev bedømt i % af hele bladet på de øverste 5 blade af 6 tilfældige planter fra hver potte, med 7-10 dages mellemrum, ialt 8 målinger. For de sidste 5 målinger i forsøg 1 blev dette dog forøget til 10 planter pr. potte. Alle målinger og bladprøver blev taget fra planternes hovedskud. Ved modenhed måltes kerneudbytte og samlet tørvægt af overjordiske plantedele fra hver potte.

Markforsøg

De to markforsøg blev udført i vækstsæsonen 1997/98 i England (East Anglia Field Station i Suffolk og Hyde Farm in Berkshire).

Forsøgsdesign og behandlinger

Vinterhvede (Spark) bejdset med Sibutol (bitertanol + fuberidazol) blev brugt i begge forsøg. Forsøget i Suffolk blev behandlet med Bombadier (chlorothalonil, 1100 g/ha) og Fortress (quinoxyfen, 150 g/ha) i vs 26 for at undgå angreb af meldug (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*) og gråplet (*Septoria tritici*), som var under udvikling i tilstødende forsøg. Andre dyrkningsmæssige procedurer blev udført i overensstemmelse med normal engelsk praksis.

Behandlingerne azoxystrobin, epoxiconazol og ubehandlet, var randomiseret indenfor hver blok. I Suffolk var forsøget opdelt i 18 blokke med parceller på 2.5 x 6 m. I Berkshire var forsøget opdelt i 9 blokke med parceller på 2.5 x 12 m. Amistar (azoxystrobin, 250 g/ha) og Opus (epoxiconazol, 125 g/ha) blev udsprøjtet i 200 l/ha væske med håndbårne sprøjtebomme i et sprøjteprogram med 3 behandlinger ved vs 31, 39 og 59. Ved en fejltagelse blev azoxystrobinbehandlingen ved vs 39 i Berkshire på 300 g/ha i stedet for 250 g/ha. Det vurderes at have haft minimal indflydelse på resultaterne.

Svampeaktivitet og forsvarsreaktioner i bladene

Der blev anvendt de samme teknikker som i drivhusforsøgene. F-1 blade til undersøgelserne blev samlet fra hver parcel i 4 blokke i Suffolk i vs 75. Svampesporerne tilstede i aftrykkene blev talt og kategoriseret, og det blev noteret om de var spiret. Cellulære forsvarsreaktioner og deres relation til svampe blev registreret, ligesom i drivhusforsøgene.

Grønt bladareal og sygdomsbestemmelse

Grønt bladareal blev bedømt som % af det totale bladareal og hver sygdom som % sygdomsdækning for hvert af de øverste 4 blade, på 10 (Suffolk) eller 20 (Berkshire) skud fra hver parcel, med 7-10 dages mellemrum fra vs 47 (Suffolk) eller vs 65 (Berkshire).

Udbytte

Ved modenhed blev de midterste 2 meter af hver parcel høstet. Hver parcel blev høstet for sig og vandindholdet blev korrigeret til 15%.

Statistisk analyse

De to drivhusforsøg blev udført parallelt men adskilt, fordi en randomisering af inokulerede og ikke-inokulerede planter ville indebære en risiko for at overføre svampe fra inokulerede til ikke-inokulerede planter. Denne separation udelukker en direkte sammenligning af resultaterne fra inokulerede og ikke-inokulerede planter.

Data blev analyseret vha. variansanalyser (evt. efter transformering) i PC-SAS.

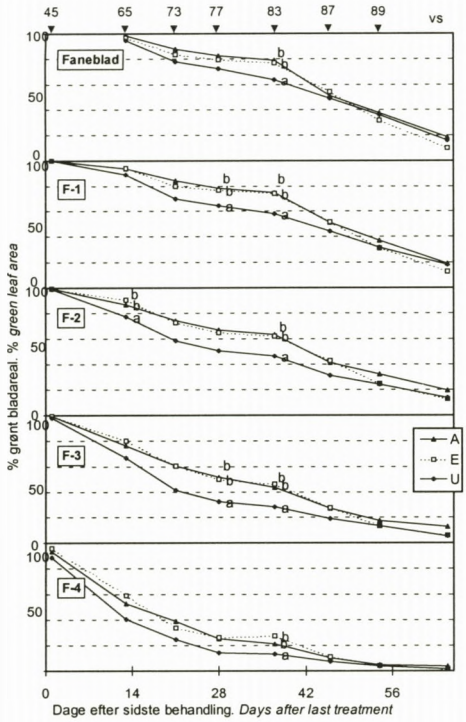
Resultater

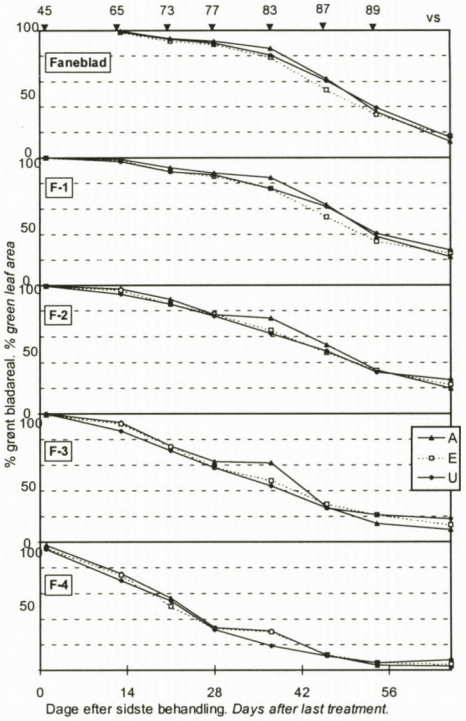
Drivhusforsøg

Tabel 1. Effekt af fungicider på svampevækst og udbytte i drivhusforsøg. Effects of fungicide treatment on fungal growth and yield in the glasshouse experiments. Means with the same letter are not significantly different at the 5% level.

Drivhusforsøg 1 **Planter inokuleret med *Cladosporium* og *Alternaria***	Glasshouse experiment 1 Plants inoculated with *Cladosporium* and *Alternaria*	Ubehandlet Untreated	Azoxystrobin	Epoxiconazol
% *Alternaria* sporer spiret	% *Alternaria* germinated	[a] 75.9	[a] 69.6	[b] 89.8
% *Cladosporium* sporer spiret	% *Cladosporium* germinated	[b] 76.0	[a] 54.5	[c] 91.7
Hyfevækst (mm/mm^2)	Hyphal growth (mm/mm^2)	1.0	0.6	1.1
Kerneudbytte (g tørvægt/potte)	Grain yield (g DW/pot)	25.8	24.7	26.7
Total tørvægt (g/potte)	Total DW (g/pot)	132	141	138
Drivhusforsøg 2 **Ikke-inokulerede planter**	Glasshouse experiment 2 Non-inoculated plants			
Kerneudbytte (g tørvægt/potte)	Grain yield (g DW/pot)	28.2	31.9	27.0
Total tørvægt (g/potte)	Total DW (g/pot)	143	151	138

Resultaterne af undersøgelsen af bladaftrykkene kan ses i tabel 1. Spiring af *C. macrocarpum* men ikke af *A. alternata*, blev reduceret signifikant af azoxystrobin i forhold til epoxiconazol og ubehandlet. Epoxiconazol øgede spiringsprocenten af begge svampe. Svampenes hyfevækst blev ikke signifikant reduceret af nogen af de to fungicider. Ved undersøgelse af bladsegmenter sås kun i få tilfælde forsvarsreaktioner induceret af saprofytterne og det var ikke muligt at observere en effekt af fungicidbehandlingerne. Undersøgelsen af bladaftrykkene viste, at kun meget få svampe var tilstede på bladoverfladerne af de ikke-inokulerede planter i forsøg 2.





Figur 1. Drivhusforsøg 1. Glasshouse exp. 1 **Figur 2. Drivhusforsøg 2.** Glasshouse exp. 2 **Figurerne viser det grønne bladareal i drivhusforsøg 1 (inokulerede planter) og i drivhusforsøg 2 (ikke-inokulerede planter). A: azoxystrobin; E: epoxiconazol; U: ubehandlet.** The figures show the green leaf area in glasshouse experiment 1 (inoculated plants) and in glasshouse experiment 2 (non-inoculated plants). A: azoxystrobin; E: epoxiconazole; U: untreated. Means with the same letter are not significantly different at the 5% level .

I forsøg 1 øgedes grønt bladareal signifikant ved fungicidbehandling. De behandlede planter havde generelt 10-15% mere grønt bladareal end ubehandlede planter i alle de 5 øverste blade fra vs 65-73 til vs 83 (figur 1). Dette svarer til en forsinkelse af senescensen på cirka 14 dage. Der var ingen signifikante forskelle på de to fungiciders effekt på grønt bladareal på noget tidspunkt i vækstforløbet. I forsøg 2 (ikke-inokulerede planter) var der ikke signifikant forskel i grønt bladareal mellem de to behandlinger eller mellem behandlede og ubehandlede planter (figur 2).

Der var ingen signifikante forskelle i kerneudbytte eller tørvægt af overjordiske plantedele i forsøg 1 (tabel 1). Der var heller ikke signifikante forskelle på kerneudbytte eller tørvægt af plantedele mellem nogen af behandlingerne og ubehandlet i forsøg 2 (tabel 1).

Markforsøg

Svampekolonisering og -aktivitet på bladoverfladen

Bladaftrykkene viste, at *Cladosporium* og *Mycosphaerella* var de hyppigst forekommende svampearter (tabel 2), og at der var færre svampesporer på bladene i de behandlede parceller, end på bladene i ubehandlede parceller. Forskellen var dog ikke signifikant.

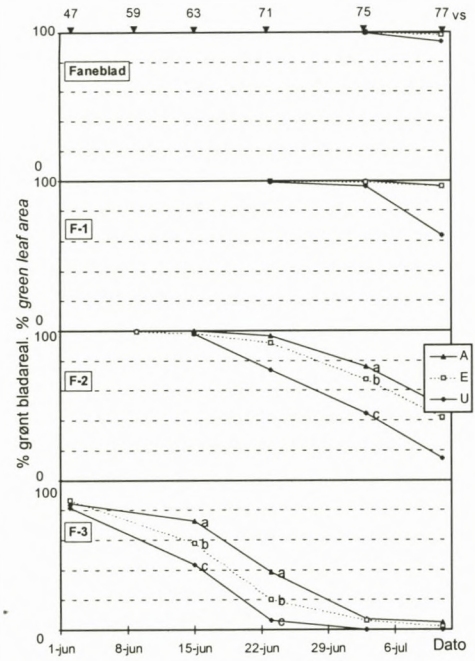
Tabel 2. Effekt af fungicider på svampevækst og forsvarsreaktioner. Blade fra markforsøget i Suffolk. Effects of fungicide treatment on fungal growth and defence reactions. Leaves from the Suffolk field trial. Means with no letter in common are significantly different at the 5% level.

Svampe på bladoverfladen		Leaf surface fungi	Ubehandlet Untreated	Azoxy-strobin	Epoxicon-azol
Cladosporium	sporer/mm²	(spores/mm²)	15,1	5,3	6,9
	% spiring	(% germinated)	29	18	31
Mycosphaerella	sporer/mm²	(spores/mm²)	8,2	5,9	8,3
	% spiring	(% germinated)	74	62	65
Andre sporer/mm²		Other spores/mm²	8,5	6,1	4,9
Hyfevækst (mm/mm²)		Hyphal growth (mm/mm²)	[b] 8,8	[a] 2,9	[a] 2,2
Forsvarsreaktioner/mm² blad		Defence reactions / mm² leaf			
Fluorescerende cellevægge		Fluorescing cell walls	[ab] 4,9	[a] 2,9	[b] 6,6
- heraf *Mycosph.*-induceret		- *Mycosph.*-induced	[a] 2,9	[a] 1,6	[b] 5,0
- heraf uden svampestruktur		- Without fungal structures present	1,9	1,1	1,5
Fluorescerende celler		Fluorescing cells	[ab] 1,2	[a] 0,7	[b] 1,7
- heraf *Mycosph.*-induceret		- *Mycosph.*-induced	[b] 0,8	[a] 0,3	[b] 1,2
- heraf uden svampestruktur		- Without fungal structures present	0,3	0,3	0,4

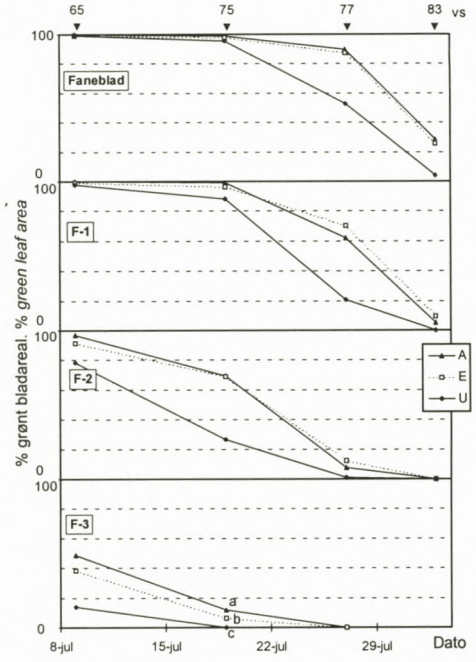
Hverken azoxystrobin eller epoxiconazol hæmmede sporespiringen signifikant. Derimod inhiberede begge midler hyfevæksten signifikant. Der var kun få tilfælde af forsvarsreaktioner mod de saprofytiske svampe *Alternaria* og *Cladosporium*, men tabel 2 viser dog, at antallet af fluorescerende (døde celler) induceret af *Mycosphaerella*-sporer reduceredes af azoxystrobinbehandling.

Grønt bladareal og udbytte

De ubehandlede parceller på begge lokaliteter blev angrebet af især brunrust (*Puccinia recondita* f.sp *tritici*). Det var derfor ikke muligt at skelne saprofytiske svampes indflydelse på grønt bladareal og udbytte, fra den samtidige indvirkning af sygdom på disse parametre i ubehandlede parceller. I begge forsøg var sygdomsdækningen af de øverste tre blade under én % ved begge fungicidbehandlinger. Det er derfor ikke overraskende, at begge fungicider øgede grønt bladareal i sammenligning med ubehandlet (figur 3 og 4). Angreb af skarp øjeplet (*Rhizoctonia cerealis*) og goldfodssyge (*Gaeumannomyces graminis*)hindrede meningsfyldte målinger af grønt bladareal efter vs 77 i Suffolk.



Figur 3. Suffolk



Figur 4. Berkshire

Figurerne viser det grønne bladareal i markforsøgene. A: azoxystrobin; E: epoxiconazol; U: ubehandlet. The figures show the green leaf area in the field trials. A: azoxystrobin; E: epoxiconazole; U: untreated. Means with the same letter are not significantly different on the 5% level.

Tabel 3. Høstudbytte i markforsøgene. Grain yield in the field trials.

	Behandling og udbytte (t/ha) Treatment and yield (t/ha)			
Lokalitet Location	Ubehandlet Untreated	Azoxy-strobin	Epoxicon-azol	$LSD_{0,95}$
Suffolk	8,68	9,94	9,49	0,40
Berkshire	7,41	8,17	7,85	0,42

I Suffolk bevaredes grønt bladareal bedre efter azoxystrobinbehandling end efter epoxiconazolbehandling (figur 3) i F-2 og F-3 blade. I Berkshire gjaldt det samme, men kun for F-3 blade (figur 4). Azoxystrobinbehandling gav i Suffolk øget udbytte i forhold til epoxiconazolbehandling, som igen gav større udbytte end ubehandlet (tabel 3). Også i Berkshire øgede både azoxystrobin og epoxiconazol udbyttet i forhold til ubehandlet, men der var ikke signifikant forskel mellem fungicidbehandlingerne (tabel 3).

Diskussion

Drivhusforsøg 1 viser, at saprofytiske svampe kan fremskynde planternes senescens, uden at planterne viser sygdomssymptomer eller synlige forsvarsreaktioner i bladene. Saprofytternes senescensfremmende effekt blev enten forhindret eller hæmmet med hvert af de to fungicider. Drivhusforsøg 2 viser, at fungicidbehandling alene ikke påvirkede planternes senescens. Resultaterne tyder derfor på, at fungicidernes positive effekt på grønt bladareal skyldtes bekæmpelse af de saprofytiske svampe og ikke en direkte fysiologisk effekt på planterne. Der var ingen forskel mellem de to fungicider på bevarelsen af grønt bladareal. Forskellen i senescens mellem behandlede og ubehandlede planter medførte ingen forskel i planternes kerneudbytte eller tørvægt. Dette skyldes formentlig, at bladdækket i hver enkelt potte var meget tæt. Derved kompenserede andre blade for tabet af grønt bladareal, og fotosyntesen for hver pottes planter som helhed, blev formentlig reduceret minimalt for ubehandlede potter, sammenlignet med behandlede. Derfor blev det grønne bladareal ikke nogen begrænsende faktor for udbyttet.

Det er sandsynligt, at saprofytiske svampe i marken, på samme vis som i drivhusforsøg 1, kan fremskynde planternes senescens. Forholdene er imidlertid anderledes i marken, da bladdækket her normalt er mindre tæt og den samlede fotosyntese derfor lettere påvirkelig. Desuden er der flere stressfaktorer i marken, som fremskynder senescensen. Derfor vil en fremskyndet senescens formentlig have betydning for udbyttet i marken, i modsætning til i drivhuset. Det er dog vanskeligt at kvantisere effekten af saprofytkontrol på udbyttet i markforsøgene, eftersom planterne i de ubehandlede parceller blev angrebet af bladsvampe, i modsætning til planterne i de fungicidbehandlede parceller. I drivhusforsøg 1 observeredes ingen forskel mellem de to fungicidbehandlinger mht. deres virkning på senescens gennem saprofytkontrol. Det må derfor forventes, at en eventuel udbyttestigning i marken fra saprofytkontrol, vil være lige stor for de to fungicidbehandlinger.

I markforsøget i Suffolk øgede azoxystrobin, i en del af vækstsæsonen, grønt bladareal sammenlignet med epoxiconazol, men kun for bladene F-2 og F-3. I markforsøget i Berkshire gjaldt dette kun F-3 bladet. Forøgelse af grønt bladareal for F-2 og F-3 blade med azoxystrobinbehandling i forhold til epoxiconazolbehandling observeredes også i et andet engelsk forsøg med lav sygdomsforekomst (Jones & Bryson, 1998). Det er muligt at den senere senescens ved azoxystrobinbehandling i forhold til epoxiconazolbehandling, skyldes færre forsvarsreaktioner i de azoxystrobinbehandlede blade. Der blev dog kun foretaget undersøgelser af forsvarsreaktioner i F-1 blade og det er derfor ikke muligt at vurdere, om en tilsvarende forskel i antallet af forsvarsreaktioner mellem de to fungicidbehandlinger forekom i F-2 og F-3 blade. Forskellene i grønt bladareal synes for små, til alene at kunne forklare forskellene i høstudbytte mellem de to behandlinger.

Der observeredes mange forsvarsreaktioner i de indsamlede bladsegmenter fra markforsøget i Suffolk. Disse sås som fluorescerende cellevægge i bladets epidermis som tegn på akkumulering af forsvarsrelaterede polyfenoliske stoffer. I nogle tilfælde fluorescerede væggene omkring en hel celle og celleindholdet var granuleret og brunligt. Dette indikerer celledød, sandsynligvis i form af en hypersensitiv reaktion som respons på infektionsforsøget fra spirehyfen. De fleste forsvarsresponser forekom i forbindelse med infektionsforsøg fra en

spiret *Mycosphaerella*-spore, men en del havde ikke nogen forbindelse til en svampespore eller -hyfe. Dette kan skyldes, at svampesporen er blevet fjernet af vejr og vind, eller under præparation af bladsegmentet.

Azoxystrobinbehandling var i stand til signifikant at inhibere væksten af svampehyfer og reducere antallet af hypersensitive reaktioner mod *Mycosphaerella* i bladene, i forhold til ubehandlet. Dette tyder på, at azoxystrobins primære effekt er at reducere antallet af infektionsforsøg fra de sporer, der ligger på bladoverfladen. Også epoxiconazol inhiberede hyfevæksten. Derimod var antallet af aktive forsvarsresponser signifikant højere i epoxiconazolbehandlede blade i forhold til azoxystrobinbehandlede blade og tildels i forhold til ubehandlede blade. Dette tyder på, at epoxiconazole ikke hæmmede sporernes infektionsforsøg. Vore resultater tyder således på, at azoxystrobin ikke udøver sin fungicidvirkning ved at hindre svampesporernes spiring, men snarere ved at mindske spirehyfernes vitalitet, således at de ikke er i stand til at gennemføre infektionsforsøg og dermed inducere aktive forsvarsreaktioner. De fundne resultater er i overensstemmelse med tidligere resultater (Godwin *et al.*, 1994), der viser at azoxystrobins fungicidale effekt udøves på et meget tidligt stadium i svampenes udviklingsforløb, ofte før infektion.

Hyppigheden af infektionsforsøg fra *Mycosphaerella*-sporer og planternes forsvarsreaktioner imod disse var så talrige, at de sandsynligvis havde betydning for høstudbyttet. Azoxystrobins inhibering af infektionsforsøgene i forhold til epoxiconazol kan derfor være årsagen til forskellen i høstudbyttet mellem de to fungicider.

Der er god grund til at tro, at de observerede sporer var *M. graminicola*, det kønnede stadium af *Septoria tritici* (hvedens gråplet), selvom det ikke direkte blev vist ved dyrkning af sporerne. *M. graminicola* frugtlegemer kan findes på bladene i hele vækstsæsonen i England og ascosporerne er meget talrige over hvedemarker (Hunter *et al.*, 1998). Også i Danmark er det kønnede stadium tilstede i stort tal i nekroser fremkaldt af gråplet-svampen *M. graminicola* (L.B. Eriksen, pers. medd.).

I de foreliggende undersøgelser var der lagt vægt på at undersøge fungicidernes effekt på udbyttet via deres bekæmpelseseffekt på svampe. Andre faktorers indflydelse på udbyttet kan dog ikke udelukkes, f.eks. biokemisk/fysiologisk påvirkning af planterne fra fungiciderne alene. Mange EBI-midler kendes også som plantevækstregulatorer, og nogle fungicider i denne gruppe har vist vækshæmmende effekter i bl.a. hvede. Der er dog ingen publikationer, der har påvist sådanne effekter af epoxiconazole i hvede. Strobiluriner er blevet tillagt effekter på planters fysiologi. Således er fungicidet kresoximmethyl vist at have effekter på unge hvedeplanters fysiologi, såsom forskydninger i balancen af plantehormoner, respirationshæmning mm. (Grossmann & Retzlaff, 1997). Der er dog ikke publiceret undersøgelser, som påviser effekt af azoxystrobin på planters fysiologi. I drivhusforsøg 2 observeredes da heller ingen effekt fra hverken azoxystrobin eller epoxiconazol på grønt bladareal, planternes kerneudbytte eller tørvægt af overjordiske plantedele.

De herværende forsøg demonstrerer eksempler på 'ubemærket' svampebekæmpelse, som kun observeredes fordi der blev brugt mikroskopi og som ellers kunne være blevet tolket som fysiologiske effekter på planterne fra fungiciderne.

Sammendrag

I drivhusforsøg fandtes det, at saprofytiske svampe kan fremskynde senescens i vinterhvede, og at behandling med azoxystrobin eller epoxiconazol kan forhindre dette, i hvert fald delvis. Der var ikke forskel på de to fungiciders effekt overfor saprofytfremkaldt senescens. Høstudbyttet påvirkedes ikke af fungicidernes effekt overfor saprofytiske svampe i drivhusforsøg. Dette sandsynliggør, at bekæmpelse af saprofytiske svampe i marken kan forsinke senescens og at en eventuel udbyttestigning opnået gennem saprofytkontrol kan forventes at være lige stor for de to fungicidbehandlinger.

