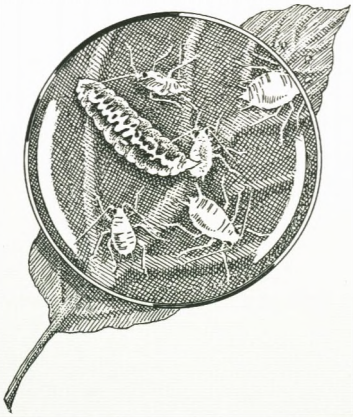
JR3

DJF rapport

Marts 1998

Nr. 3 • Markbrug



15. Danske Planteværnskonference

Sygdomme og skadedyr

15th Danish Plant Protection Conference

Pests and diseases

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

Danmarks JordbrugsForskning

15. Danske Planteværnskonference
Sygdomme og skadedyr

15th Danish Plant Protection Conference
Pests and diseases

DJF rapport Markbrug nr. 3 • marts 1998 • 1. årgang

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50 8830 Tjele	Tlf. 89 99 19 00 Fax 89 99 19 19
Løssalg:	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

Landbrugssektionen - Sygdomme og skadedyr

Svampesygdomme i korn

Anerkendelse af fungicider og insekticider i 1996. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl
Fungicides and insecticides approved in 1997 for agricultural purposes and fruit growing
Karen Frænde Jensen, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, A. Nøhr Rasmussen & Lars Monrad Hansen 7

Planteværn i triticale
Crop Protection in triticale
Ghita Cordsen Nielsen 15

Strobiluriner - anvendt alene eller i blanding med EBI midler
Strobilurins - used alone or in mixtures with EBI fungicides
Lise Nistrup Jørgensen 27

Raxil® IM 035 ES - sætter ny standard for bekæmpelse af nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*)
Raxil® IM 035 ES - a new standard against *Ustilago nuda*
Erling Madsen & Niels Jørgen Hvelplund 39

Fortress® - et nyt fungicid til bekæmpelse af meldug i korn
Fortress® - a new fungicide against *Erysiphe* in cereals
Anders Mondrup 49

Folicur® EW 250 - et bredspektret svampemiddel godkendt til korn, raps og frøgræs
Folicur® EW 250 - a fungicide with a broad spectrum registered for cereals, oilseed rape and grass seed
Jens Husby, Peter Højer & Erling Madsen 57

Sygdomme i kartofler

Påvisning af potato virus Y i knolde i spirehvile med den PCR-baserede metode DIAPOPS (detection of immobilised, amplified product in a one-phase system)
Detection of potato potyvirus Y in dormant tubers by a PCR-based method DIAPOPS (detection of immobilised amplified product in a one phase system)
Steen Lykke Nielsen, Karen Husted & Henrik Nørgaard Rasmussen 73

Kartoffelskimmel før og nu
Potato late blight - before and now
Lars Bødker, Rasmus Kidmose, Jens G. Hansen & Søren Holm 81

Pesticider, flora og fauna

Metabolitter fra insektpatogene svampe: Nye naturstoffer med perspektiver til insektbekæmpelse
Metabolites from insect-pathogenic fungi: new natural compounds with potential for insect pest control
Jørgen Eilenberg & Lene Thomsen 89

Vurdering af en passende behandlingshyppighed for insekticider i korn, baseret på registreringer i planteavlskonsulenternes registreringsnet
Evaluation of a adequate treatment frequency for insecticides in cereals, based on registrations in the monitoring system of the extension service
Ghita Cordsen Nielsen & Ole Juhl 97

Effekter af reduceret pesticiddosering på flora og fauna i agerlandet, et projekt knyttet til Pesticidhandlingsplanen
Effects of reduced pesticides doses on flora and fauna of agricultural fields - a project linked to the Danish Pesticide Action Plan
Peter Esbjerg et al. 109

Effekter af reduceret herbicidbrug på markens ukrudt.
Et led i projektet: Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet
Effects of use of reduced herbicide doses on weeds.
A part of the project: Effects of use of reduced pesticide doses on flora and fauna in the agricultural landscape
Anne Mette Jensen 121

Pæcisionsjordbrug

Sygdomskort og positionsbestemt fungicidanvendelse
Disease map and site specific fungicide application
Karsten Dalsgaard Bjerre & Bo JM Secher 131

Justering af dosering i forhold til afgrødetæthed - et nyt koncept for dosering af svampe- og insektmidler
Adjusting dosages according to canopy densities - a new concept for dosing fungicides and insecticides
Bo JM Secher 145

Ukrudtskort og pletsprøjtning
Weed maps and precision spraying
Torben Heisel, Svend Christensen & Anne Mette Walter 151

Digitalt kamerasystem til detektion af ukrudt
A digital camera system for weed detection
Svend Christensen & Torben Heisel 161

Perspektiver for stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler
Perspectives for site specific application of pesticides
Bo JM Secher, Svend Christensen & Torben Heisel 173

Havebrugssektionen - sygdomme og skadedyr

PC-varsling af knoporm (*Agrotis segetum*) i økologiske grønsager, baseret på fældefangst og data indsamlet ved anvendelse af HARDI KLIMASPYD®
PC forecasting model for Cutworm (*Agrotis segetum*) in organic farming, based on sex trap catches and data collected with HARDI METPOLE®
Mikkel S. Nilars & Peter Esbjerg 183

Biologisk bekæmpelse af saintpaulia-trips (*Frankliniella occidentalis*) (Thysanoptera: Thripidae) med tripsrovmiden *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) i agurk (*Cucumis sativus*). Behov for introduktion af tripsrovmider, baseret på forholdet mellem tripslarver og rovmider, og undersøgelse af arternes fordeling på planten
Biological control of Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*) (Thysanoptera: Thripidae) by the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) in cucumber (*Cucumis sativus*). The need for introduction of predatory mites, based on the thrips larva:predatory mite ratio, and survey of the distribution pattern of the two species on the plant
Aage Kjær Larsen, Anders Dyekjær Madsen & Holger Philipsen 193

Identifikation af plantepatogene bakterier ved hjælp af fedtsyreanalyser
Identification of plant pathogenic bacteria by fatty acid analysis
Keld Mansfeld-Giese 205

Nye strategier for styring af luftfugtighed i væksthuse i relation til svampeangreb
Strategies for controlling glasshouse air humidity
Bent Løschenkohl 211

Interaktioner mellem *Verticillium lecanii* (Mycotal) og *Trichoderma harzianum* (Trichodex) til bekæmpelse af mellus og gråskimmel i tomatkulturer: Foreløbige resultater
Interactions of *Verticillum lecanii* (Mycotal) and *Trichoderma harzianum* (Trichodex) for control of white flies and grey mould on tomatoes, a preliminary report
David Yohalem, Henrik F. Brødsgaard & Annie Enkegaard 217

Dyrkningsforholdenes indflydelse på pesticidindholdet i frugt og grøntsager
The influence of growing conditions on the residues of pesticides in fruit and vegetables
Erik Kirknel 223

Mikrobielle præparater til bekæmpelse af jordboende svampe
Microbiology for control of soilborne pathogens
Lene Petersen 227

Afdrift fra sprøjteudstyr til svampebekæmpelse i jordbær. Effekt af afskærmet jordbærbom og ledsageluft til almindelig marksprøjte
Drift from spray equipment used for control of diseases in strawberry. Effect of shielding row application kits and airassistance to traditional field sprayer
Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid 229

FENIX (aclonifen) - et nyt ukrudtsmiddel i gulerødder, rodpersille persillerod), pastinak, selleri, sætteløg, konservesærter, ærter og kartofler
FENIX (aclonifen) - a novel herbicide for use in carrot, parsley, (parsley root), parsnip, celery, set onion, green peas and potatoes
Ivan Brendstrup 239

Pesticider til små kulturer
Pesticides for minor uses
Klaus Paaske 249

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Anerkendelse af fungicider og insekticider i 1997. Landbrugsafgrøder, frilandsgrønsager samt frugtavl

Fungicides and insecticides approved in 1997 for agricultural purposes and fruit growing

Karen Frænde Jensen, Lise Nistrup Jørgensen, Bent J. Nielsen, Klaus Paaske, A. Nøhr Rasmussen & Lars Monrad Hansen
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JordbrugsForskning
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 standardized Danish guidelines, most of which are based on international guidelines elaborated by the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO).

Denmark has from the 1st January 1996 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 1997-season. The testing units have been inspected by the recognizing authorities (GEP-unit). The department is officially recognized 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 observation trials (seed treatment) dosages of 2/1, 1/1, 3/4 and 1/2 are necessary.

With validity from the first of January 1998 several new fungicides and insecticides have been granted an approval. Names of approved products, dosages, active ingredients, plant diseases, insect pests and names of companies are shown in the tables 1-4.

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 1998 anerkendt en række nye fungicider og insekticider. Vedrørende midler, skadegørere, virksomt stof, anerkendt dosering og anmeldende firma henvises til tabellerne 1-4.

Forsøgsarbejdet vedrørende svampesygdomme i korn er nærmere omtalt i Jørgensen og Jensen (1998) og svampesygdomme i kartofler i Nielsen (1998b). Skadedyr i landbrugsafgrøder er omtalt i Hansen (1998). Forsøgsdata m.v. er angivet i de årlige forsøgsrapporter (Nielsen & Jørgensen (1997), Hansen og Nielsen (1997) samt Paaske & Rasmussen (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 samt til vækstregulering 1997" (Anon. 1997). Midlerne optages dog først i denne liste, når de er godkendt af Miljøstyrelsen.

De med * mærkede midler i tabellerne 1-4 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 retningslinier 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. 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. Bejdsemidler med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder (1. januar 1998). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. *Newly approved seed dressings and seed dressings with extended or changed approval (1st January 1998). * = not registered in Denmark.*

Midler og aktive stoffer *Products and active ingredients*	Firma *Company*	Dosering *Dosage*	Anerkendt mod *Approved against*
Dividend 37,5 LS difenoconazol 37,5 g/l	Novartis	1,5 ml/kg	Rugstængelbrand (*Urocystis occulta*) Fusariose på rug (*Fusarium* spp., *rye*) Hvedestinkbrand (*Tilletia caries*) Fusariose på hvede (*Fusarium* spp., *wheat*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*)
Fungazil A25 imazalil 25 g/l	Cillus	2,0 ml/kg	Bygstribesyge *(Drechslera graminea)* Fusariose på byg (*Fusarium* spp. *barley)*
Premis delta * triticonazol 12,5 g/l iprodion 125 g/l	Rhone Poulenc	2,0 ml/kg 4,0 ml/kg	Rugstængelbrand (*Urocystis occulta*) Fusariose på rug (*Fusarium* spp., *rye*) Hvedestinkbrand (*Tilletia caries*) Fusariose på hvede (*Fusarium* spp., *wheat*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*)
Raxil 035 ES tebuconazol 15 g/l imazalil 20 g/l	Bayer A/S	1,5ml/kg 3,0 ml/kg	Nøgen bygbrand *(Ustilago nuda)* Bygstribesyge *(Drechslera graminea)* Fusariose på byg (*Fusarium* spp., *barley)*

Tabel 2. Fungicider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager (1. januar 1998). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. *Newly approved fungicides and fungicides with extended or changed approval (1st January 1998). * = not registered in Denmark.*

Midler og aktive stoffer *Products and active ingredients*	Firma *Company*	Dosering *Dosage*	Anerkendt mod *Approved against*
Acrobat MZ-WG* dimetomorph 75 g/kg mancozeb 667 g/kg	Cyanamid	2,0 kg/ha	Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)*
Amistar *+ Corbel azoxystrobin 250 g/l + fenpropimorph 750 g/l	Zeneca Agro	1,0 l/ha + 0,5 l/ha	Hvedemeldug (*Erysiphe graminis*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*) Hvedegråplet (*Septoria tritici*) Gulrust (*Puccinia striiformis*) Bygbladplet (*Drechslera teres*)
Amistar Pro * azoxystrobin 100 g/l fenpropimorph 280 g/l	Zeneca Agro	2,0 l/ha	Skoldplet *(Rhynchosporium secalis)*
Diamant * epoxiconazole 125 g/l kresoxim-methyl 125 g/l	BASF Danmark A/S	1,0 l/ha	Meldug på korn (*Erysiphe graminis*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*) Hvedegråplet (*Septoria tritici*) Bygbladplet (*Drechslera teres*)
Dithane DG mancozeb 750 g/kg	BASF Danmark A/S	2,0 kg/ha	Kartoffelskimmel *(Phytophthora infestans)*
Mentor * kresoxim-methyl 150 g/l fenpropimorph 300 g/l	BASF Danmark A/S	0,7 l/ha	Skoldplet *(Rhynchosporium secalis)*
F-961* spirozamine 267 g/l azoxystrobin 133 g/l	Bayer A/S	1,5 l/ha	Meldug på korn (*Erysiphe graminis*) Hvedebrunplet (*Septoria nodorum*) Hvedegråplet (*Septoria tritici*) Bygbladplet (*Drechslera teres*)
Fortress * quinoxyfen 500 g/l	Dow Elanco	0,3 l/ha	Hvedemeldug (*Erysiphe graminis*) (med 60-70 dages langtidsvirkning)

Tabel 3. Insekticider med nye anerkendelser eller med udvidet eller ændret anerkendelse. Landbrugsafgrøder og frilandsgrønsager (1. januar 1998). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. *Newly approved insecticides and insecticides with extended or changed approval (1st January 1998). * = not registered in Denmark.*

Midler og aktive stoffer *Products and active ingredients*	Firma *Company*	Dosering *Dosage*	Anerkendt mod *Approved against*
Gaucho 600 FS* imidachloprid 600 g/l	Bayer A/S	100 ml/unit 150 ml/unit	Ferskenbladlus *(Myzus persicae)* Runkelroebiller *(Atomaria linearis)* Bedebladlus *(Aphis fabae)*
Montur* imidachlorid 150 g/l tefluthrin 40 g/l	Bayer A/S	150 ml/unit	Runkelroebiller *(Atomaria linearis)*
Methyl Parathion CS* methyl-parathion 450 g/l	Cheminova	1,0 l/ha	Stankelben på græs *(Tipula paludosa)*

Tabel 4. Fungicider og insekticider med ny eller ændret anerkendelse, frugttræer og jordbær (1. januar 1998). * = ikke godkendt af Miljøstyrelsen. *Newly approved fungicides and insecticides or fungicides and insecticides with changed approval, fruittrees and strawberries (1st January 1998). * = not registered in Denmark.*

Midler og aktive stoffer *Products and active ingredients*	Firma *Company*	Dosering *Dosage*	Anerkendt mod *Approved against*
Baycor 25 WP bitertanol 250 g/kg (ændring fra 2,0 kg/ha til 1,3 kg/ha)	Bayer A/S	1,3 kg/ha	Kirsebærbladplet *(Blumeriella jaapii)* Grå monilia på kirsebær *(Monilia laxa)* cherry
Confidor 70 WG* imidachloprid 700 g/kg	Bayer A/S	0,15 kg/ha 0,035%	Rød æblebladlus *(Dysaphis plantaginea)* Grøn æblebladlus *(Aphis pomi)* Ferskenbladlus på agurk, tomat, grøn peber i væksthus *(Myzus persicae)* Agurkbladlus på agurk og prydplanter i væksthus *(Aphis gossypii)* Væksthusmellus på prydplanter i væksthus *(Trialeurodes vaporariorum)* Bomuldsmellus på prydplanter *(Bemisia tabaci)*
Provado Aerosol* imidachloprid 0,025%	Bayer A/S	Sprøjtning til planten er let fugtig, men ikke våd (Spraying until the plant is moist, but not wet)	Ferskenbladlus på agurk, tomat, grøn peber i væksthus *(Myzus persicae)* Væksthusmellus på prydplanter *(Trialeurodes vaporariorum)*
Provado Plant Pind* imidachloprid 25 g/kg	Bayer A/S	1 pind/l jord (1 stick/ l soil)	Ferskenbladlus på agurk, tomat, grøn peber i væksthus *(Myzus persicae)* Voksne væksthusmellus på prydplanter *(Trialeurodes vaporariorum)*
Scala* pyrimethanil 400 g/l	AgrEvo A/S	2,0 l/ha	Gråskimmel på jordbær *(Botrytis cinerea)* strawberry

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. 1997. Plantebeskyttelsesmidler anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop samt til vækstregulering. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

Hansen, L.M. 1998. Skadedyr i landbrugsafgrøder. SP rapport 1 (1998), 72-80.

Hansen, L.M. & Nielsen, B.J. 1997. Results from field trials 1997. Control of pest and diseases in agricultural crops and field vegetables. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

Nielsen, B.J. & Jørgensen, L.N. 1997. Results from field trials 1997. Control of diseases in cereals. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

Jørgensen, L.N. & Jensen, K.F. 1997. Svampesygdomme i korn, SP rapport nr. 1 (1998), 24-58.

Nielsen, B.J. 1998a. Frøbårne sygdomme i korn . SP rapport nr. 1 (1998), 59-66.

Nielsen, B.J. 1998b. Svampesygdomme i kartofler. SP rapport nr. 1 (1998), 67-71.

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

Paaske, K. & Rasmussen, A. Nøhr 1998. Resultater af forsøg 1997. Bekæmpelse af svampesygdomme og skadedyr i frugttræer, frugtbuske, jordbær, væksthus-og planteskolekulturer samt frilandsgrønsager. Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Planteværn i triticale

Crop protection in triticale

Ghita Cordsen Nielsen
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Summary

During the last years the interest for cultivating triticale in Denmark has increased. In this contribution the need for plant protection in triticale is discussed.

Indledning

I de senere år er interessen for dyrkning af triticale øget. I 1996 dyrkedes 6.000 ha og i 1997 13.000 ha (foreløbigt tal). Arealet i 1998 vurderes til omkring 25.000-30.000 ha.

I tabel 1 ses, hvilke sorter der er dyrket i de senere år.

Tabel 1. Triticalesorternes udbredelse i procent (Oversigt over landsforsøgene). Triticale varieties cultivated in Denmark, per cent of area with triticale

Udlagt efterår Sown autumn	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Alamo	24	43	49	49	37
Modus			10	18	27
Prego		6	42	33	24
Origo					8
Trimaran					5
Andre sorter	76	51	0	0	0

Bladsvampe

Triticale kan i princippet angribes af de samme svampesygdomme som både hvede og rug. Erfaringerne er dog, at triticale generelt er sundere end hvede og ofte også sundere end rug.