I markforsøg øgedes perioden med grønt bladdække samt høstudbyttet ved behandling med azoxystrobin eller epoxiconazol, sammenlignet med ubehandlet kontrol. I ét ud af to markforsøg med meget lav sygdomsforekomst, gav azoxystrobinbehandling signifikant større høstudbytte end epoxiconazolbehandling. Azoxystrobinbehandling holdt F-2 og F-3 blade grønne længere end epoxiconazolbehandling. Forsvarsreaktioner i bladene mod infektionsforsøg fra *Mycosphaerella* fandt sted med en hyppighed, der må antages at inducere et væsentligt energiforbrug i planten og desuden må antages at virke senescensfremmende. Der fandtes færre tilfælde af disse forsvarsreaktioner i bladene efter behandling med azoxystrobin, end efter behandling med epoxiconazol. Derfor mener vi, at den større hæmning af *Mycosphaerella*-infektionsforsøg ved azoxystrobinbehandling, sammenlignet med epoxiconazolbehandling, er en del af forklaringen på det observerede større udbytte ved azoxystrobinbehandling end ved epoxiconazolbehandling.

Litteratur

*Ammermann, E, Lorenz, G., Schelberger, K., Wenderoth, B., Sauter, H. & Rentzea, C.*1992. BAS 490 F - a broad-spectrum fungicide with a new mode of action. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference 1992. **1**, 403-410.

Becker, W.F., Von Jagow, G., Anke, T. & Steglich, W. 1981. Oudemansin, strobilurin A, strobilurin B and myxothiazol: new inhibitors of the bc_1 segment of the respiratory chain with an *E*-β-methoxyacrylate system as common structural element. FEBS Lett. **132**, 329-333.

Buchenauer, H. & Kemper, K. 1981. Wirkungsweise von propiconazol (Desmel) in verschiedenen pilzen. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent. **46**, 909-921.

Godwin, J.R., Anthony, V.M., Clough, J.M. & Godfrey, C.R.A.(1992. ICIA 5504: A novel, broad-spectrum systemic β-methoxyacrylate fungicide. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference 1992. **1**, 435-442.

Godwin, J.R., Young, J.E. & Hart, C.A. 1994. ICIA 5504: Effects on development of cereal pathogens. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference 1994. **1**, 259-264.

Gold, R.E. & Leinhos, G.M.E. 1994. Histological studies on the fungicidal activity of the strobilurin BAS 490 F. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference 1994. **1**, 253-258.

Grossmann, K. & Retzlaff, G. 1997. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). Pestic. Sci. **50**, 11-20.

Hunter, T., Coker, R.R., Lovell, D.J., Royle, D.J. 1998. Involvement of sexual cycle of *Mycosphaerella graminicola* in disease development in winter wheat? Abstract No. 2.4.12, Abstracts of the 7th Internat. Congress of Plant Pathology, 9 - 16 Aug. 1998, Edinburgh, UK.

Jones, D.R. & Bryson, R.J. 1998. Physiological effects of strobilurins and plant activators in relation to yield of winter wheat. HGCA Project Report, No. 164, 31 pp. ADAS Rosemaund, Preston Wynne, UK.

Jørgensen, L.N. & Nielsen, B.J. 1994. Results from field trials 1994. Control of diseases in cereals. Statens Planteavlsforsøg.

Jørgensen, L.N. & Nielsen, B.J. 1996. Results from field trials 1996. Control of diseases in cereals. Statens Planteavlsforsøg.

Nielsen, B.J. & Jørgensen, L.N. 1995. Results from field trials 1995. Control of diseases in cereals. Statens Planteavlsforsøg.

Nielsen, B.J. & Jørgensen, L.N. 1997. Results from field trials 1997. Control of diseases in cereals. Danmarks Jordbrugsforskning.

Smedegaard-Petersen, V. & Tolstrup, K. 1985. The limiting effect of disease resistance on yield. Ann. Rev. Phytopathol. **23**, 475-490.

Tolstrup, K. 1984. Saprophytic fungi in the phyllosphere of barley and their effects on the plants growth and grain yield. Ph.D. Thesis. KVL, København. 122 pp.

Tottman, D.R.(1987. The decimal code for the growth stages of cereals with illustrations. Ann. Appl. Biol.**110**, 441-454.

Zobrist, P., Colombo, V.E. & Bohnen, K. 1982. Action of fenpropimorph on exterior structures of *Puccinia coronata* on oat as revealed by scanning electron microscopy. Phytopath. Z. **105**, 11-19.

Kernekvalitet set i relation til svampebekæmpelse i korn

Grain quality in relation to fungicide treatment of cereals

Esben Kongsgaard Jensen
Zeneca Agro Scandinavia
Islands Brygge 41
DK-2300 København S

Summary

Treatment of cereals with fungicides increases yield and improves the grain quality, especially in years with severe disease pressure. The yield increase is higher with the new strobilurin Amistar™ (azoxystrobin 250g/l) compared to the old standard (propiconazol and fenpropimorp mixtures). But also quality parameters are positively affected by Amistar. Amistar was found to influence positively on yield, thousandgrainweight (TGW), Hektolitreweight, Sieving fraction and Nitrogen utilazation. Amistar did not influence Hagberg falling number (HFN), Nitrogen content or germination.

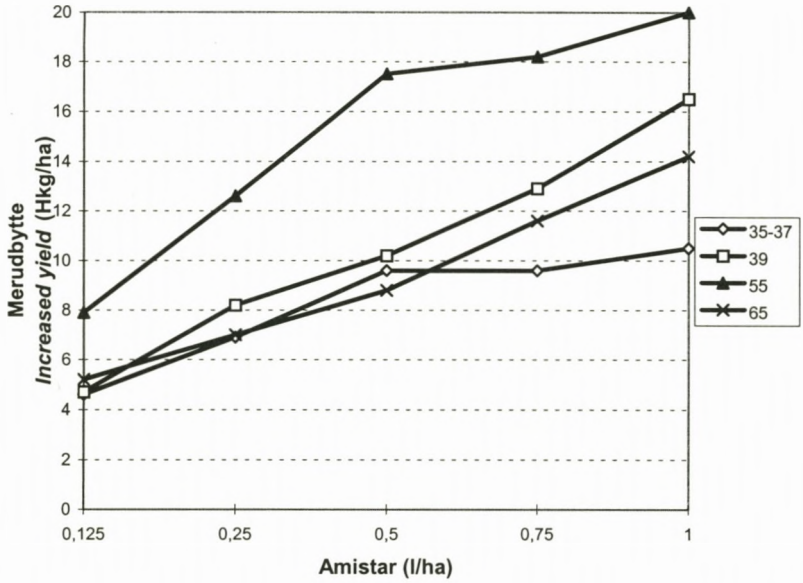
Indledning

Behandling af korn med fungicider sikrer et højt stabilt udbytte, også i år hvor svampesygdomme har god mulighed for at udvikle sig. Dette forhold er blevet endnu mere tydeligt med Amistar™ (azoxystrobin 250g/l) på markedet. Amistar sikrer ikke kun et højt stabilt udbytte, som ligger over de "gamle midler (propiconalzol og fenpropimorph blandinger)", men bidrager også med en betydelig kvalitetsforbedring af det høstede korn.

Dette indlæg vil primært beskæftige sig med fungicid-behandlingers indflydelse på kvalitetsparametre i korn.

Udbytte

Amistar har i danske vinterhvedeforsøg givet merudbytter for svampebekæmpelse på op til 30-35 hkg. pr. ha. svarende til en udbytteforøgelse på næsten 50% (Jørgensen *et al.*, 1998. Pedersen *et al.*, 1998). Der ses desuden en klar sammenhæng mellem dosering og merudbytte i de fleste forsøg, således at merudbytterne stiger med stigende dosering af Amistar. Sammenhæng mellem dosering og sprøjtetidspunkt i forhold til opnået merudbytte er vist i figur 1.

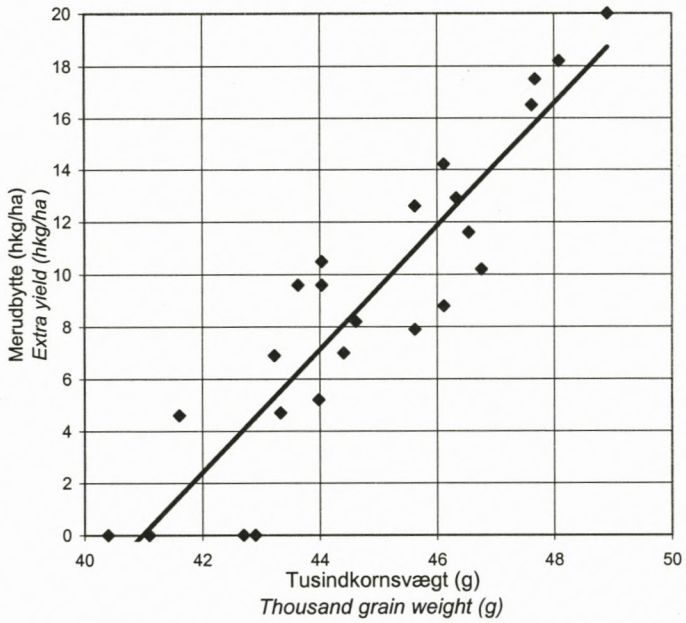


Figur 1. Merudbytter for sprøjtning med Amistar ved 5 doseringer og 4 tidspunkter. Forsøget blev sprøjtet med 0,3 l/ha Fortress i stadie 31 for at forebygge problemer med meldug (*Erysiphe graminis*). Gennemsnit af 2 forsøg (Jørgensen *et al.*, 1998). Increased yield for treatment of winterwheat with 5 doses of Amistar at 4 different timings. The trials were treated with 0,3 l/ha Fortress at stage 31 to avoid problems with mildew (Erysiphe graminis). Average of 2 trials, 1998.

Merudbytterne som opnås ved behandling med Amistar skyldes en effektiv sygdomsbekæmpelse, hvor svampene overvejende bekæmpes inden de trænger ind i planten og inden plantens resistensmekanismer aktiveres. En sygdomsfri kornafgrøde er grøn i længere tid, hvilket sikrer, at planten har bedre mulighed for kernefyldning (Jensen, 1997)

Tusindkornvægt

En høj tusindkornvægt (TKV) er et udtryk for gode, sunde og fyldige kerner (Noon, 1997). Sammenholdes merudbytterne for svampebekæmpelse med tusindkornvægten ses en tæt korrelation (figur 2), hvilket viser, at merudbytterne primært opnås gennem større kerner fremfor flere kerner. I forsøget som er vist i figur 2 gav 10% øget kernestørrelse ca. 13% højere merudbytte. Behandling med Amistar gav en signifikant øget TKV (Jørgensen *et al.*, 1998).



Figur 2. Sammenhæng mellem merudbytte og tusindkornsvægt. 2 forsøg udført i 1998 med variable doseringer og udsprøjtningstidspunkter af Amistar. (Jørgensen *et al.*, 1998). Correlation between extra yield and thousand grain weight. 2 trials carried out in 1998, with variable doses and timing of Amistar

Rumvægt

Rumvægten skal som basis være 77 kg/hl. for hvede. For hvedepartier med rumvægt mellem 72 og 76 sker der fradrag på 0,60 kr. pr enhed, mens partier under 72 ikke kan afregnes som eksporthvede. For foderbyg skal rumvægten være over 65 (Anonym, 1998).

Svenske forsøg fra 1998 (Wiik *et al.*, 1998) er vist i tabel 1. Her ses det, at behandling med Amistar har forbedret rumvægten i såvel hvede som byg.

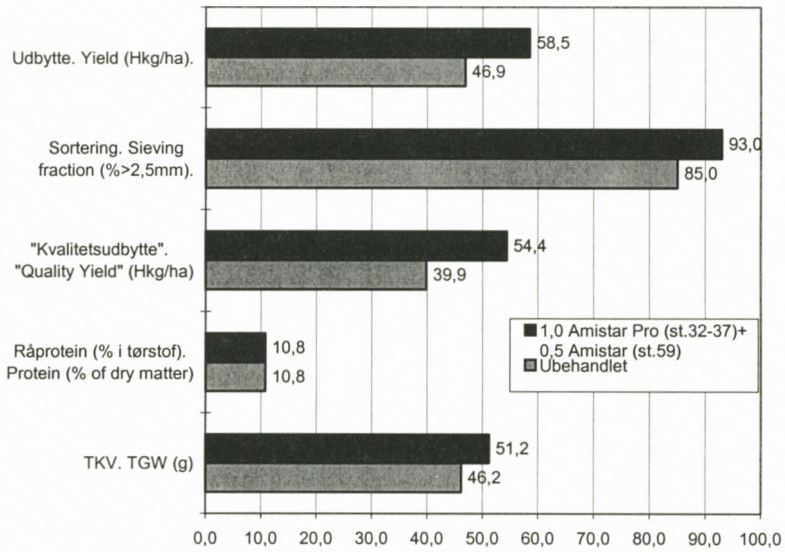
Tabel 1. Rumvægt (kg/hl.) i svenske forsøg 1998 (Wiik *et al.*, 1998). Weight (kg/hl) in Swedish trials 1998.

Rumvægt (kg/hl)	Vinterhvede	Vårhvede	Vårbyg	Triticale
Antal forsøg	5	5	5	5
Ubehandlet	77,2	73,8	67,4	70,4
Amistar 0,5 l/ha	78,6	76,2	68,3	70,7
Amistar 1,0 l/ha	78,5	76,6	68,6	70,7
LSD	0,6	1,4	0,6	0,8

Sortering

Maltbyg afregnes således, at 90% af kernerne skal have en størrelse på mere end 2,5 mm. Hvis kun 70-90% af kernerne er større end 2,5 mm. sker der fradrag på 0,75 kr. pr. enhed under 90%, mens partier, hvor mindre end 70% har den rette størrelse, ikke kan afregnes som maltbyg (Anonym, 1998).

I forsøg udført af de landøkonomiske foreninger i 1998 (figur 3) blev udbyttet for svampebehandling forøget med 25% mens udbyttet af kerner over 2,5 mm ("Kvalitetsudbytte") blev øget med 36%. Som gennemsnit af de 12 forsøg var der kvalitetfradrag på 3,75 kr. pr. hkg. hvor der ikke var udført svampebekæmpelse og i enkelte af forsøgene havde de ubehandlede led en sortering på mindre end 70% og ville dermed ikke kunne afregnes som maltbyg. En tilsvarende forsøgsserie fra 1997 viste samme tendens i 16 forsøg, men mere beskedne merudbytter, idet sygdomsangrebene i forsøgene var mindre. (Pedersen *et al.*, 1998).



Figur 3. Udbytte og kvalitet af maltbyg. Gennemsnit af 12 forsøg med sorten Alexis i 1998. "Kvalitetsudbytte" er beregnet som udbytte af kerner over 2,5 mm. (Pedersen *et al.*, 1998, tabel C15). Yield and quality of malting barley (Alexis). Means from 12 trials carried out in 1998. "Quality yield" is calculated as yield of grains larger than 2,5mm.

Hagberg faldtal

Måling af faldtal i hvede viser "alpha amylase" indholdet og giver en indikation af melets stivelseskvalitet, enzymaktivitet og især melets amylaseaktivitet. En høj amylaseaktivitet (lavt fladtal) giver en klæbrig ikke maskinvenlig dej (Thomsen og Gravgaard, 1998). Faldtallet for eksporthvede skal være over 250 sekunder. Hvis faldtallet ligger i intervallet mellem 225 og 250 fradrages der 0,30 kr pr. enhed (Anonym, 1998).

Maede (1998) konkluderede på baggrund af et omfattende litteraturstudie, at fungicidbehandlinger generelt ikke har indflydelse på faldtallet. Der var dog tendens til, at en forholdsvis tidlig sprøjtning i stadie 31-39 hævede faldtallet, mens meget sene sprøjtninger i nogle tilfælde gav et mindre fald. Indflydelse af fungicidsprøjtninger på faldtallet var størst i meget regnfulde år, hvor modning af afgrøden trak ud. Merudbyttet for behandling var til gengæld også højest i de regnfulde år.

Noon (1998) fandt i tyske, franske og engelske forsøg ingen ændring i faldtallet når Amistar behandlet hvede (to gange fuld dosis) blev sammenlignet med ubehandlet. Svenske forsøg (Wiik *et al.*, 1998) viste heller ikke signifikante forskelle i faldtallet ved Amistar behandling i forhold til ubehandlet.

Kvælstof

Protein indhold i kernen

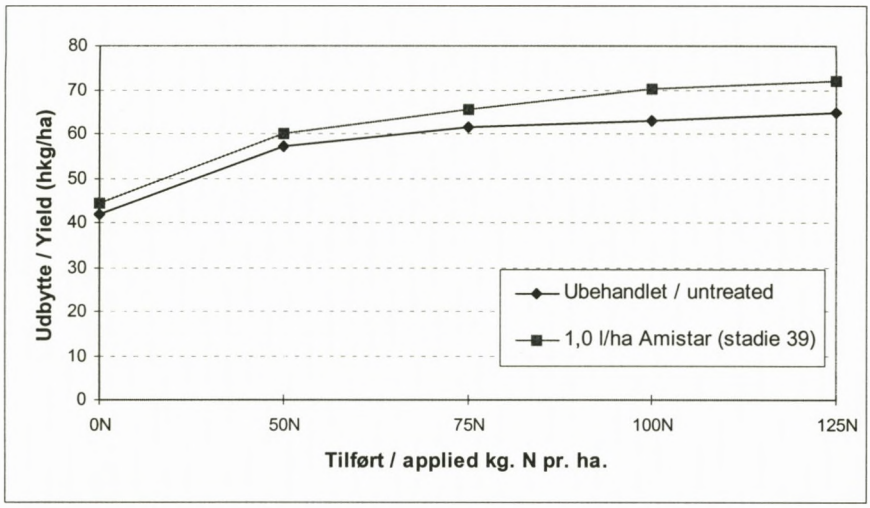
Protein indhold er en væsentlig kvalitetsparameter i kornproduktionen. Dette gælder for maltbyg, hvor protein indholdet som basis skal være lavt (under 11,0%). For brødhvede skal protein indholdet være højt (over 12%) (Anonym 1998). Korn er desuden bedst egnet til svinefoder, hvis kvælstof indholdet er højt, idet behovet for protein i tilskudsfoderet dermed bliver mindre.

28 forsøg udført af de landøkonomiske foreninger i 1997/98 i maltbyg viste, at behandling med Amistar ikke ændrede protein indholdet i kernen i forhold til såvel ubehandlet som Tilt Megaturbo® (Pedersen *et al.*, 1998. Tabel C15). Heller ikke i vinterbyg påvirkede fungicidbehandlingerne protein indholdet (Jørgensen & Nielsen, 1996). Tyske forsøg (figur 6) viste, at der ikke var forskel på protein indholdet i maltbyg som var behandlet med Amistar sammenlignet med ubehandlet (Noon, 1997).

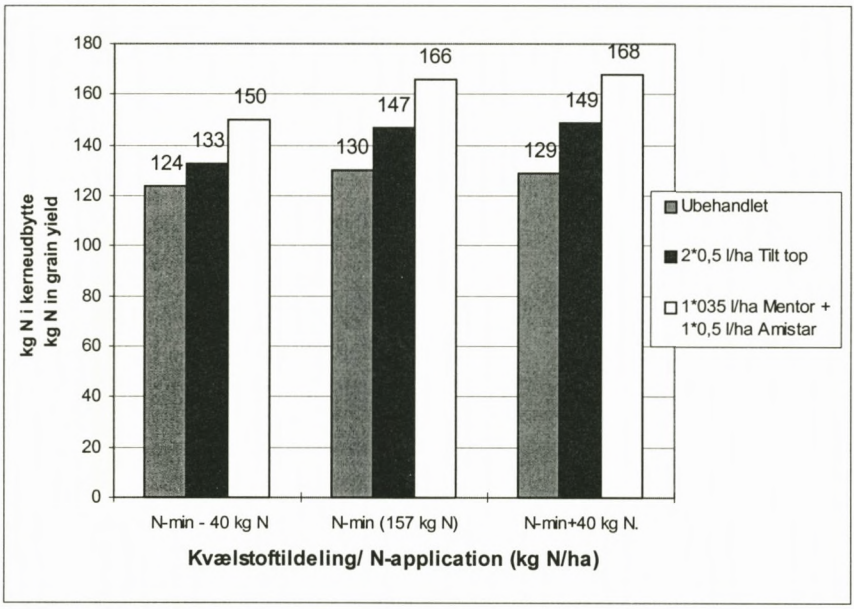
8 svenske vinterhvedeforsøg fra 1998 (Wiik *et al.*, 1998) viste, at protein indholdet i kernerne ikke ændredes som følge af Amistarbehandling. Tilsvarende resultater er fundet i danske vinterhvedeforsøg (Jørgensen & Nielsen, 1996).

Kvælstofudnyttelse

Protein indholdet i kernerne holdes uændret, mens udbyttet stiger ved behandling med Amistar. Dermed bliver der alt andet lige høstet en øget mængde kvælstof pr. arealenhed. Dette ses af et svensk forsøg (Bauer, 1998), hvor vekselvirkning mellem kvælstofniveau og fungicidbehandling blev undersøgt (figur 4). Udbyttet steg med stigende kvælstoftildeling, men stigningen var størst, hvor der var behandlet med Amistar. Kvælstof optimum var i dette forsøg 125 kg N/ha, uanset om der var behandlet med Amistar eller ej. Et tilsvarende forsøg fra 1997 viste, at svampebekæmpelse øgede kvælstofopsamlingen, men merudbytterne for svampebekæmpelse var uafhængig af kvælstoftildelingen (Bauer, 1998).



Figur 4. Udbytter for stigende kvælstofmængder til maltbyg med og uden Amistarbehandling. Gennemsnit af 5 svenske forsøg, 1998.(Bauer, 1998). Yield respons for increased level of Nitrogen related to treatment with Amistar. Average of 5 trials from Sweden, 1998.



Figur 5. Vekselvirkning mellem kvælstof og svampemidler. Gennemsnit af 6 danske forsøg i vinterhvede udført af de Landøkonomiske foreninger 1998. Sprøjtningerne er udført i stadie 31-32 og 45-51 (Pedersen *et al.*, 1998). Relations between nitrogen and fungicide treatment. Average of 6 Danish trials carried out in 1998. Application in Gs. 31-32 and 45-51.

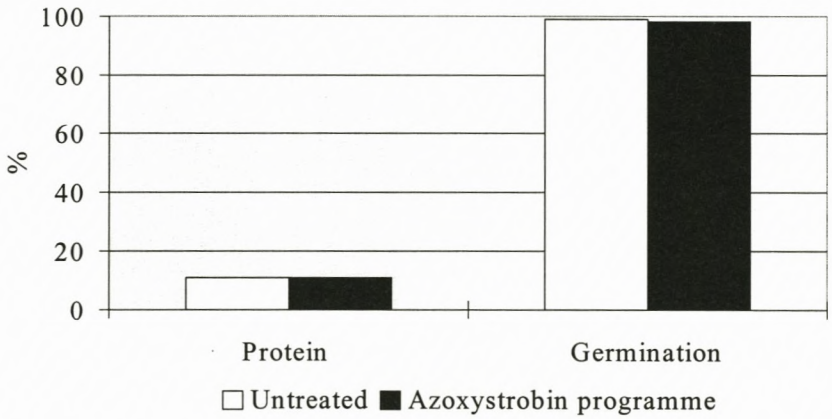
Forsøg i de Landøkonomiske foreninger (Pedersen *et al.*, 1998) viste (figur 5), at kvælstoffet blev bedre udnyttet, når der blev sprøjtet med Mentor fulgt op af Amistar sammenlignet med såvel ubehandlet, som behandling med Tilt top. Ved den laveste kvælstoftildeling (N-min - 40 kg N/ha) var den samlede kvælstofhøst i kernerne 26 kg N/ha højere for Mentor/Amistar, sammenlignet med ubehandlet. Ved højeste kvælstofniveau (N-min + 40kg N/ha) var differencen 39 kg N/ha. Dette bekræfter forsøg fra 1996, hvor differencen mellem ubehandlet og Amistar behandlet hvede var 20-22 kg N/ha (Anonym, 1996).

Årsagen til den bedre kvælstofudnyttelse skyldes sandsynligvis, at afgrøden er grøn i længere tid. Dette giver bedre tid til fotosyntese og dermed en længere optagelse af næringsstoffer fra jorden. Desuden vil en sund plante udvikles bedre, ligesom rodnettet muligvis bliver mere veludviklet, hvilket vil fremme optagelsen af kvælstof.

Spireevne

I maltningsprocessen er spiringen vigtig og der kræves nær 100% spiredygtige kerner. Ligeledes er spirevillighed naturligvis af væsentlig betydning for kerner som skal anvendes til såsæd.

Noon (1997) fandt, som gennemsnit af 8 tyske forsøg med maltbyg ingen forskel på spiredygtigheden af Amistar behandlet byg sammenlignet med ubehandlet byg fra samme forsøg.



Figur 6. Protein indhold og spirevillighed i maltbyg. Gennemsnit af 8 tyske forsøg 1993-95 (Noon, 1997). Malting barley protein content and germination - means of 8 German trials 1993-95.

Diskussion

Såvel merudbytte som kvalitetsforbedringer skal ses som konsekvens af en effektiv sygdomsbekæmpelse. Amistar's brede virkningsspektrum bekæmper svampene effektivt og meget tidligt i svampens udvikling. Denne tidlige og brede sygdomsbekæmpelse sikrer, at

planten holder sig frisk og grøn i længere tid, hvilket resulterer i bedre tid til kernefyldning. De fleste kvalitetsparametre hænger sammen med kernestørrelsen, idet store sunde kerner foretrækkes i al videre forarbejdning herunder bl.a. ølbrygning, brød og foder.

I tabel 2 ses en oversigt over betydningen af Amistar behandling sammenholdt med ubehandlet korn. For de fleste parametre er der tale om en positiv indflydelse, mens fungicidbehandling ikke har betydning for de øvrige faktorer:

- *Udbytte*: Amistar bidrager med betydelige merudbytter sammenlignet med såvel ubehandlet, som behandlinger med de "gamle midler" (propiconazol m.fl.).
- *Tusindkornvægt:* De øgede merudbytter skyldes overvejende større kerner, ikke flere kerner, og Amistar sikrer dermed en højere tusindkornvægt.
- *Rumvægt*: I de fleste tilfælde vil rumvægten øges som resultat af fungicid behandling og især af behandling med Amistar.
- *Sortering:* Amistar forårsager markant større kerner og dermed en bedre sortering, hvilket ofte vil have stor økonomisk betydning især i maltbyg.
- *Faldtal*: Fungicid behandlinger har som hovedregel ikke indflydelse på faldtallet. Mindre negativ påvirkning ses ved sene sprøjtninger i fugtige år hvor der er problemer med modningen. Udsvingene er dog små sammenlignet med sortsvariationen.
- *Kvælstof indhold*: Amistar påvirker ikke kvælstof indholdet i kernerne.
- *Kvælstof udnyttelse*: På trods af en årsvariation ses generelt en forbedret kvælstofudnyttelse ved fungicidbehandling. Amistar giver dog en endnu bedre udnyttelse sammenlignet med de "gamle midler". Dette gælder for både lavt og højt kvælstofniveau, til gavn for kvælstofhusholdningen på den enkelte bedrift.
- *Spireevne*: Amistar har ingen negativ indflydelse på spirevnen.

Tabel 2. Betydning af behandling af korn med Amistar i forhold til ubehandlet korn (+ forbedring, 0 ingen betydning). Influenze of Amistar treatment in cereal in relation to untreated cereal (+ improvement, 0 no influenze).

Parameter	**Amistar**
Udbytte / *Yield*	+
TKV / *TGW*	+
Rumvægt / *Hectolitre Weight*	+
Sortering / *Sieving fraction*	+
Faldtal / *Hagberg Falling Number (HFN)*	0
Kvælstof indhold / *Nitrogen content*	0
Kvælstof udnyttelse / *Nitrogen utilization*	+
Spireevne / *Germination*	0

Litteratur

Anonym, 1996. Planteavlsberetning 1996. Køge-Ringsted Landboforening, 4140 Borup. 192 p.

Anonym, 1998. Høstinformation - Aftale vedr. afregning af korn, ærter og raps. De Danske Landboforeninger og Dansk Familiebrug, København.20 p.

Bauer, A., 1998. Kvävestege i maltkorn. Meddelande från Södra Jordbrugsförsöksdistriktet nr. 49. 16:1-16:4.

Jensen, H., 1997. Amistar - Et bredspektret svampemiddel. 14. Danske Planteværnskonference. SP-rapport nr. 8, 59-71.

Jørgensen, L.N., Nielsen, B.J., Jensen, K.F., Hansen, L.M. & Paaske, K 1998. Diseases and insects in arable crops and vegetables 1998 - Results from testing of Fungicides, Insecticides and Seed-treatments. - Department of Crop Protection, Research Centre Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse.

Jørgensen, L.N. & Nielsen, B.J., 1996. Results from field trials 1996 - Control of Diseases in Cereals. Statens Planteavlsforsøg - Afdeling for Plantepatologi og Jordbrugszoologi. DK-2800 Lyngby.

Maede, K., 1998. Influence of Fungicide Application on Hagberg Falling Number of Wheat. Ikke publiseret.

Nielsen, B.J. & Jørgensen, L.N. 1997. Results from field trials 1997 - Control of Diseases in Cereals. - Department of Crop Protection, Research Centre Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse.

Noon, R.A. 1997. Azoxystrobin and cereal grain quality. *Proceedings of SCI/BCPC Conference 17 -19 September 1997, University of Kent, UK, 'Crop Protection and Food Quality - Meeting Customer Needs',* 467 -472.

Pedersen, J.B., Kristensen, H., Nielsen, G.C. & Petersen, P.H. 1998. Oversigt over Landsforsøgene 1998. Landskontoret for Planteavl, Skejby, DK-8200 Århus N.17-119.

Thomsen, A.D. & Christensen, I. 1995. Hvedesorter - Dansk dyrket 1992-1994. Udgivet af Schulstad Brød A/S og Dansk Teknologisk Institut. 172p.

Thomsen, A.D. & Gravgaard, J. 1998. Dansk dyrket hvede - høstår 1998. Planteavlsberetning 1998. Køge-Ringsted Landboforening, 4140 Borup.124-126.

Wiik, L., Pålsson, L. & Berg, G. 1998. Sprutning med fungicider i stråsäd - Försöksresultat 1998. Meddelande från Södra Jordbrugsförsöksdistriktet nr. 49. 2:1-2:27.

Dynamiske skadetærskler for havrebladlus i vårbyg

Dynamic injury thresholds for bird cherry-oat aphid in spring barley

Lars Monrad Hansen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Analysis of trials with bird cherry-oat aphids in spring barley shows linear correlation between aphids multiplied with days (aphid days) and yield increase. Following equation can be constructed: *Yield increase (kg) = 1.28 × aphid days.* The economic injury threshold is about 1.7 hkg/ha equal to 131 aphid days.

Indledning

Havrebladlusen er et af Danmarks mest almindelige skadedyr. Den angriber hvert år kornmarkerne – specielt vårbyg – således at ca. 25% af markerne som gennemsnit har behov for bekæmpelse. Generelt er det således, at mere end 90% af de bladlus, som findes i vårbyggen, er havrebladlus. I plantebeskyttelsesprogrammet PC-Planteværn, hvis bladlusdel blev opbygget i midten og slutningen af 80'erne er de økonomiske skadetærskler kun i mindre omfang blevet justeret efterfølgende. Skadetærsklerne er opbygget som faste værdier, der ændrer sig med vækststadiet.

I flere tilfælde har disse skadetærskler imidlertid vist sig at være for grovkornede, hvorfor nærværende artikel forsøger at belyse, hvordan man kan arbejde med mere præcise dynamiske skadetærskler. Dynamikken kommer ind i forbindelse med fremskrivning af udbyttetab ved hjælp af vejrprognoser.

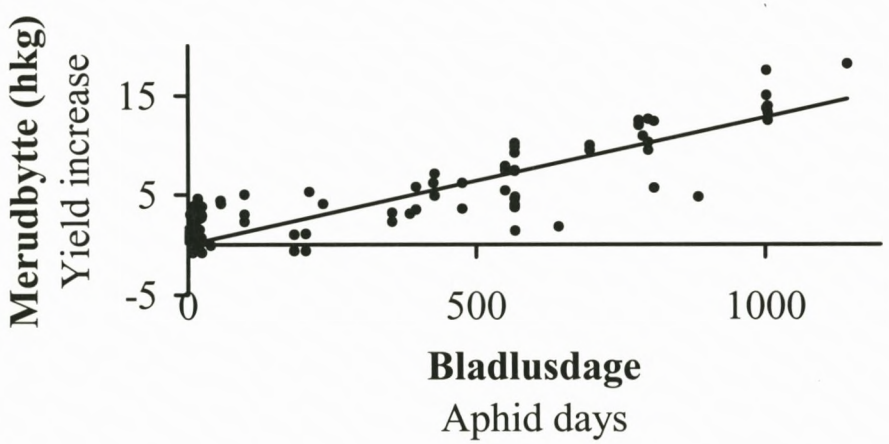
Materiale og metoder

Ved Danmarks JordbrugsForskning er der i en lang årrække blevet testet forskellige insekticiders effekt over for bl.a. bladlus. Fra 1985 blev optællingen af bladlus ændret fra en indexmetode til pct. strå med bladlus. Da der er en nøje sammenhæng mellem pct. strå med bladlus og antal bladlus pr. strå, er disse forsøg velegnede til at beregne mere præcise økonomiske skadetærskler. Forsøgene er lavet som parcelforsøg med 4 gentagelser. Parcelstørrelse 25 m²
Metoden er, at der for hvert forsøg beregnes, hvor mange bladlus der har været hvor længe, og det fremkomne tal benævnes bladlusdage. Hvis der eksempelvis har været 2 bladlus pr. strå i 4 dage, bliver værdien 8 bladlusdage. Bladlusforekomsten beregnes for de ubehandlede parceller.

I parceller behandlet med et anerkendt middel i anerkendt dosering opgøres merudbyttet. At midlet er anerkendt betyder, at dets effekt er tilstrækkelig og god, hvorfor merudbyttet direkte kan relateres til bladlusforekomsten. I alt 96 vårbygforsøg indgår i beregningerne.

Resultater og diskussion

I figur 1 er resultaterne vist grafisk. Som det fremgår, giver selv små bladlusangreb merudbytter. Der er ekstreme eksempler på at 4 bladlusdage giver 3 hkg i merudbytte, mens 568 bladlusdage kun giver 1.4 hkg i merudbytte. Sådanne resultater må tilskrives variationen i forsøgene, hvorfor en eksakt skadetærskelbestemmelse ikke er mulig. Det er derimod muligt at estimere en skadetærskel statistisk, samt anføre, med hvor stor sandsynlighed skadetærskelen holder.



Figur 1. Sammenhæng mellem antal bladlus og merudbytte. Connection between number of aphids and yield increase.

Vi gør den rimelige antagelse, at er der ingen bladlus i forsøget - eller skadedyr i øvrigt - giver en insekticidbehandling ingen merudbytter, og samtidig forudsætter vi en lineær sammenhæng, således at dobbelt så mange bladlus giver dobbelt så stor skade. Vi kan herefter foretage en lineær regression, som skærer punktet (0,0).

Linien får følgende ligning:
Merudbytte (kg) = 1.28 × bladlusdage ($p<0.0001$, $r^2 = 0.86$, $df=96$).
Èn bladlus pr. strå (40% strå med bladlus) æder altså 1,28 kg. vårbyg om dagen.

Hvis en gennemsnitlig insekticidbehandling koster kr. 125,- og prisen på vårbyg pr. hkg er kr. 75,- vil den økonomiske skadetærskel ligge ved 1.7 hkg. Indsættes i ovenstående ligning fås, at den økonomiske skadetærskel for havrebladlus i vårbyg ligger ved 131 bladlusdage.

Sandsynligheden for at få et merudbytte på mere end 1.7 hkg, hvis angrebet har været under 131 bladlusdage er 60%, hvilket skyldes det besynderlige forhold, at næsten ingen bladlus kan give merudbytter over den økonomiske skadetærskel. Da det er konstateret, at der ikke er andre skadedyr i forsøgene, kan fænomenet næsten kun forklares med, at insekticidet på en eller anden måde påvirker planternes vækst i gunstig retning. Omvendt forholder det sig således, at sandsynligheden for at få mere end 1.7 hkg, hvis angrebet har været større end 131 bladlusdage er på 92%.

Det kan være lidt svært at sammenligne denne metode til økonomisk skadetærskelbestemmelse med den hidtil anvendte metode. Det er i datamaterialet ikke lykkedes at finde et eksempler på at skadetærskelen bestemt som bladlusdage ville udløse en bekæmpelse, som ikke efter den hidtil anvendte metode (40%, 60% og 80% osv. strå med bladlus) ville udløse en bekæmpelse. Noget kunne derfor tyde på, at den her beregnede skadetærskel er en faktisk hævning af den gældende skadetærskel.

I tabel 1 er vist et forløb på en typisk bladlusudvikling i slutningen af juni måned med gennemsnitstemperaturer på ca. 14°C.

Dag Day	**Pct. strå med bladlus** Per cent straw with aphids	**Antal bladlus pr. strå** No aphids per straw	**Bladlusdage** Aphid days	**Udbyttetab i kg.** Yield loss in kg
1	10	0,2	0,2	0,2
3	18	0,3	0,6	0,8
5	26	0,4	1,4	1,7
7	35	0,7	3	3,4
9	43	1,2	5	6
11	52	2,1	9	11
13	60	3,5	15	19
15	68	5,9	25	32
17	77	10	43	55
19	85	17	73	93
21	**93**	**29**	**123**	**158**
23	100	48	160	267

Som det fremgår, opnås den økonomiske skadetærskel efter 21 dage, hvor antallet af bladlusdage er 123. Antallet af bladlus pr. strå er 29, hvilket svarer til 93% strå med bladlus. Udbyttetabet er 1.6 hkg, men allerede to dage efter vil udbyttetabet være på 2.7 hkg på grund af bladlusenes eksponentielle udvikling. Det er derfor vigtigt, at man ikke venter med at bekæmpe til den økonomiske skadetærskel er opnået. Med de vejrprognoser som eksisterer i dag kan man med rimelig sikkerhed se 7 dage frem. Det betyder at man i ovenstående tilfælde på dag 13 kan se, at den økonomiske skadetærskel vil blive overskredet. På dette tidspunkt er forekomsten af bladlus på 60% strå med bladlus (3.5 bladlus/strå) og udbyttetabet endnu kun på

ca. 0.2 hkg. Disse beregninger understøttes af tidligere undersøgelser, som viser at bladlusangrebets størrelse i hvert fald skal over 70% strå med bladlus, før den økonomiske skadetærskel er overskredet.

Som det fremgår, er det vigtigt, at man venter med at bekæmpe til bekæmpelsestærskelen er nået. Bekæmpelsestærskelen er den laveste forekomst af bladlus hvor overskridelse af den økonomiske skadetærskel kan forudses. Hvis man ikke venter, men eksempelvis sprøjter allerede ved en forekomst på 35% strå med bladlus, kan man risikere, at vejret ændrer sig (lavere temperaturer, nedbør), således at der ingen opformering bliver. En sådan ændring vil kunne fanges op af en rimelig pålidelig vejrprognose. Man har så sprøjteudgifter pr. ha på ca. kr. 125,- men sparer kun ca. kr. 2,- . Dette må siges at være en dårlig forretning og til skade for både pengepung, miljø og behandlingshyppighed.

Sammendrag

Analyse af en række forsøg med havrebladlus i vårbyg viser at der er en lineær sammenhæng mellem antal bladlus gange dage (bladlusdage) og merudbyttet. Sammenhængen er som følgende ligning: *Merudbytte (kg) = 1.28 × bladlusdage.* Den økonomiske skadetærskel ligger ved 1.7 hkg/ha hvilket svarer til 131 bladlusdage.

Litteratur

Bromand, B. & Simonsen, J. 1994. Results from field trials 1987-1994. Control of pests and diseases in agricultural crops and field vegetables. Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Report.

Hansen, L. M. & Nielsen, B. 1998. Results from field trials 1995-1998. Control of pests and diseases in agricultural crops and field vegetables. Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Report.

Hansen, L. M. 1991. Measuring aphid density in spring barley. Danish J. Pl. Soil. Sci., 95, 93-95.

Hansen, L. M. 1991. Determination of economic injury threshold for aphids in spring barley. J. Appl. Ent. 111, 99-103.

Hansen, L. M. 1995. Aphid - the national pest in Denmark. SP rapport nr. 4, 115-128.

Secher, B. J. M. & Murali, N. S. 1991. PC-Planteværn, vejledningsmodeller mod sygdomme og skadedyr. 8. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og skadedyr, Statens Planteavlsforsøg beretning S 2109, 269-281.

Stereo® 312,5 EC. Nyt bredspektret kornfungicid primært til anvendelse i byg

Stereo® 312,5 EC. New broadspectrum cereal fungicide primarily for use in barley

Hans Rasmussen og Kim Madsen
Novartis Agri A/S
Lyngbyvej 172
DK-2100 København Ø

Summary

Stereo®312,5 EC (=Stereo) is a new broad spectrum cereal fungicide which is marketed in Denmark for the growing season 1999. Stereo contains cyprodinil a new active ingredient belonging to the chemical class of pyrimidinamines, and propiconazol belonging to the triazoles. Cyprodinil has a new mode of action, namely inhibiting the methionine biosynthesis. There is no cross resistance between cyprodinil and other fungicides on the Danish market. Both active ingredients in Stereo are systemic with profylactic as well as curative effect. The synergistic effect between the two active ingredients in Stereo was shown against *Pseudocercosporella herpotrichoides*. The interaction between cyprodinil and the climatic conditions makes Stereo very well suited for the temperate climate. Based on Danish trials during the last five years Stereo was granted the official Danish biological approval against all the major cereal leaf- and straw basis diseases. Especially Stereo has shown very good effect against Drechslera teres and set new standard for control of *Rhynchosporium secalis* in winter– and spring barley and against *P. herpotrichoides* in wheat and rye.

Indledning

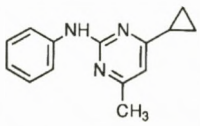
Stereo 312,5® EC (=Stereo) er et nyt fungicid til bekæmpelse af svampesygdomme i korn. Stereo indeholder 62,5 g/l af propiconazol og 250 g/l af cyprodinil. Stereo blev registreret af Miljøstyrelsen i december 1998. Cyprodinil tilhører en ny gruppe af aktivstoffer, de såkaldte pyrimidinaminer eller blot pyrimidiner. Denne kemi virker primært ved at blokere dannelsen af aminosyren methionin. Stereo er det eneste produkt med denne ny kemi, og nye virkningsmekanisme, der er registreret i Danmark. Der er ikke krydsresistens mellem cyprodinil og andre fungicider på det danske marked. Cyprodinil er effektiv overfor de vigtigste blad og stråbasis- svampesygdomme i korn. Propiconazol, der er aktivstoffet i Tilt® 250 EC, er velkendt for sin effektivitet og brede spektrum. Stereo, der indeholder begge disse bredtvirkende aktivstoffer, er da også blevet anerkendt af Statens Planteavlsforsøg mod alle

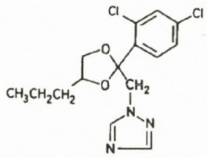
betydende blad og stråbasis sygdomme i korn. I kraft af begge aktivstoffers brede virkning har Stereo en særdeles bred indbygget resistens strategi.

Kemiske og fysiske egenskaber

Navn:	cyprodinil	propiconazol
Kemisk klasse:	pyrimidinaminer	triazol

Strukturformel:





Molekyleformel:	$C_{14}H_{15}N_3$	$C_{15}H_{17}Cl_2N_3O_2$
Molekylevægt:	225,3	342,2
Damptryk:	$4{,}7 \times 10^{-4}$ Pa ved 25°C.	1.0×10^{-6} Pa ved 20°C.

Toksikologi

		Cyprodinil	Propiconazol	Stereo
Akut oral LD_{50}	rotte	>2000mg/kg	1520mg/kg	>3000mg/kg
Akut dermal LD_{50}	rotte	>2000mg/kg	>4000 mg/kg	>4000mg/kg
Akut inhalation LC_{50}	rotte	>1200mg/m³ luft	1260mg/m³ luft	-
Øjenirritation	kanin	ikke irriterende	svag irritation	irriterende
Hudirritation	kanin	ikke irriterende	svag irritation	irriterende

Formulering

Flydende emulsionskoncentrat

Virkningsmekanisme(r)

Aktivstoffer med ny virkningsmekanisme i forhold til eksisterende kemi har naturligvis høj prioritet ved søgning efter nye og bedre fungicider. Mepanipyrin og pyrimethanil var de første aktivstoffer i en sådan gruppe pyrimidinaminerne. Begge disse aktivstoffer anvendes til bekæmpelse af patogener på tomater, agurk samt vindruer (Masner *et al.*,1994). I 1993 blev cyprodinil introduceret, som den første pyrimidinamin til bekæmpelse af svampesygdomme i korn.

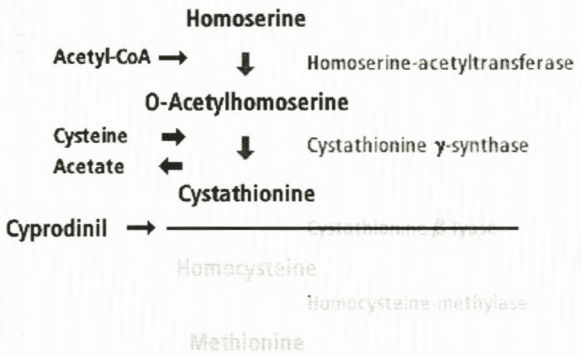
I 1994 blev det påvist at cyprodinil havde en indvirkning på dannelsen af en af de essentielle aminosyrer, nemlig aminosyren methionin (Masner *et al.*, 1994). Det skete ved at bestemme IC_{50} værdien på *Botrytis cinerea, Pseudocercosporella herpotrichoides* og *Helminthosporium oryzae* dyrket i petriskåle med og uden tilsætning af en aminosyreblanding. (IC_{50}=den koncentration af inhibitor(fungicid) der reducer svampens vækst med 50%). Resultaterne fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Væksthæmning med cyprodinil af tre patogene svampe dyrket i petriskåle med og uden tilsætning af 19 amino-syrer. Table 1 Growth Inhibition with CGA 219417 of Three Phytopathogenic Fungi grown in petri dishes with and without addition of 19 Amino Acids[a].

Svampe	*Cyprodinil svampe-toxicitet IC_{50} (μM)*		*IC_{50} med aminosyrer/IC_{50} uden aminosyrer*
	Med aminosyrer	*Uden aminosyrer*	
Botrytis cinerea	>44	0.44	>100
Pseudocercosporell herpotrichoides	157	4.8	33
Helminthosporium oryzae	0.3	0.03	10

[a]L-alanine, L-arginine, L-asparagine, L-cysteine, L-cystine, L-glutamine, L-glycine, L-histidine, L-isoleucine, L-leucine, L-lysine, L-methionine, L-phenylalanine, L-proline, L-serine, L-threonine, L-tryptophan, L-tyrosine, L-valine, 100 μM hver.

Som det ses i tabel 1, er forholdet IC_{50} med aminosyrer / IC_{50} uden aminosyrer forskellig for de tre svampearter. I forsøg, hvor dels cystathionin dels homocystein blev tilsat vækstmediet, var det ikke muligt at ophæve virkningen af cyprodinil i samme grad som ved tilsætning af methionin. Dette indikerer at der kan være tale om yderligere en virkningsmekanisme. Inhibitorisk effekt på sekretionen af hydrolytiske enzymer med de nært beslægtede pyrimidinaminer, mepanipyrim og pyrimethanil, blev beskrevet (Milling *et al.* 1993 og Miura *et al.*1994). Denne virkningsmekanisme er derfor også sandsynlig for cyprodinil. En kvantitativ bestemmelse af begge virkningsmekanismer overfor specifikke skadegørere er ikke udført, men den inhibitoriske effekt på sekretionen af de hydrolytiske enzymer anses for mindre betydende end effekten på dannelsen af methionin.