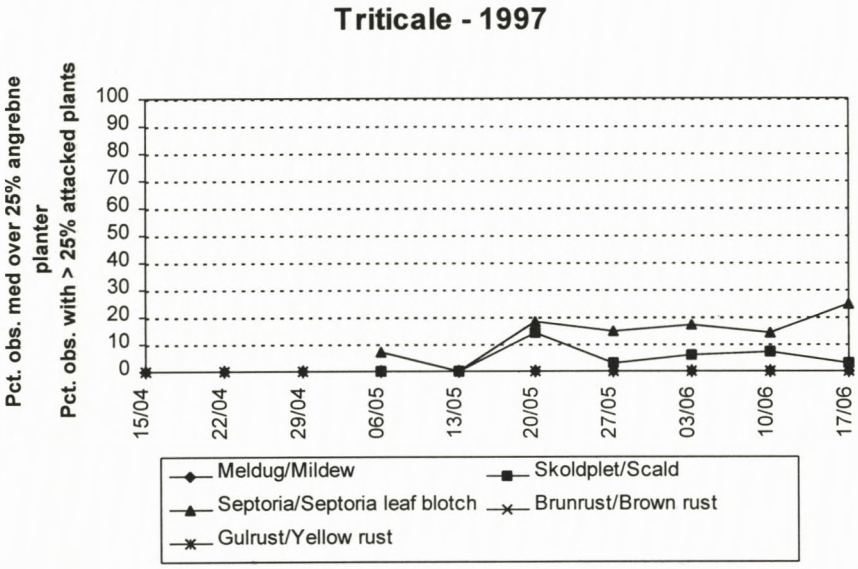
I observationsparcellerne er i triticale i de senere år kun bedømt angreb af Septoria og gulrust, fordi andre svampe har været uden betydning. I tabel 2 ses sygdomsbedømmelser ifølge sortsforsøg 1994-97.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 15 - 26

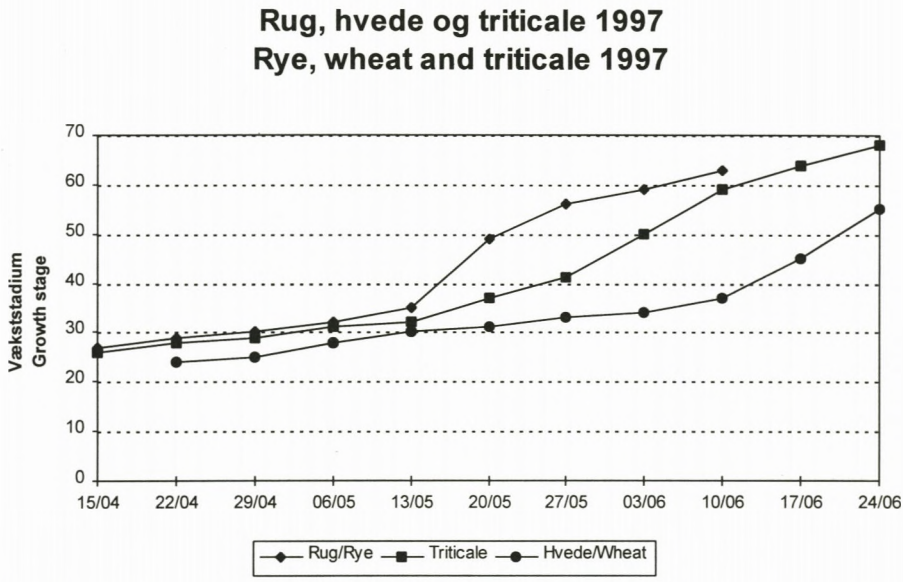
Tabel 2. Angreb af svampesygdomme (pct. dækning) i triticale i observationsparcellerne (Sortsforsøg). Per cent attack of diseases in triticale

	1994		1995		1996	1997
	3 lokaliteter 3 localities	**2 lokaliteter** 2 localities	**2 lokaliteter** 2 localities	**1 lokalitet** 1 locality	**7 lokaliteter** 7 localities	**4 lokaliteter** 4 localities
	Gulrust Yellow rust	**Septoria** Septoria	**Gulrust** Yellow rust	**Septoria** Septoria	**Septoria** Septoria	**Septoria** Septoria
Alamo	0,1	3,0	0,0	10,0	9,9	1,6
Prego	0,2	1,0	0,1	10,0	7,5	0,7
Modus	1,7	3,0	17,5	5,0	1,5	0,2

Fra 1997 indgik triticale også i planteavlskonsulenternes registreringsnet - se figur 1 + 2. Der blev bedømt i sorterne Alamo og Modus. Det fremgår af figur 2, at også med hensyn til udviklingstrin er triticale en mellemting mellem rug og hvede.

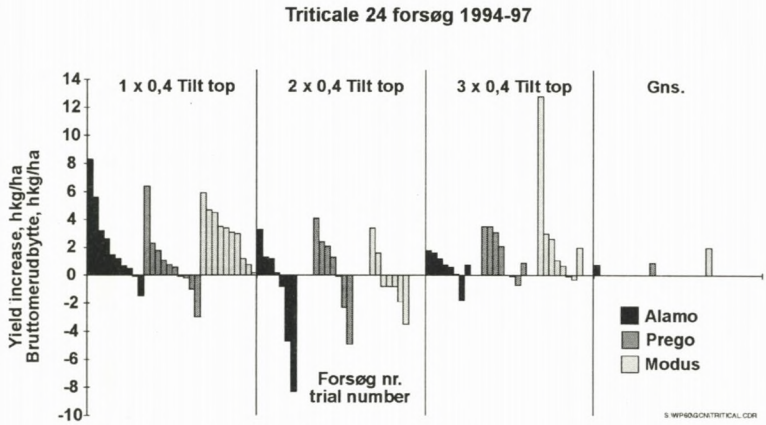


Figur 1. Udviklingen af skadegørere i triticale i planteavlskonsulenternes registreringsnet. Procent observationer med over 25 pct. angrebne planter er angivet. Attack of diseases in triticale



Figur 2. Udviklingen af vækststadier i rug, triticale og hvede i planteavlskonsulenternes registreringsnet. Growth stages in rye, triticale and wheat.

I perioden 1992-97 er i de landøkonomiske foreninger udført en del forsøg med bekæmpelse af bladsvampe i triticale. I figur 3 ses de opnåede bruttomerudbytter i 24 forsøg i 1994-97 i de tre mest udbredte sorter. Der er udført 1, 2 eller 3 behandlinger med 0,4 l Tilt top pr. ha. Bruttomerudbytterne er vist for at vurdere potentialet i svampebekæmpelse i triticale. I gennemsnit af forsøgene er det højeste merudbytte opnået i Modus. Der har været gulrust, meldug og Septoria i forsøgene. Der har været mest gulrust i Modus - i forsøget med et bruttomerudbytte på 12,8 hkg pr. ha blev der 9/6 registreret 17 pct. dækning af gulrust i ubehandlet. I Prego var der i samme forsøg 11 pct. dækning, og der blev opnået et bruttomerudbytte på 3,5 hkg pr. ha for 3 behandlinger med 0,4 l Tilt top pr. ha. I Alamo var der kun spor af gulrust, og bruttomerudbyttet for svampebekæmpelse blev 1,2 hkg pr. ha. Det vurderes, at behovet for bekæmpelse af bladsvampe i triticale ligger på 0-1 behandling.



Figur 3. Opnåede bruttomerudbytter for svampebekæmpelse i 3 triticalesorter. 24 forsøg 1994-97 (Oversigt over landsforsøgene). Yield increase in trials with control of diseases in 3 triticale varieties. 24 trials 1994-97

Knækkefodsyge

I tabel 3 ses resultater efter en nystartet forsøgsplan, hvor bl.a. effekten af knækkefodsygebekæmpelse i triticale er belyst. Bekæmpelse af knækkefodsyge har her ikke været rentabel. I tabel 4 ses ældre forsøg med bekæmpelse af knækkefodsyge - behandling med Sportak har her ikke været rentabel. Foreløbig foreslås en vejledende skadetærskel for knækkefodsyge i triticale på 25 pct., hvilket er en højere tærskel end i rug og en lavere tærskel end i hvede. I Sverige anvendes samme skadetærskel for knækkefodsyge i triticale som i hvede (personlig komm. Gunilla Berg, Växtskyddscentralen, Alnarp).

Med hensyn til goldfodsyge vurderer forædlerne, at følsomheden ligger mellem rug og hvede (Kurt Hjortsholm, Sejet Planteforædling).

I tabel 5 ses resultatet af en nystartet forsøgsplan i de landøkonomiske foreninger, hvor udbyttet i hvede, triticale og rug er målt. De fem forsøg er udført på varierende jordtyper og med varierende forfrugter. Kun i et af de fem forsøg har rugen været højstydende. Det er gennemført på JB 1 og med markært som forfrugt. I de fire andre forsøg har rugen ydet mindst, mens vinterhvede har været højstydende. I forsøgene er der også bedømt angreb af knækkefodsyge og goldfodsyge. Det er velkendt, at både hvede og rug kan angribes af goldfodsyge, men hvede er mere følsom for angreb end rug. Angrebsstyrken skal derfor sammenholdes med afgrødens følsomhed. I efteråret er anlagt hele 26 forsøg efter ovenstående plan, så fremover vil der foreligge flere oplysninger.

Tabel 3. Skadegørere og vækstregulering i triticale (Oversigt over landsforsøgene).
Control of pests, diseases and growth regulation in triticale

Triticale	Pct. strå angrebet af Per cent straw attacked with			Pct. dækning af Per cent attack of		Hkg kerne pr. ha Hkg kernel per ha	
	Knækkefodsyge Eyespot	**Trips** Thrips	**Bladlus** Aphids	**Septoria** Septoria	**Lejesæd**[1)] Lodging	**Udb.og merudbytte** Yield and yield increase	**Nettomerudbytte** Net yield
	Juli July	**Ca. 27/6**			**Juli** July		
1997. 7 forsøg/trials		*3 fs.*	*4 fs.*				
1. **Ubehandlet/** untreated	27	44	44	1	0	**47,6**	-
2. 0,5 l Megaturbo	-	-	-	0,6	0	1,5	-1,3
3. 1,0 l Amistar Pro	-	-	-	0,4	0	1,8	-
4. 0,5 l Sportak EW	19	-	-	0,6	0	-0,7	-3,4
5. 2 x 0,5 l Megaturbo	-	-	-	0,8	0	0,8	-4,8
6. 1 x 0,5 l Megaturbo 1 x 0,3 l Sumi-Alpha	-	38	26	0,7	0	2,0	-2,4
7. 1,0 l Cycocel 750	19	-	-	1	0	0,5	-0,7
8. 0,4 l Moddus	-	-	-	1	0	0,9	-
LSD 1-8						*1,6*	
LSD 2-8						*1,6*	

1) Karakter for lejesæd: 0 = ingen lejesæd. 10 = helt i leje. 1) Character for lodging: 0 = no lodging. 10 = 100% lodging.
Led 4 og 7 behandlet i stadium 30-31. 4 and 7 treated in growth stage 30-31.
Led 2, 3 og 8 behandlet i stadium 37-41. 2, 3 and 8 treated in growth stage 37-41.
Led 5 behandlet i stadium 30-31 og 37-41. 5 treated in growth stage 30-31 and 37-41.
Led 6 behandlet i stadium 37-41 og 45-50. 6 treated in growth stage 37-41 and 45-50.

Tabel 4. Bekæmpelse af knækkefodsyge (Oversigt over landsforsøgene). Control of eyespot

Triticale	**% angreb af knækkefodsyge** % attack of Eyespot		**Hkg kerne pr. ha** Hkg kernel per ha	**Nettomerud-bytte, hkg/ha** Net yield hkg per ha
	Forår Spring	**Ca. 20/7**		
1985. 2 forsøg/trials				
1. Ubehandlet/untreated	17	14	**31,8**	
2. Benlate 0,5 kg	10	25	2,0	-
3. Tilt cb 240 1,5 l	7	0	4,9	-
4. Sportak 45 EC 1,0 l	15	10	2,6	-1,8
5. Sportak PF 1,5 l	-	0	4,5	-
6. Benlate 0,5 kg	-	6	2,4	-
7. Sportak 45 EC 1,0 l Benlate 0,5 kg	-	0	2,9	-
1986. 1 forsøg/trial				
1. Ubehandlet/untreated	4	4	**36,7**	
8. Sportak 45 EC 1,0 l	-	2	2,2	-2,2

Led 2-4 og 7 behandlet efterår. 2-4 and 7 treated autumn.
Led 5-7 behandlet forår. 5-7 treated spring.
Led 8 behandlet forår, vækststadium 30-31. 8 treated spring, growth stage 30-31.

Tabel 5. Artsforsøg med vintersæd 1997 (Oversigt over landsforsøgene)
Yield in triticale, rye and winterwheat

	Juli, procent/July, per cent		**Strålængde cm**/straw length cm	**Hkg pr. ha**	**Fht.**
	Rod m. goldfodsyge/root with take-all	**strå m. kn.fodsyge**/ straw with eye spot			
Antal forsøg/ *number of trials*	*5*	*5*	*5*	*5*	
Triticale/triticale	3	13	104	76,9	100
Vinterrug/rye	9	7	134	66,9	87
Vinterhvede/wheat	6	11	72	84,3	110
LSD				*7,8*	

Udsædsbårne svampe

I princippet kan udsædsbårne svampe fra både hvede og rug angribe triticale. Triticale vurderes at have en mindre modtagelighed over for udsædsbårne svampe.

Danmarks JordbrugsForskning har i 1995 undersøgt forskellige triticalesorters modtagelighed for hvedestinkbrand (både kerne- og jordsmitte) og rugstængelbrand.

Der er smittet med sporemængder, som normalt giver anledning til meget kraftige angreb. Resultatet ses i tabel 6.

Tabel 6. Forsøg med kunstig smitte med hvedestinkbrand og rugstængelbrand i forskellige triticalesorter (Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg). Trials with artificial infection with bunt and stripe smut in different varieties of triticale

	Kernesmitte med stinkbrand Bunt, seed borne infection	**Jordsmitte med stinkbrand** Bunt, soil borne infection	**Kernesmitte med rugstængelbrand** Stripe Smut, seed borne
Sort/variety	**% angrebne planter** % attacked plants	**% angrebne planter** % attacked plants	**% angrebne planter** % attacked plants
1. Nord 94-2	0	0	0
2. SW 89210	0	0	0
3. LAD 236-89	0	0	0
4. LP 6061.88	0	0	0
5. G50.05	0	0	0
6. Nord 93-139	0	0	0
7. Nord 93-7516	0	0	0
8. LAD 407-88	0	0	0
9. Alamo	0	0	0
10. Prego	0	0	0
11. Modus	0	0	0
12. Nemo	0	0	0

Det fremgår, at de viste sorter ikke blev angrebet. Angivelser fra Sverige tyder også på en lille modtagelighed for stinkbrand i triticale. Trods de lave angreb anbefales en bejdsebehovsanalyse før bejdsning af triticale undlades.

Af øvrige udsædsbårne svampe i triticale kan nævnes hvedebrunplet og Fusarium. Især i fugtige år forventes kernesmitte med disse sygdomme.

Er der ikke iagttaget Septoria på fanebladet, er det kun lidt sandsynligt, at der er sket kernesmitte. Bejdsning mod Septoria anbefales ved over 5 pct. angrebne kerner og bejdsning mod Fusarium ved over 15% angrebne kerner.

Nogle firmaer oplyser, at de udfører bejdsebehovsanalyser i triticale for at fastlægge bejdsebehovet.

Sibutol LS 280 og i mindre omfang Panoctine 30 bruges normalt til bejdsning af hvede og rug. Kun Panoctine 30 er godkendt i triticale. Panoctine er blevet forbudt i Danmark pr. 1/8-98.

Meldrøjer

I tyske forsøg er der i vækstsæsonen 1991-92 foretaget kunstig smitte med meldrøjer i forskellige sorter af hybridrug, almindelig rug og triticale.

Af resultaterne i tabel 7 fremgår det, at de afprøvede triticalesorter blev mindst angrebet af meldrøjer. Triticale er altså også på dette område en mellemting af rug og hvede.

Tabel 7. Angreb af meldrøjer i kunstigt smittede rugsorter. Tyske forsøg 1991-92. Attack of ergot in different varieties

	Procent aks angrebet af meldrøjer
Konventionelle rugsorter/rye	Per cent attack with ergot
1. Karlshulder WR	5,6
2. Kustro	0
3. Halo	2,8
4. Danko	0,9
5. Merkator	4,7
6. Dominator	4,9
7. Motto	1,7
8. Berelus	4,9
9. Bernburter F.R.	1,0
10. POS Grünschnittroggen	6,0
11. Pluto	0,8
12. Muro	4,6
13. Peros	2,3
14. Baro	4,9
Gns.	3,2
Hybridrugsorter/hybrid rye	
15. Akkord	39,0
16. Cero	36,6
17. Amando	31,4
18. Luchs	31,4
19. Marder	40,3
20. Rapid	36,0
21. Clou	20,2
22. Marlo	29,6
Gns.	33,1

Triticalesorter/triticale

23. Lasko	0
24. Local	1,2
25. Salvo	0
26. Lukos	0,5
27. Alamo	0
28. Purdy	0,7
Gns.	0,4

Skadedyr

De vejledende skadetærskler for bladlus i hvede - se tabel 8 - er gradueret efter vækststadier og kan også anvendes i triticale. Da triticale er hurtigere i vækst end hvede, er der større chance for, at bladlusene kommer så sent, at bekæmpelse ikke er aktuel.

Den vejledende skadetærskel for rug på 2-3 mørke trips pr. bladskede lige før skridning antages også at gælde i triticale. Svenske undersøgelser viser, at triticale er mere følsom for tripsangreb end rug.

Tabel 8. Vejledende skadetærskler for bladlus i hvede. Damage thresholds for aphids in wheat

Bladlus

Vækststadium/growth stage 37-38: Over 40-50 **pct. angrebne strå**/per cent attacked straw.
Vækststadium/growth stage 39-53: Over 30-40 **pct. angrebne strå**/per cent attacked straw.
Vækststadium/growth stage 54-49: Over 40-50 **pct. angrebne strå**/per cent attacked straw.
Vækststadium/growth stage 60-70: Over 50-60 **pct. angrebne strå**/per cent attacked straw.
Vækststadium/growth stage 71-75: Over 60-70 **pct. angrebne strå**/per cent attacked straw.

Vækstregulering

Kun Moddus er godkendt til vækstregulering i triticale. Før Moddus blev godkendt i september 1997, var der ingen midler til rådighed til denne opgave. Moddus er godkendt i vækststadium 37-39 med 0,3-0,4 l pr. ha. I årets forsøg (tabel 3) var der ingen lejesæd og derfor heller ikke merudbytter for Moddus. Forsøgene fortsætter.

Strålængden i triticalesorterne varierer og ligger midt imellem rug og hvede - se tabel 9.

Tabel 9. Strålængder i udvalgte hvede-, triticale- og rugsorter, data fra Sortsforsøg 1997. Straw length in wheat, triticale and rye varieties

Sort	**Strålængde, cm**/straw length, cm	**Kar. for lejesæd***/character for lodding*
Hvede/wheat		
Brigadier	68	0,0
Efal	74	0,0
Haven	68	0,0
Hussar	69	0,6
Lynx	64	0,0
Ritmo	77	0,1
Terra	93	1,7
Trintella	78	1,2
Versailles	75	0,7
Triticale/triticale		
Alamo	117	3,0
Modus	114	6,7
Origo	108	1,3
Prego	111	1,2
Trimaran	107	0,2
Rug/rye		
Dominator	140	5,1
Esprit	136	5,0
Hacada	147	5,4
Rapid	139	1,4

* **0-10 skala, hvor 10 = helt i leje.** 0-10 where 10 = 100% lodging.

Godkendte midler

Mange midler er godkendt af Miljøstyrelsen "i korn". For flere midler gælder godkendelsen derimod for bestemte kornarter. Efter at Moddus i 1997 blev godkendt til vækstregulering i triticale og Barnon Plus til flyvehavrebekæmpelse i triticale, er der ikke længere "huller" i de til rådighed værende midler i triticale. Selv om flere midler ikke er godkendt i triticale, er det nu muligt at løse alle planteværnsproblemer i triticale. Bejdsemidlet Panoctine bliver forbudt pr. 1/8-98, og herefter er der ingen godkendte midler i triticale. Heldigvis vurderes bejdsebehovet lavt i triticale, hvorfor man efter bejdsebehovsanalyser i de fleste tilfælde vil få besked om, at der intet bejdsebehov er. Det største problem i triticale er, at spireevnen kan være for lav i visse år. Dette skyldes en meget stor spirevillighed i marken i triticale (pers. komm. Kurt Hjortsholm, Sejet Planteforædling).

Svenske erfaringer

I Sverige har der de senere år været dyrket forholdsvis meget triticale - i 1997 dyrkedes ca. 67.200 ha. Prego er den alt dominerende sort (80 - 90% af arealet) efterfulgt af Modus (personlig komm. Gunilla Berg, Växtskyddscentralen, Alnarp). I tabel 10 ses resultaterne fra 3 års forsøg i sorten Prego med bekæmpelse af knækkefodsyge (led B), bladsvampe (led C) og trips (led D). Der har ikke været rentable merudbytter for bekæmpelse af knækkefodsyge og bladsvampe. Tripsbekæmpelse har derimod resulteret i rentable merudbytter. I et af de tre år forårsagede bladpletsvampe (Septoria og skoldplet) lidt større udbyttetab på 300-400 kg pr. ha. I 1997 var der relativt høje udslag i et enkelt forsøg i sorten Modus, uden at man har nogen forklaring herpå (personlig komm. Gunilla Berg, Växtskyddscentralen, Alnarp) - se tabel 11.

Tabel 10. Planteværn og kvælstof i triticale, 14 svenske forsøg 1991-93 (Växjömøde 1993). Plant protection and nitrogen in triticale, 14 trials 1991-93

Led Plot	**Behandling** Treatment	**Vækststadium** Growth stage	**Dosis** Dose	**Udbytte og merudbytte hkg/ha** Yield and yield increase hkg/ha		
				3 år/3 years **uafh. af N** indep. of N	**Lav N** Low N	**Høj N** High N
A	**Ubehandlet**/untreated	-	-	7030	6660	7420
B	Sportak	31	1/1	+ 50	+ 90	- 10
C	Tilt top	45	1/1	+ 210*	+ 150	+ 250
D	Karate	45	1/1	+ 380*	+ 340*	+ 400*
E	B + C + D	**som ovenfor**/ as above	1/1	+ 560*	+ 610*	+ 510*
F	B + C + D	**som ovenfor**/ as above	1/2	+ 470*	+ 430*	+ 490*
G	C + D	**som ovenfor**/ as above	1/2	+ 380*	+ 370*	+ 380*
Antal forsøg/number of trials				14	14	14
LSD, 5%				140	180	230

Tabel 11. Svampebekæmpelse i triticale, 3 forsøg 1997, Skåne. Control of diseases in triticale, 3 trials 1997, Skåne

Led Plot	**Behandling** Treatment	**Dosis** Dose	**Vækststadium** Growth stage	**Udbytte og merudbytte, kg/ha** Yield and yield increase, kg/ha **Everöd**	**Borreby**	**S. Sandby**	**Gns.** Average
A	**Ubehandlet**/ untreated			5930	8360	6730	7010
B	Tilt top	1,0	35-39	230	590	190	340
C	Mentor	0,7	45	90	620	480	400
D	Diamant	1,0	45	280	1260	490	680
E	Tilt top	1,0	45	250	540	420	410
F	Tilt top	0,5	45	30	310	140	160
G	Amistar	1,0	45	230	980	770	660
H	Amistar + Karate	1,0 + 0,2	45	160	1070	540	590
	LSD 5%			510	377	379	316
Sort/variety				Moreno	Modus	Moreno	

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Strobiluriner - anvendt alene eller i blanding med EBI-midler

Strobilurins - used alone or in mixtures with EBI fungicides

Lise Nistrup Jørgensen
Afdeling for Plantebeskyttelese
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

Results from Danish field trials have shown that tankmixes or co-formulations of strobilurins with triazoles give improvements to efficacy on certain diseases in cereals. Fenpropimorph, quinoxyfen and spiroxamine have improved the efficacy of azoxystrobin on mildew significantly. Adding fenpropimorph has improved the efficacy on Rhynchosporium for both kresoxim-methyl and for azoxystrobin. The co-formulation Diamant (epoxiconazole+ kresoxim-methyl) has shown superior effect on nearly all diseases compared to previously tested fungicides. On septoria both azoxystrobin and kresoxim-methyl have showed an significantly higher level of efficacy compared to propiconazle+fenpropimorph in general. The curative effect on septoria of azoxystrobin has in Danish trials shown an effect similar to propiconazole, but lower effect than epoxyconazole. The latter has also been seen in Ireland, France and Germany. The trials indicate that under severe disease pressure it can be beneficial to add between ¼ and ½ dose of epoxiconazole to azoxystrobin, whereas no clear benefit has been seen from mixing with propiconazole. In a semi-field trial it has been seen that regarding the preventive effect, the mixture of azoxystrobin and epoxiconazole givea a clear synergistic effect on *Stagonospora nodorum*. The semi-field trial also indicated that for both azoxystrobin and epoxiconazole a considerable higher dose was needed for curative control of both diseases in order to obtain 90% control.

Indledning

Generelt har der været en del diskussion af om strobilurinerne har mindre kurativ effekt sammenlignet med de traditionelle EBI-fungicider på bl.a. septoriasygdommene (*Stagonospora nodorum* og *Septoria tritici*). Således beskriver en del tyske kilder (Frahm, pers komm.; Anon.1997a, Anon. 1996) midlerne som havende næsten alene præventiv effekt, mens vi i danske forsøg har set, at den kurative effekt er på højde med eller blot lidt dårligere end for Tilt-produkterne (Jørgensen & Secher 1997). Samstemmende er tilgengæld vurderingen af, at strobilurinerne udmærker sig ved at have en speciel god og lang

DJF-rapport nr. 3 (1998), 27-37

forebyggende effekt (Godwin *et al.* 1992, Jørgensen & Secher 1997). Rådgivningsmæssigt vil det være vigtigt at få klarlagt om blanding af strobiluriner med andre midler er en fordel sammenholdt med at anvende dem alene. I denne artikel er det forsøgt at samle eksisterende viden fra Danmark såvel som fra udlandet om blanding af strobiluriner med andre svampemidler.

Beskrevne og testede blandinger fra DK

Diamant, som er et blandingprodukt af kresoxim-mehyl og epoxiconazole har vist sig at give forbedret effekt på næsten alle kornsygdomme sammenlignet med enkeltprodukterne, Opus og BAS 490 F. Diamant regnes således for det hidtil stærkeste enkeltprodukt, som er set på kornfungicidmarkedet i Europa. Danske forsøg fra 1997 bekræfter denne stærke position.

Ved meldugbekæmpelse har azoxystrobin (Amistar) med fordel vist sig at kunne blandes med et meldugaktivt produkt for at forbedre virkningen på denne svamp. I danske forsøg har både fenpropimorph (Corbel), quinoxyfen (Fortress) og spiroxamine (Impuls) været blandet med azoxystrobin, og alle 3 kombinationer har givet god meldugeffekt. Effekten af kresoxim-methyl, der i sig selv har en meget høj meldugvirkning, har ikke opnået forbedret effekt ved blanding med fenpropimorph. Blanding af disse 2 komponenter kan således over for meldug alene forsvares udfra en antiresistensstrategi (Jørgensen 1995).

Ved bekæmpelse af skoldplet har det vist sig at være en fordel for både azoxystrobin og kresoxim-methyl, hvis de blandes med fenpropimorph. Ingen af de 2 strobiluriner har i sig selv givet tilstrækkelig god effekt på denne sygdom til, at der kunne tildeles en anerkendelse (Jørgensen 1998).

Hvorvidt det er en fordel at blande en triazol med en strobilurin for at forbedre septoria-effekten har som nævnt i indledningen været til diskussion. Nedenfor vil resultater fra danske forsøg blive gennemgået.

Metode

I et enkelt markforsøg med 3 sorter (splitplot-forsøg) på Rønhave Forsøgsstation er effekten af en enkelt sprøjtning med Amistar (azoxystrobin) sammenlignet med Opus (epoxiconazole). Disse to produkter regnes for de mest effektive af de nuværende septoria-midler (tabel 1). Blanding af de 2 aktivstoffer i forskelligt forhold blev ligeledes testet for at se den præventive og kurative effekt. Der er målt effekt på enkeltblade, hvor effekten på fanebladet var at betragte som en præventiv effekt mens effekten på 2. blad var en kurativbehandling.

I 4 markforsøg er der afprøvet forskellige kombinationer af Tilt top, Amistar og Mentor. Forsøgene er udført som traditionelle blokforsøg med 4 gentagelser, randomiseret parcelfordeling og 2 sprøjtninger udført på vs 31 og 45-61. Procent angreb af septoria, meldug og gulrust er bestemt i forsøgene, ligesom der er målt udbytte.

I semifield-forsøg er vårhvede dyrket i 8 liter spande. På vs 39-45 er der smittet kunstigt med *S. nodorum* og sprøjtet præventivt (1 dag før smitte) eller kurativt (5 dage efter smitte). Sprøjtning er foretaget i sprøjtekabine. Som i markforsøget på Rønhave er effekten af

Opus og Amistar testet alene såvel som i kombination. Fire doseringer (½, ¼, 1/8 og 1/32) af alle kombinationer er afprøvet for at fastlægge en doseringskurve (tabel 3). Angrebsgraden er opgjort på enkeltblade eller på hele planten. Tilsvarende som det er beregnet for flere herbicidblandinger er det testet om blanding af Amistar+Opus giver en additiv effekt på septoria eller om effekten er synergistisk/ antagonistisk (Streibig & Kudsk 1993).

Ved beregning af nettoudbyttet i markforsøgene er der brugt de samme priser som beskrevet Oversigt over Landsforsøgene, 85 kr pr hkg korn, 60 kr til udbringelse/ha, 430 kr til 1l Amistar, 530 kr til 2 l Amistar Pro, 340 kr pr 0.7 l Mentor, 349 kr pr l Tilt top.

Resultater

I markforsøget fra Rønhave er der indikationer af, at det i visse situationer er en fordel at anvende en blanding af azoxystrobin+epoxiconazole (tabel 1). Den dårligere bekæmpelse af septoria på 2. blad med Amistar skyldes givetvis, at sygdommen har været længere inde i sin latensperiode og derfor dårligere lader sig bekæmpe. Ved de laveste doseringer af Amistar ses en vigende effekt på 2. blad. Hvilket bestyrker det forhold, at det er epoxiconazole, der har den stærkeste kurative effekt. På fanebladet, hvor der ingen sygdom var på bekæmpelsestidspunktet, er der derimod opnået lige god effekt med både Opus, Amistar og de forskellige kombinationer. I forsøget blev der for alle 3 sorter opnået et signifikant højere merudbytte for kombinationen 0.1 l Amistar tilsat 0.4 l Opus, sammenlignet med enkelt-produkterne alene. Dette skal sammenholdes med, at der også samlet blev opnået den bedste effekt på septoria efter denne kombination.

Tabel 1. Bekæmpelse af Septoria i split-plot forsøg på Rønhave med 3 sorter. Sprøjtning mod septoria alene er foretaget på vs 55, hvor der var ca 10% angreb af septoria i Sleipner, 5% i Ritmo og 2% i Florida. Control of septoria in split-plot trial with 3 different varieties. Application for control of septoria was done at gs 55, with 10% attack of septoria in Sleipner, 5% in Ritmo and 2 % in Florida

Behandling l/ha Treatment l /ha	**% Septoria vs 75 på 2 øvre blade** % septoria gs 75 on 2 upper leaves			**% Septoria (gns 3 sorter)** Avereage of 3 varieties		**Udbytte og merudbytte**
	Sleipner	Ritmo	Florida	faneblad *flagleaf*	2. blad *2nd leaf*	yield/incr. hkg/ha
Ubehandlet untreated	75.0	30.0	25.0	20.0	66.0	74.2
Opus 0.5 l	17.5	5.0	5.0	5.3	18.0	11.4
Amistar 0.5 l	37.5	10.0	11.0	5.0	27.0	10.6
Amistar+Opus 0,25+0.25	22.5	7.0	7.0	5.0	17.0	12.9
Amistar+Opus 0.1+0.4	17.5	6.0	5.0	6.0	15.0	14.3
Amistar+Opus 0.4+0.1	27.5	10.0	10.0	5.0	22.0	12.0
Amistar+Opus 0.45+0.05	32.5	11.0	11.0	5.0	21.0	12.4
LSD 95		4.1		2.6	14.0	2.9

Tabel 2: **Bekæmpelse af bladsygdomme og merudbytte i 4 vinterhvedeforsøg med forskellige kombinationer af svampemidler, hvor der sammenlagt er udbragt 1 fuld dosering.** Control of leaf diseases and yield/yield increase in 4 winter wheat trials with different combinations of fungicides using a total of one full dose.

Behandling og dosis Treatment and dose	**Vs** GS	% Sep-toria GS 67-71	% **meldug** mildew GS 69-71	% **gul-rust** yel low rust GS 71	**% aks an-greb** % ear attack GS 77-85	**Antal grønne blade** No of green leaves GS 75-85	**Udbytte og merud-bytte** yield/ increase hkg/ha	**netto** net hkg/ ha
Ubehandlet untreated		13,6	9.4	33.8	14.4	0,6	69.0	-
2x Tilt top 0.5 l	31&55	7,5	5.8	0	8.1	1,1	5.3	-0,2
2x Amistar Pro 1.0/0.5	31&55	2,9	6.3	0.1	3.6	1,4	12.6	6.5
2x Mentor 0.35	31&55	3,5	0.4	2.3	3.6	1,3	11.7	6,3
2x Tilt top+Amistar 0.25+0.25	31&55	3,2	7.0	0	3.1	1,5	13.8	7.8
2x Tilt top+Mentor 0.25+0.18	31&55	3,1	0.6	0	4.0	1,5	11.8	6.3
2x Amistar+Mentor 0.25+0.18	31&55	2,4	0.6	1.0	2.8	1,6	15.0	9.1
Mentor 0.35/ Amistar 0.5	31&55	2,3	0.3	3.5	2.5	1,5	16.1	10,2
Amistar 1.0 (vs 56-65)	55	4,3	6.2	2.1	2.3	1,4	14.4	8,6
LSD 95		3.3	3.0	4.6	2.1	0,2	3.2	
Antal Forsøg *No of trials*		4	2	1	2	3	4	4

I 1997 blev der i en enkelt forsøgsplan (4 forsøg) afprøvet forskellige blandinger, hvor bl.a.Amistar og Mentor blev blandet med Tilt top (Tabel 2). I forsøgene er der generelt brugt en samlet fuld dosering, bortset fra ledet med Amistar Pro, hvor der fejlagtigt ved sidste sprøjtning kun blev sprøjtet med en kvart dosering. Der har ikke i forsøgene været opnået nogen væsentlig forbedring ved at tilsætte Tilt top til Amistar eller Mentor. Generelt kunne det ses af forsøgene, der sygdomsmæssigt var domineret af septoria, at kombinationer, hvor Amistar/Amistar Pro indgik har klaret sig bedst. Blanding eller alternering af Mentor og Amistar har vist sig som vældig gode udbyttemæssige-løsninger. Amistar anvendt alene i fuld dosering til aksbekæmpelse var i 1997 konkurrencedygtig til de forskellige kombinationssprøjtninger, hvilket skyldes at forsøgene i stor udstrækning var domineret af septoria. I et enkelt forsøg med betydelige angreb af gulrust kunne man måle dårligere effekt af Mentor end af de øvrige midler. Mens alle behandlinger, hvor Mentor indgik, tilgengæld udmærkede sig ved de bedste meldugeffekter.

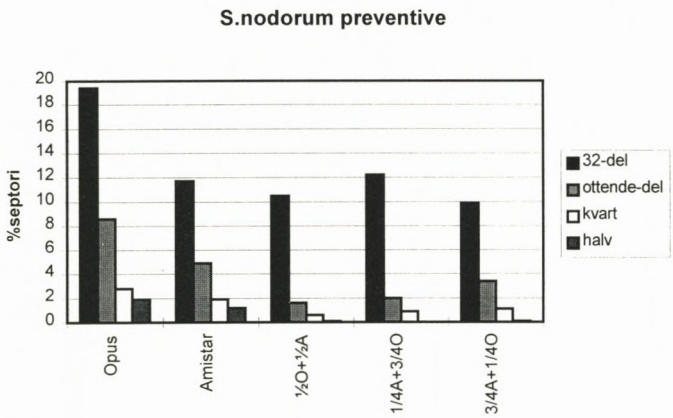
I et semifield-forsøg blev der testet en doseringsrække af Amistar og Opus alene, ligesom de blev testet i forskellige blandingskombinationer ved både en præventiv og en kurativ behandling (Figur 1). Materialet udviser en betydelig variation i angrebsgrad mellem de forskellige gentagelser, hvilket gør beregningerne noget usikre. Til trods for denne usikkerhed har der været klare forskelle imellem de opnåede effekter for de testede produkter og kombinationer. Disse indledende forsøg tyder på, at der for *S. nodorum* er opnået en synergistisk effekt ved at blande de to midler, sammenholdt med at anvende dem hver for sig. Ved at teste 'Additiv dose modellen' undersøges det, om blandingsresultaterne kan forklares ved, at udskiftning af f.eks. 1 g azoxystrobin med 1 g epoxiconazole vil give samme resultat som før udskifning. Resultaterne af denne test viste, at ADM-modellen ikke kunne forklare effekterne, som i udpræget grad viste en synergistisk effekt mellem de to aktivstoffer.

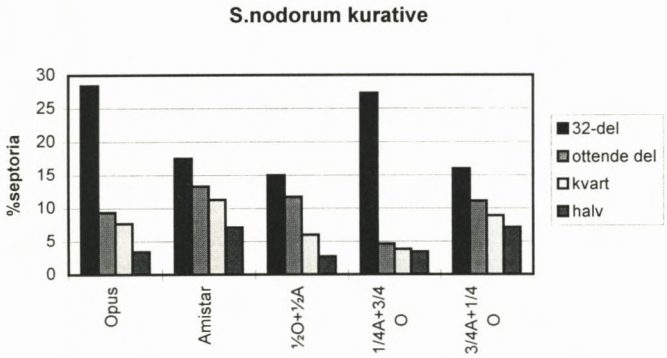
Ved kurativ sprøjtning har doseringskurven for Amistar vist sig relativt flad, mens der for Opus har været et mere stejlt forløb. Der er ikke med sikkerhed kunnet måles synergistisk effekt mellem de 2 produkter ved de kurative sprøjtninger. Men tallene ved kurativ behandling har vist, at der skal ca 10 gange så meget aktivstof til af azoxystrobin for at opnå 90% bekæmpelse sammenlignet med epoxiconazole. Forsøgene har kun kørt i en enkelt vækstsæson, hvorfor de ønskes gentaget for at se om de beregnede doseringer er af korrekt størrelsesorden.

Tabel 3. Gram aktivstof af de forskellige behandlinger der vil give 90% bekæmpelse. Tallene er fremkommet ved 'none linear regression'. Sygdom er bedømt - 28 dage efter inokulering. Gram active ingredients of the different treatments which will give 90% control of *S. nodorum*. The figures have been estimated from none linear regression. The disease is assessed 28 days after inoculation.