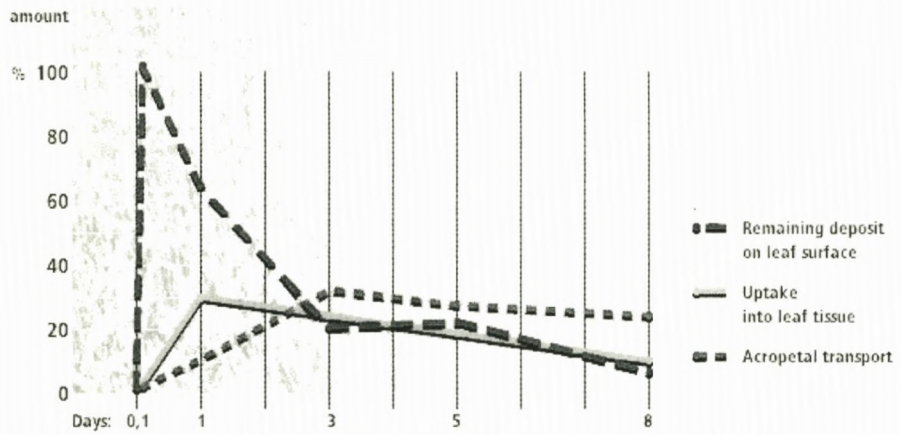


Figur 1. Cyprodinils effekt på dannelse af aminosyren methionin. The effect of cyprodinil on the synthesis of the amino acid methionin.

Yderligere undersøgelser med de enkelte aminosyrer klarlagde, at cyprodinil virker ved blokering af enzymet cystathionin–ß-lyase, der indgår ved dannelsen af homocystein, som igen er et forstadium til aminosyren methionin. (Figur 1). Dette er en for fungicider ny og ikke tidligere beskrevet virkningsmekanisme. Syntese af methionin forekommer ikke hos varmblodede dyr, hvilket er medvirkende til cyprodinils gunstige tox-profil.

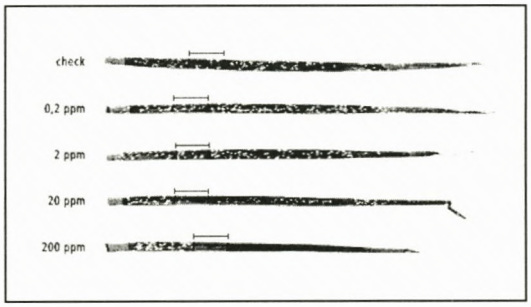
Optagelse og transport

Binding til bladoverfladen, optagelse og transport er en dynamisk proces, der påvirkes af klimatiske forhold på forskellig måde fra aktivstof til aktivstof. Cyprodinil fordeles i bladet ved translaminar og systemisk acropetal transport. Optagelse og distribution af cyprodinil i korn er undersøgt ved hjælp af radioaktiv mærkning og måling af effekt på bl.a. meldug på forskellige planteafsnit. Figur 2 nedenfor viser fordeling af aktivstof på bladoverfladen, optagelse i bladvævet og acropetal transport i et hvedeblad fra 0 til 8 dage efter applikation. Det ses at 30% af den tilførte mængde optages i bladvævet indenfor et døgn og transporteres acropetalt, og at ca. 10% er tilbage på bladoverfladen efter 8 dage.



Figur 2. Distribution af cyprodinil i hvede. Distribution of cyprodinil in wheat

Cyprodinils effekt på hvedemeldug målt i forskellige afstande fra påføringsstedet demonstrerede tydeligt den acropetale transport. Se figur 3.



Figur 3. Fordeling af cyprodinil i hvedeblad / effekt på hvedemeldug. Distribution of cyprodinil in wheat leaf / efficacy against mildew

Lignende undersøgelser ved forskellige klimatiske forhold viste, at:

Høje temperaturer 20-25 °C medfører:
- Hurtig optagelse i bladvævet
- Stor optagelse i bladvæv
- Hurtig nedbrydning af tilbageværende aktivstof på bladene
- Hurtig omsætning i bladet

Lave temperaturer 10-15 °C medfører:
- Langsommere optagelse i bladvæv
- Større stabilitet af aktivstof på bladoverfladen
- Vedvarende optagelse af aktivstof fra bladoverfladen
- Langsommere nedbrydning i bladvævet
- Langsommere initialeffekt
- Længerevarende effekt

Høj relativ luftfugtighed >80% medfører:
- Større optagelse i bladet
- Større mængde aktivstof på bladoverfladen
- Hurtigere effekt

Sammenfattes ses at optagelse, transport, nedbrydning og initial effekt fremmes af høje temperaturer og høj luftfugtighed, medens køligere vejrforhold forhaler optagelse, transport og nedbrydning og øger langtidseffekten.

Cyprodinils effekt og virkemåde er således godt tilpasset klimaforholdene i den tempererede zone, og passer samtidig godt til bladsvampenes vækstbetingelser.

Krydsresistens

Omfattende undersøgelser har vist, at der ikke er krydsresistens mellem pyrimidinaminer og andre fungicider. Eksempelvis undersøgtes cyprodinils effekt på otte isolater af knækkefodssyge i rug med en variation i EC_{50} overfor prochloraz på 0.03 - 10 ppm. og en variation i EC_{50} overfor epoxyconazol på 1 - 5 ppm. Undersøgelsen repræsenterede dermed en variation på 330 X overfor prochloraz og 5 X overfor epoxyconazol. Såfremt der var

krydsresistens mellem disse to aktivstoffer og cyprodinil, burde der være en tilsvarende variation i cyprodinils effekt overfor disse isolater. De otte isolater viste imidlertid en variation i følsomhed overfor cyprodinil på max. 3 X. (Heye *et al.*, 1994). Tilsvarende undersøgelser blev foretaget med meldug på hvede (*E. graminis f.sp. tritici*) hvor variationen i sensitivitet overfor fenpropimorph samt flere triazoler blev sammenlignet med variationen i sensitivitet overfor cyprodinil (Forster *et al.*, Ikke publiceret). En lignede undersøgelse af følsomheden af forskellige isolater af gråskimmel (*B. cinerea*) overfor cyprodinil, dicarboxamider og benzimidazoler. Alle undersøgelser gav samme type af resultat. Dermed kan konkluderes, at der ikke findes krydsresistens mellem de to aktivstoffer i Stereo, og dermed mellem Stereo og øvrige kornfungicider i Danmark.

Cyprodinil har både forebyggende og kurativ effekt. I væksthusforsøg undersøgtes effekten af cyprodinil og fenpropimorph på meldug (*E. graminis f. sp. tritici*) (Knauf-Beiter *et al.*, 1995). Forsøgene blev behandlet fra 7 dage inden inoculation til 5 dage efter inoculation. Se tabel 2.

Tabel 2. Procent kontrol af *E. graminis* f.sp. tritici ved forebyggende og kurativ behandling. Percent control of *E. graminis* f.sp. tritici with protective and curative spray applications.

Aktivstof	Dosering (mg aktivstof/l)	Synligt angreb / Sporulering	Dage før inoculering			Dage efter inoculering		
			14	7	1	1	3	5
Cyprodinil	60	Synligt angreb	25±3	0	54±4	53±4	0	28±7
	60	Sporulerende	25±3	0	54±4	74±4	85±3	13±4
	200	Synligt angreb	0	17±2	85±3	53±4	0	34±15
	200	Sporulerende	0	17±2	85±3	100	100	59±5
	600	Synligt angreb	8±8	100	100	58±7	4±6	34±8
	600	Sporulerende	8±8	100	100	100	100	92±1
Fenpropimorph	60	Synligt angreb	32±6	0	92±2	0	0	25±7
	60	Sporulerende	32±6	0	95±0.6	100	98±0.9	92±1
	200	Synligt angreb	61±9	75±3	96±0.8	53±5	0	13±6
	200	Sporulerende	61±9	75±3	99±0.4	100	99±0.4	92±1
	600	Synligt angreb	73±9	100	98	72±3	0	25±8
	600	Sporulerende	83±7	100	100	100	100	92±1

Alle angreb er opgjort 11 dage efter inoculering. Værdierne er udtrykt som % effekt ± standardafvigelse i forhold til ubehandlet, der havde ca. 70% synlige og sporulerende angreb. Udvikling af E. graminis f.sp. tritici: 1 dag efter inoculering = penetrering; 3 dage efter inoculering = 3-5 dannede haustrorier og 5 dage efter inoculering = begyndende sporulering.

En tilsvarende undersøgelse er foretaget på byggens bladplet (*D. teres*), hvor cyprodinil og propiconazol blev sammenlignet (tabel 3).

Angreb er opgjort 8 dage efter inoculering. Værdierne er udtrykt som % kontrol ± standardafvigelse i forhold til ubehandlet, der havde ca. 54% angrebet bladareal. Udvikling af D. teres: 1 dag efter inoculering = dannelse af primære vesikler, 2-3 dage efter inoculering = vækst af mycelium, 7 dage efter = første symptomer synlige.

Tabel 3. Procent kontrol af Bladplet (*D. teres*) ved forebyggende og kurativ behandling. Percent control of *D. teres* with protective and curative spray applications.

Aktivstof	Dosering (mg aktivstof/l)	Antal dage før inoculering				Antal dage efter inoculering		
		11	7	3	1	1	2	3
Cyprodinil	50	43±3	63±8	88±0.2	89±0.1	87±0.9	85±2	56±11
	100	12±5	77±8	94±0.7	91±0.4	88±0.8	86±1	33±10
	200	57±2	90±0.9	94±0.8	89±1	87±1	81±1	49±11
Propiconazol	50	51±4	85±0.4	99±0.2	97±0.4	91±0.2	76±1	78±2

Som det fremgår af tabel 2 er den forebyggende effekt af cyprodinil i koncentrationen 600 mg/l ligeværdig med den samme dosering af fenpropimorph. Dette gælder såvel på synlige angreb som på sporulering. Den kurative effekt på synlige angreb behandlet 1 dag efter inoculering er sammenlignelig for de to midler, dog således at for fenpropimorp ses ingen effekt på synlige angreb, men 100% effekt på sporulering og for cyprodinil ses 53% effekt på synlige angreb og 74% effekt på sporulering.

Den kurative effekt mod bladplet (*D. teres*) falder forholdsvis mere for cyprodinil end for propiconazol ved behandling 3 dage efter inoculering, hvorimod den forebyggende effekt for både propiconazol og cyprodinil er af samme størrelsesorden ved behandling indtil 7 dage før inoculering.

Biologisk effekt

Cyprodinil indvirker på de forskellige pathogeners cyclus på forskellig måde. Eksempelvis bekæmpes meldug (*E. graminis*) både ved påvirkning af hyfens indtrængning og ved dannelsen af de primære haustorier. Tabel 4 viser den relative betydning af cyprodinils effekt overfor forskellige stadier i tre vigtige kornsygdommes livscyklus.

Tabel 4. Cyprodinils effekt overfor forskellige stadier i plantepatogeners livscyklus. Site of action of Cyprodinil on different plant pathogens.

Patogen **Stadium i livscyclus**	Meldug hvede (*E.graminis*)	Knækkefodssyge (*P. herpotrichoides*)	Bygbladplet (*D. teres*)
Spiring af spore	O	O	O
Dannelse af appressorium	O	-	-
Penetrering	OO	OOO	O
Dannelse af primær haustorium	OO	-	-
Dannelse af sekundær haustorium	OO	-	-
Vækst af mycelium	OOO	OOO	OOO

- Ej relevant O ingen effekt OO medium effekt OOO hovedeffekt

Stereo's effekt på svampesygdomme i korn

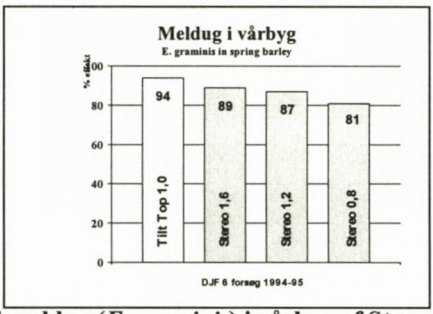
Som nævnt tidligere har de to aktivstoffer i Stereo både præventiv og kurativ effekt. Det optimale tidspunkt for behandling med Stereo er derfor umiddelbart før patogenets infektion af planten, altså før synlige angreb. I praksis vil behandling, når de første synlige angreb kan iagttages, være noget nær optimalt. En yderligere tilnærmelse til det optimale behandlingstidspunkt kan eventuelt opnås ved hjælp af skadetærskler og varslingssystemer.

Officielle forsøg med Stereo herhjemme blev påbegyndt i 1994 og resulterede i 1996 i den hidtil bredeste anerkendelse mod stråbasis og bladsygdomme i korn.

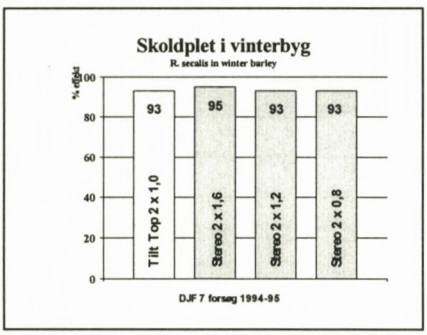
Stereo 312,5 EC er anerkendt af Statens Planteavlsforsøg (nu Danmarks JordbrugsForskning) til bekæmpelse af

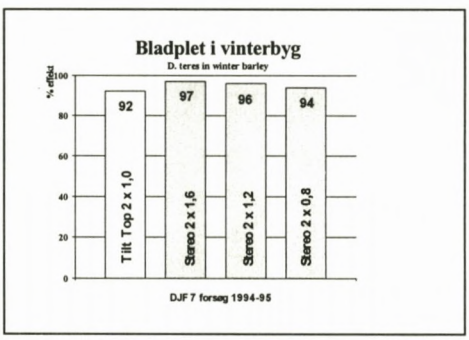
- hvedemeldug, hvedebrunplet, hvedegråplet og gulrust på hvede med 2.0 l/ha.
- bygmeldug, bygrust, bygbladplet og skoldplet på byg med 1,6 l/ha.
- knækkefodssyge på rug og hvede med 2.0 l/ha om foråret indtil stadium 32.

Resultaterne, der ligger til grund for anerkendelsesforsøgene i byg fremgår af figur 4, 5 og 6.



Figur 4. Effekt mod meldug (*E. graminis*) i vårbyg af Stereo i 1/1, ¾ og ½ dosering, 6 anerkendelsesforsøg 1994-95. Effect on *E. graminis* in springbarley of Stereo in 1/1, ¾ and ½ dose rate. 6 approval trials 1994-95.





Figur 5 & 6. Effekt mod skoldplet (*R. secalis*) og bladplet (*D. teres*) i vinterbyg af Stereo i 1/1, ¾ og ½ dosering, 7 anerkendelsesforsøg 1994-95. Effect on *R. secalis* and *D. teres* in winter barley of Stereo in 1/1, ¾ and ½ dose rate. 7 approval trials 1994-95.

Som led i middelafprøvningen ved DJF, udføres sammenlignende forsøg hvor der anvendes 1/3 af normaldosering. I tabel 5 ses resultatet af sådanne forsøg i vinterbyg, hvor der er behandlet to gange med 1/3 dosering.

Tabel 5. Forsøg med splitdosering i vinterbyg. DJF 1996-97. Trials with split doses in winter barley DJF (official trials) 1996-97.

	Dosering	Stadie	Skoldplet %	bladplet %	Udbytte/merudb	Rel
Stadie				71-75		
Ubehandlet			4,5	12,2	60,1	100,0
Megaturbo Megaturbo	0,33 0,33	30 39-45	1,1	4,2	2,6	104,3
Stereo Stereo	0,53 0,53	30 39-45	0,8	1,5	5,4	109,0
Amistar Pro Amistar Pro	0,66 0,66	30 39-45	0,8	0,6	7,0	111,6
Mentor Mentor	0,23 0,23	30 39-45	1,6	3,1	3,3	105,5
Antal forsøg			6	7	7	

Angreb af skoldplet (*R. secalis*) har i gennemsnit af de 6 forsøg været relativt moderat med 4,5% i ubehandlet. Angreb af bladplet (*D. teres*) har i gennemsnit af 7 forsøg været noget kraftigere med 12,2 % i ubehandlet. Stereo og Amistar Pro har skilt sig markant ud, både med hensyn til bekæmpelse af patogenerne samt med hensyn til merudbytte.

Tabel 6. Bladplet og skoldplet i vårbyg. 4 forsøg Sveriges Lantbruksuniversitet i 1996. *D. teres* and *R. secalis* in spring barley. 4 trials Swedish University of Agriculture 1996.

	Dosering	Stadie	Meldug %	Bladsvampe* %	Udbytte/merudb	Rel. udbytte
Stadie			69 - 71	69 - 71		
Ubehandlet			0,8	22,4	60,1	100
Tilt Top	0.8	37-43	0,3	9,1	4,7	107
Tilt Top Tilt Top	0,5 0,8	32 49	0	6,5	6,4	110
Amistar Pro	1,5	29-32	0,1	6,0	5,8	109
Amistar Pro Amistar Pro	0,75 0,75	29-32 39-43	0,1	7,1	6,8	110
Stereo	1,6	37-43	0,3	8,0	6,4	110

* inkluderer såvel *D. teres* som *R. secalis*.

I svenske forsøg i vårbyg i 1996 (se tabel 6 ovenfor), var der betydelige bladangreb, primært forårsaget af bladplet (*D. teres*) og sekundært af skoldplet (*R. secalis*). Meldug (*E. graminis*) forekom kun i ringe omfang. Alle forsøg i denne forsøgsserie var placeret i Skåne.

Stereo har i hvede vist god effekt overfor en lang række svampesygdomme. Heraf den meget brede anerkendelse. Et af de mest bemærkelsesværdige resultater er den markant forbedrede effekt mod knækkefodssyge (*P. herpotrichoides)* i forhold til den hidtidige standard, Sportak®. Se tabel 7. Der er opnået samme høje effekt mod både R og W typen og som nævnt tidligere ensartet effekt mod isolater af begge typer med nedsat følsomhed overfor prochloraz (Sportak). Sammenlignes effekten af ren cyprodinil (Unix ®75 WG) med effekten af Tilt Top er det, som det måtte forventes, klart at knækkefodsygeeffekten i Stereo primært skyldes cyprodinil. Sammenlignes imidlertid led 3 Unix 75 WG, hvor der er anvendt 750 g cyprodinil/ha med led 4, hvor der er anvendt 500g cyprodinil + 125g propiconazol i Stereo ses, at de 125 g propiconazol fuldt og helt har kunnet opveje den 250 g lavere cyprodinil dosering. Resultaterne viser, som det også er set i udenlandske forsøg, en synergistisk effekt på knækkefodssyge (*P. herpotrichoides*) mellem cyprodinil og propiconazol. (Jørgensen,1996).

Tabel 7. Effekt af Forskellige svampemidler overfor knækkefodssyge *(P. herpotrichoides*). Effect of different fungicides on P. herpotrichoides.

Behandling	Dose l/ha	Sprøjte-tidspunkt vs.	Hvede Index i juli 1994	1995	Gns.	% bekæm-pelse	Rug Index Juli 1995
Ubehandlet			26	36	31		19
Sportak EW	1,0	30-31	19	16	18	44	15
Unix 75 WG	1.0	30-31	10	10	10	78	4
Stereo	2.0	30-31	5	7	6	81	4
Stereo	1.5	30-31	8	9	9	71	-
Stereo	1.0	30-31	11	14	13	58	-
Unix 75 WG	1,0	Efterår	-	27	-	-	-
Sportak EW	1,0	Efterår	21	19	20	35	-
Tilt top	1,0	30-31	26	29	28	10	-
LSD_{95}			6,7	6,3	6		7
Antal forsøg			4	4	8	8	2

Konklusion

Stereo® 312,5 EC er et nyt bredspektret fungicid med forebyggende og kurativ effekt mod de mest betydende af kornets stråbasis og bladsygdomme. Et omfattende forsøgsarbejde har resulteret i en tilsvarende bred anerkendelse. Stereo indeholder propiconazol og cyprodinil. Cyprodinil repræsenterer en ny kemisk gruppe med ny virkningsmekanisme uden krydsresistens til andre fungicider på det danske marked. Bred virkning og forskellig virkningsmekanisme for de to aktivstoffer i Stereo giver det bedste forsvar mod resistensdannelse. Synergi effekt mellem de to aktivstoffer er demonstreret mod knækkefodsyge. Optagelse, transport og effekt af Stereo passer godt til den tempererede

klimazone og specielt til de aktuelle behandlingstidspunkter i byg samt frem til stadium 32 i hvede og rug.

Stereo sætter ny standard for bekæmpelse af skoldplet (*R. secalis*) og knækkefodsyge (*P. herpotrichoides*) Dette sammenholdt med det brede virkningsspektrum samt høje merudbytter i byg gør at Stereo primært anbefales i vår- og vinterbyg. Hvor det skønnes fordelagtigt at bekæmpe knækkefodsyge giver Stereo den mest effektive mulighed. Samtidig bekæmpes eventuelle angreb af meldug og andre bladsygdomme.

Stereo markedsføres fra sæson 1999.

Litteratur

Heye, U.J., Speich, J., Siegle, H., Steinemann, A., Forster, B., Knauf-Beiter, G., Herzog, J. & Hubele, A .1994. CGA 219 417: A novel broad spectrum fungicide. Crop Protection vol. 13 no.7 p.541-549.

Jørgensen, L. & Elbæk Jensen, P. 1996. SP rapport no. 1 1996 p.23-75 (49-60).

Knauf-Beiter, G., Dahmen, H., Heye, U. & Staub, T. 1995. Activity of cyprodinil: Optimal treatment timing and site of action. Plant Disease vol.79 no. 11 p. 1098-1103.

Masner, P., Muster, P. & Schmid, J. 1994. Possible methionine biosynthesis inhibition by pyrimidineamine fungicides. Pesticide Science no. 42 p. 163-166.

Milling, R.J., Richardson, C.J. & Daniels, A. 1993. Pyrimethanil inhibits hydrolytic secretion by Botrytis spp. and prevents lysis of host cells. 6th International Congress of Plant Pathology, Montreal 1993. abstact 3.7.15.

Miura, J., Kamakura, T., Maeno, S., Hayashi, S. & Yamagushi, J. 1994. Inhibition of enzyme secretion in plant pathogens. Pestic. Biochem. Physiol. No. 48 p. 222-228.

16. Danske Planteværnskonference 1999
Plantebeskyttelse i økologisk jordbrug/Sygdomme og skadedyr

ACROBAT® WG - et nyt fungicid mod skimmel i kartofler og løg

ACROBAT® WG- a new fungicide against downy mildew in onions and Late Blight in potatoes

Charlotte Beriet Jensen og Jørgen Lundsgaard
Cyanamid Danmark
Produktionsvej 24
DK-2600 Glostrup

Summary

Acrobat WG (dimethomorph + mancozeb) provides excellent control of Late Blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes and Downy Mildew (*Peronospora destructor*) in onions. Acrobat-products are registered in many countries world-wide.

Dimethomorph (DMM) in Acrobat WG is the first oomycete fungicide that is known to act by disrupting fungal cell wall formation. Whereas many other fungicides inhibit fungal development, DMM causes cell-wall lysis, which results in dead of the fungal cell.
DMM is active at all stages in the fungal life cycle except those of zoospore formation and mobility.

Sporangiophore and oospore formation are particularly sensitive to the effects of DMM, and inhibition of these processes occurs even at very low concentrations.

The unique mode of action means, that no cross-resistance with phenylamide-resistant strains has been observed or is anticipated.

Indledning

Acrobat WG er et nyt fungicid til bekæmpelse og kontrol af skimmel i kartofler og løg.
Acrobat WG indeholder det aktive stof dimethomorph (DMM), som hører til gruppen af cinnamic syre derivater, samt det velkendte aktiv stof mancozeb. DMM er aktiv overfor klassen af oomyceter og specielt aktiv overfor *Peronospora, Pseudoperonospora* og *Phythophtora*.

DMM besidder en ny og spændende virkningsmekanisme og tilfører derfor skimmelbekæmpelsen nye muligheder samt større sikkerhed.

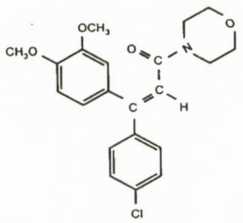
Acrobat formuleringer er godkendt til brug i kartofler i alle EU-lande, når godkendelsen er tildelt i Danmark. Desuden er Acrobat godkendt i en række EU-lande til brug i vin, løg, porre, tomat, agurk, salat, tobak og humle.