	Stagonospora nodorum (**Ubeh= 32%;** untr.=32%)	
aktivstof udgangsdosisg/ha *g a.i/ha*	**præventiv** preventive (-1 day)	**kurativ** curative (+5 days)
Epoxiconazole 62.5 =½N	42.1 (=1/3 N)	59.4
Azoxystrobin 125 = ½N	55.3 (=1/4N)	698.7*
Az.+epox. 62.5+31.25 (1/4N+1/4N)	16.9	87.4
Az.+epox. 31.25+46.88 (1/8 N+3/8N)	16.4	48.1
Az.+epox. 12.5+56.25 (1/20N+9/20N)	12.1	69.7
Az.+epox. 93.7+15.6 (3/8N+1/8N)	25.3	823.3*
Az.+epox. 112.5+6.25 (9/20N+1/20N)	60.2	-

***de meget høje værdier skyldes måske dårlig estimering i yderfelterne af modellen og kan derfor ikke regnes for reelle.** The very high values might be caused by the model giving poorer estimates on the edge of the model. Az = Azoxystrobin, epox = epoxiconazole.





Figur 1. Procent bekæmpelse af *S. nodorum* i vårhvede efter kunstig inokulering og præventiv (-1 dag) og kurativ (+5 dage) bekæmpelse med 4 forskellige doseringer. Percent attack of *S. nodorum* in spring wheat using artificial inoculation and preventive and curative application of fungicides in 4 different dosages; O=Opus;A=Amistar.

Udenlandske resultater

Tyske forsøg

Som i de danske forsøg er der opnået særdeles gode effekter og merudbytter efter sprøjtning med blandingsproduktet, Diamant (resultater fra Slesvig-Holstein, 1996 og 1997). Fuld dosis af Amistar på vs 33-39 har givet Septoria-effekt på niveau med Tango (epoxiconazole+fenpropimorph) (1,5 l). Bedste effekt er opnået af Diamant (1.0 l) eller blandingen Amistar+Tango (0.5+0.5), der har givet sammenlignelig bekæmpelse (Tabel 4). Til bekæmpelse af *S. nodorum* er 1 l Amistar stort set ikke overgået af andre midler eller kombinationer, mens den bedste bekæmpelse af *S. tritici* er opnået med Diamant (1.0 l),

Tango (1.5 l) eller kombinationer af Amistar+Tango (0.5+0.5). Blanding af Amistar med Folicur har i 1996 kunnet forbedre effekten på *S. tritici* betydeligt i forhold til ren Amistar.

I forsøgene fra Tyskland er der ikke opnået de store forskelle i merudbytter mellem de forskellige løsninger. Generelt er der dog opnået de bedste nettomerudbytter efter behandling med reducerede doseringer af strobiluriner, hvilket svarer til de erfaringer der er opnået med Mentor og Amistar fra danske forsøg.

Tabel 4. Resultater fra 5 officielle forsøg fra Slesvig-Holstein i vinterhvede med bekæmpelse af septoria. Results from 5 winter wheat trials from Slesvig-Holstein with control of septoria.

Behandling og dosering Treatment and dose	**% bekæmpelse af septoria** % control of septoria 1997	**Relativt udbytte** relative yield 1997	**% bekæmpelse af septoria** % control of septoria 1996	**Relativt udbytte** relative yields 1996
Tango 1.5	80	112.5	90	108.5
Tango 0.75	72	110,0	83	106.0
Diamant 1.0	87	115.0	91	109.5
Diamant 0.5	73	113.0	85	111.5
Amistar 1.0	79	112,5	60	109.2
Amistar+Tango 0.75+0.5	84	113.3	84	110.5
Amistar+Tango 0.5+0.5	84	112.0	-	-
Amistar+Folicur 1.0+0.5	-	-	77	110.0
Amistar+Folicur 0.75+0.5	-	-	75	110.2
Amistar+Diamant 0.5+0.5	-	-	90	111.2
Mentor 0.7	-	-	62	110.0
	5 forsøg spr. Vs 33-39 bedømt vs75-77		5 forsøg spr. Vs 39-49 bedømt 6 uger	

Franske forsøg

I franske forsøg udført i 1997 med septoria er der testet forskellige kombinationer af Amistar+Opus, Diamant samt Opus og Amistar alene (Claude Maumené, ITCF pers.komm.). Generelt har blandingsprodukter klaret sig bedst både ved bekæmpelse og udbytter (Tabel 5). Resultaterne peger i retning af, at der er mange gode kombinationer, der vil kunne give tilfredssstillende effekt og næsten ligeværdige merudbytter. Som det er set i de andre lande har den kurative effekt af Amistar været lavere end for Opus og blandingsmidlerne. Forsøgene viser ligeværdige kurative effekter af Folicur og Amistar, mens den præventive effekt af Amistar har været overlegen i forhold til Folicur.

Tabel 5. Resultater fra 5 franske forsøg i 1997 med septoria ved henholdsvis præventiv (vs 32-37) og kurativ sprøjtning (vs 37-45). Results from 5 French trials in 1997 with preventive (gs 32-37) and curative control (gs 37-45) of septoria. (ITCF)

Behandling dosering Treatment dose/ha	**% bekæmpelse af septoria præventiv effekt** % preventive control of sept.	**Udbytte for præventiv bekæmpelse** Yield after preventive control hkg/ha	**%bekæmpelse af septoria kurativ effekt** % curative control of septoria	**Udbytte for kurativ bekæmpelse** Yield after curative control hkg/ha
Diamant 1.0l	71 a	88.7	73 a	95.9
Amistar+Opus 0.5+0.5	67 ab	87.5	71 a	94.2
Opus +Daconil 0.75+1.0	65 ab	84.9	71 a	93.1
Amistar+Opus 0.75+0.25	64 ab	87.3	64 ab	95.9
Amistar+Opus 0.25+0.75	63 ab	86.2	74 a	94.4
Opus 1.0	62 ab	83.7	72 a	91.7
Amistar 1.0	61 ab	84.8	54 bc	91.3
Folicur 250	33 c	79.5	51 c	85,5
Ubehandlet untreated	0 (42.2%)	76.6	0 (56.1%)	76.9
Antal forsøg *no of trials*		5		5
LSD 95		1.88		2.9

Irske forsøg

I Irland er der meget stor risiko for udvikling af septoria-sygdomme p.g.a vedvarende regnperioder i vækstsæsonen. Dette bevirker ligeledes at vækstsæsonen er forlænget væsentligt i forhold til vores danske forsøg. Omkring 1 august er der stadig grønne blade i afgrøden, og høst foregår oftest i september. Under disse forhold er der spøjtet på vs 33 (2. blad på vej frem) og vs 39 (faneblad er fremme). I begge år har effekten været bedst af Opus, især har effekten efter 2. sprøjtning på 3. blad været utilstrækkelig for Amistar med kun 22-28% effekt, mens Opus her har opnået 42-68 % effekt (tabel 6). Tilsvarende gav 1. sprøjtning henholdsvis 37-63% effekt for Amistar og 68-84% effekt for Opus. På 2. blad er der også målt en svag fordel ved at bruge Opus, men her er der mindre afstand mellem de 2 produkter. Disse tal viser tydeligt, at Amistar har givet en mindre kurativ effekt sammenholdt med Opus. Tilsætning af 0.25 eller 0.5 l Opus til 0.8 l Amistar har i begge år forbedret effekten og udbyttet væsentligt i forhold til Amistar alene, mens blandingerne i forhold til 1.0 l Opus alene har vist ingen eller kun en begrænset fordel.

Tabel 6. *Septoria tritici* angreb og udbytter fra forsøg med Brigadier udført i Irland i 1996 og 1997 med bekæmpelse på vs 33 (timing 1) og vs 39 (timing 2). Forsøgene er udført under ekstremt høje angrebsgrader. Percent attack of *S. tritici* and yield in Brigadier in trials carried out in Ireland in 1996 and 1997 with application at gs 33 and gs 39. (pers comm: Tom McCabe &E.J.Gallagher, Ireland).

1996 **Behandlinger** Treatments	**% Septoria på 3. blad** % septoria on 3rd leaf 17. juli GS 33	 GS 37-39	**% Septoria på 2. blad** % septoria on 2nd leaf 29. juli GS 33	 GS 37-39	**Udbytte t/ha** Yield t/ha GS 33	 GS 37-39
Ubehandlet untreated	64.4	60.9	61.3	56.2	7.80	7.91
Amistar 1.0	24.0	43.9	37.9	29.1	8.35	8.94
Opus 1.0	14.4	19.6	32.0	25.1	8.95	9.37
Amistar + Opus 0.8+0.25	14.1	31.0	33.6	24.0	8.86	9.07
Amistar + Opus 0.8+0.5	6.5	21.6	28.7	20.4	9.05	9.30
Amistar + Opus 0.8+0.75	7.9	15.0	29.8	20.7	8.99	9.29
Amistar+Bravo 1.0+1.0	8.9	45.4	37.0	25.5	9.16	9.05
LSD95	12.8	12.8	13.5	13.5	0.58	0.58

1997 **Behandlinger** Treatments	**% septoria på 3. blad** % septoria on 3rd leaf 24 juni GS 33	 GS 39	**% septoria på 3. blad** % septoria on 3rd leaf 17 juli GS 33	 GS 39	**Udbytte** Yield t/ha
Ubehandlet untreated	55.1	40.6	98.0	97.7	8.78
Amistar 1.0	34.9	31.5	87.5	90.0	11.12
Opus 1.0	8.8	23.4	36.6	51.5	11.58
Amistar + Opus 0.8+0.25	11.4	32.4	50.1	78.6	12.04
Amistar + Opus 0.8+0.5	11.5	27.8	45.6	62.5	11.99
Amistar + Opus 0.8+0.75	12.5	20.8	36.8	50.3	12.13
Amistar+Bravo 1.0+1.0	21.9	30.8	78.2	87.6	11.46
LSD 95	15.6	15.6	14.7	14.7	0.41

Diskussion

Resultater fra såvel danske som udenlandske forsøg har vist, at det for en række sygdomme er en klar fordel at blande strobiluriner med triazoler/morpholiner, både for at få en bredere sygdomsbekæmpelse, men også for at opnå en større robusthed under vedvarende sygdomstryk af for eksempel septoria. Blanding af strobiluiner med stærke kurative triazoler kan forbedre effekten over for septoria-sygdomme i situationer, hvor sygdommen er veletableret i afgrøden før sprøjtning (Godwin *et al.* 1997). Fordele ved blanding med mindre stærke triazoler som f.eks propiconazole har derimod ikke vist sig åbenlyse . Blanding af azoxystrobin og epoxiconazole har i semifield-forsøg vist en betydelig synergistisk effekt på

S. nodorum. Dette er målt ved, at der skal anvendes en væsentlig mindre mængde aktivstof i en blanding for at opnå 90% effekt, sammenholdt med at anvende midlerne hver for sig. Ved de kurative sprøjtninger har der ikke kunnet måles synergistisk effekt i semifield-forsøget, selvom visse markforsøg fra både DK og Irland indikerer, at det under kraftige sygdomsangreb kan være en fordel at blande de to produkter frem for at bruge dem hver især. Der er behov for yderligere forsøg for at få præciseret, i hvilke situationer med septoria-smitte, det ubetinget vil være en fordel at bruge en blanding under danske forhold, fremfor at anvende midlerne alene.

Triazoler giver høj grad af præventiv beskyttelse målt ved pyknidereduktion, men mindre effekt når der måles på nekrotisk areal. Når triazoler blandes med strobiluriner mindskes bladskaderne derimod signifikant sammenlignet med triazoler anvendt alene (Schöfl & Zinkernagel 1997). Den kurative effekt af epoxiconazole er derimod reduceret signifikant sammenlignet med blandingen epoxiconazole+kresoxim-methyl (Diamant), når der er målt på aktivitieten af pyknider. Årsagen til denne nedgang er uforklarlig. Diamants høje effektniveau, som det er set fra både danske og udenlandske forsøg, skyldes muligvis dette produkts gode bekæmpelse af pyknider.

For at udnytte strobilurinernes gode præventive effekt og højere udbyttepotentiale vil skadetærsklen for bekæmpelse af septoria i hvede blive reduceret fra 8 til 4 dage. Dette skulle samtidig mindske risikoen for utilstrækkelig kurativ effekt. Strobilurinernes længere virkningstid bevirker endvidere at der efter vs 39 vil skulle gå 20 dage før nedbørsdage atter skal tælles, et forhold der i praksis vil betyde, at der kun relativt sjældent vil udløses 2 sprøjtninger. Fra vs 32-39 vil der dog kun skulle gå 10 dage fra sprøjtning til, der atter skal tælles nedbørsdage, hvilket skyldes, at ny tilvækst af de 2 øvre blade vil være at betragte som stort set ubehandlet.

Erkendtlighed

Der rettes en speciel tak til seniorforsker Per Kudsk, fordi han har talbehandlet datamaterialet fra semifield-forsøget for at teste om hypotesen om 'additiv dose model' kunne bekræftes.

Litteratur

Anon 1996. Versuchsbericht 1996, Pflanzenchutzdienst des Landes Schleswig -Holstein.

Anon 1997a. Versuchsbericht 1997, Pflanzenchutzdienst des Landes Sleswig -Holstein.

Anon 1997b. Cultiver, La technique sur le terrain, Claude Maumené ITCF, France.

Godwin, J.R., Anthony, V.M., Clough, J.M., Godfrey, C.R.A. 1992. ICI A5505: A novel systemic B-Methoxyacrylate fungicide. -Proceedings, Brighton Crop Protection Conf. 1992: 435-450.

Godwin, J.R., Bartlett, D.R., Heaney, S.P. 1997. Azoxystrobin: Implications of biochemical mode of action, pharmacokinetics and resistance management for spray programmes against septoria diseases of wheat. Septoria workshop at Long Ashton (in press).

Jørgensen, L.N. 1995 Svampesygdomme i korn, Pesticidafprøvning 1995. SP-rapport nr 1 1996.

Jørgensen, L.N & Secher B.JM 1996. The Danish Pesticide Action Plan- Ways of reducing input. The Dundee. Conference, Proceedings: Crop Protection in Northern Britain, 63-70.

Jørgensen, L.N. & Secher, B.J,M. 1997. Decision Support system featuring Septoria management. 15 th Long Ashton International Symposium, 15-17 Sept. 1997. (In Press)

Jørgensen, L.N & Jensen, K.F. 1995 Svampesygdomme i korn, Pesticidafprøvning 1997. DJF-rapport nr 1 1998.

McCabe, T & Gallagher, E.J. Ireland; Pers. komm.

Schöfl, U.A. & Zinkernagel, V. 1997. A test method based on microscopic assessments to determine curative and protectant fungicide properties against Septori tritici. Plant Pathology 46, 545-556.

Streibig, J.C. & Kudsk P. 1993. Herbicidblandingers virkning. 10 Danske Planteværnskonference, -ukrudt.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Raxil®IM 035 ES - sætter ny standard for bekæmpelse af nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*)

Raxil® IM 035 ES - a new standard against *Ustilago nuda*

Erling Madsen & Niels-Jørgen Hvelplund
Bayer A/S
Nørgaardsvej 32
2800 Lyngby

Summary

Raxil® IM 035 ES was registered in 1997 and will be marketed in 1998. The new seed dressing contains 20 g Tebuconazole and 15 g Imazalil per litre. The dose is 150 ml per 100 kg seed. The approval covers to begin with only spring barley but trials are started to enlarge the registration to include winter barley, too. During several years, trials were carried out in spring barley at the Danish Institute of Agricultural Sciences (Danmarks JordbrugsForskning) and at Bayer's own trial facilities. The efficacy against *Ustilago nuda* is considerably higher compared to the standard treatment. It is nearly 100% even with ½ or ¼ dose. Against *Drechslera graminea* the efficacy is satisfactory and against *Drechslera teres* the efficacy is sufficient. The trials have resulted in the entrance of Raxil IM 035 ES on the list from the Danish Institute of Agricultural Sciences for recommended products for seed dressings in spring barley.

Indledning

Nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*) er en udsædsbåren sygdom, der normalt ikke har så stor en udbyttemæssig betydning, men selv et lavt angreb syner af meget i marken. Derfor ser både landmanden og såsædsleverandøren gerne, at der i marker efter indkøbt såsæd ikke optræder angreb af nøgen bygbrand. I de senere år har der ikke været bejdsemidler på markedet med fuld virkning over for denne sygdom.

I 1986 afprøvede Bayer A/S for første gang Raxil som bejdsemiddel. Der var tale om en formulering der kun indeholdt 25g tebuconazole pr. liter. De indledende forsøg viste, at vi her stod med et nyt virkstof med speciel god virkning over for nøgen bygbrand. Forsøgene viste imidlertid også, at virkningen af den rene tebuconazole ikke var tilstrækkelig over for stribesyge. Derfor startede Bayer A/S i 1991 forsøg med en ny formulering, der indeholdt både tebuconazole og imazalil. Virkningen af den nye formulering var i Bayers egne forsøg meget lovende, og midlet blev derfor sendt til afprøvning ved Danmarks JordbrugsForskning (Statens Planteavlsforsøg) med henblik på en anerkendelse. Foreløbig har Raxil IM 035 ES fået en

anerkendelse over for nøgen bygbrand, men det forventes også, at der kan opnås en anerkendelse over for stribesyge.

Raxil IM 035 ES

Aktivstof:	Tebuconazole, 15 g pr. liter
	Imazalil, 20 g pr. liter
Formulering:	Flydende. ES = emulsion for seed treatment
Dosering:	150 ml pr. hkg.
Virkemåde:	Systemisk
Fareklasse:	Lokalirriterende
Opbevaring:	Frostfrit
Rengøring:	Vand, eventuelt sprit.

Virkemåde

Raxil IM 035 ES er en kombination af to virkstoffer, der begge er systemisk virkende svampemidler. Raxil IM 035 ES optages enten i forbindelse med kernernes vandoptagelse i jorden eller via deres rodnet. Uafhængig af optagelsesmåden fordeles virkstoffet langsomt rundt i hele planten. Tebuconazole viser kun ringe tendens til at koncentrere sig i bladspidsen, og det betyder, at virkstoffet er jævnt fordelt i hele planten. Raxil IM 035 ES forhindrer dannelse af ergosterol.

Virkespektrum

Raxil IM 035 ES har en god virkning over for følgende udsædsbårne svampesygdomme:
Nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*)
Bygstribesyge (*Drechslera graminea*)
Bygbladplet (*Drechslera teres*)

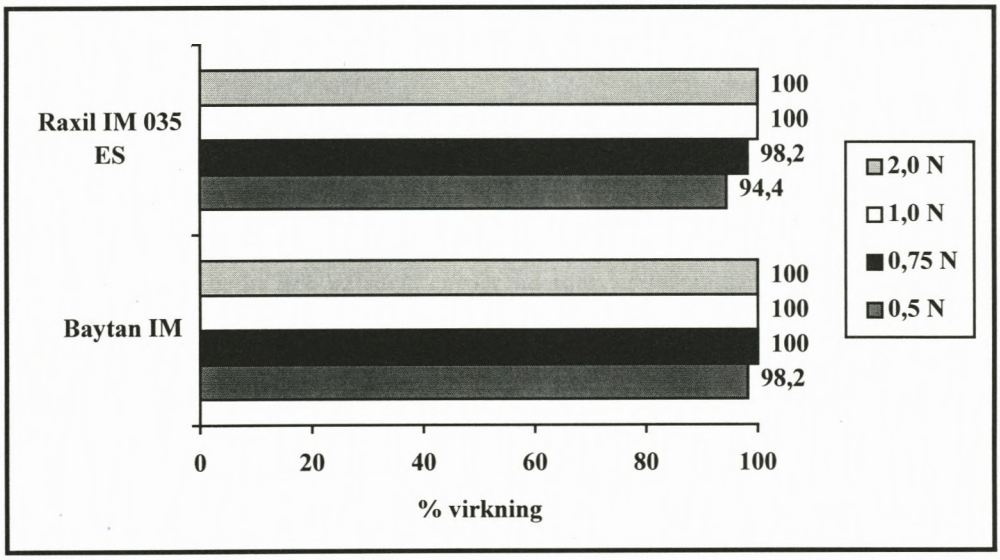
Over for nøgen bygbrand er virkningen af Raxil IM 035 ES speciel god (ca. 100%), idet virkningsprocenten ligger betydeligt over det nuværende standardmiddel. Virkningen over for bygstribesyge er ligeledes høj (ca. 97-98%). Mod bygbladplet er virkningen god (ca. 90%).

Danske resultater

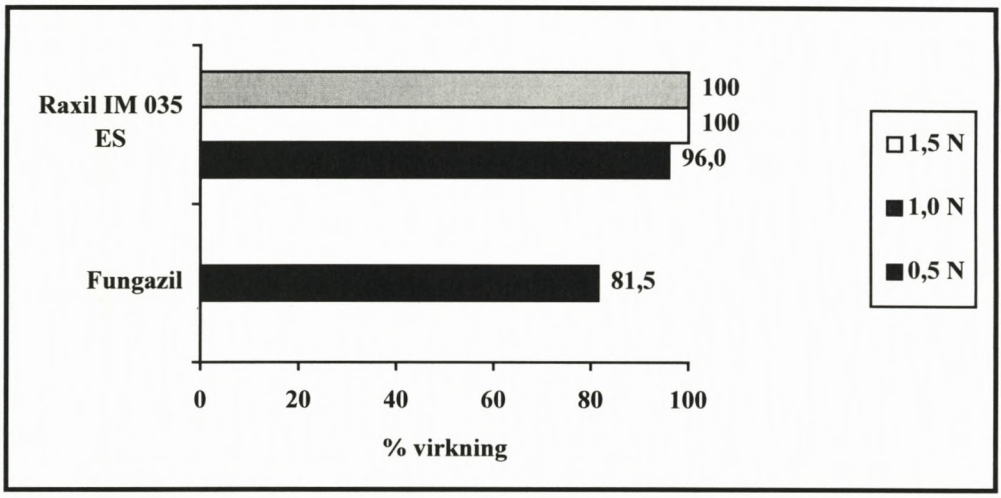
Afprøvningen af Raxil IM 035 ES blev påbegyndt i Danmark i 1991. Der var tale om forsøg i Bayer-regi. Det første års afprøvning gav så gode resultater, at midlet året efter blev anmeldt til afprøvning ved Danmarks JordbrugsForskning med henblik på en anerkendelse over for stribesyge og nøgen bygbrand. Ved Danmarks JordbrugsForskning er der i årene 1992 og 1993 gennemført 12 forsøg i vårbyg, mens Bayer i årene 1991 til 96 har gennemført 21 forsøg i vårbyg og 2 forsøg i vinterbyg. I det efterfølgende vises resultaterne opdelt efter sygdom. Forsøgene er yderligere opdelt, idet standardmidlet ikke har været det samme i alle forsøgene ligesom Danmarks JordbrugsForsknings forsøg hovedsageligt har været udlagt som en enkelt sårække, hvor Bayers forsøg har været parcelforsøg.

Nøgenbrand (Ustilago nuda)

I figur 1 er resultaterne fra Danmarks JordbrugsForsknings afprøvning af Raxil IM 035 ES angivet som et søjlediagram. Der er tale om 3 forsøg i vårbyg, gennemført i årene 1992-93. I figur 2 er resultaterne fra Bayers afprøvning angivet. Her er ligeledes tale om 3 forsøg i vårbyg, gennemført i årene 1991-92. I vårbygforsøgene er der tale om et ret lavt angreb af nøgen bygbrand.



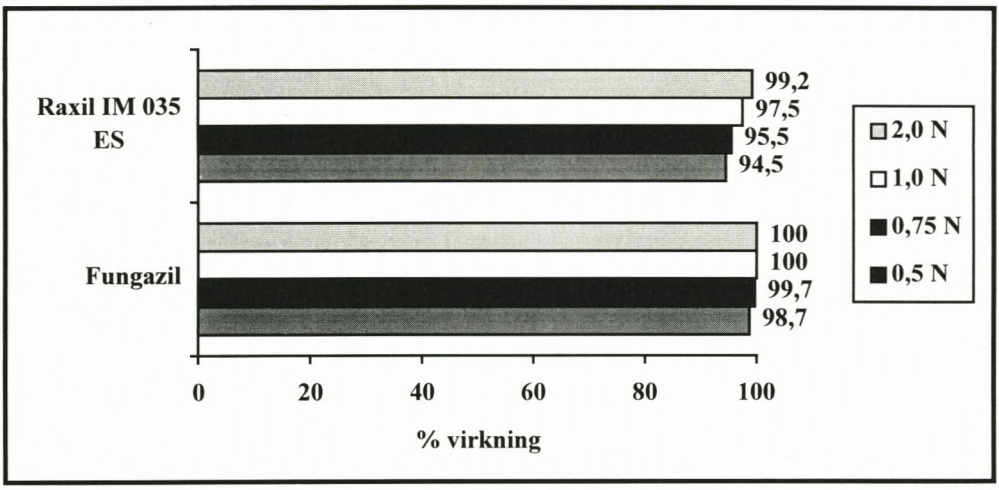
Figur 1. Virkning mod nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*) i vårbyg. Normaldosering: Baytan IM (triadimenol 25%+imazalil 3,3%+fuberidazol 3%) 100 g og Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Ubehandlet: 1,8% angrebne planter. Danmarks JordbrugsForskning. 3 forsøg i 1992-93. Efficacy against *Ustilago nuda* in spring barley. Normal dose: Baytan IM (Triadimenol 25%+Imazalil 3,3%+Fuberidazol 3%) 100 g and Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Untreated: 1,8% attacked plants. 3 trials at the Danish Institute of Agricultural Sciences 1992-93.



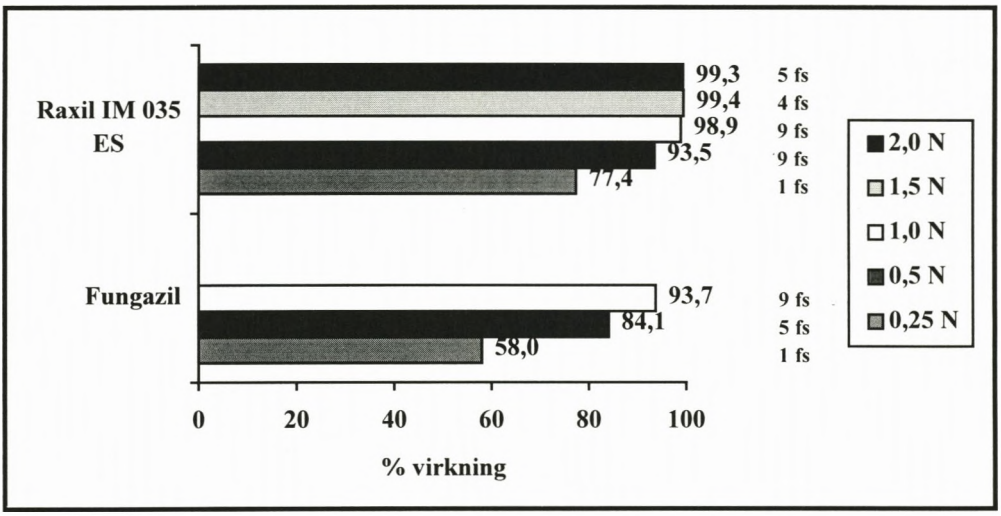
Figur 2. Virkning mod nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*) i vårbyg. Normaldosering: Fungazil (imazalil 50g/l) 100 ml og Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Ubehandlet: 15,4 angrebne planter pr. parcel (24 m²). 3 forsøg, Bayer A/S 1991-92. Efficacy against *Ustilago nuda* in spring barley. Normal dose: Fungazil (Imazalil 50g/l) 100 ml and Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Untreated : 15,4 attacked plants per plot (24 m^2). 3 trials. Bayer A/S 1991-92.

Stribesyge (Drechslera graminea)

Her findes der et større antal forsøg. Mange af forsøgene blev gennemført i den svenske vårbygsort Agneta, der var specielt angrebet af stribesyge. I enkelte forsøg var der over 20% angrebne planter. I figur 3 er resultaterne fra afprøvningen ved Danmarks JordbrugsForskning angivet. Her var tale om 4 forsøg i årene 1992-93. I figur 4 er resultaterne fra Bayers egen afprøvning vist. Der blev gennemført 9 forsøg i årene 1991-96.



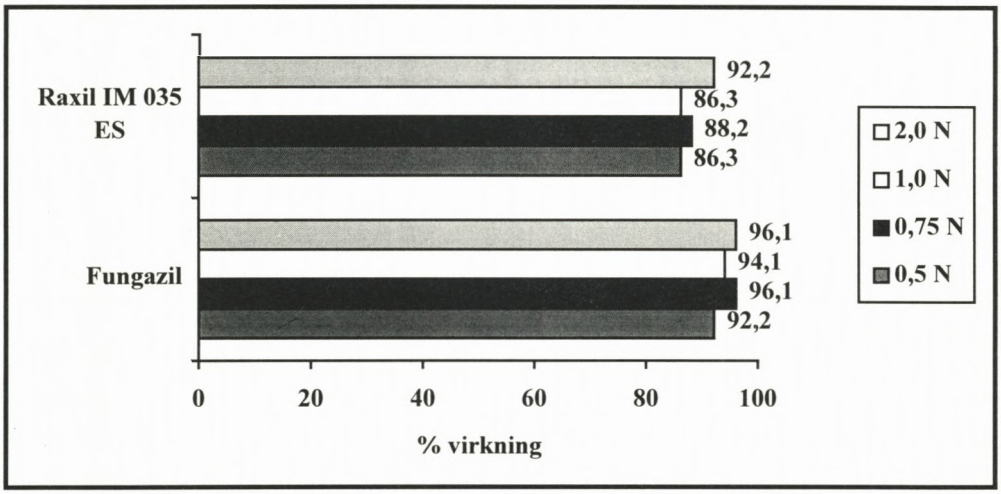
Figur 3. Virkning mod stribesyge (*Drechslera graminea*) i vårbyg. Normaldosering: Fungazil 100 ml og Raxil IM 035 ES 150 ml pr./hkg. Ubehandlet: 9,9% angrebne planter. 4 forsøg, Danmarks JordbrugsForskning 1992-93. Efficacy against *Drechslera graminea* in spring barley. Normal dose: Fungazil 100 ml and Raxil IM 035 ES 150 ml per hkg. Untreated: 9,9% attacked plants. 4 trials, the Danish Institute of Agricultural Sciences 1992-93.



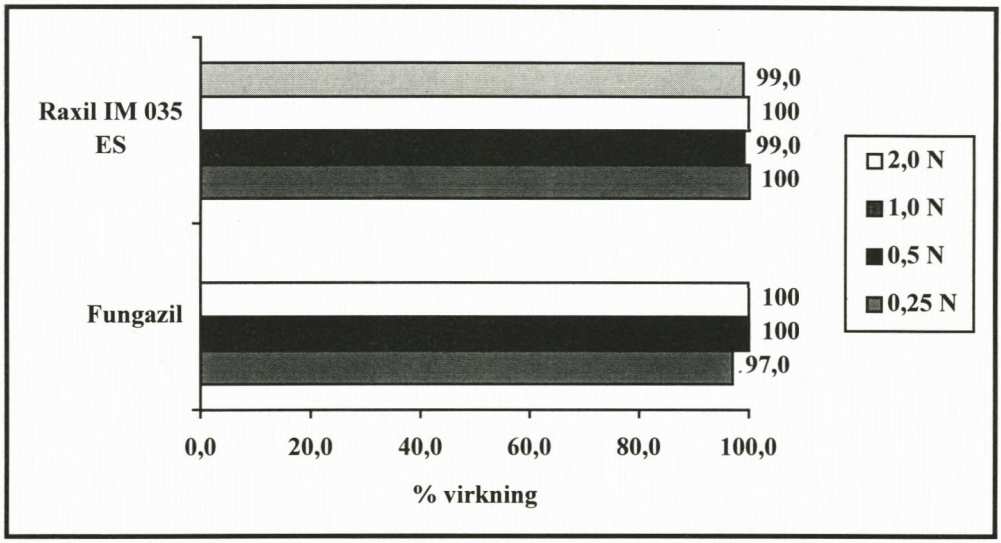
Figur 4. Virkning mod stribesyge (*Drechslera graminea*) i vårbyg. Normaldosering: Fungazil 100 ml og Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Ubehandlet: 20,3% angrebne planter. 9 forsøg, Bayer A/S 1991-96. Efficacy against *Drechslera graminea* in spring barley. Normal dose: Fungazil 100 ml and Raxil IM 035 ES 150 ml per hkg. Untreated: 20,3% attacked plants. 9 trials. Bayer A/S. 1991-96.

Bygbladplet (Drechslera teres)

Her findes der kun et mindre antal forsøg, idet Statens JordbrugsForskning har gennemført 3 forsøg i vårbyg i årene 1992-93 (figur 5). Bayer har kun et forsøg med byggens bladplet, og det blev gennemført i 1993 (figur 6).



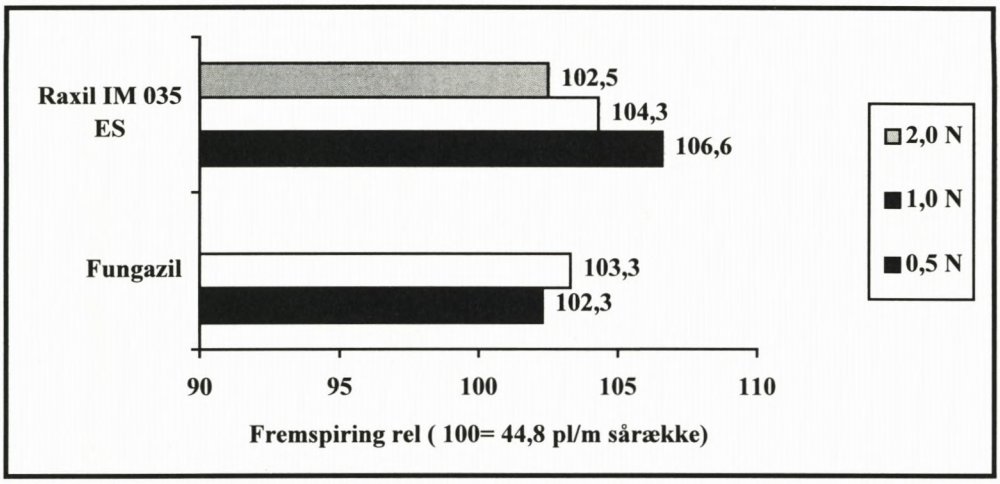
Figur 5. Virkning mod bladplet (*Drechslera teres*) i vårbyg. Normaldosering: Fungazil 100 ml og Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Ubehandlet: 1,7% angrebne planter. 3 forsøg, Danmarks JordbrugsForskning 1992-93. Efficacy against *Drechslera teres* in spring barley. Normal dose: Fungazil 100 ml and Raxil IM 035 ES 150 ml per hkg. Untreated: 1,7% attacked plants. 3 trials. Danish Institute of Agricultural Sciences. 1992-93.



Figur 6. Virkning mod bladplet (*Drechslera teres*) i vårbyg. Normaldosering; Fungazil 100 ml og Raxil IM 035 ES 150 ml/hkg. Ubehandlet: 29% angrebne planter. 1 forsøg Bayer A/S. 1993. Efficacy against *Drechslera teres* in Spring barley. Normal dose: Fungazil 100 ml and Raxil IM 035 ES 150 ml per hkg. Untreated: 29% attacked plants. 1 trial. Bayer A/S. 1993.

Afgrødetålsomhed

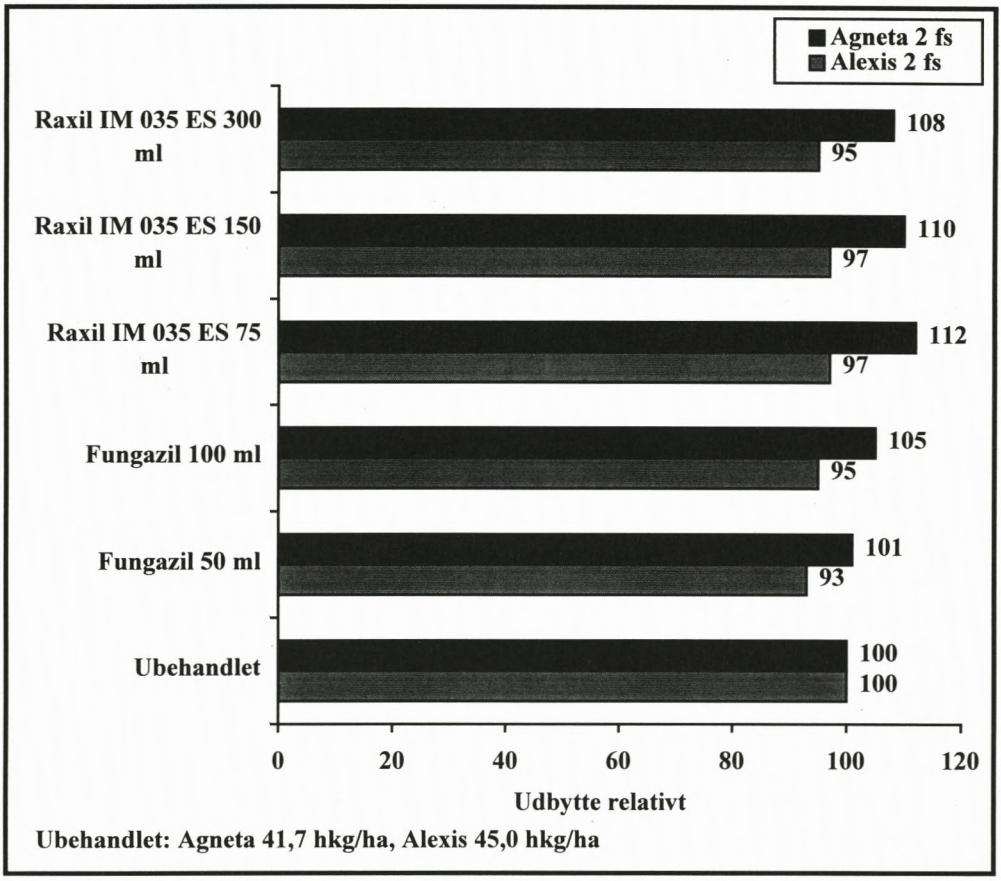
Af fremspiringsdata fra et stort antal forsøg fremgår det, at der ikke er problemer med afgødetålsomheden med Raxil IM 035 ES. I figur 7 er plantetællinger fra 17 forsøg i vårbyg angivet. Forsøgene er Bayerforsøg gennemført i årene 1991-96.



Figur 7. Relativ plantetal. Gennemsnit af 17 forsøg gennemført af Bayer A/S i årene 1991-1996. Dobbeltdosering med Raxil IM 035 ES dog kun i 9 forsøg i årene 1994-96. Rel. number of plants. Average of 17 trials. Bayer A/S 1991-1996. Double dose of Raxil IM 035 ES but only in 9 trials from 1994-1996.