® Registeret varemærke for American Cyanamid Company

Kemiske og fysiske data

Navn	Dimethomorph
Kemisk betegnelse	(E,Z) 4- [3-(4-klorophenyl)-3-(3,4 dimethoxyphenyl) acryloyl] morpholine

Strukturformel



Molvægt	387,9
Vandopløselighed	18 mg/l (pH 7; 20°C)
Octanol/vand fordelings koefficient	2,63/2,73 (E/Z isomer)
Molekyleformel	$C_{21}H_{22}ClNO_4$
Formulering	WG (75/667 g/kg)

Toksikologi

		Dimethomorph	ACROBAT WG
Akut oral LD_{50} (mg/kg)	Rotte	3900	>5000
	Mus (han)	>5000	
	Mus (hun)	3700	
Akut dermal LD_{50}	Rotte	>5000	>4000
4 timer Akut inhalering LC_{50}	Rotte	>4,24 mg/l	
Hud irritation	Kanin	Ikke irriterende	Ikke irriterende
Øjen irritation	Kanin	Ikke irriterende	Ikke irriterende

Økotoksikologi

Dimethomorph har en meget lav bevægelig i jord, hvorfor risikoen for udvaskning er lille. Dimethomorph udviser lav giftihed overfor aquatiske invertebrater, alger, bakterier og terrestriske invertebrater. Dimethomorph har meget lille giftighed overfor regnorme, nytteinsekter, rovmider og bier.

Fisk (dimethomorph)

LC_{50} (96 timer)	Regnbue ørred	6,8 mg/l
LC_{50} (96 timer)	Karpe	18 mg/l
LC_{50} (96 timer)	Blue gill sun fish	>14 mg/l

Fugle

Akut oral LD_{50}	Gråand & vagtel	>2000 mg/kg

ACROBAT formuleringer

Acrobat MZ i en WP-formulering var det første produkt, der blev afprøvet i DJF regi i anerkendelsesforsøg. Anerkendelsen blev givet 1. Jan. 1995.

Acrobat WG er en granulat formulering med samme aktivstofindhold som Acrobat MZ. Acrobat WG blev i 1997 anerkendt af DJF Flakkebjerg, med 2,0 kg/ha mod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*).

I de øvrige nordiske lande, samt i de baltiske lande og Tyskland anvendes Acrobat WG i en anden sammensætning af de aktive stoffer.

Danmark	Acrobat WG: 75g/kg DMM + 667 g/kg Mancozeb
Norden, Balt. Og BRD	Acrobat WG: 90g/kg DMM + 600 g/kg Mancozeb

Virkning

Acrobat WG består af de aktive stoffer mancozeb (uspecifik virkning) og dimethomorph (specifik virkning). Den uspecifikke virkning fra mancozeb har vi kendt til i mange år og draget stor nytte af, både som enkeltmiddel og som blandingspartner.

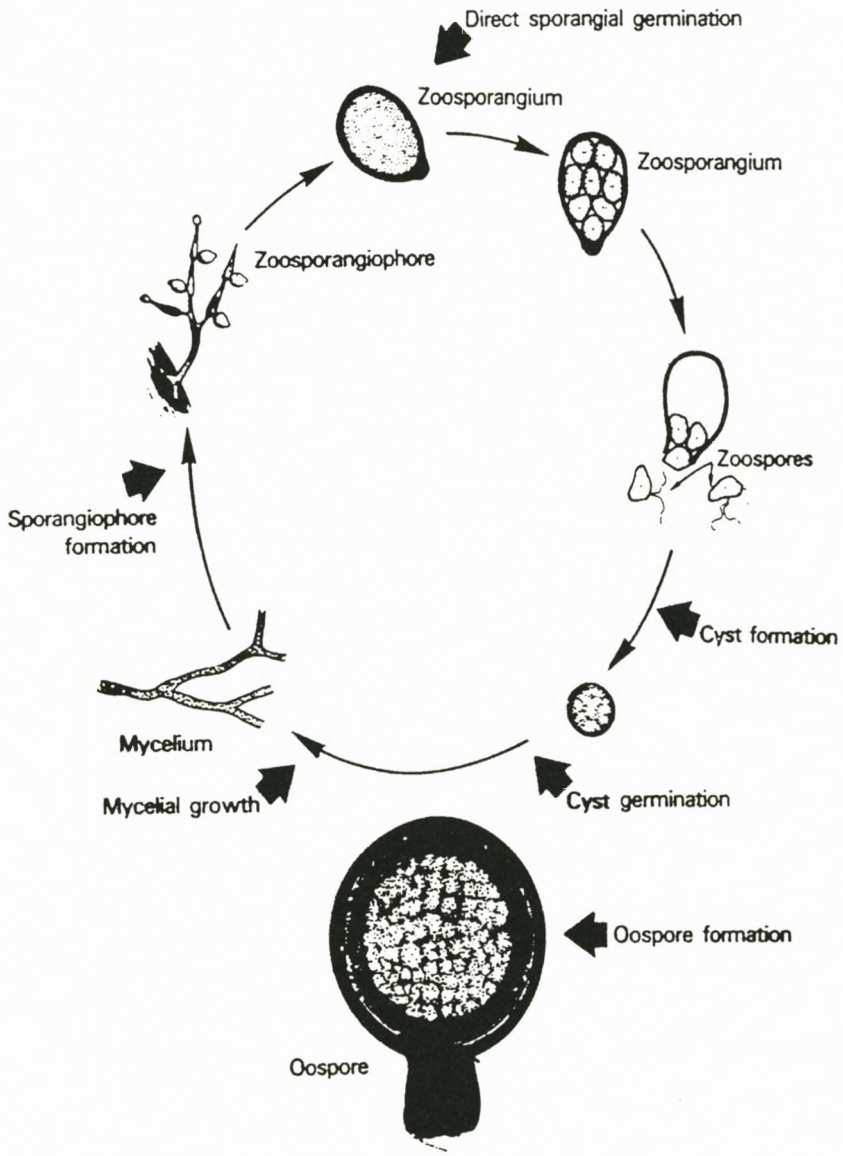
Mode of action

DMM er et aktivt stof med specifik virkning overfor oomyceter og er det første kendte fungicid, der virker ved ødelæggelse af svampens cellevæg. Ved kontakt med DMM mister skimmelsvampen kontrol over dannelsen af cellevægge. Allerede efter et par timer begynder svampen at danne uregelmæssige cellevægge og dør.

DMM er aktiv i alle skimmelsvampens udviklingsstadier, hvor der foregår vækst, og dermed dannelse af cellevægge (Thomas, 1992). Derfor giver DMM kun svag virkning overfor dannelsen og bevægelse af zoosporer/sværmsporer. Dannelsen af sporangiebærere er derimod meget følsom overfor DMM.

Tabel 1. Dimethomorph aktivitet overfor livscyklusstadier af *Phytopthora capsici.* (Matheron, 1996). Dimethomorph activity against life cycle stages of *P. capsici*.

	Dosiskrav (mg v.s./ml) for at opnå mindst 90% reduktion Rate (mg a.i./ml) required for at least 90% reduction			
	Mycelie vækst	**Sporangie dannelse**	**Zoospore bevæglighed**	**Zoospore cyst levedygtighed**
Dimethomorph	1	1	1000	10
Fluazinam	>3000	10	<0,001	1000
Azoxystrobin	>3000	100	1000	100
Metalazyl	100	10	100	100



Figur 1. DMM angriber *Phytophthora infestans* i mange forskellige udviklingsstadier (Jegerings, 1998). DMM attacks many steps in the live cycle of *P. infestans*.

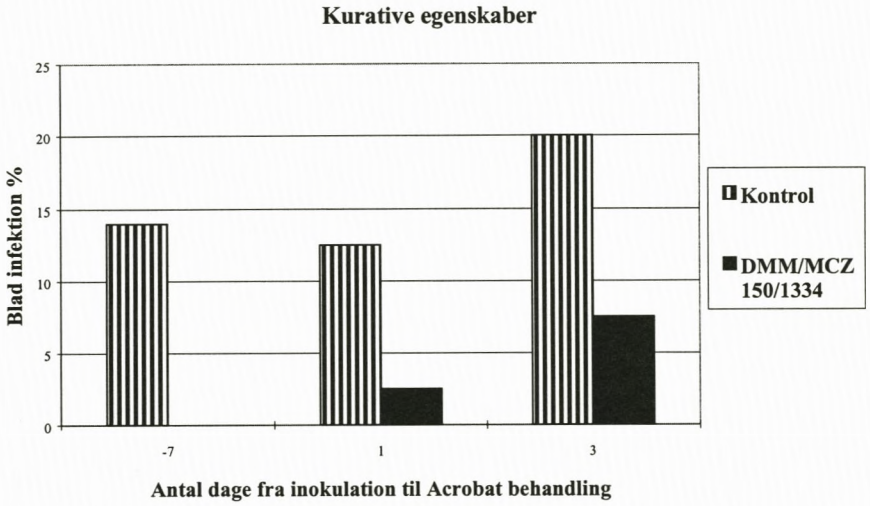
Kønnet formering

Med forekomsten af både A_1 og A_2 typer i de fleste europæiske lande, får virkningen af skimmelmidlerne overfor de 2 typer efterhånden stor betydning. Acrobat WG har den samme effektivitet overfor A_1 og A_2 (Jegerings, 1997). Begge typer bekæmpes med meget høj effektivitet.

Tabel 2. Dimethomorph følsomhed hos *P. infestans* krydsningstyper (Jegerings, 1997). Dimethomorph sensitivity of *P. infestans* mating types.

Race Strain	**Krydsningstype** Mating type	**Følsomhed MIC (ug/ml)** Sensitivity MIC (ug/ml)
US-8	A2	0,78
FD531	A2	1,56
US-6	A1	0,78
US-1	A1	3,13
EU-Grunddata EU-Base line	Alle	0,1-3,13

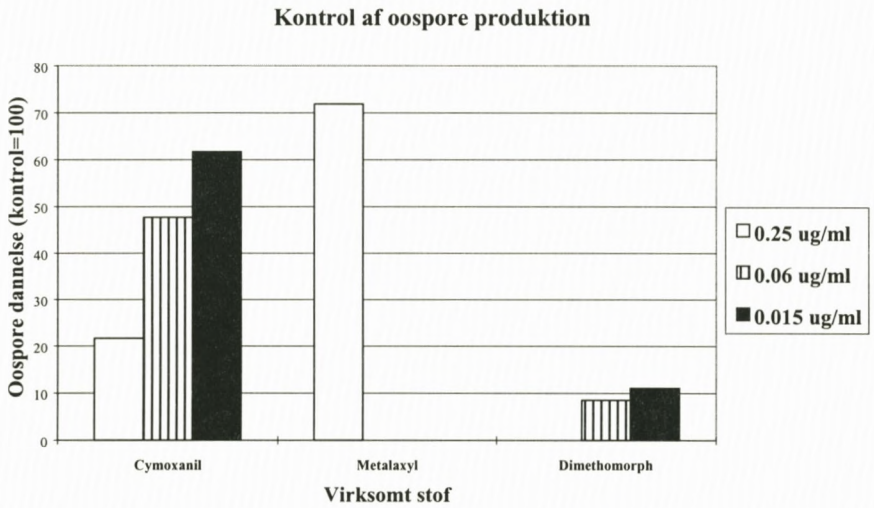
I laboratorie test (Guehne, 1991) har DMM vist sig meget effektiv overfor dannelsen af oosporer/ægsporer. Acrobat WG vil derfor være et ideelt valg af middel ved mistanke om - eller konstateret forekomst af begge krydsningstyper.



Figur 2. Kurative egenskaber af Dimethmorph/Mancozeb (150/1334 g v.s./ha) (SAC, 1997). Curative properties of Dimethomorph/Mancozeb (150/1334 g a.i./ha).

Optagelse og fordeling

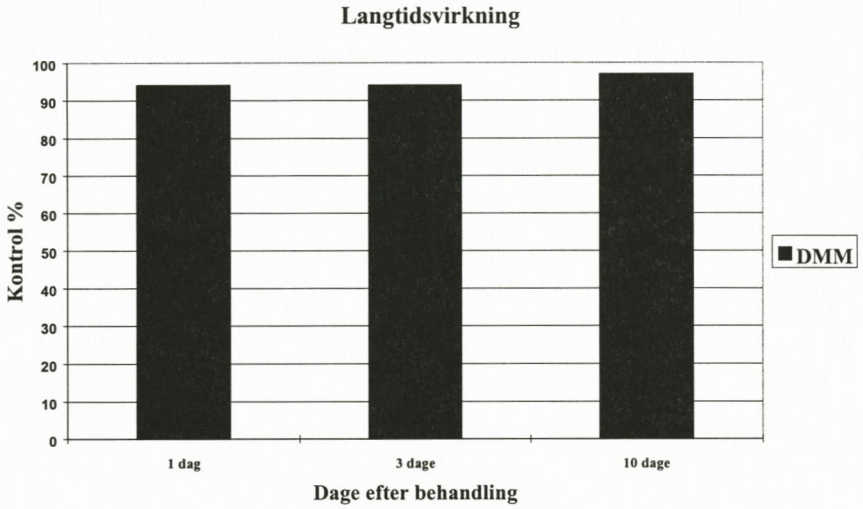
Det aktive stof DMM optages meget hurtig i bladvævet, hvilket bl.a. giver DMM en god regnfasthed. Efter en primær bladoptagelse på bladets overside, sker der hurtigt en fordeling af DMM i hele bladet, således at også bladets underside er beskyttet mod nye svampeangreb, og eksisterende angreb bekæmpes. Den effektive og hurtige penetration af bladvævet giver DMM mulighed for at virke kurativt (Princeton, 1996). Den effektive kurative virkning er begrænset til de første par døgn i svampens udviklingsforløb.



Figur 3. Kontrol af oospore produktionen fra kartoffelskimmelsvampen (*P. infestans*). (Jegeringes, 1998). Control of oospore production from *P. infestans*.

Langtidsvirkning

Acrobat WG har en god langtidsvirkning med den anbefalede dosering på 2,0 kg/ha. Det skyldes ikke mindst, at DMM trænger hurtigt ind i plantevævet og har en sikker virkningstid på 14 dage. Derfor har behandlingsintervallet i de biologiske afprøvninger primært været på 10-14 dage. Under nordiske vejr- og vækstforhold har der været den tilsigtede effekt og sikkerhed med dette behandlingsinterval. Nedsættes doseringen til f.eks. 1 kg/ha, skal sprøjteintervallet maximalt være på 1 uge.



Figur 4. Langtidsvirkning af Dimethomorph/Mancozeb (150/1334 g v.s./ha) (Jegerings, 1997). Residual activity of Dimethomorph.

Resistens fare

Frem til 1999 er der ikke noget sted i verden fundet skimmeltyper med resistens overfor Acrobat WG. I Europa, er der de seneste år testet et stort antal prøver uden fund af resistens. Ved sammenligning af følsomheden idag og ved produktets introduktion på det europæiske marked i midten af 90'erne, er der ingen forskel på de 148 forskellige linier/racer af kartoffelskimmel, der er testet (Albert, 1998). Der var ingen MIC-værdier over 1,56 μg/ml.

I forsøg og praksis har Acrobat WG haft normal virkning overfor Metalaxyl-resistente linier/racer af *Phytophtora* (Jegerings, 1998).

Virkningsspektrum

Acrobat WG vil under danske og nordiske forhold primært blive anvendt til kontrol af:

- kartoffelskimmel - *P. infestans*
- Løgskimmel - *Peronospora destructor*

I andre Europæiske lande anvendes Acrobat WG også imod:

- *Plasmopara viticola* på vin
- *Phytophtora* typer på melon, peber, tobak, løg, porre og julesalat
- *Pseudoperonospora* på humle og agurk
- *Peronospora tabacina* på tobak
- *Bremia lactucae* på salat

Anvendelse

Kartofler

Dosering 2,0 kg pr. ha.

Dansk jordbrugs forskning har afprøvet både Acrobat MZ og Acrobat WG med 2.0 kg pr ha som normaldosering - og givet denne dosering en anerkendelse.

I danske og nordiske forsøg er der endvidere afprøvet både 1,5 kg/ha med 7-10 dages interval og 1,0 kg/ha med 5-7 dages interval med særdeles gode resultater både i forhold til normalanvendelsen og til de forskellige konkurrentprodukter.

Behandlingsinterval 10-14 dage

Det er vigtigt, at behandlingsintervallet er nøje afstemt med dosering, smittetryk og nytilvækst i kartoffelmarken. Med et meget kraftigt smittetryk anvendes et kortere behandlingsinterval, men de 2,0 kg /ha anvendes fortsat, som sikkerhed for både en kurativ - og en forebyggende virkning.

Behandlingssystem

Ved indpasning i de forskellige behandlingssystemer bør kartoffeldyrkeren tage hensyn til, at Acrobat WG primært skal anvendes i forebyggende behandlinger.

På baggrund af midlets egenskaber som:

- anderledes virkemåde set i forhold til eksisterende midler
- hurtig indtrængning i plantevævet
- kurativ virkning

vil en anvendelse, i 2., 3. og 4. behandlingstermin med normalt det højeste smittetryk, være at foretrække. Der vil dog også være vækstsæsoner med et kraftigt smittetryk fra starten, hvor skimlen allerede har etableret sig i markerne. Her vil dyrkerne kunne udnytte midlets mange gode egenskaber optimalt.

Med en forventet behandlingsfrist på kun 2 uger kan Acrobat WG anvendes i stort set alle behandlinger.

Løg

Dosering 2,0 kg pr. ha.

I Nordeuropa er der udført en del forsøg i løg mod løgskimmel (*Peronospora destructor*) med 2,0 kg/ha. Resultaterne har været overbevisende. I Norden har det ført til godkendelse af Acrobat WG i denne afgrøde i Finland, og en godkendelse forventes ligeledes i Sverige og Danmark.

Behandlingsinterval 2uger

I de fleste afprøvninger i løg mod løgskimmel har behandlingsintervallet varieret fra 10-20 dage, alt efter vejrforhold og dermed smittetryk.

Regnfasthed

DMM penetrerer hurtigt bladoverfladen og er dermed beskyttet mod afvaskning. Mancozeb kræver en indtørring på bladoverfladen for at være regnfast. Denne indtørring kræver fra 2 til 6 timer, afhængig af temperatur og luftfugtighed. På Acrobat WG etiketten angives regnfasthed til 4-6 timer.

Effektforsøg

I Danmark har Acrobat været i officiel afprøvning i 1993 og 94 og igen i 1996 og 97. Doseringen har i begge perioder været 2,0 kg/ha, men med 2 forskellige formuleringer.

Både i Sverige og Danmark foreligger gode resultater med lavere doseringer på 1,5 kg/ha og 1,0 kg/ha med tilhørende kortere sprøjteintervaller. I Husholdningsselskabets forsøg i 1996 var behandlingsintervallet for langt for behandling med 1,0 kg/ha (Tabel 6).

DJF har på Roskilde forsøgsstation lavet et smitteforsøg i både 1996 og 1997 (tabel 4 & 5). Det er de eneste forsøg i Danmark, hvor Acrobat WG har været afprøvet sammen med andre midler end standardproduktet Dithane DG.

Danske forsøgsresultater

Tabel 3. Effekt og merudbytter i kartofler behandlet med Acrobat WG i anerkendelsesforsøg udført af DJF i 1996 og 1997. Gennemsnit af 1996 & 1997. Effect and increased yield in potatoes treated with Acrobat WG in biological approval trials at DJF.

Behandling Treatment	**Interval** Interval	**skimmel** Late blight % St. 75-79	**Knolde med skimmel 1997, 3 forsøg** Tubers with late blight 1997 %	**Udbytte/Merudbytte** Yield/Increased yield hkg/ha
Ubehandlet		68,5	2,8	393,7
Dithane DG 2,0 kg	10-12	15,6	1,5	95,1
Acrobat WP 2,0 kg	10-12	15,6	1,3	114,2
Acrobat WG 2,0 kg	10-12	18,5	1,5	96,2
Acrobat WG 1,5 kg	10-12	19,9	1,4	87,5
Acrobat WG 1,0 kg	10-12	26,0	2,0	67,8
Acrobat WG 1,0 kg	7	16,9	0,8	108,0

Tabel 4. Uddrag af forsøg 97561-1. Kontrol af skimmel i kartofler (*P. infestans*). Roskilde 1997. Control of Late Blight in potatoes.

Behandling Treatment	**Dose/ha**	**Interval dage** days	**Kartoffelskimmel %** Late Blight in potatoes %					
Stadie			**81**	**81**	**83**	**83**	**83**	**83**
1. Ubehandlet			77,5	91,3	97,5	98,5	100,0	100,0
2. Dithane	2,0 kg	10-12	4,5	12,0	13,0	28,0	50,0	57,5
3. Acrobat WP	2,0 kg	10-12	1,8	10,0	16,3	18,8	28,3	32,5
4. Acrobat WG	2,0 kg	10-12	2,6	12,0	22,3	24,3	38,3	46,3
5. Acrobat WG	1,5 kg	10-12	5,3	16,3	27,5	27,5	38,3	43,8
6. Acrobat WG	1,0 kg	10-12	9,8	28,8	35,5	46,3	66,7	60,0
7. Acrobat WG	1,0 kg	7	3,8	14,3	28,8	28,8	38,3	45,0
8. Dithane DG	2,0 kg	7	2,8	11,3	20,0	27,5	38,3	47,5
9. Tattoo	4,0 l	10-12	5,3	17,0	29,3	41,8	60,0	58,8
10. Shirlan	0,4 l	10-12	3,0	12,5	18,0	23,8	30,0	47,5

Tabel 5. Uddrag af forsøg 96551-1. Kontrol af skimmel i kartofler (*P. infestans*). Roskilde 1996. Control of Late Blight in potatoes.

Behandling Treatment	**Dose/ha**	**Interval dage** days	**Kartoffelskimmel %** Late Blight in potatoes %				
Stadie			**89**	**89**	**89**	**89**	**89**
1. Ubehandlet			75,0	88,8	92,5	98,8	100,0
2. Dithane DG	2,0 kg	7-8	0,3	1,8	6,5	13,8	25,8
3. Tattoo	4,0 l	7-8	0,6	2,0	7,8	12,0	15,8
4. Tattoo	4,0 l	10-12	0,8	5,0	11,5	15,0	23,8
5. Tattoo	2,0 l	7-8	0,7	5,8	9,0	16,3	26,3
6. Acrobat WG	2,0 kg	7-8	1,0	3,8	6,8	12,5	13,8
7. Acrobat WG	2,0 kg	10-12	0,4	3,8	6,0	12,8	15,8
8. Acrobat WG	1,0 kg	7-8	0,1	1,3	3,5	10,0	15,0
9. Shirlan	0,4 l	7-8	0,1	4,8	6,5	13,8	18,8
10. Shirlan	0,4 l	10-12	0,6	8,0	12,0	17,0	23,3
11. Shirlan	0,2 l	7-8	0,5	6,3	10,8	15,0	26,3

Svenske forsøgsresultater

Tabel 6. Effekt og merudbytter i kartofler behandlet med Acrobat WG i forsøg udført af HSKPT 1996. Gennemsnit af 4 forsøg. Effect and increased yield in potatoes treated with Acrobat at HSKPT in 1996. Average of 4 trials.

Behandling Treatment	**Interval** Interval	**Antal behandlinger** No of treatments	**skimmel** Late blight %	**Udbytte** Yield ton/ha	**Merudbytte** Increased yield ton/ha
Ubehandlet			74	45,1	
Acrobat WG 2, 0 kg	10-16	7	0,9	49,2	+4,1
Acrobat WG 1,5 kg	5-11	11	0,09	49,8	+4,7
Acrobat WG 1,0 kg	5-11	11	2,38	49,1	+4,0
Acrobat WG 1,5 kg Shirlane 0,4 l	7 6-7	6 5	0,32	50,6	+5,5
Shirlane 0,3 l 0,4 l	7-8 6-11	2 9	0,04	49,1	+4,1

Tabel 7. Effekt og merudbytter i kartofler behandlet med Acrobat WG i forsøg udført af SLU 1997. Gennemsnit af 4 forsøg. Effect and increased yield in potatoes treated with Acrobat at SLU 1997. Average of 4 trials.

Behandling Treatment	**Interval** Interval	**Antal behandlinger** No of treatments	**skimmel** Late blight %	**Udbytte** Yield ton/ha	**Merudbytte** Increased yield ton/ha
Ubehandlet			35,5	31,9	
Tattoo 2,0 l	4-7	11	0,55	42,8	+10,9
Acrobat WG 1.0 kg	4-7	11	0,24	44,5	+12,6
Shirlane 0,3-0,4 l	6-11	9	0,17	44,0	+12,1
Acrobat WG 1,5 kg	6-11	9	0,13	43,8	+11,9
Acrobat WG 2,0 kg	11-13	6	0,27	44,2	+12,3

Tabel 8. Effekt af Acrobat WG mod løgskimmel (*Peronospora destructor*). Uddrag af forsøg Skåne 1997, 2 forsøg (H og L Län); Skåne 1998, uddrag af 2 forsøg Tu 7 og Tu 8. (Hallquist, 1997-98). Effect of Acrobat WG against Downy Mildew on onions.

Behandling Treatment	**Dose/ha**	**Antal behandlinger** No of treatments		**skimmel: blad 1-5** Late blight: leaf 1-5 %		**Udbytte** Yield ton/ha	**Merudbytte** Increased yield ton/ha
Län		**H**	**L**	**H 21/8**	**L 19/8**		
Ubehandlet				18,34	19,91	57,41	
Acrobat WG	2,0 kg	4	4	0,05	0,28	61,60	4,19
Shirlan	0,5 l	6	5	4,08	16,13	58,17	0,76
Tattoo	4,0 l	4	4	0,28	1,96	60,65	3,24
Skåne Tu 7 og Tu 8							
		Tu 7	**Tu 8**	**Tu 7 15/9**	**Tu 8 24/8**		
Ubehandlet				4,65	4,48		
Acrobat WG	2,0 kg	4	4	0,00	0,03		
Tattoo	4,0 l	4	4	0,65	1,35		
Shirlan + Tattoo	0,3+2,0 l	4	4	0,28	0,35		
Shirlan + Tattoo	0,3+2,0 l	6	6	0,3	0,35		

Konklusion

Kartoffeldyrkerne vil fremover have endnu bedre kort på hånden overfor skimlen med godkendelsen af Acrobat WG. Midlet vil med sit indhold af DMM give langtidsvirkning, hurtig indtrængning, kurativ virkning og være antisporulerende samt regnfast.

I et behandlingssystem placeres Acrobat WG centralt og kontaktmidler anvendes som supplering.

Acrobat WG har igennem de seneste år allerede vundet store sejre på det europæiske kartoffelmarked og forventningerne er store til midlets introduktion i Danmark.

Litteratur

Albert, G. 1998. Determination of the sensitivity of *Phytophthora Infestans*. Strains to DMM in GB, BRD and comparison with baseline sensitivity data. CRFS 1998 report: 080598.*

Albert, G., Gurtze, J. & Drandorevski, Ch. A. 1988. Dimethomorph (CME 151), A novel curative fungicide . Brighton C.P.C. - Pests and Diseases 1988.

Brent, K.J. & Hollomon, D. 1998. Fungicide Resistance. The assessment of risk. Global Crop Protection Fed. Brussels. Sept. 1998.

Guehne, M., Thomas, A. & Albert, G. 1991. Fungicidal activity of DMM on different stages in the life cycle of *Phytophthora Infestans*. Third International Conference on Plant Diseases. Bordeaux 1991.

HSKPT Hushållningssällskapet 1996. Forsøgsrapport 1996.

Jegerings, P.M.F.E. 1997. Efficacy of DMM against *Phytophthora Infestans* A_2. Aardappelwereld, March 1997 no. 3.

Jegerings, P.M.F.E. 1998. Acrobat MZ - Potato. Internal Report 1998.*

Klingenberg, H.J., Stierl, R. & Dehne, H.W. 1998. Investigations on fungicide resistance in omycetes. Med. Fac. Landbauww. Univ. Gent 63/36. 1998.

Kuhn, P.J., Pitt, D., Lee, S., Wakley, G. & Sheppard, A.N.V. 1991. Effects of DMM on the orphology and ultrastructure of *Phytophthora*. Mycol. Res. 95, 333-340.

Matheron, E. 1996. Influence of six different fungicides on growth &sporulation of *P.capsici* on stem and root rot on chile pepper.Proc. Nat. Pepper Conf. Dec., 1996.

Nielsen, B. DJF. 1996 & 1997. Roskilde (1996 & 97). Trial report 1996. Trial report 1997. Princeton, Agric. Research Centre 1996. Dimethomorph fungicide, FHT-D 369 - 1996. SAC, 1997. Scotish Agriculturre College*.

Thomas, A., Albert, G., & Schlösser, E. 1992. Use of video-microscope systems to study the mode of action of DMM on *Phytophthora infestans*. Med. Fac. Landbauww. Univ. Gent. 7/2a 1992.

Hallquist, H., & Kalmar Läns. Hushålningssällskapet 1997 og 1998. Forsøgsrepporter over løgforsøg 1997 & 1998.

Wiik, L. SLU. Alnarp 1997. Rapport fra kartoffelforsøg 1997.

* Not published

Skimmelbekæmpelse i kartofler under hensyntagen til tidlig smitte, højt vedvarende smittetryk og megen nedbør

Blight control in potatoes in regard of early infection, high disease pressure and high precipitation

Anders Dalsgaard & Martin Clausen
Zeneca Agro Scandinavia
Islands Brygge 41
DK-2300 København S

Summary

Shirlan (fluazinam) was approved by Ministry of Environment in early 1998, and was introduced to the Danish market the same year.

1998 was a very wet year with high pressure of late blight *(Phytophthora infestans)*. Blight was found earlier than ever before (16 June) and with many days of rainfall during the summer, it was very important to protect the potatoes with a good fungicide.

In rainfastness trials this year with Shirlan and Dithane, it was found that irrigation immediately after spraying did not decrease the efficacy compared to irrigation before spraying. However, Shirlan 0,4 l/ha did show higher yields and delayed attack of Blight on the leaves more than Dithane 2,0 kg/ha (8 to 21 days), and therefore kept the crop healthy and productive for a longer period.

Tuber blight was assessed in the same trials and a strong tendency of better control was found for Shirlan here. This is also found in trials from Sweden.

Indledning

Shirlan (fluazinam) blev godkendt af Miljøstyrelsen til bekæmpelse af kartoffelskimmel den 6. marts 1998, og blev altså introduceret på det danske marked i sæsonen 1998.

Det skulle vise sig, at det meget regnfulde 1998 blev et skimmelår, som ikke er set lige i mange år.

Situationen som den blev oplevet i 1998 kan måske bedst udtrykkes som en erfaren kartoffelavler sagde i sæsonen: "Hvis man kan holde skimmel af kartoflerne i år, så er man dygtig". Situationen betød, at der skulle ydes en stor indsats fra avlernes side for at holde kartoffelmarkerne fri for skimmel, hvilket resulterede i mange sprøjtninger og et stort forbrug af kartoffelskimmelmidler. Heldigvis blev der høstet pæne udbytter i kartoflerne og af en god kvalitet. Nu her efter sæsonen er der så tid til at overveje, om der var ting, der kunne have været gjort anderledes i skimmelbekæmpelsen, om skimmelmidlerne er anvendt optimalt osv.

I dette indlæg vil erfaringer med Shirlan på det danske marked i 1998 blive gennemgået og diskuteret i relation til tidligere års forsøg i såvel Danmark som vores nabolande.

Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)*

Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)* er en meget smitsom sygdom som under gunstige klimaforhold (varmt og fugtigt vejr) kan være alt ødelæggende.

Svampen overvintrer fortrinsvis i angrebne knolde, hvorfra den om foråret vokser med spirerne op i toppen gennem stænglerne. Under lune og fugtige forhold danner svampen sporer (sporangier) der spredes ved regnplask. Fra disse primærangreb spredes svampen meget hurtigt over store områder, hvis de rette klimaforhold er til stede. Under ideelle vejrforhold kan et skimmelangreb i løbet af få dage totalt afløve en ubeskyttet kartoffelmark, og dermed er produktionen slut. Svampens epidemiske evner understreges af, at en inficeret plante pr. 100 ha er nok til at starte en epidemi (Mathiesen, A., 1993).

Infektion af kartoffelknolde sker ved, at sporer fra angrebne blade trænger ned i jorden ved regn eller vanding. Sporerne kan her overleve fra 3-6 uger. Ligeledes kan knoldene smittes under optagning, hvis de kommer i kontakt med en skimmelangrebet top.

Det er derfor også vigtigt at undersøge, om der er forskel i skimmelmidlernes evne til at forhindre knoldskimmel.

Skimmelmidler på det danske marked

Tabel 1. Produkter, der er på markedet til bekæmpelse af kartoffelskimmel i Danmark. Products available on the Danish market for blight control in potatoes.

Middel Chemical	Indhold af ai Content of ai	Anbefalet godkendt dosering Approved doserate	Anbefalet interval længde Recommended spray interval	Behandlings frist Pre-harvest *interval*
Vondac DG	750 g/kg Maneb	2,0 Kg/ha	7-10 dage	2 uger/weeks
Dithane DG	750 g/kg Mancozeb	2,0 kg/ha	7-10 dage	2 uger/weeks
Tattoo	248 g/l Propamocarb +301 g/l Mancozeb	4,0 l/ha	10-14 dage	2 uger/weeks
Shirlan	500 g/l Fluazinam	0,4 l/ha	7-14 dage	7 dage/days
Daconil	500 g/l Chlorothalonil	2,5 l/ha	10-12 dage	ingen/no phi

Alle midler på nær Tattoo er kontaktvirkende. Det betyder, at nyvækst ikke beskyttes, hvilket kan medføre et behov for korte intervaller mellem sprøjtningerne i første del af vækstsæsonen. Propamocarb i Tattoo hævdes at have nogen systemisk virkning.

Shirlan og Daconil er kendetegnet ved en relativ god regnfasthed i forhold til dithiocarbamatmidlerne. Desuden har Shirlan god effekt overfor knoldskimmel (Dalsgaard & Pedersen, 1996).

Sæsonen 1998

Første varsling for kartoffelskimmel blev udsendt den 16. juni, hvilket er det tidligste varsel nogensinde. Resten af sæsonen var karakteristisk ved, at smittetrykket vedvarende var højt grundet de klimatiske forhold, hvilket igen betød stort behov for beskyttelse gennem hele sæsonen. I juli måned blev der registreret 20 dage med nedbør mod normalt kun 13 (DK-vejr, månedsberetning), hvilket både giver vanskelige sprøjteforhold og samtidig sætter midlernes regnfasthed på en alvorlig prøve. Samlet set har det medført et fungicidforbrug i kartofler på mindst 20-30 % over normalen.

Shirlan

Fluazinam, aktivstoffet i Shirlan, har effekt på svampens respiration og energiproduktion. Inhibering af infektionsprocessen sker hovedsageligt ved:

- at hæmme sporespiring og appressorie dannelse
- at påvirke hyfepenetrering og vækst

Ovenstående effekter er normale hos de fleste kontaktfungicider. Desuden udmærker Shirlan sig ved også at have effekt på:

- zoospores mobilitet, og
- sporulering,

hvilket normalt kun er fundet hos fungicider med systemisk effekt.

Zoosporemobiliteten har betydning for, hvor kraftigt et angreb af knoldskimmel kan blive, da levedygtige sporer aktivt bevæger sig i jordvæsken til knoldene.

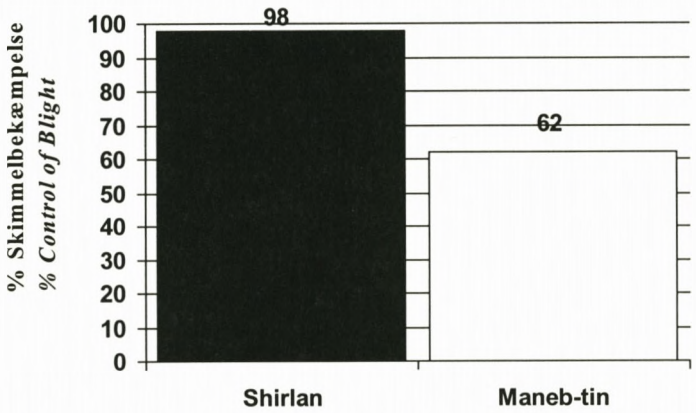
Shirlan har også vist sig at have god effekt på storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) og på kartoffelbladplet (*Alternaria solani*)

Regnfasthed/klimatiske undersøgelser

Forsøg i Holland, Frankrig og senest her i Danmark er gennemført for at belyse midlernes regnfasthed under markforhold.

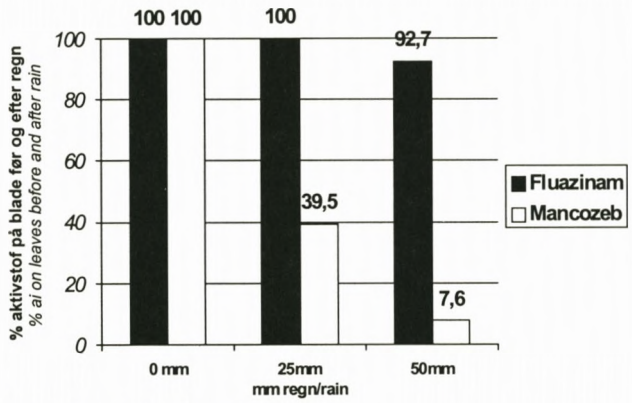
I Holland blev der udført et markforsøg i 1994 (PAGV Lelystad, 1994). Her blev Shirlan 0,4 l/ha sammenlignet med Maneb-tin 2,5 l/ha (11 % fentin-acetat + 33 % maneb). Forsøget blev sprøjtet den 16. August. De følgende 3 dage regnede det henholdsvis 10,1mm, 11,2 mm og 2,8 mm. Umiddelbart efter blev der vurderet for effekt mod kartoffelskimmel i marken.

Shirlan viste her en meget høj effekt på skimmelen på trods af det efterfølgende regnvejr efter sprøjtning (se figur 1). Effekten syntes at være upåvirket af vejret efter sprøjtning, mens effekten af Maneb-tin ikke var tilfredsstillende.



Forsøget blev sprøjtet 16 august. De efterfølgende 3 dage regnede det: 10,1 mm, 11,2 mm og 2,8 mm. Hollansk forsøg.
The trail were sprayed the 16th of august. The folloving 3 days it rained 10,1 mm, 11,2 mm and 2,8 mm. Trial from Holland.

Figur 1. Skimmelbekæmpelse af Shirlan 0,4 l/ha og Maneb-tin 2,5 l/ha efter 3 dage med nedbør. Blight control of Shirlan 0,4 l/ha and Maneb-tin 2,5 l/ha after 3 days of rain.



Klimakammer forsøg, Frankrig 1995.
140 ug fluazinam & 1230 ug mancozeb påsprøjtet kartoffelblade (Desiree).
Efter 24 timer blev der tilført kunstig regn, hvorefter mængden af aktivstof blev bestemt.
Trial from laboratory, France 1995
140 ug fluazinam & 1230 ug mancozeb applied potato leaves (Variety: Desiree).
After 24 hours artificial rain was applied, and thereafter the amount of ai were measured.

Figur 2. Klimakammer forsøg med kunstig regn til bestemmelse af regnfasthed for Shirlan og Mancozeb. Laboratory trial with artificial rain to assess rainfastness for Shirlan and mancozeb.

I Frankrig blev i 1995 udført et klimakammer forsøg til sammenligning af Shirlan og et mancozeb middel. 140 ug fluazinam & 1230 ug mancozeb blev påsprøjtet kartoffelblade af sorten Desiree. Efter 24 timer blev der tilført kunstig regn, henholdsvis 25 mm og 50 mm, hvorefter mængden af aktivstof blev bestemt (figur 2).

Der blev ikke fundet nedgang i mængden af aktivstof (fluazinam) for Shirlan efter 25 mm, mens mængden af mancozeb blev reduceret til ca 40 %. Efter 50 mm blev mængden af fluazinam reduceret til godt 90 %, mens der kun blev fundet 8-9 % mancozeb tilbage på bladene (Barchietto, 1995). Dette er ligeledes vist i undersøgelser af Schepers (1996), som fandt en bedre vedhæftning af fluazinam.

Årsagen til denne gode regnfasthed af fluazinam (Shirlan) skal findes i produktets overfladeaktive (lipofile) egenskaber. Fluazinam har en kraftig binding til plantens vokslag og en lav opløselighed i vand. Det er den kraftige binding til vokslaget som bevirker, at fluazinam ikke kan trænge ind i planten og derfor ikke har systemisk effekt.

I 1998 blev 2 forsøg udført på Tylstrup og St. Jyndevad for at undersøge Shirlan og Dithanes regnfasthed under markforhold. Forsøgene blev udført i sorterne Ditta og Dianella. Dianella er meget modtagelig for skimmel, mens Ditta er ret resistent.

Forsøgene blev udført i to blokke, hvor blok A blev sprøjtet før vanding og blok B sprøjtet efter vanding. Behandlinger blev for begge produkter udført ved varsling og derefter hver 10.-12. dag. Der blev vandet med 10 mm blid regn umiddelbart efter sprøjtning.

Forsøgene viste ingen forskel mellem blok A og B, og i det følgende vil der kun blive refereret til blok A. Den manglende forskel mellem blok A og B kan have flere årsager. Den mest sandsynlige er, at vandingen ikke har medført en direkte afvaskning af midlerne, men snarere medført en bedre fordeling af midlerne på bladene og i sidste ende givet en bedre skimmelbeskyttelse. At der ligefrem er fundet en bedre effekt efter regn stemmer også overens med hollandske forsøg (Schepers, 1996).

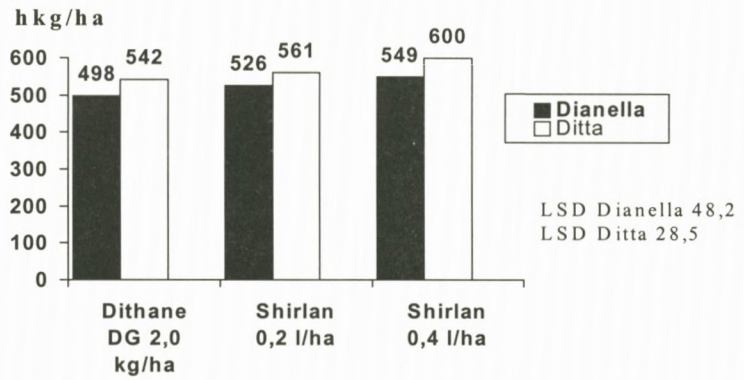
Selvom der ikke var forskel mellem blok A og B, har forsøgene alligevel vist nogle interessante resultater. I nedenstående tabel er vist datoerne for, hvornår parcellerne nåede henholdsvis 10 % og 50 % skimmel og sluttelig total nedvisning:

Tabel 2. Datoer for 10% og 50% skimmel og for total nedvisning. ( ) viser forsinkelse i dage efter Dithane. Dates for 10% and 50% Blight and for total desiccation. ( ) shows delay in days after Dithane.

Dianella	**10 % skimmel** 10 % Blight	**50 % skimmel** 50 % Blight	**Total nedvisning** Total desiccation
Dithane DG 2,0 kg/ha	5/8	28/8	14/9
Shirlan 0,4 l/ha	19/8 (14 dage)	9/9 (12 dage)	23/9 (9 dage)
Shirlan 0,2 l/ha	7/8 (2 dage)	3/9 (6 dage)	18/9 (4 dage)
Ditta			
Dithane DG 2,0 kg/ha	10/8	28/8	7/9
Shirlan 0,4 l/ha	31/8 (21 dage)	6/9 (9 dage)	15/9 (8 dage)
Shirlan 0,2 l/ha	16/8 (6 dage)	29/8 (1 dag)	9/9 (2 dage)

Som det tydeligt fremgår af tabel 2, ses der en klar forsinkelse i udviklingen af skimmel mellem 2,0 kg/ha Dithane og 0,4 l/ha Shirlan. Forskellen mellem 0,2 l/ha Shirlan og Dithane er mindre, men stadig bedst for Shirlan.

Denne forsinkelse i skimmelangreb har stor betydning for udbyttet, idet en kartoffelafgrøde med en sund top har en produktion på op til 10-12 hkg/ha pr. døgn. I figur 3 ses tydeligt højere udbytter i parcellerne behandlet med Shirlan, hvilket må tilskrives en forsinkelse i udviklingen af skimmel, altså at toppen står med grøn top i en længere periode.



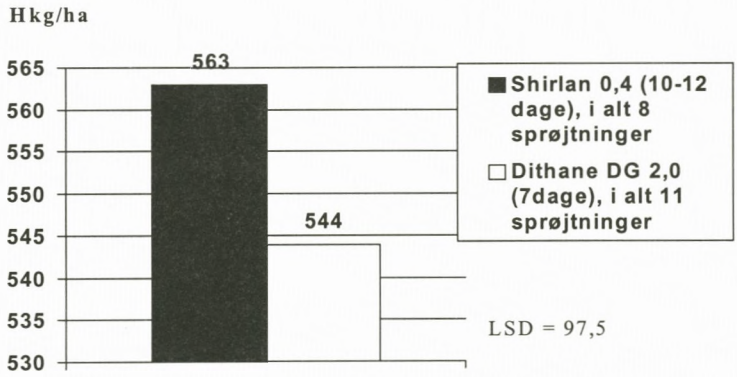
2 fsg, Tylstrup, St. Jyndevad 1998, sorter: Dianella ogDitta
2 trials, Tylstrup, St. Jyndevad 1998, varieties: Dianella and Ditta

Figur 3. Udbytte i hkg/ha for Dianella og Ditta. 2 forsøg 1998. Yield in hkg/ha for Dianella and Ditta. 2 trials 1998.

Af figur 3 ses, at det er muligt at reducere doseringen af Shirlan. Et forhold, der tidligere er vist i svenske undersøgelser (Wiik, L. 1996), hvor det konkluderes, at der opnås større sikkerhed i skimmelbekæmpelsen ved at anvende lavere dosering (0,3 l/ha) med kort interval i stedet for fuld dosering (0,4 l/ha) og langt interval.

Ifølge irske forsøg fra 1997, hvor det mest kurative skimmelmiddel (Ridomil MZ (metalaxyl) 2,5 kg/ha) har været testet i et forebyggende program i sammenligning med Shirlan 0,4 l/ha med 10 dages sprøjteinterval, har der ikke været fordele af den kurative effekt, idet udviklingen af skimmel var ens for de 2 midler. Samme forsøg med en reduceret mængde Shirlan (0.3 l/ha) og 7 dages interval viste en yderligere forsinkelse af skimmeludvikling med godt 5 dage (Dowley, 1997).

I 1998 er desuden udført 2 forsøg ved DJF, hvor Shirlan har været sammenlignet med Dithane. Resultaterne fremgår af nedenstående figur. Det er interessant at se, at Shirlan med kun 8 behandlinger har tendens til højere udbytte end Dithane med 11 behandlinger. Skimmelbekæmpelsen i de 2 forsøg var ens gennem sæsonen for begge midler.

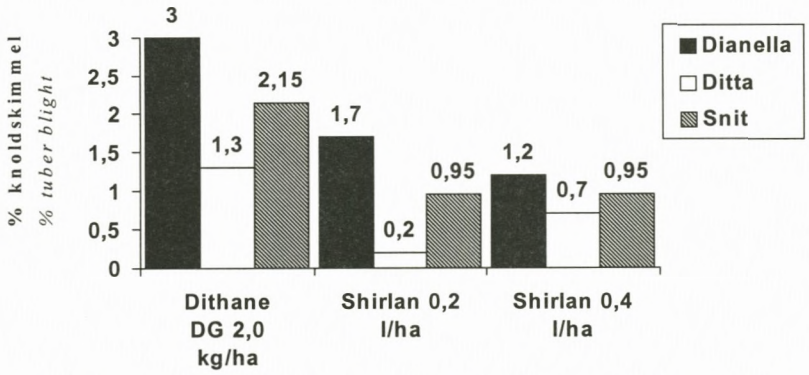


2 forsøg på DJF (98560), 1998. Sort: Dianella.
2 trials at DIAS (98560), 1998. Variety: Dianella

Figur 4. Udbytte af 2 forsøg fra DJF behandlet med Shirlan og Dithane, 1998. Yields of 2 trials from DIAS treated with Shirlan and Dithane, 1998.