Udbytteforhold

I bejdseforsøg ses sjældent de store merudbytter. Ofte er det sådan, at ingen af udslagene er sikre med mindre der er tale om midler, der påvirker fremspiringen meget negativt, eller der er anvendt kraftigt inficeret udsæd. Her er medtaget resultater fra 4 Bayerforsøg gennemført i 1994. Disse resultater giver et ganske godt indtryk af udbytteforholdene i bejdseforsøg. Normalt vil man til bejdseforsøg forsøge at fremskaffe udsæd, hvor der er et stort smitteniveau af den sygdom, der ønskes testet imod. I 1994 blev der anlagt 2 forsøg med den svenske vårbygsort Agneta. Angrebsgraden af stribesyge i de ubehandlede parceller var 5,8%. Sorten i to andre forsøg var Alexis, og her kunne der ikke findes angreb. I figur 8 er resultaterne fra de 4 forsøg angivet.



Figur 8. Udbytte relativt i henholdsvis Agneta med angreb af stribesyge (*Drechslera graminea*) og Alexis (sund udsæd). 4 forsøg. Bayer A/S 1994. Yield rel. of Agneta with *Drechslera graminea* and Alexis (healty seed). 4 trials. Bayer A/S 1994.

Diskussion

Virkningen mod nøgen bygbrand ligger på et niveau, der kun er set tidligere med midlet Baytan IM, der ikke er på markedet mere.

Når resultaterne bedømmes bør man huske på, at udsæden ofte er udvalgt med ønske om så kraftigt et angreb af den sygdom, der skal testes mod som muligt. Dette har specielt været tilfældet med stribesyge, hvor der i mange forsøg er anvendt sorten Agneta. Denne sort blev oprindelig hentet til forsøg i Danmark, fordi den havde et kendt og kraftigt angreb af stribesyge. Derefter er sorten anvendt i flere år, idet kornet fra de ubehandlede parceller blev anvendt til forsøg året efter. Dette førte til at sorten med tiden blev ekstremt kraftigt angrebet.

Virkningen mod stribesyge har i forsøgene ligget på gns. 97,5% i Statens Jordbrugs-Forsknings-forsøg, og på gns. 98,9% i Bayers forsøg ved normal dosering. Årsagen til denne

forskel kan være bedømmelsestidspunkterne. Bayers forsøg er bedømt omkring byggens skridning og det kan tænkes, at det er så sent at enkelte planter med stribesyge enten er døde eller står så langt nede i afgrøden, at de ikke bliver fundet ved boniteringen.

Mod byggens bladplet er der fundet virkninger på ca. 90% ved normaldosering, hvilket må betegnes som en acceptabel virkning mod denne sygdom.

Raxil IM 035 ES er afprøvet over flere år, og i alle årene er der foretaget plantetællinger lige efter fremspiring. Disse tællinger har ikke givet anledning til bemærkninger. Midlet må derfor betegnes som særdeles tålsomt over for afgrøden.

Sammendrag

Raxil IM 035 ES blev godkendt i 1997 og vil være på markedet i 1998. Det nye bejdsemiddel indeholder 20 g tebuconazole og 15 g imazalil pr. liter. Doseringen er 150 ml pr. 100 kg såsæd. Godkendelsen omfatter i første omgang kun vårbyg, men forsøg er sat i gang med henblik på en udvidelse af godkendelsen til også at omfatte vinterbyg.

Gennem flere år er der gennemført forsøg i vårbyg ved både Danmarks Jordbrugs-Forskning (Statens Planteavlsforsøg) og i firmaets eget regi.

Over for nøgen bygbrand (*Ustilago nuda*) er fundet en virkning, der ligger betydelig over det nuværende standardmiddel. Virkningen ligger meget tæt på 100%, selv med halv og kvart dosering. Over for byggens stribesyge (*Drechslera graminea*) blev der i forsøgene fundet tilfredsstillende virkning. Mod bygbladplet (*Drechslera teres*) blev der fundet tilstrækkelig virkning.

De foreliggende afprøvninger har resulteret i, at Raxil IM 035 ES er opført på listen fra Plantedirektoratet til sædekornsfirmaerne over anerkendte midler til bejdsning af vårbyg.

Litteratur

Bayer A/S. Raxil (BAY HWG 1608). Fungizides Saatgutbehandlungsmittel für den Getreidebau. Technische Information.

Hvelplund N-J. 1991 Intern forsøgsberetning. Agro-kemi a/s (nu Bayer A/S).

Hvelplund N-J. 1992-96 Intern forsøgsberetning. Bayer A/S.

Jørgensen L.N., Nielsen B.J., Simonsen J. & Stetter S. 1992. Results from field trials 1992. Control of disaeses in cereals. Statens Planteavlsforsøg (Danmarks JordbrugsForskning).

Nielsen B.J., Jørgensen L.N., Simonsen J. 1993. Results from field trials 1993. Control of disaeses in cereals. Statens planteavlsforsøg (Danmarks JordbrugsForskning).

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Fortress® - et nyt fungicid til bekæmpelse af meldug i korn

Fortress® - a new fungicide against *Erysiphe* in cereals

Anders Mondrup
Dow AgroSciences Danmark A/S
Sorgenfrivej 15
DK - 2800 Lyngby

Summary

Fortress is a new fungicide for control of *Erysiphe* in cereals. The active ingredient in Fortress is quinoxyfen belonging to a new group of fungicides called quinolines. Quinoxyfen has a different mode of action to other fungicides being developed and commercialised. The mode of action is not yet described. There is no cross-resistance between quinoxyfen and current mildewicides.

The effect of Fortress is characterised by a very long lasting protection of current and new developed plant material, however there is a limited curative effect.

Fortress has in trials by the Danish Institute of Agricultural Sciences proven consistent and long efficacy on *Erysiphe* in both winter wheat and spring barley - up to 60 to 70 days protection.

Fortress is submitted for registration in Denmark.

Indledning

Fortress er et nyt fungicid til bekæmpelse af meldug i korn. Fortress indeholder det virksomme stof quinoxyfen. Quinoxyfen tilhører en ny kemisk gruppe af fungicider - de såkaldte quinoler. Der er ikke konstateret nogen krydsresistens, mellem quinoxyfen og de kendte triazoler og morpholiner, på testede isolater af meldug. Quinoxyfen har specifikt effekt mod meldug og er karakteriseret ved at have en meget lang beskyttelseseffekt.

Quinoxyfen er under vurdering i EU, og der er søgt om midlertidig godkendelse i Danmark.

Fortress har været under udvikling i Danmark i de sidste 4 år, hvilket bl.a. har medført en anerkendelse af Statens JordbrugsForskning.

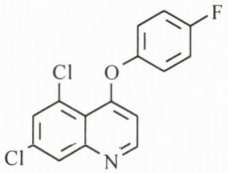
I 1997 har quinoxyfen været markedsført i England, Irland og Tyskland.

DJF-rapport 3 (1998), 49-56

Kemiske og fysiske egenskaber

Navn (ANSI godkendt):	quinoxyfen
Kemisk klasse:	quinoliner
Kemisk navn (IUPAC):	5,7-dichloro-4-(ρ-fluorophenoxy)quinoline

Strukturformel:



Molekyleformel:	$C_{15}H_8C_{12}FNO$
Molekylevægt:	308.1
Damptryk:	1.2×10^{-5} Pa ved 20 °C

Toksikologi

		Quinoxyfen	Fortress
Akut oral LD_{50}	Rotte:	>5000 mg/kg	>2000 mg/kg
Akut dermal LD_{50}	Kanin:	>2000 mg/kg	>2000 mg/kg
Akut inhalering LD_{50}	Rotte:	>3.38 mg/liter	
Øjenirritation	Kanin:	Mild irritation	Ikke irriterende
Hudirritation	Kanin:	Ingen irritation	Ikke irriterende

Quinoxyfen har ikke vist unormale resultater i længerevarende toksikologiske studier.

Der er lavet grundige studier på både Fortress og quinoxyfens påvirkning af faunaen, og der er fundet meget lav giftighed over for fugle, fisk, bier og nytteinsekter.

I jorden bindes quinoxyfen hurtigt til jordpartiklerne. Den bliver i det øverste jordlag (0-10 cm), hvor den bliver langsomt nedbrudt. Der dannes få nedbrydningsprodukter, men kun i meget små koncentrationer. Studier har vist, at der ikke er nogen udvasknings risiko for quinoxyfen.

I afgrøden vil quinoxyfen metaboliseres og nedbrydes hurtigt, og ved høsttidspunktet vil der være ingen eller lave rester.

Effekt på patogen

Quinoxyfen har primært effekt på følgende patogener:

Patogen	Afgrøde
Erysiphe graminis hordei	byg
Erysiphe graminis tritici	hvede
Erysiphe graminis f.s.p.	rug, triticale, havre
Uncinula necator	vin
Erysiphe betae	sukkerroer
Erysiphe cichoracearum	agurk
Sphaerothea fuliginea	agurk
Sphaerothea pannosa	stenfrugt
Leveilula taurica	auberginer, tomater

Effekten er primært af præventiv karakter, og der er kun tale om en mindre kurativ virkning.

Den vigtigste effekt af quinoxyfen på meldug er, at den forhindrer dannelsen af appressoriet. Dette sker ved en hæmning af sporens spiring og vitalitet. I stor forstørrelse kan man se, at sporen når den er landet på bladet, først danner sin primære sporehyfe og derefter den sekundære. Det er den sekundære hyfe der normalt trænger ind i planten og videreudvikler svampen. Hyfen vil under påvirkning af quinoxyfen vokse og forlænges, indtil der ikke er flere ressourcer fra sporen. Efter at være udsultet vil sporen dø og vil således aldrig nå at trænge ind i bladet.

Selve den biokemiske virkemekanisme er endnu ikke beskrevet, men det vides at den ikke ligner allerede kendte fungicider.

Optagelse og translokation

Når midlet rammer bladet er der kun tale om en delvis optagelse i planten. Der vil være ca. 66% som optages i bladene. Der vil kun i begrænset omfang foregå systemisk transport rundt i planten. Det aktivstof der er optaget vil primært danne et reservoir, som langsomt vil transporteres tilbage til overfladen.

Der vil på bladoverfladen, nogenlunde konstant, være ca. 16% af aktivstoffet, og yderligere ca. 18% vil være bundet til bladets vokslag.

I det helt tætte grænselag mellem luft og bladoverflade findes et luftlag, som næsten ikke bevæger sig. Det er i denne fase, at quinoxyfen fordeler sig på en "overflade systemisk" måde. En langsom omfordeling af aktivstoffet vil finde sted efterhånden som planten gror. Denne omfordeling vil også foregå til nydannet plantemateriale, og give fungicid effekt her.

Ud over at bevæge sig i dampfasen, bevæger quinoxyfen sig også translaminært, og frigøres på den anden side af bladet.

Regnfasthed og langtidseffekt

Optagelsesmønsteret og formuleringen af quinoxyfen gør, at denne er optaget/bundet efter en time og dermed regnfast. Den stærke binding og quinoxyfens lave vandopløselighed gør, at der vil være produkt tilstede på overfladen i meget lang tid.

Quinoxyfen har et meget lavt damptryk, hvilket giver en langsom frigivelse, og der bliver mulighed for reabsorption på nyt plantemateriale. Dette giver en meget lang beskyttelseseffekt på også nye blade.

Denne langtidseffekt har været demonstreret i praksis, og det giver den unikke mulighed, at man kan beskytte mod meldug igennem hele vækstsæsonen med kun een behandling med quinoxyfen. Forsøgene har vist, at der under gunstige forhold kan forventes en effekt på op til 60-70 dage efter behandlingen.

Resistensundersøgelser

Ud over standard undersøgelser for resistens, er der undersøgt for krydsresistens på et stort antal populationer af meldug. Resultatet heraf har været, at der ikke er fundet krydsresistens mellem quinoxyfen og de eksisterende triazoler og morpholiner.

Da der er forskellig virkningsmekanisme i forhold til strobiluriner regnes risikoen for krydsresistens også her at være lille.

Formulering og handelsprodukt

Der er udviklet flere produkter indeholdende quinoxyfen. I første omgang er der i Danmark arbejdet med Fortress, indeholdende 500 g/l af quinoxyfen, formuleret som et suspension koncentrat (SC).

Fortress er udviklet og testet sammen med andre fungicider for at udvide effekten til andre svampe. Der kan enten være tale om en tankblanding eller en sekvensbehandling, for derved at tilpasse strategien i forhold til det totale svampespektrum i afgrøden.

Behandlingstidspunkt

Fortress virker, som nævnt, i høj grad præventivt og har en lille kurativ effekt. Det er derfor vigtigt at behandle på et relativt tidligt tidspunkt. Det normale behandlingstidspunkt under danske forhold er ved begyndende angreb. Forsøg har vist, at den stærke beskyttende effekt gør, at den primære meldug, der er tilstede ved behandlingen, ikke vil have en chance for en videre epidemiologisk udvikling, og ej heller have betydning for merudbyttet.

Afprøvning i Danmark

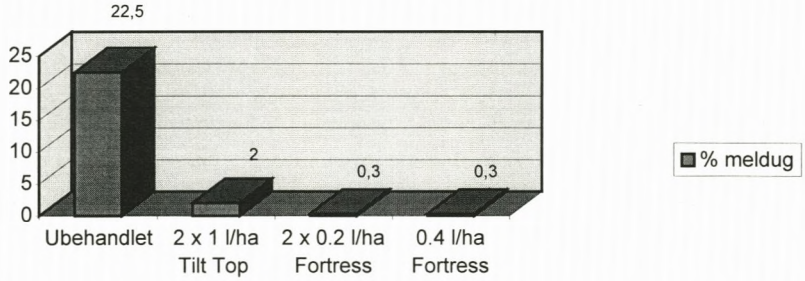
Produktet Fortress har været afprøvet i korn ved Danmarks JordbrugsForskning siden 1995 og ved Landskontoret for Planteavl siden 1997. I det følgende vil der blive refereret til forsøg fra Danmarks JordbrugsForskning.

Vinterhvede

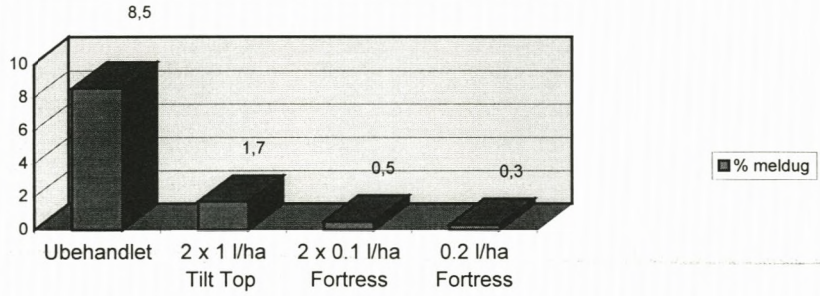
Afprøvningen, der har kørt, er baseret på en behandling på Zd. st. 30-31 alene, eller fulgt op med en senere behandling på Zd. st. 39-45. Som standardbehandling er anvendt 1-2 behandlinger med Tilt Top.

Angrebet af meldug har varieret i forsøgsprogrammet over årene. Der var i 1995 moderate angreb, i 1996 kraftige angreb og igen i 1997 moderate angreb.

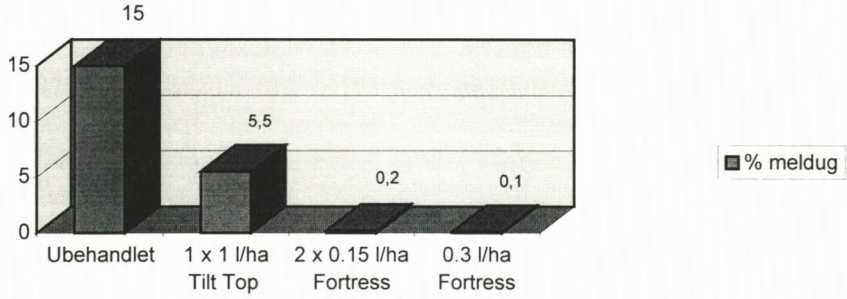
Som det ses af figur 1 til 3, har der været en god effekt af Fortress på meldug i sammenligning med standardproduktet. Det ses også, at i alle forsøgene har een tidlig behandling med Fortress givet samme eller bedre effekt, i forhold til at splitte behandlingen.



Figur 1. Bekæmpelse af meldug i vinterhvede med Fortress (500 g/l quinoxyfen) sammenlignet med Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Behandling foretaget på Zd. st. 30-31 og Zd. st. 39-45, vurdering Zd. st. 67. 1995 (n=1). Control of Powdery mildew in winter wheat with Fortress (500 g/l quinoxyfen) compared to Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Treatment Zd. st. 30-31 and Zd. st. 39-45, evaluation Zd. st. 67. 1995 (n=1)



Figur 2. Bekæmpelse af meldug i vinterhvede med Fortress (500 g/l quinoxyfen) sammenlignet med Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Behandling foretaget på Zd. st. 30-31 og Zd. st. 39-45, vurdering 69-71. 1996 (n=4). Control of Powdery mildew in winter wheat with Fortress (500 g/l quinoxyfen) compared to Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Treatment Zd. st. 30-31 and Zd. st. 39-45, evaluation 69-71. 1996 (n=4)



Figur 3. Bekæmpelse af meldug i vinterhvede med Fortress (500 g/l quinoxyfen) sammenlignet med Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Behandling foretaget på Zd. st. 30-31 og Zd. st. 39-45, vurdering Zd. st. 69. 1997 (n=1). Control of Powdery mildew in winter wheat with Fortress (500 g/l quinoxyfen) compared to Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Treatment Zd. st. 30-31 and Zd. st. 39-45, evaluation Zd. st. 69. 1997 (n=1)

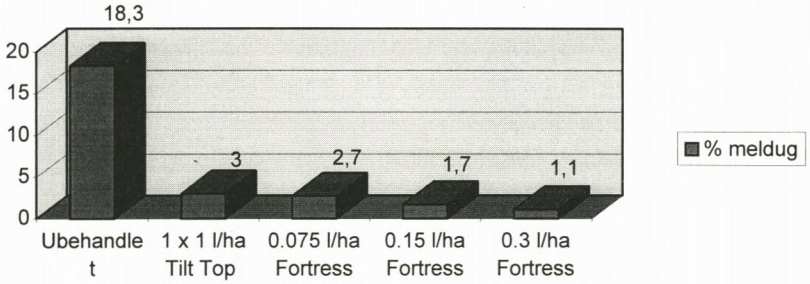
Forsøgene i figur 1 til 3 har givet et merudbytte for behandling med Fortress fra 2.9 til 8.7%. Hvis man ser bort fra det ene forsøg i 1997, har der i de andre 5 forsøg været et merudbytte fra 5.8 til 8.7%, som udelukkende skyldes effekten på meldug. Tilt Top havde i alle forsøg en variation i merudbyttet fra 5.6 til 12.4%. Der var i disse forsøg også et betydeligt angreb af septoria, som har indflydelse på merudbyttets størrelse.

Anerkendelse

Fortress er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af meldug i hvede med 0.3 l/ha, hvor der ønskes langtidsvirkning på 60-70 dage.

Vårbyg

Forsøgsplanerne, der er udført, har været baseret på en behandling på Zd. st. 26-30. Standardproduktet, der har været anvendt, er Tilt top.