Knoldskimmel

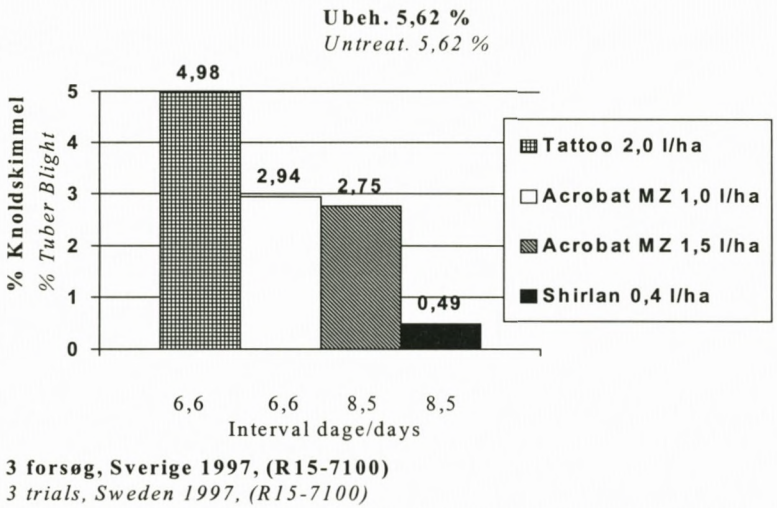
I begge forsøg på Tylstrup og St. Jyndevad i 1998 blev angreb af knoldskimmel vurderet. Som det ses af resultaterne, er der en tendens til mest knoldskimmel i sorten Dianella og generelt mindre knoldskimmel, hvor Shirlan har været anvendt.



2 fsg, Tylstrup, St. Jyndevad 1998, sorter: Dianella og Ditta. Sprøjtet før vanding
2 trials, Tylstrup, St. Jyndevad 1998, varieties: Dianella and Ditta. Sprayed before irrigation

Figur 5. Knoldskimmel vurderet i 2 forsøg efter behandling med Shirlan eller Dithane. Tuber Blight assessed in 2 trials after treatment with Shirlan or Dithane.

I andre forsøg er tilsvarende resultater opnået. I figur 6 er andelen af knoldskimmel opgjort som vægt % af smittede kartofler, hvor Shirlan sammenlignes med Tattoo og Acrobat MZ (dimethomorph/mancozeb 75/667 g ai/l) (Wiik, 1997).



Figur 6. Knoldskimmel angivet i vægt %. 3 forsøg fra Sverige 1997. Tuber Blight measured in weight %. 3 trials from Sweden 1997.

De store fordele ved at undgå knoldskimmel er i første omgang det direkte tab som knoldskimmel forårsager, og derefter en nemmere opbevaring af kartoflerne ved lagring.

Diskussion/konklusion

At Shirlan såvel som andre skimmelmidler skal anvendes præventivt blev bekræftet i løbet af sæsonen. Når først skimmelen har indfundet sig, er der på det danske marked ikke produkter som kan bekæmpe et skimmelangreb i udbrud.

Et igangværende skimmelangreb vil kræve en intensiv sprøjtning med korte intervaller, hvilket kan medføre et unødigt stort fungicidforbrug. I værste fald kan det vise sig at være nytteløst, da skimmelangrebet alligevel fortsætter.

Sæsonen 1998 har bekræftet, at Shirlan forsinker skimmelens udvikling betydeligt i sammenligning med Dithane. Dette resulterer i højere udbytter af god kvalitet, herunder mindre knoldskimmel. Forsøgene har desuden vist, at det er muligt at anvende en reduceret dosering af Shirlan ved kortere sprøjteinterval.

Litteratur

Barchietto, T. 1995. Etude de la réstistance au lessivage du fluazinam et du mancozèbe. En conditions contrôlees sur feulles de pommes de terre (*Solanum tuberosum L.*). Dr. Thierry Barchietto, ISK, Frankrig.

Dalsgaard, A. & Pedersen, F.K. 1996. Shirlan – et nyt middel mod kartoffelskimmel. 13. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og skadedyr. SP. Rapport nr. 4, 65-75.

Dowley, Lesley 1997. Oak Park Research Station, Irland. Rapport nr. OP/CPB/05/1997. Ikke publiceret.

Mathiesen, A.S. 1993. Dyrkning af kartofler. Landbrugets informationskontor 1993.

PAGV Lelystad, 1994. Forsøg udført af Schepers & vand Soesbergen, Lelystad, Holland 1994. Ikke publiceret rapport.

Shepers, H.T.A.M 1996. Effect of rain on efficacy of fungicide deposits on potato against *Phytophthora infestans*. AK Lelystad, Holland. Potato Research 39 (1996) 541-550.

Wiik, L. 1996. Bekämpning av potatisbladmögel i Sverige. 13. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og skadedyr. SP rapport nr. 4, 29-40.

Wiik, L. 1997. Försöksberättelse, 1997 års försök. Försök R15-7100. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet Institutionen för växtskyddsvetenskap, Boks 44, 250 53 Alnarp.

Gaucho® WS 70 - nyt effektivt insekticidbejdsemiddel til bederoer

Gaucho® WS 70 - new High-Efficacy Insecticidal Seed-Treatment for Beets

Klaus Heltbech, Jens Husby og Peter Højer
Bayer A/S
Nørgaardsvej 32
DK-2800 Lyngby

Summary

For a number of years Danish trials have shown that Gaucho protects the beet plants efficiently against some of the most important pests, soilborne as well as foliar. By controlling the pests Gaucho stabilises the production of beets. In 1998 Gaucho was introduced on the Danish market for the coating of sugar beet seeds. The first year of growing Gaucho-coated beet seeds confirmed trial results, as the plants were protected against the most common pests during the early growth stages. Gaucho has proved to offer a satisfactory effect against Atomaria linearis and Thrips angusticeps even under difficult conditions for the beets at low temperatures and good conditions for the insects. Observations in the field have demonstrated that Gaucho reduces both the reproduction of Aphis fabae and the spreading of BMYV/BYV.

Indledning

Gaucho WS 70 blev i januar 1998 godkendt til anvendelse som bejdsemiddel i bederoer i Danmark.

Gaucho er anerkendt til bekæmpelse af runkelroebiller (*Atomaria linearis*), ferskenbladlus (*Myzus persicae*) og bedebladlus (*Aphis fabae*). Desuden er Gaucho godkendt til anvendelse mod kålthrips (*Thrips angusticeps*) og bedefluens larve (*Pegomyia hyoscyami*).

Gaucho indeholder det aktive stof imidacloprid, som tilhører en ny virkstofgruppe med en virkemekanisme forskellig fra hidtil kendte midler. Udover at kunne anvendes i forbindelse med en resistensstrategi, kan Gaucho, med produktets systemiske virkning, yde en effektiv beskyttelse af roeplanterne i den første kritiske del af vækstperioden.

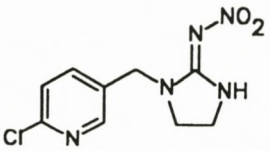
Under danske forhold er Gaucho afprøvet i forsøg i perioden 1989-98 ved Danmarks JordbrugsForskning, Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning og Landbrugets Rådgivningscenter.

I artiklen belyses Gauchos egenskaber ved resultater fra danske forsøg. Desuden omtales erfaringer fra første års dyrkning af roer fra Gaucho-pillerede frø på danske marker.

Tekniske data

Aktivstof

Navn	Imidacloprid
Kemisk klasse	Nitroguanidiner
Strukturformel	



Damptryk	2 x 10^{-9} hPa ved 20°C
Vandopløselighed	0,51 g/l ved 20°C

Imidacloprid blev syntetiseret i Japan i 1985 og er siden markedsført verden over. Imidacloprid er virksomt over for både sugende og bidende insekter i en lang række afgrøder som ris, bomuld, majs, hirse, grønsager, korn, kartofler og roer. I Danmark indgår imidacloprid i Gaucho WS 70 godkendt til bejdsning af roefrø. Imidacloprid indgår ligeledes i sprøjtemidlet Confidor, som er under udvikling i Danmark til erhvervsmæssig anvendelse i væksthuse.

Produkt

Navn	Gaucho WS 70
Indhold	70% imidacloprid
Formulering	WS = Vanddispergerbart pulver til bejdsning i opslemning
Godkendelsens varighed	1998-2008
Godkendt område	Bejdsning af roefrø
Anerkendelse	
	Anerkendt af Danmarks Jordbrugsforskning til bejdsning mod runkelroebiller, bedebladlus og ferskenbladlus på bederoer med 85 g pr. unit
Effekt	Gaucho er godkendt til bekæmpelse af kålthrips og bedefluens larve samt de i anerkendelsen nævnte insekter

Biologisk virkningsmekanisme

Imidacloprid virker som kontakt- og mavegift (Bayer, 1992). Der opnås ingen gasvirkning. Som de fleste andre grupper af insekticider påvirker også imidacloprid insekternes nervesystem (Abbink, 1991). Virkningsmekanismen adskiller sig fra andre kendte grupper af insekticider. Imidacloprid kan derfor anvendes ved bekæmpelse af skadedyr, der er blevet resistente over for andre insekticider (Elbert *et al.*, 1996). Pyrethroider påvirker de præsynaptiske nerveceller, mens organiske fosforforbindelser og carbamater hindrer

nedbrydningen af acetylcholin. Imidacloprid forstyrrer transmissionen af nerveimpulser ved binding til receptorproteiner på de postsynaptiske nervecellers membran. Således forhindres acetylcholin i at opfylde sin rolle som neurotransmitter. I modsætning til acetylcholin, nedbrydes imidacloprid kun langsomt. Herved opnås en vedvarende påvirkning af nervesystemet, hvilket fører til insektets død.

Optagelse og fordeling i planten

Gaucho er i Danmark godkendt som bejdsemiddel i pillerede roefrø. Efter såning af roefrøet vil imidacloprid frigives fra pilleringsmassen og fordeles rundt om frøet. Herefter sker en optagelse via den spirende plantes rodsystem. Virkstoffet transporteres med saftstrømmen opad og udad mod vækstpunkterne i stængel og blade. I kraft af imidacloprids systemiske egenskaber kan Gaucho yde en effektiv beskyttelse af roeplanterne mod såvel over- som underjordiske skadedyr i den første kritiske del af vækstperioden (Altmann, 1991).

Virkningshastighed

Imidacloprids virkningshastighed over for ferskenbladlus (*Myzus persicae*) og bedebladlus (*Aphis fabae*) er undersøgt ved at dyppe blade, hvorpå der sidder insekter, i en opløsning af 40 ppm aktivt stof. Hastigheden, angivet som knockdown-tid i minutter, fremgår af tabel 1. Virkningen mod *Myzus persicae* indtræder hurtigere end mod *Aphis fabae*.

Tabel 1. Imidacloprids (40 ppm) virkningshastighed målt som knockdown-tid i minutter. KT95 er den tid der forløber til 95% af insekterne er i knockdown tilstand. (Elbert *et al.*, 1991). The rate of effect of Imidacloprid (40 ppm) measured as knockdown time in minutes. KT95 is the time elapsed until 95% of the insects are in a knockdown state.

	Myzus persicae	Aphis fabae
KT 95	30	40
KT 90	10	-
KT 50	-	25

Undersøgelser af sugende ferskenbladlus (*Myzus persicae*) har sandsynliggjort, at effekten forårsaget af imidacloprid er irreversible (Elbert *et al.*, 1991). Lusene sugede i 5 timer af en saccharose/imidacloprid opløsning med en virkstofkoncentration på 1 ppm, hvorefter de blev placeret på ubehandlede planter. Efter yderligere 24 timer var 97% af alle lusene synligt påvirkede af behandlingen - 84 % af lusene var døde. Lus med symptomer viste ingen tegn på bedring efter placering på ubehandlede planter.

Langtidsvirkning

Gauchos vedvarende virkning kan bidrage til opnåelse af en mere sikker beskyttelse af planterne gennem etableringsfasen.

Frilandsforsøg har været anvendt til at undersøge virkningstiden ved bejdsning af pillerede sukkerroefrø. Der blev anvendt kunstig infektion med bedebladlus (*Aphis fabae*) og 70 g imidacloprid pr. unit frø. Som gennemsnit af 3 forsøg opgives virkningen, svarende til ≥95% døde lus, at holde sig i 8,3 uger (Elbert *et al.*, 1991).

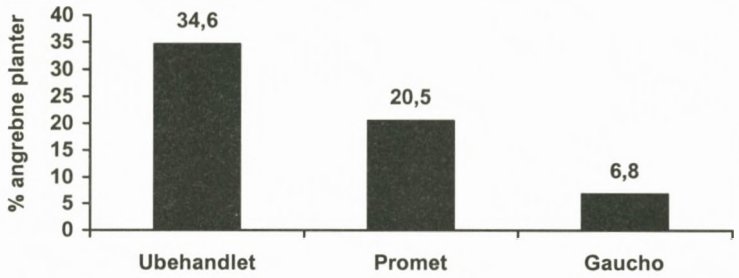
Gauchos effektivitet

Gaucho virker mod runkelroebille (*Atomaria linearis*) samt tidlige angreb af ferskenbladlus (*Myzus persicae*), bedebladlus (*Aphis fabae*) og kålthrips (*Thrips angusticeps*). Desuden opnås en reducerende virkning på angreb af bedeflue (*Pegomyia hyoscyami*) (Bayer 1998).
Under danske forhold er Gaucho afprøvet i roeforsøg i perioden 1989-98 ved Danmarks JordbrugsForskning (DJF), Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning og Landbrugets Rådgivningscenter. Resultater fra disse afprøvninger anvendes i det følgende til at belyse produktets virkningsspektrum under danske forhold.

I de sukkerroeforsøg, der vises i dette afsnit, er Gaucho (60 g aktivt stof/unit) sammenlignet med en ubejdset kontrol og standardmidlet Promet® (40 g aktivt stof/unit) i enten 800 SCO eller 400 CS formulering. I afsnittets effektivitetsforsøg udført af DJF og Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning anvendes bedømmelsen "% angrebne planter". Der gives således ikke nogen vurdering af angrebenes intensitet ved de forskellige behandlinger.

Runkelroebille (*Atomaria linearis*)

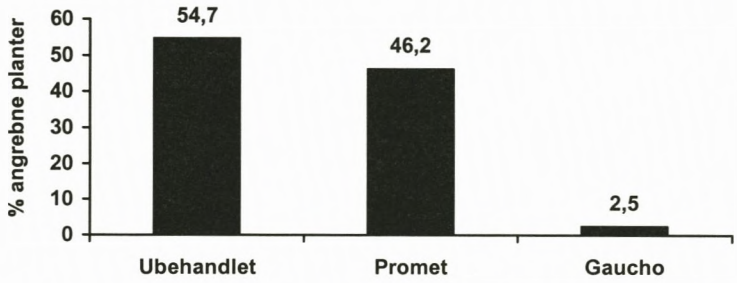
Gaucho har været afprøvet i sammenligning med standardmidlet i 17 effektivitetsforsøg i perioden 1990-95. Resultaterne gengivet i Figur 1 viser, at anvendelsen af Gaucho reducerer angrebet af runkelroebiller i forhold til Promet. Boniteringerne blev foretaget 4-10 uger efter såning.



Figur 1. Angreb af runkelroebille (*Atomaria linearis*) på roeplanter. Gaucho sammenlignet med standard insektbejdsemiddel. 17 forsøg. (DJF 1990-95). Percentage of sugar beet plants attacked by *Atomaria linearis*. Gaucho compared to standard insceticidal seed treatment. 17 trials.

Kålthrips (*Thrips angusticeps*)

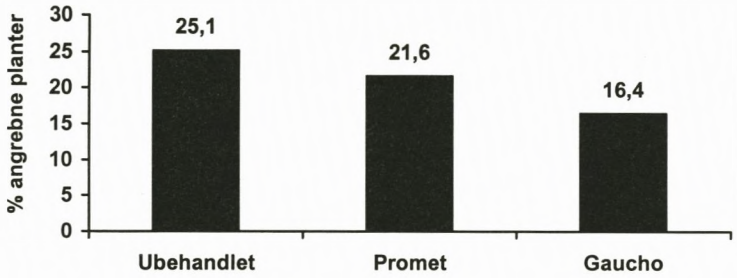
I figur 2 vises resultater fra Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning. Her er udført 6 forsøg med kraftige angreb, der derfor er velegnede til at illustrere produkternes effektivitet. Roerne er sået medio april og bedømt primo maj-primo juni svarende til 3-8 uger efter såning.



Figur 2. Angreb af kålthrips (*Thrips angusticeps*) på roeplanter. Gaucho sammenlignet med standard insektbejdsemiddel. 6 forsøg. (Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1996-97). Percentage of sugar beet plants attacked by *Thrips angusticeps*. Gaucho compared to standard insceticidal seed treatment. 6 trials.

Bedeflue (*Pegomyia hyoscyami*)

7 forsøg ved DJF i perioden 1991-93 vidner om, at Gaucho giver den bedste kontrol af bedefluer. Angrebet af bedeflue er bedømt medio juni, 7-9 uger efter såning.



Figur 3. Angreb af bedefluer (*Pegomyia hyoscyami*) på roeplanter. Gaucho sammenlignet med standard insektbejdsemiddel. 7 forsøg. (DJF 1991-93). Percentage of sugar beet plants attacked by *Pegomyia hyoscyami*. Gaucho compared to standard insceticidal seed treatment. 7 trials.

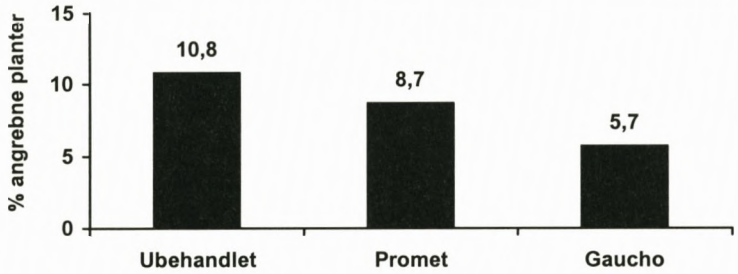
Bedebladlus (*Aphis fabae*)

DJF har opgjort angreb af lus efter to forskellige principper: % angrebne planter og et index, der angiver angrebsintensiteten. I forsøgene er der foretaget bedømmelser på to forskellige tidspunkter. Ved den sidste bedømmelse har der kun været lille forskel på behandlingerne uanset opgørelsesmetode (DJF 1992-95).

Bedømmelse af virusgulsot giver et mere nuanceret udtryk for midlernes evne til at påvirke luseaktivitet.

Virusgulsot (BMYV/BYV)

Angreb af virusgulsot, der i sig selv er en alvorlig sygdom, er anvendt som indikator for lusenes aktivitet.



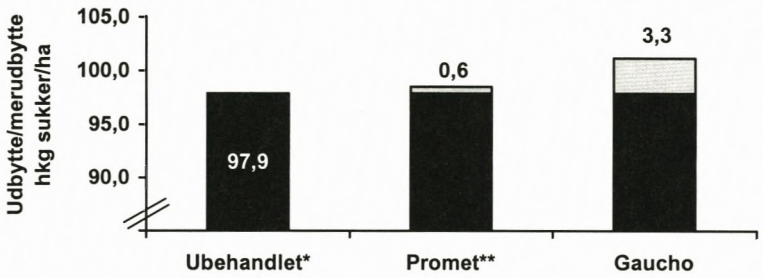
Figur 4. Angreb af virusgulsot (BMYV/BYV) på roeplanter. Gaucho sammenlignet med standard insektbejdsemiddel. 10 forsøg. (DJF 1992-95). Percentage of sugar beet plants attacked by BMYV/BYV. Gaucho compared to standard insceticidal seed treatment. 10 trials.

I de 10 forsøg fra DJF blev boniteringen af virus udført i ultimo september til medio oktober svarende til 22-25 uger efter såning. Det kan diskuteres, om der i små parceller opnås et nøjagtigt udtryk for virkningen over for virusbærende lus. Da lusene skal suge på de bejdsede roeplanter inden effekt opnås, kan smitte overføres også i behandlede led. Ved små parceller kan der være tale om en betydelig randeffekt.

Erfaringer under markforhold indikerer, at Gauchos virkning mod virusbærende lus er bedre end det fremgår af figur 4. Dette konstateres, hvor Gaucho-behandlet frø er sået i en mark med standardfrø. Her ses, at mens størstedelen af Gaucho-roerne synes virusfri, kan smitte fra den omliggende mark strække sig et par meter ind i det Prometbehandlede område. I kommentarerne til DJF's forsøgsresultater fra 1991 bemærkes, at bonitering af virusgulsot måtte opgives, da viruspletterne forekom uden sammenhæng med parcellerne (DJF, 1991). Det konstateres, at parcelbredden på 1 m er for smal til opgørelser af virusgulsot. I 1991-forsøgene er anvendt en nettoparcelstørrelse på 20m^2, mens nettoparcelstørrelserne i forsøgene i figur 4 spænder mellem 11,0-30,8 m^2.

Udbyttemålinger

Der er ikke foretaget opgørelser af udbytte i forsøgene hos DJF. Udbyttemålinger findes derimod i forsøg udført af Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning.



Figur 5. Udbytte og merudbytte målt i hkg sukker/ha. 36 forsøg. (Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1990-97). Yield and yield increase in hkg sugar/ha. 36 trials.

***I enkelte år er "Ubehandlet" bejdset med Promet 800 SCO.**

**** I visse år er "Promet" sprøjtet med pyrethroid og 2 x Pirimor®.**

* In some years the "untreated" seeds were treated with Promet 800 SCO.

** In some years the "Promet" plots were sprayed once with pyrethroid and twice with Pirimor.

Erfaringer fra danske marker i 1998

Etablering af roemarker

Sukkerroefrø med Gaucho-pillering blev i 1998 for første gang anvendt under praktiske forhold i Danmark. Erfaringer fra denne dyrkning refereres i det følgende. Desuden blev Gaucho-pilleret foderroefrø udsået i forbindelse med prøvedyrkninger i en række jyske roemarker.

Den milde vinter gjorde det muligt at så roer fra medio marts til 1. april (Møller, 1998). Herefter satte store regnmængder en stopper for såningen, som kunne genoptages fra midten af april. Såningen strakte sig ind i maj og specielt i den vestlige del af landet trak etableringen ud. Fremspiring af de tidligt sådede roer blev vanskeliggjort af lave temperaturer og de våde forhold, der i flere marker var årsag til sammenslemmet jord.

Runkelroebille (*Atomaria linearis*)

Runkelroebillen (*Atomaria linearis*) var i 1998 årsag til kraftige angreb i flere sukkerroemarker. Tendensen fra tidligere års forsøg bekræftes i praksis: I marker hvor virkningen af Gaucho og Promet kunne sammenlignes, var roerne tydeligt bedre ved anvendelse af Gaucho (Thomsen, 1998). Årets lave temperaturer gav anledning til spekulationer om risiko for svigtende virkning af Gaucho. Der er påvist en positiv temperaturkorrelation for virkningen af Gaucho (Elbert *et al.*, 1991). Sæsonen viste, at Gaucho gav tilfredsstillende effekt selv under høje infektionstryk, svækkede planter og lave temperaturer.

Betydningen af runkelroebiller kan illustreres ved udbyttemålinger i 3 forsøg udført af Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning i 1998.

Tabel 2. Angreb af runkelroebiller samt sukkerudbytte og -merudbytte. 3 forsøg. (Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1998). Percentage of sugar beet plants attacked by *Atomaria linearis*, sugar yield and yield increase. 3 trials.

	% angrebne planter	Udbytte/ merudbytte, hkg/ha
Ubejdset	97	105,7
Promet, 40 g aktivt stof/unit	95	+1,6
Gaucho, 60 g aktivt stof/unit	38	+4,7

Kålthrips (*Thrips angusticeps*)

Den langsomme fremspiring, som følge af kulde og dårlig jordstruktur i starten af vækstsæsonen bød på gode vilkår for thripsangreb. Årets erfaringer viser, at også i praksis giver Gaucho bedre effekt mod kålthrips (*Thrips angusticeps*) end traditionelt bejdsemiddel (Møller, 1998).