Figur 4. Bekæmpelse af meldug i vårbyg med Fortress (500 g/l quinoxyfen) sammenlignet med Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Behandling foretaget på Zd. st. 26-30, vurdering Zd. st. 73-81, 1995-96 (n=6). Control of Powdery mildew in winter wheat with Fortress (500 g/l quinoxyfen) compared to Tilt Top (propiconazole 125 g/l + fenpropimorph 375 g/l). Treatment Zd. st. 26-30, evaluation Zd. st. 73-81. 1995-96 (n=6)

Der har været moderate angreb af meldug i forsøgene i både 1995 og 1996. Som det ses af figur 4, har der været en tydelig dosis respons for Fortress. Doseringen på 0.075 l/ha har givet ca. samme effekt som Tilt Top, og de højere doseringer har styrket effekten.

Forsøgene har vist pæne merudbytter. Fortress har for de 3 doseringer i gennemsnit givet merudbytter på 5.7% for laveste dosering og 9.4% for højeste dosering. Tilt Top har i gennemsnit af forsøgene givet 7.9% i merudbytte.

Anerkendelse

Fortress er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af meldug i vårbyg med 0.2 l/ha.

Konklusion

Meldug i korn er en af de vigtige svampesygdomme for kornavlere. Meldug findes stort set altid i mere eller mindre grad i de nuværende dyrkede sorter i Danmark. Det er en af de første bladsvampe, som landmanden styrer sin svampebehandling efter. Ved kraftige angreb kan meldug resultere i store udbyttetab.

Fortress har i danske forsøg vist en hidtil uset langtidseffekt på meldug i korn, og den åbner mulighed for at lave målrettede behandlinger mod de enkelte sygdomme. En Fortress behandling kan tage sig af melduggen, hvorefter en målrettet indsats med et andet middel klarer eventuelt andre bladsygdomme.

Fortress egner sig især til en svampebekæmpelsesstrategi, hvor der også indgår triazoler eller strobiluriner.

Litteratur

DowElanco. 1996. Quinoxyfen - the new standard in powdery mildew control.

Hollomon, D.W., Wheeler, E., Dixon, K. , Longhurst, C., Skylakakis, G. 1996. Resistance profiling of the new powdery mildew fungicide quinoxyfen (DE-795), in cereals. Brigthon Crop Protection Conference 1996.

Jørgensen, Lise Nistrup & Nielsen, Bent J. 1996. Results from field trials 1996, Control of diseases in cereals. Statens Planteavlsforsøg.

Longhurst, C., Dixon, K., Mayr, A., Bernhard, U., Prince, K., Sellars, J., Prove, P., Richard, C., Arnold, W., Dreikorn, B., Carson, C. 1996 DE-795 - a novel fungicide for the control of powdery mildew in cereals. Brigthon Crop Protection Conference 1996

Nielsen, Bent J. & Jørgensen, Lise Nistrup 1995. Results from field trials 1995, Control of diseases in cereals. Statens Planteavlsforsøg.

Nielsen, Bent J. & Jørgensen, Lise Nistrup 1997. Results from field trials 1997, Control of diseases in cereals. Danmarks JordbrugsForskning.

Folicur® EW 250 - et bredspektret svampemiddel godkendt til korn, raps og frøgræs

Folicur® EW 250 - a fungicide with a broad spectrum registered for cereals, oilseed rape and grass seed

Jens Husby, Peter Højer & Erling Madsen
Bayer A/S
Nørgaardsvej 32
2800 Lyngby

Summary

Folicur® EW 250 will be marketed in Denmark from 1998. Many years of trials have shown its effective properties for best disease control and yield benefit. Folicur EW 250 is recommended against the most influential diseases in cereals and oilseed rape. The efficacy of Folicur against *Septoria* spp. and *Puccinia* spp. in cereals is exceedingly better than that of other known products. In oilseed rape the efficacy of Folicur EW 250 against *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Alternaria brassicae* is similar to or even better than known standards. Folicur EW 250 protects the plants longer because of a still homogeneous distribution of Tebuconazole in the treated plant parts.

Indledning

Folicur EW 250 indeholder det aktive stof tebuconazole (HWG 1608), der første gang blev syntetiseret i 1978 (Berg *et al.* 1987). Det hører til gruppen af systemisk virkende azoler. Det første markedsførte virkstof i denne gruppe var triadimefon (Bayleton) (Kaspers *et al.* 1987).

Folicur EW 250 blev godkendt i 1997, og det bliver markedsført i Danmark i 1998. Folicur EW 250 har i Danmark været med i forsøg hos Danmarks JordbrugsForskning (Statens Planteavlsforsøg) (1986-93), Landbrugets Rådgivningscenter (1986-92) og Bayer A/S (1986-95).

Folicur EW 250 har et bredt virkningsspektrum. Der foreligger anerkendelse mod en række svampesygdomme i korn og raps. I korn samler interessen sig om rust- (*Puccinia* spp.) og septoriasvampene (*Septoria* spp.), hvor midlet udgør en ny standard blandt azolerne. I raps kan Folicur EW 250 som enkeltmiddel nu anvendes mod gråskimmel (*Botrytis cinerea*), storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) og skulpesvamp (*Alternaria brassicae*) med samme eller højere virkning end hidtil anvendte standarder.

Folicur EW 250 har udvist interessante virkninger mod flere aktuelle svampesygdomme, end der er givet godkendelse til i Danmark. Der er derfor i efteråret 1997 bl.a. udlagt forsøg til bekæmpelse af phoma *(Phoma lingam)* og lys bladplet *(Cylindrosporium concentricum)* i raps samt bekæmpelse af trådkølle *(Typhula incarnata)* i vinterbyg. Efterårsanvendelse i raps har undertiden resulteret i en markant bedre overvintring. Der foreligger desuden forsøg med overbevisende virkning af Folicur EW 250 mod aksfusarium i hvede.

Tekniske data for tebuconazole

Vandopløselighed	32 mg/l ved 20°C
Damptryk	7,2 x 10^{-6} Pa. Trykket er så lavt, at en betydende fordampning ikke vil ske
Hydrolysestabilitet	Stabilt i rent vand
Fotolysestabilitet	Kun hvis der er huminsyrer i vandet ("mosevand") kan der ske en betydende nedbrydning

Tekniske data for Folicur EW 250

Indhold	250 g tebuconazole pr. liter
Formulering	EW = olie i vand emulsion Maks. udfældning i en 5% opløsning efter 1 time ved 30°C var 2%
Godkendelse	Godkendt i 1997 og gældende til 2007
Godkendt område	*Må kun anvendes til bekæmpelse af svampesygdomme i korn, raps og frøgræs*

Begrænsninger i anvendelse på afgrøder:

Der må ikke sprøjtes mod andre skadevoldere end de i brugsanvisningen nævnte.

Må i hvede ikke anvendes senere end vækststadium 71 og senest 6 uger før høst.

Må i byg, havre og triticale ikke anvendes senere end vækststadium 65 og senest 6 uger før høst.

Må i raps ikke anvendes senere end vækststadium 69.

Halmen af frøgræs må ikke anvendes til opfodring.

Klassificering

Sundhedsskadelig

Produktet er blevet klassificeret pga. giftighed ved indtagelse gennem munden.

Forgiftninger af mennesker kendes ikke trods lang tids anvendelse i andre europæiske lande.

Må ikke anvendes nærmere end 10 m fra vandmiljøet (vandløb, søer m.m.). Tebuconazole er relativt giftigt for vandlevende organismer. Der skal derfor holdes afstand til vandmiljøet.

Anerkendelse

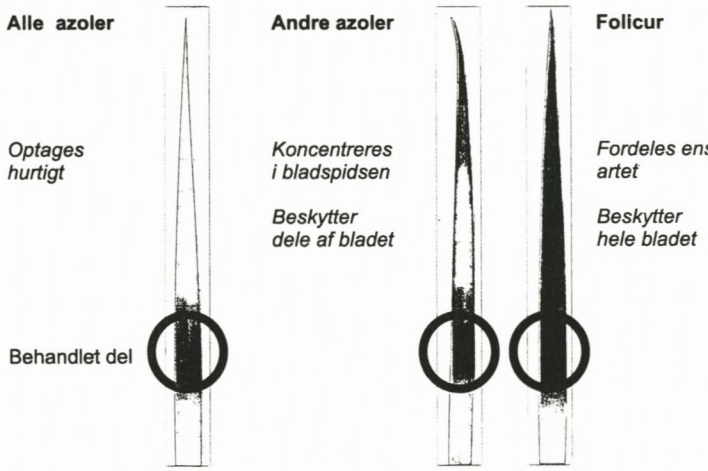
Folicur EW 250 er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til sprøjtning mod meldug på korn, gulrust, brunrust, hvedebrunplet, hvedegråplet på hvede og bygrust på byg med 1,0 liter samt bygbladplet og skoldplet på byg og storknoldet knoldbægersvamp, gråskimmel og skulpesvamp på raps med 1,5 liter pr. ha.

Virkningsmekanisme

Tebuconazole indvirker på samme måde som andre azoler på svampens sterolsyntese og hæmmer der dannelsen af ergosterol, der er en uundværlig bestanddel af svampens cellemembran (Berg *et al.* 1987). Manglende produktion af ergosterol resulterer i, at svampen bliver ude af stand til at udvikle sig.

Fordeling i planten

Efter indtrængning gennem planternes overhud transporteres tebuconazole med saftstrømmen opad og udad i blade og stængler. Tebuconazole udviser således en betydelig systemisk virkning (se bilag 1). Der er desuden det specielle for tebuconazole, at den del af midlet, der translokeres, ikke koncentreres i bladrandene, men forbliver meget jævnt fordelt i bladet. Andre azoler, som for eksempel triadimenol, koncentreres derimod i bladkanterne få dage efter udsprøjtning (Kuck & Thielert. 1987).



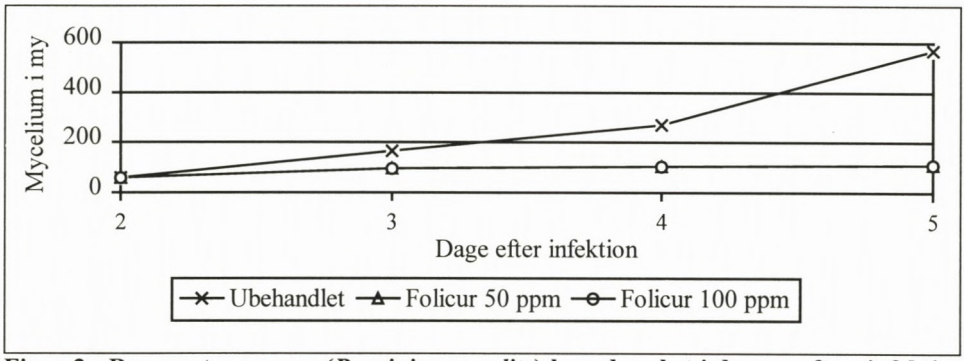
Figur 1. C^{14}-mærkede svampemidlers fordeling i et bygblad efter henholdsvis 6 timer (tv.) og 5 dage (th.) efter udbringning. Midlerne er påført i et 2 cm bredt bælte på bladet, hvorfra fordelingen så er sket (Kuck & Thielert 1987). Distribution of C^{14}-marked fungicides in barley leaves 6 hours (left) and 5 days (right) after treatment. The fungicides are applied on the leaves in a 2 cm wide belt from which they have spread.

Det forhold, at tebuconazole forbliver ensartet fordelt i de behandlede planters blade og således beskytter bladfladen jævnt, anses for at være en af årsagerne til Folicurs højere effekt end øvrige azoler i gruppen. En anden faktor til den høje effekt kan måske forklares med midlets langtidsvirkning, der omtales senere.

Hurtig forebyggende og helbredende virkning

Såvel forebyggende som helbredende virkning indtræffer få dage efter infektion eller behandling.

Mikroskopiundersøgelser af brunrust på hvede viser, at den forebyggende behandling med tebuconazole ikke standser svampens spiring og begyndende vækst, men først indvirker på svampen 2 dage efter infektion, og en total vækststandsning indtræffer først på 3. dagen (se figur 2). Ved helbredende behandling, 4 dage efter inokulation, bringes svampens vækst til standsning allerede 24 timer efter behandling (Hänßler & Kuck 1987). Epidemisk spredning af sygdommen forhindres eller afbrydes derved som følge af den forebyggende og helbredende virkning.



Figur 2. Brunrustsvampens (*Puccinia recondita*) længdevækst i dagene efter infektion. Dagen før infektionen er hvedebladet behandlet med tebuconazole (Hänßler & Kuck 1987). Length growth of Puccinia recondita after inoculation. The day before inoculation the wheat leaf has been treated with Tebuconazole.

Langtidsvirkning

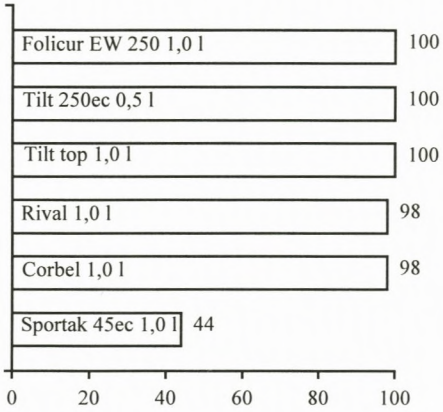
Det fremgår af de efterfølgende forsøg mod gulrust, at virkningen af tebuconazole skiller sig ud fra de øvrige midler, der er sammenlignet med, når bedømmelsen foretages på et sent tidspunkt. Selv ved bedømmelse 5 - 8 uger efter behandlingen ses betydende reduktioner af svampen. Langtidsvirkninger på 4-5 uger er rapporteret for en dosering på 0,5 liter Folicur pr. ha (Jørgensen 1990).

Svampesygdomme i korn

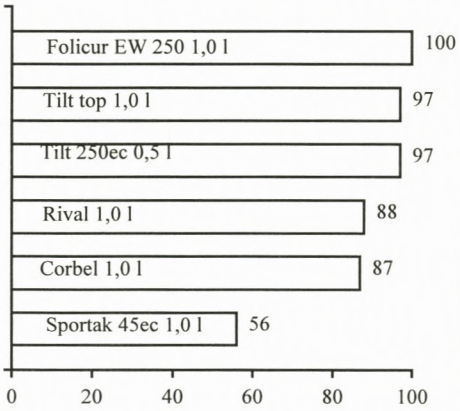
Tebuconazole yder en høj virkning mod en række af de alvorligste sygdomme i korn. Der er udført forsøg hos DJF (Danmarks JordbrugsForskning), hvor effekten af svampemidler i korn er sammenlignet. Resultaterne er gengivet i figur 3.

Hvede

Gulrust - korttidseffekt. Angreb i ubehandlet : 55,1%
Bedømt 17-26 dage efter sprøjtning.
3 forsøg 1990.

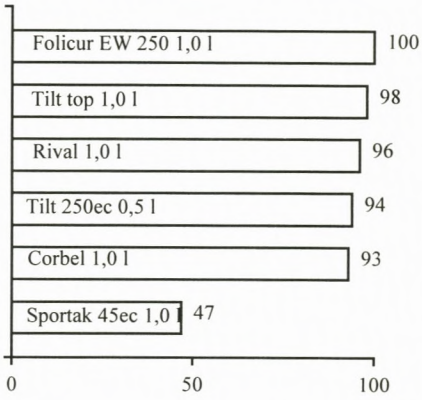


Gulrust - langtidseffekt. Angreb i ubehandlet : 99%
Bedømt 31-48 dage efter sprøjtning.
2 forsøg 1990.

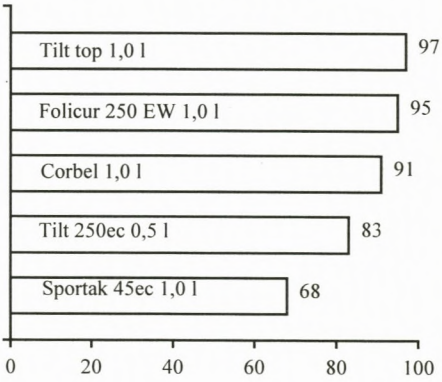


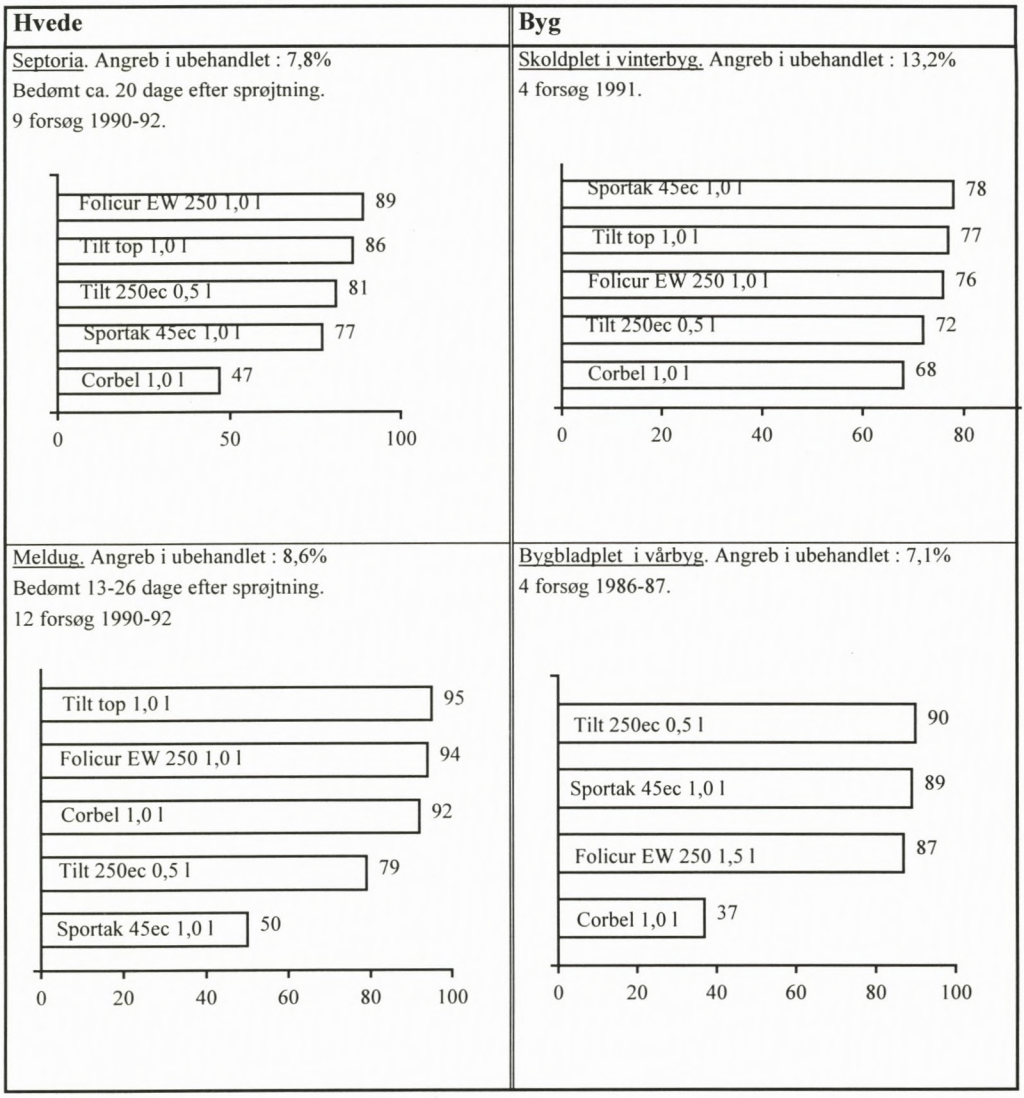
Byg

Bygrust i vinterbyg - langtidsvirkning. Angreb i ubehandlet : 84,4%
Bedømt 37-50 dage efter sprøjtning.
2 forsøg 1990.