Bedebladlus (*Aphis fabae*)

Sæsonens kølige vejrforhold var ikke gunstige for bladlus som udviklede sig langsomt. Som et led i arbejdet med varsling for virusgulsot i Storstrøms og Vestsjællands Amter, blev der foretaget gennemgang af 182 sukkerroemarker i området. Fra Virusgulsotudvalgets 5. undersøgelsesuge, 2.-8. juli, meldes om bedebladlus (*Aphis fabae*) i 75% af de undersøgte marker (Hansen, 1998a). Som det var tilfældet i ugen inden, blev der konstateret kraftigst angreb i Promet-bejdsede marker. I lusetællingernes 6. og sidste undersøgelsesuge (9.-15. juli) blev der ikke meldt om spredning af bedebladlusene (*Aphis fabae*), hvorimod der skete en del opformering i markerne. Det blev bemærket, at opformeringen især forekom i marker med Promet-bejdset frø, mens der næsten ikke skete noget i marker med Gaucho-bejdset frø (Hansen, 1998b).

Virusgulsot (BMYV/BYV)

I den østlige del af landet var der ikke tale om kraftige angreb af hverken ferskenbladlus eller virus (Hansen, 1998b).

På flere lokaliteter i Jylland blev én unit Gaucho-bejdset foderroefrø udsået med det formål at vurdere effekten af produktet i denne del af landet. Det Gaucho-pillerede frø af sorten Kyros blev sået og såmaskinen tømt helt. Herefter blev resten af marken tilsået med traditionelt bejdsede Kyrosfrø. Herved blev det muligt at få en tydelig afgrænsning af roer bejdset med de to midler.

Demonstrationsmarkerne blev vurderet visuelt gennem sæsonen. I slutningen af august var der tydelige forskelle mellem de Gaucho-bejdsede dele og den øvrige mark. Hvor der kunne konstateres angreb af virusgulsot, var udbredelsen synligt mindre i de Gaucho-bejdsede roer. I en roemark i Himmerland blev der udført tre forskellige behandlinger: A. Gaucho-pillerede roer, B. Promet-pillerede roer og C. Promet-pillerede roer + 5 insekticidsprøjtninger. Som det fremgår af tabel 3. var angrebet af virusgulsot mindst, hvor der var anvendt Gaucho-

pilleret roefrø. Området med behandling B. afslørede sig tydeligt som en gul stribe gennem hele marken på grund af virusgulsot. På begge sider af denne stribe fandtes kun enkelte områder med gulmarmorerede roeblade.

Tabel 3. Visuel bedømmelse af virusgulsotangreb ved hjælp af luftfoto. 1 lokalitet i Himmerland. Visual assessment of virus attack based on air photo. 1 location in Himmerland, Jutland.

	Bejdsning	Sprøjtning	Virusgulsot, % angrebne planter
A.	Gaucho	÷	< 5%
B.	Promet	÷	70-80%
C.	Promet	+ 5 x pyrethroid	< 5%

Synsindtrykket af sundere roer i markernes Gaucho-bejdsede del varede ved i september måned og ind i oktober inden den første frost. I denne periode blev udvalgte marker holdt under observation fra såvel landjorden som fra luften. Ved disse lejligheder kunne det konstateres, at virusgulsot i 1998 var langt mere udbredt i den vestlige del af landet end det var tilfældet på øerne.

Observationerne synes at bekræfte erfaringer fra tidligere års forsøg, hvor Gaucho har reduceret virusangrebene helt hen til midten af oktober, jævnfør figur 4. Det har ikke været muligt at bestemme tidspunktet for overførsel af virus i de observerede marker. Under alle omstændigheder kan dyrkningen af Gaucho-bejdsede roer give en øget sikkerhed med hensyn til beskyttelse af roerne. Tidlige angreb angives at have størst betydning for udbyttetabet målt i % sukker. Ikke-publicerede forsøg fra De Danske Sukkerfabrikker i perioden 1957-68 viste som gennemsnit af de 12 år et udbyttetab på 35% sukker ved smitte i første halvdel af juni måned. Ved smitte primo august kunne ingen udbyttereducerende effekt påvises (Jørgensen, 1984). Hollandske undersøgelser har vist en lineær korrelation mellem infektionstidspunktet og udbytte indtil begyndelsen af juli (Heijbroek, 1988). Ved infektion i starten af juni måned kunne ses et udbyttetab på ca. 35% i forhold til usmittede roer. Fra midten af juli havde infektionen kun begrænset indflydelse på sukkerproduktionen.

Oversigt over Gauchos virkning

Der foreligger viden om Gauchos virkning over for andre skadedyr i roer end de på den danske etiket angivne. Tabel 4 gengiver en oversigt over disse baseret på hovedsagelig udenlandske undersøgelser.

Tabel 4. Oversigt over Gauchos virkning mod skadedyr i roer. Effect of Gaucho against pests in beets – an outline grouping the pests in two categories according to the level of documentation under Danish conditions.

Ifølge etiketten **- der foreligger dokumentation efter danske krav. (Bayer 1998)**	**Nogen virkning** **– ifølge hovedsagelig udenlandske undersøgelser.**
Bedebladlus (*Aphis fabae*)	Jordlopper (*Altica spp.*) [a]
Bedefluens larve (*Pegomyia hyoscyami)*	Bedejordlopper (*Chaetocnema concinna*) [b]
Ferskenbladlus (*Myzus persicae*)	Bladtæger (*Lygus spp.*) [c]
Runkelroebille (*Atomaria linearis*)	Smælderlarver (*Agriotes lineatus*) [a]
Kålthrips (*Thrips angusticeps*)	Springhaler (*Collembola*) [a]
	Tusindben, plettet (*Blaniulus guttulatus*) [a]
	Stankelben (*Tipula spp.*) [a]
	Ådselbille, matsort (*Blitophaga opaca*) [d]

[a] Altmann 1991

[b] DJF 1993

[c] Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus 1992-94

[d] Landbrugets Rådgivningscenter 1998

Effekten over for knoporm (*Agrotis segetum*) betegnes som utilstrækkelig (Altmann, 1991).

Konklusion

Gaucho har i en række års danske forsøg vist sig at yde en effektiv beskyttelse af roeplanter mod både jordboende skadedyr og skadedyr på bladene. Gaucho stabiliserer roeproduktionen ved kontrol af skadedyr. I 1998 blev Gaucho introduceret på det danske marked til pillering af sukkerroefrø. Første års anvendelse af Gaucho-pilleret roefrø har bekræftet forsøgsresultaterne ved at sikre roeplanterne mod de mest almindelige skadedyr i etableringsfasen. Gaucho har vist sig at give en tilfredsstillende effekt mod runkelroebiller (*Atomaria linearis*) og kålthrips (*Thrips angusticeps*) selv under vanskelige forhold for roerne med lav temperatur og gode vilkår for insekterne. Markobservationer har vist, at Gaucho begrænser både opformeringen af bedebladlus (Aphis fabae) og udbredelsen af virusgulsot (BMYV/BYV).

Gaucho® = reg. af Bayer Leverkusen

Promet® = reg. af Norvartis Crop Protection GmbH, Basel

Pirimor® = reg. af Zeneca Ltd., United Kingdom

Litteratur

Abbink, J. 1991. Zur Biochemie von Imidacloprid, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 44, 183-194.

Altmann, R. 1991.Gaucho® - ein neues Insektizid zur Bekämpfung von Rübenschädlingen, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 44, 159-174.

Bayer 1992. Gaucho. Technische Information. Bayer AG.

Bayer 1998. Godkendt dansk etikette for Gaucho® WS 70. Bayer A/S.

DJF 1990-95. Resultater af forsøg. Bekæmpelse af skadedyr på landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager. Forsøgnr. 90431.1-4, 91431.1-4, 92431.1-4, 93431.1-2, 93432.2, 95431.1-2. Planteværnscentret.

DJF 1991. Resultater af forsøg. Bekæmpelse af skadedyr på landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager. Forsøgnr. 91431.1-4. Planteværnscentret.

DJF 1991-93. Resultater af forsøg. Bekæmpelse af skadedyr på landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager. Forsøgnr 91431.2, 92431.1-4, 93431.1-2. Planteværnscentret.

DJF 1992-95. Resultater af forsøg. Bekæmpelse af skadedyr på landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager. Forsøgnr. 92431.1-4, 93431.1-2, 93432.1-2, 95431.1-2. Planteværnscentret.

DJF 1993. Resultater af forsøg. Bekæmpelse af skadedyr på landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager. Forsøgnr. 93432.1-2. Planteværnscentret.

Elbert, A., Becker, B., Hartwig, J. & Erdelen, C. 1991. Imidacloprid - ein neues syetemisches Insektizid, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 44, 113-136.

Elbert, A., Nauen, R., Cahill, M., Devonshire, A.L., Scarr, A.W., Sone, S. & Steffens, R. 1996. Resistance Management with Chloronicotinyl Insecticides Using Imidacloprid as an Example. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer Special Issue, 3-15.

Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1990-97. Dyrkningsforsøg og undersøgelser i sukkerroer.

Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1996-97. Dyrkningsforsøg og undersøgelser i sukkerroer.

Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning 1998. Forsøgnr. 848, 849 og 887.

Hansen, S. 1998a. Varslingstjenesten for virusgulsot i Storstrøms og Vestsjællands Amter. Landbrugs-Nyt nr. 29, 13. juli 1998, 8.

Hansen, S. 1998b. Varslingstjenesten for virusgulsot i Storstrøms og Vestsjællands Amter. Landbrugs-Nyt nr. 3, 20. juli 1998, 6.

Heijbroek, W. 1988. Factors Affecting Sugar-beet Losses Caused by Beet Mild Yellowing Virus and Beet Yellows Virus, Mededelingen van de Faculteit andbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent 53/2a, 507-514.

Jørgensen, J: 1984. Landbrugszoologi til brug ved agronomistudiet. DSR Forlag Landbohøjskolen, København.

Landbrugets Rådgivningscenter 1998. Tabelbilag til Landsforsøgene. Forsøgnr. 091549898 -002 og –003. Landskontoret for Planteavl.

Møller, J.H. 1998. Roernes vækstvilkår i 1998. Roeavisen. September 1998, 5.

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus 1992-94. Kasvinsuojelukokeet. Forsøgnr. Koe 470a-b/92-93, Koe 473/92, Koe 474a/92, Koe 474/93-94.

Thomsen., J. N. 1998. Nyt fra mark og forsøg. SukkerroeNyt September 1998 nr. 3, 4-8.

Regent® 80 WDG (fipronil) - et nyt unikt insekticid fra Rhône-Poulenc Agro

Regent® 80 WDG (fipronil) - a new insecticide from Rhône-Poulenc Agro

Carl Peter Elgaard
Rhône-Poulenc Agro DANMARK A/S
Gladsaxevej 378
DK-2860 Søborg

Summary

For several years Regent® 80 WDG has been continuously developed to control insects in greenhouses. The results of this development work clearly show that Regent® 80 WDG is better than, or equal to present products. Regent® 80 WDG is effective against both nymph and adult stages of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in greenhouses. Further, Regent® 80 WDG is lenient towards flower cultures and beneficial insects.

Indledning

Regent® 80 WDG er handelsnavnet på det nye insekticid med aktivstoffet fipronil fra Rhône-Poulenc Agro. I de senere år er fipronil blevet udviklet med stor succes til bekæmpelse af en lang række insekter i gartneri og landbrug, samt inden for veterinær- og skadedyrsbekæmpelsesområder over det meste af verden.

Regent® 80 WDG er i Danmark blevet solgt på dispensation i sommeren 1998 til bekæmpelse af saintpauliatrips (*Frankliniella occidentails*) og nelliketrips (*Thrips tabaci*) i prydplanter i væksthuse. Regent® 80 WDG forventes registreret i løbet af 1999.

Regent® 80 WDG udmærker sig ved, foruden at være særdeles effektiv over for nogle af de mest vanskeligt bekæmpelige skadedyr i væksthuse, at have en meget høj afgrødetolerance og en unik selektivitet over for nogle af de mest betydningsfulde nytteinsekter.

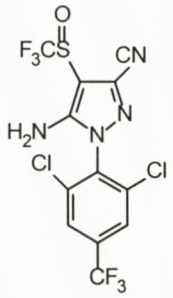
Kemiske og fysiske egenskaber

Kemisk navn: (+)-5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-p-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinyl-pyrazole-3-carbonitrile

Kemisk formular: $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$

Kemisk familie: Pyrazole

Strukturformel:



Molekylvægt: 437.1

Tilstandsform: Hvidt pulver v/20°C

Smeltepunkt: 200–201°C

Damptryk: 2,8 x 10-9 mm Hg at 20°C

Opløselighed: Vand 2,0 mg/l

Toksikologi: Fipronil

Akut Oral LD_{50} (rotter) 97 mg/kg legemes vægt
Akut Oral LD_{50} (mus) 95 mg/kg legemes vægt
Akut Dermal LD_{50} (rotter)>2000 mg/kg legemsvægt
Akut Dermal LD_{50} (kanin) 354 mg/kg legemsvægt

Økotox:

Daphnia	LC_{50} (48 timer)	0,19 mg/l
Alm. karpe	LC_{50} (96 timer)	0,43 mg/l
Ørred	LC_{50} (96 timer)	0,248 mg/l
Vildand	LD_{50}	>2150 mg/kg
Fasan	LD_{50}	31 mg/kg

Nedbrydning i jord

Fipronil metaboliseres i planter, jord og dyr via reduktion, oxadiation og/eller hydrolyse. Halveringstiden for fipronil udbragt på jordoverfladen er 34 dage.

Optagelse og virkemåde

Fipronil er primært et kontaktmiddel, der optages gennem insekternes hud og skelet, enten under selve udsprøjtningen, eller ved indtagelse af den behandlede overflade. Når optaget,

påvirker fipronil insekternes centralnervesystem ved at blokere GABA (*gamma-aminobutyric-acid*) receptoren, en helt ny virkemåde i forhold til tidligere anvendte insekticider.

Den hurtige "knockdown" effekt, som kendes fra pyrethroider og organophoshater, opnås i de fleste tilfælde ikke med Fipronil. Fipronil vil ofte opfattes som langsomt virkende, men insekternes skadelige gnaven vil ophøre umiddelbart efter behandling.

Fipronils opførsel i jorden

Fipronils bevægelse i jord er minimal som følge af dets meget lave vandopløselighed. K_{oc} (jordbindingskoefficienten) er blevet målt til mellem 2671 og 7818 i sandblandet lerjord.
I nedvaskningsstudier forbliver over 80% af de resterende mængder fipronil i de øverste 12 cm af søjlen.

På 4 europæiske lokaliteter var 90% af fipronilen efter 6 måneder under markforhold forsat ikke under 20 cm dybde, og mindre end 1% var fundet i 30-60 cm dybde.

Formulering

Regent® 80 WDG er et vandsuspenderbart granulat, der leveres i pakninger a 10 x 3 g i vandopløselige poser, indholdene 800 g fipronil pr. kg .

Dispensation og godkendelse

Som følge af den akutte mangel på effektive midler til bekæmpelse af trips i væksthuse blev der i foråret 1998 søgt om og opnået dispensation til anvendelse af Regent® 80 WDG til bekæmpelse af saintpauliatrips (*Frankliniella occidentalis*) og nelliketrips *(Thrips tabaci).* Regent® WDG er således blevet anvendt med succes i sommeren1998. Regent® 80 WDG forventes godkendt til det dispenserede brugsområde i begyndelsen af 1999.

Regent® 80 WDG's effektprofil på skadegørere i væksthus. Regent® 80 WDG's efficacy profile towards combating insects in greenhouses.

Skadegørere	**Latinske navne**	**Effekt niveau**
Ferskenbladlus	*Myzus persicae*	x
Krysantemum minerflue	*Phytomyza syngenesiae*	x
Nelliketrips	*Thrips tabaci*	xxx
Saintpauliatrips	*Frankliniella occidentalis*	xxx
Palmetrips	*Thrips palmi*	xxx
Sørgemyg	*Sciaridae*	xx
Væksthusmellus	*Trialeurodes vaporarium*	x
Væksthussnudebille	*Otiorrhynchus sulcatus*	xxx
Væksthusspindemide	*Tetranychus urticae*	x

Forsøgsresultater

Regent® 80 WDG har været afprøvet her i landet ved Danmarks JordbrugsForskning i 1996 og 1997. Herudover er der gennemført en række forsøg i Holland. Forsøgene viser samstemmende en effektiv bekæmpelse af tripsene, såvel på nymfestadiet som voksenstadiet.

Saintpauliatrips (*Frankliniella occidentalis*) på krysantemum. *Frankliniella occidentalis* in Chrysanthemum.

Middel	Dosering %	Virkningsgrad					
		Nymfe-stadiet			Voksenstadiet		
		7/11	14/11	21/11	7/11	14/11	21/11
2. Mesurol WP 50	0,1	99	99	99,0	69	57	85
3.Regent® 80 WDG	0,00625	67	97	100,0	52	96	96
4.Regent® 80 WDG	0,0125	75	97	99,9	78	77	100
5.Aztec	0,025	18	71	95,0	48	33	28
6.Aztec	0,05	14	61	90,0	60	66	48
7.Applaud 40 SC	0,0125	15	17	82,0	71	74	70
7.Applaud 40 SC	0,025	46	28	87,0	79	59	87
1.Ubeh.: Antal trips før spr.		517			55		
Ubeh.: Opformering i % i forhold til spr.		62	211	144	-18	26	19
LSD 95 uden ubehandlet		31	20	9	29	32	18

Saintpauliatrips (*Frankliniella occidentalis*) på krysantemum. *Frankliniella occidentalis* in Chrysanthemum.

Middel	Dosering %	Virkningsgrad					
		Nymfe-stadie			Voksen-stadie		
		22/4	29/4	6/5	22/4	29/4	6/5
2.Mesurol WP 50	0,10	88	95	92	18	75	76
3.Regent® 80 WDG	0,00078125	21	88	88	37	63	58
4.Regent® 80 WDG	0,0011719	18	93	94	61	74	95
5.Regent® 80 WDG	0,0015625	14	91	90	30	72	90
6.EPX 61335 A	0,0075	15	8	27	13	27	15
7.EPX 61335 A	0,01125	29	4	5	23	61	11
8.EPX 61335 AC	0,015	24	14	12	32	36	24
1.Ubeh.:antal trips før spr.		441			68		
Ubeh.: opformering i % i forhold til spr.		59	188	83	-76	200	419
LSD 95 uden ubehandlet		21	17	25	37	28	27

Kilde: DJF

Bemærkninger til begge forsøg

Forsøgene blev gennemført i 1996-97. De forsøg, som skulle være gennemført i 1998, blev ikke udført pga. manglende trips-angreb.

Infektionen blev foretaget ved at "banke" angrebne blomster over forsøgsplanterne. Opgørelsen blev foretaget ved at banke 25 blomster pr. parcel over et hvidt stykke karton, hvorefter levende nymfer blev registreret.

Planterne har i hele forsøgsperioden været anbragt i insektbure, hver parcel i sit bur. Behandlingen blev gennemført på planter i blomst.

I begge forsøg ses Regent® 80 WDG's høje effektivitet på såvel nymfer som voksne trips. En effektivitet, hvor Regent® 80 WDG udmærker sig i forhold til de øvrige, afprøvede midler.

Kultur tolerance

Regent® 80 WDG er afprøvet på følgende kulturer, uden nogle skader blev registreret.

Kulturer			
Begonia	Euphorbia	Kaktus	Roser
Cirtus	Gerbera*	Kalanchoë	Saintpaulia*
Chrysanthemum	Fuchsia	Marguritter	Solanum
Cyclamen	Impatiens	Petunia	

*Minimum 100 ltr. vand pr. 1000 m^2.

Nyttedyrs tolerance over for Regent® 80 WDG

Regent® 80 WDG er et bredt virkende insekticid, og som følge heraf vil det være nærliggende, at det også vil være hårdt over for nyttedyr. Men praktiske erfaringer samt forsøg viser, at dette langtfra er tilfældet. Erfaringerne viser, at Regent® 80 WDG er mere skånsom over for nyttedyr end de fleste andre insekticider.

Nyttedyrs tolerance over for Regent® 80 WDG

Mariehøns	lav giftighed
Ederkopper og mider	lav giftighed
Tovingede	lav giftighed
Årevingede	lav – høj giftighed
Tæger	lav – høj giftighed
Netvingede	moderat – høj giftighed

Som det fremgår af ovenstående er Regent® 80 WDG skånsom imod en lang række nyttedyr, men en del arter vil dog blive slået ihjel af en behandling med Regent® 80 WDG. Men, hvor man med de alternative produkter skal vente 1-3 måneder, før nyttedyr kan genudsættes, kan genudsætningen foretages kort tid efter en Regent® 80 WDG behandling.

Behandlingsstrategi

Rhône-Poulenc Agro har i samarbejde med DEG udarbejdet en behandlingsstrategi i forbindelse med trips bekæmpelse i prydplanter, en strategi, som sikrer, at resistensproblemer ikke vil udvikle sig.

Hovedpunkterne i strategien er, at trips bekæmpelsen i videst muligt omfang gennemføres ved biologisk bekæmpelse i vinterperioden. Når trips populationen bliver for stor, indledes kemisk bekæmpelse med skift af middeltyper, hvoraf Regent® 80 WDG udsprøjtes i behandlingspakker på 3 behandlinger fordelt over 1 generation af tripsene. Dvs. imellem Regent® 80 WDG behandlingspakkerne indsættes en behandling med et produkt med en anden virkningsmekanisme.

Diskussion

Regent® 80WDG er et middel med suveræn effekt over for nogle af de skadedyr, som er et stort problem i prydplante produktion. Saintpauliatrips (*Frankliniella occidentialis*) og nelliketrips (*Thrips tabaci*).

Fipronil, aktivstoffet i Regent® 80WDG, hører til i den kemiske gruppe phenyl pyrazoler, som blokerer GABA receptoren i centralnervesystemet, hvilket er unikt i forhold til andre insekticider. Dette gør fipronil aktuel også i forbindelse resistensforebyggelse.

Nytteinsekters generelt høje tolerance, som er blevet erfaret såvel i forsøg som i praksis, er et forhold, som gør Regent® 80WDG specielt velegnet til integreret insektbekæmpelse i væksthuse. Dette vil, sammen med Regent® 80 WDG-formuleringens store afgrøde-tolerance, gøre midlet til et vigtig hjælpemiddel ved løsningen af insektproblemer i prydplanteproduktionen i de kommende år.

Sammendrag

I adskillige år har Regent® 80 WDG været under udvikling til insektbekæmpelse i væksthuse. Resultaterne fra dette udviklingsarbejde viser tydeligt, at Regent® 80WDG er bedre end, eller på højde med de nuværende produkter. Regent® 80 WDG er effektiv til bekæmpelse af saintpauliatrips (*Frankliniella occidentalis*) og nelliketrips (*Trips tabaci*) såvel på nymfe- som på voksenstadiet.

Dertil kommer Regent® 80WDG's skånsomhed over for blomsterkulturer og ikke mindst over for nyttedyr.

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Stalddrift
Centrallaboratoriet
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 6-10, 5792 Årslev
Tlf. 63 90 43 43. Fax 63 90 43 90

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabilske Fødevarer
Afdeling for Infrastruktur

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax 58 11 33 01

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning
Teglværksvej 10, Tystofte
4239 Skælskør
Tlf. 58 16 06 00. Fax 58 16 06 06

Askov Forsøgsstation
Vejenvej 55, 6600 Vejen
Tlf. 75 36 02 77. Fax 75 36 62 77

Bioteknologigruppen
(Afd. f. Plantebiologi)
Thorvaldsensvej 40, 1.
1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax 35 28 25 89

Borris Forsøgsstation
Vestergade 46, 6900 Skjern
Tlf. 97 36 62 33. Fax 97 36 65 43

Den Økologiske Forsøgsstation
Rugballegård
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Foulumgård, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Jyndevad Forsøgsstation
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev
Tlf. 74 64 83 16. Fax 74 64 84 89

Rønhave Forsøgsstation
Hestehave 20, 6400 Sønderborg
Tlf. 74 42 38 97. Fax 74 42 38 94

Silstrup Forsøgsstation
Højmarken 12, 7700 Thisted
Tlf. 97 92 15 88. Fax 97 91 16 96

Tylstrup Forsøgsstation
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax 98 26 02 11

ISSN 1397-9884