Meldug i vårbyg. Angreb i ubehandlet : 10,2%
Bedømt 26-30 dage efter sprøjtning.
7 forsøg 1990-91.



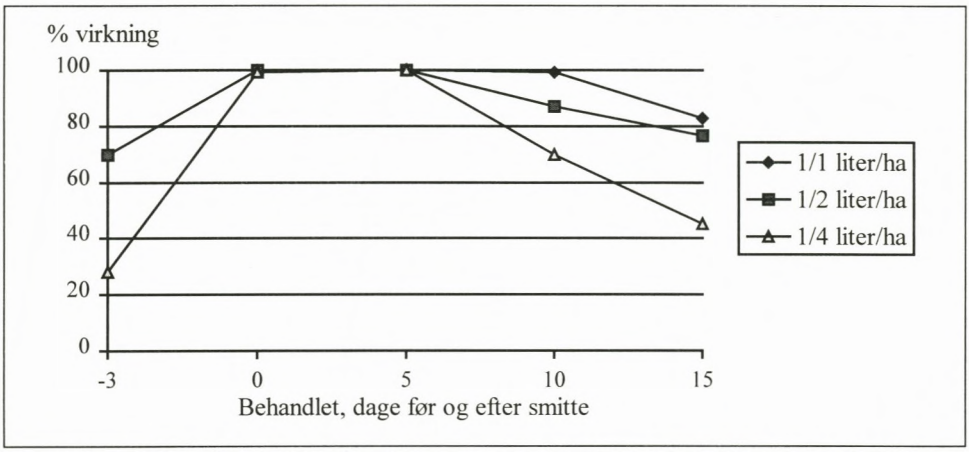


Figur 3. Sammenlignende effektforsøg mod forskellige kornsygdomme. Forsøgene bedømt cirka 3-4 uger efter sidste behandling, hvor intet andet er nævnt. Søjlerne angiver % bekæmpelse (Jørgensen *et al.* 1993). Comparative efficacy trials against various diseases in cereals evaluated about 3-4 weeks after last treatment. The bars show % efficacy.

Resultaterne i figur 3 viser, at Folicur hører til et af de mest effektive midler mod svampesygdomme i korn. Mod rust- og septoriasvampe har virkningen endda været bedst. Forsøgene blev gennemført med de doseringer, der var gældende på det angivne tidspunkt.

Reducerede doseringer i korn

Forsøg med forskellige doseringer har vist, at der kan opnås betydelige virkninger med Folicur, selv med stærkt nedsatte doseringer. I figur 4 ses virkningen af 3 doseringer anvendt på forskellige tidspunkter i forhold til infektionen af hvedegråplet i hvede.



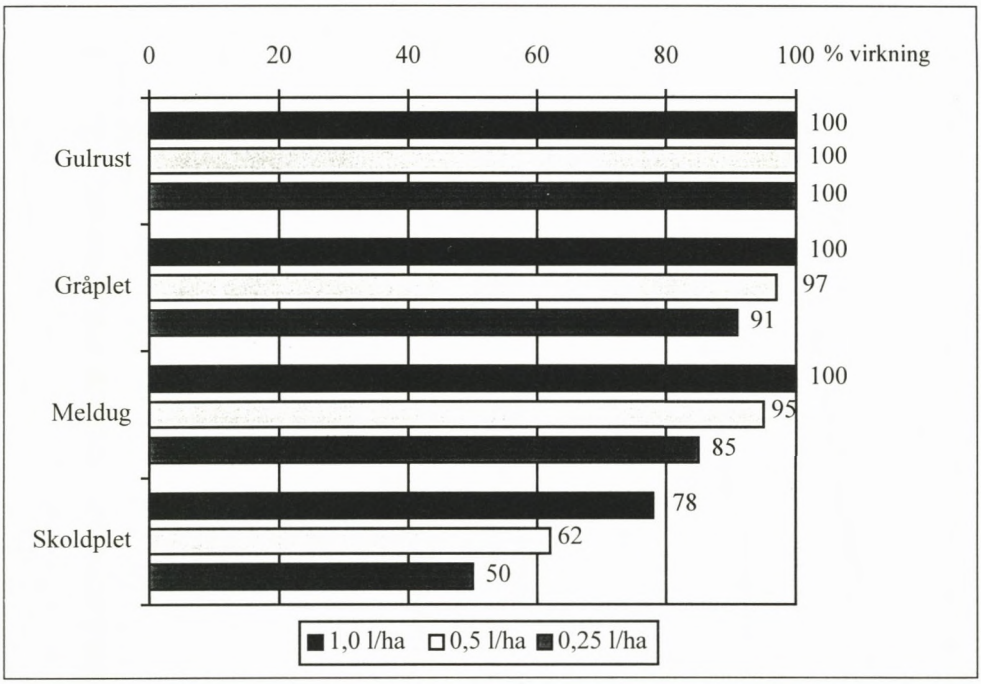
Figur 4. Folicurs virkning over for hvedegråplet (*Septoria tritici*) med 3 doseringer, udsprøjtet før og efter kunstig smitte (potteforsøg). Der var 14,6 % angreb i ubehandlet (Jørgensen 1991). Efficacy of Folicur against Septoria tritici in 3 doses, applied before and after inoculation (pot trials). 14,6% infestation in untreated.

Det fremgår af figur 4, at der selv med 1/4 liter Folicur pr. ha kan opnås en 100% virkning mod hvedegråplet, når anvendelsen sker samtidig med eller inden for de første dage efter infektionen. Selv efter 10 dage kunne der stadig konstateres en virkning på 70% ved den laveste dosering.

Under optimale virkningsbetingelser er det i dag normalt at anvende reducerede doseringer. Mulighederne for at nedsætte doseringerne blev undersøgt i 1992 i markforsøg mod gulrust, hvedegråplet og meldug i vinterhvede samt skoldplet i vinterbyg. Bedømmelser blev foretaget ca. 3 uger efter sidste sprøjtning. Sprøjtetidspunkt og angreb i ubehandlet er angivet i tabel 1, og virkningerne ved de reducerede doseringer fremgår af figur 5.

Tabel 1. Data for forsøgene, hvis resultater er gengivet i figur 5. Data for trials. Results are shown in figure 5.

	Gulrust	Gråplet	Meldug	Skoldplet
Antal forsøg	1	1	2	2
Udviklingstrin	37	37	51-59	31-32
Angreb i ubehandlet.	4,2 %	3,0 %	2,0 %	13,3 %



Figur 5. Virkning af forskellige doseringer mod gulrust (*Puccinia striiformis*), hvedegråplet (*Septoria tritici*) og meldug (*Erysiphe graminis*) i hvede og skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) i vinterbyg på de optimale tidspunkter. 1 liter Folicur pr. ha er sammenlignet med 1/2 og 1/4 liter ved DJF (Jørgensen & Nielsen 1992). Efficacy of various doses against *Puccinia striiformis*, *Septoria tritici* and *Erysiphe graminis* in wheat and *Rhynchosporium secalis* in winter barley at optimum time of treatments. 1 litre Folicur per ha compared with 1/2 and 1/4 litre. DJF.

Der kan knyttes følgende bemærkninger til de enkelte kornsygdomme:

Rustarter er særdeles følsomme over for tebuconazole, og som figur 5 viser, har selv en 1/4 dosering i forsøgene bekæmpet gulrustsvampen. Under Landbrugets Rådgivningscenter er udført 7 forsøg med flere behandlinger med nedsatte doseringer af Folicur mod gulrust. Disse viste ved bedømmelse i juli, at flere behandlinger med lave doseringer kan bekæmpe selv 50% angreb (Kristensen og Elbæk-Pedersen 1990). Det fremgår af figur 3, at virkningen mod bygrust er på højde med virkningen mod gulrust.

Septoriasvampene bekæmpes også særdeles effektivt med selv en 1/4 liter pr. ha. Reducerede doseringer indsnævrede dog tidsrummet, hvor der kan opnås optimal virkning. Det fremgår af figur 4, at der opnås såvel gode forebyggende som helbredende virkninger. Den optimale virkning opnås dog ved behandling inden for få dage før eller efter infektionstidspunktet (Jørgensen 1991). Dette understreger vigtigheden af at behandle efter risikovurdering.

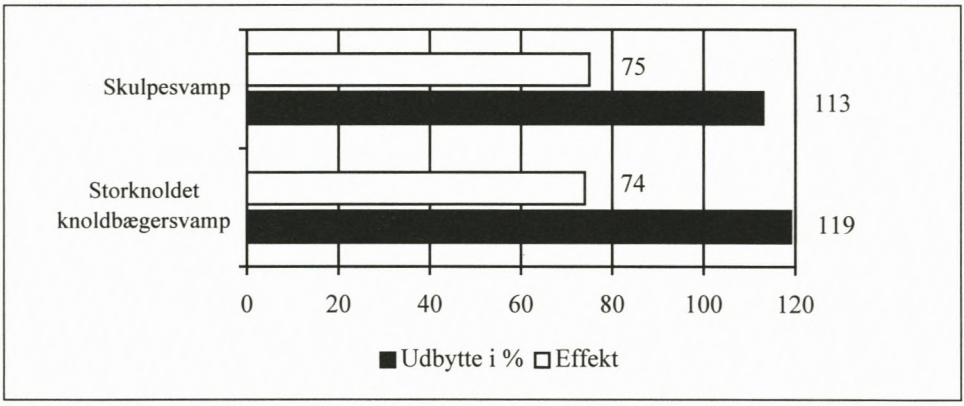
Meldug bekæmpes effektivt med fuld dosering. Effekten over for meldug påvirkes mere af en doseringsnedsættelse, end tilfældet er med rust og Septoria. I hvedeforsøg med nedsatte doseringer og flere behandling hen over sæsonen har effekten af Folicur vist sig fuldt på højde med traditionelle midler som for eksempel Tilt top (propiconazol + fenpropimorph) (Kristensen & Elbæk-Pedersen 1990). Tilsvarende forsøg er udført i vårbyg, hvor bl.a. Tilt Megaturbo (propiconazol + fenpropimorph) har været afprøvet til sammenligning. Ingen af de prøvede midler gav bedre effekt end Folicur (Kristensen *et al.* 1991). Folicur er anerkendt mod meldug i korn.

Skoldplet er vanskelig at bekæmpe med de fleste midler, der anvendes mod svampesygdomme i korn, som det fremgår af figur 3. Resultatet forringes tydeligt ved at nedsætte doseringen, som det fremgår af forsøgsresultaterne i figur 5.

Bygbladplet har ikke været med i forsøg med reducerede doseringer. Ved anvendelse af normale doseringer bekæmpes denne svamp lidt bedre end skoldplet.

Svampesygdomme i raps

Folicur har været afprøvet mod storknoldet knoldbægersvamp og skulpesvamp i raps hos Danmarks JordbrugsForskning (DJF) i 22 forsøg i vår- og vinterraps fra 1987 til 91. Behandlingerne er foretaget i fuld blomstring vs. 65 (4.2) eller efter blomstring vs. 69-79 (5,0-5,2). Da behandling mod de 2 sygdomme normalt finder sted efter en risikovurdering, er der i figur 6 kun medtaget forsøg, hvor der har været mere end 5 % angreb. Resultaterne for vår- og vinterraps er slået sammen.



Figur 6. Effekt og merudbytter for 1,5 liter Folicur pr. ha i forsøg med mere end 5 % angreb af henholdsvis skulpesvamp eller storknoldet knoldbægersvamp. Sum tallene stammer fra såvel vår- som vinterraps. Talmaterialet for disse og øvrige forsøg med bedømmelse af de pågældende sygdomme findes bagest i artiklen i bilag 2 (DJF. 1987-91). Efficacy and yield increase of 1,5 litre Folicur per ha in trials with more than 5% infestation with *Alternaria brassicae* or *Sclerotinia sclerotiorum*. The total figures are based on spring and winter rape. The figures for the other trials mentioned and assessments for the diseases are attached in supplement 2.

Storknoldet knoldbægersvamp
Behandling mod storknoldet knoldbægersvamp resulterede i 74 % færre stængler befængt med svampen, og samtidig blev der opnået et merudbytte på 19 % for Folicur-behandlingen.
Skulpesvamp
Med 75 % mindre dækning med skulpesvamp var virkningen af Folicur tilsvarende den, der blev opnået over for storknoldet knoldbægersvamp. Behandlingen resulterede i 13 % merudbytte.

Gråskimmel
Mens storknoldet knoldbægersvamp og skulpesvamp kan behandles på et optimalt tidspunkt, der kan sættes i forhold til rapsens udvikling, er det ikke tilsvarende enkelt at fastslå det optimale behandlingstidspunkt for gråskimmel. I 3 af DJFs forsøg blev der, sammen med en af de føromtalte sygdomme, også fundet gråskimmel. Effekterne af Folicur lå på mellem 34 og 53 %. I 1989 forekom tidlige gråskimmelangreb, forårsaget af frostskader. Der blev i 3 forsøg hos DJF behandlet på 2 tidspunkter med 1,5 liter Folicur EW 250 og med følgende resultater: vs. 55 (3,2) med 71% effekt og vs. 65 (4,2) med 8 % effekt, hvilket klart illustrerer tidspunktets betydning. Der var kun signifikante merudbytter for dobbeltbehandling, med et merudbytte på 9 % (Jakobsen & Simonsen 1989).

Påvirkning af væksten
Ved opdagelsen af tebuconazole og øvrige midler i gruppen, mente man i starten, at der var tale om vækstreguleringsmidler. En modificering af den kemiske struktur ændrede dog aktiviteten i retning af svampebekæmpelse (Berg *et al.* 1987). For tebuconazole har der været målt en påvirkning af rapsplanters vækst ved udsprøjtning om efteråret eller om foråret (Fuglsang *et al.* 1989). Indvirkning på lejesædstilbøjelighed og afgrødehøjde var større ved behandling om foråret end om efteråret. I vår- og vinterraps har der ved forårsbehandlinger været målt reduktioner i væksthøjden på 0-12% i danske forsøg i forbindelse med svampebekæmpelse (Hvelplund 1987-88) og fra 30 til 85 % reduktion i lejesædstilbøjelighed (Bolton & Adam 1992 og Jacobsen & Simonsen 1989). Indvirkningen på lejesædstilbøjeligheden skyldes en indvirkning på planternes vækst, men det angives også, at bl.a. bekæmpelse af sygdomme kan påvirke stængelstyrken.

Resistensrisiko
Der er ikke konstateret tebuconazoleresistens hos septoriasvampe, selv om midlet har været anvendt mod disse sygdomme gennem mange år.

Tebuconazole hører til gruppen af demethylation-inhibiting svampemidler (DMI), der siden slutningen af halvfjerdserne har været de mest anvendte mod hvedesygdomme specielt septoriasvampe. Under ekstreme forhold ses undertiden nedsatte virkninger mod Septoria. Der blev derfor i 1994-95 udført resistensundersøgelser på 1500 isolater af hvedegråplet fra 60

lokaliteter i Tyskland, Frankrig og England. Disse undersøgelser viste ingen ændring i svampens følsomhed over for tebuconazole (Suty & Kuck 1996).

Virkningsoversigt

Nedenstående gives en oversigt over godkendte vejledninger i Danmark samt Tyskland og England, hvor Folicur har været på markedet i mange år. Efter de godkendte vejledninger følger en liste over sygdomme som Folicur har vist virkning over for, men hvor der mangler data, for at vejledningen kan godkendes i Danmark.

Tabel 2. Sygdomme, som Folicur (tebuconazole) er godkendt imod i Danmark, Tyskland og England, samt doseringer. A angiver anerkendelser fra Danmarks Jordbrugs-Forskning og G indikerer godkendelser ved effektivitetsvurdering. Doses and approvals in Denmark, Germany and Great Britain. The letter "A" indicates official biological approval. G indicates registered use on the basis of efficacy assessment.

Etikettevejledninger i Danmark Tyskland og England for sygdomme der kan være aktuelle i Danmark			DK	D	GB
			1998	1997	1996
Vinterhvede			Dosering: liter/ha		
	Aksfusariose	*Fusarium* spp.		1)	1,0
	Gulrust	*Puccinia striiformis*	1,0 A	1,0	1,0
	Hvedebrunplet	*Septoria nodorum*	1,0 A	1,0	1,0
	Hvedebrunrust	*Puccinia dispersa/recondita*	1,0 A	1,0	1,0
	Hvedegråplet	*Septoria tritici*	1,0 A	1,0	1,0
	Meldug	*Erysiphe graminis*	1,0 A	2)	1,0
Vinterrug					
	Brunrust	*Puccinia recondita*	1,0 G	1,25	1,0
	Meldug	*Erysiphe graminis*	1,0 A	2)	1,0
	Skoldplet	*Rhynchosporium secalis*		1,25	1,0
Vår- og vinterbyg					
	Bygbladplet	*Drechslera teres*	1,5 A	1,25	1,0
	Bygrust	*Puccinia hordei*	1,0 A	1,25	1,0
	Meldug	*Erysiphe graminis*	1,0 A	1,25	1,0
	Skoldplet	*Rhynchosporium secalis*	1,5 A	1,25	1,0
Raps					
	Gråskimmel	*Botrytis cinerea*	1,5 A	1,5	
	Kransskimmel	*Verticillium dahliae*		1,5	
	Lys bladplet	*Cylindrosporium concentricum*		1,5	0,5-1,0
	Rodhalsråd, efterår	*Phoma lingam*		1,5	0,5-1,0 1)
	Skulpesvamp	*Alternaria brassicae*	1,5 A	1,5	1,0
	St. knoldbægersvamp	*Sclerotinia sclerotiorum*	1,5 A	1,5	1,0
Frøgræs					
	Meldug	*Erysiphe graminis*	1,0 G		
	Rust		1,0 G		

1) Det angives, at der kan fastslås en angrebsreduktion 2) Virksomt ved rettidig anvendelse

Eventuelle fremtidige mulige anvendelser

Afventning af tebuconazoles registrering har medført, at der siden 1993 ikke eller næsten ikke har været udført forsøg med Folicur i Danmark. I den periode er der konstateret virkninger mod flere sygdomme i andre lande. I tabel 3 er anført de sygdomme, der eventuelt kan være aktuelle i Danmark. Data for virkning søges fremskaffet for disse sygdomme, så de seneste krav til effektivitetsvurdering kan efterkommes.

Tabel 3. Oversigt over ønskede fremtidige vejledninger. Der arbejdes med fremskaffelse af dokumentation med henblik på godkendelse i Danmark. *List of future desired biological recommandation. Various documentation remains to be finished for the approval in Denmark.*

Emne	**Virkning %**	**Bemærkninger**
Korn		
Aksfusariose *Fusarium spp.*	60 (40-95)	Flerårige franske studier viser, at der med Folicur kan opnås 60 % virkning, når behandlingen foretages inden for 3 dage før eller 3 dage efter infektion. Herefter falder virkningen (Mauler-Machnik & Zahn 1994). En række undersøgelser viser interessante virkninger af Folicur mod aksfusariose (Suty *et al.* 1996, Fehrmann. 1989, Mesterhàzy & Bartók 1996).
Græstrådkølle *Typhula incarnata*	87	[1] De 87 % virkning blev opnået i gennemsnit af 18 forsøg med 28% angreb (Bayer A/S 1997a). Der opnåes med Folicur en beskyttelse mod trådkølle, der ligger højere end for Bayfidan, der tidligere blev anvendt til dette formål (Nielsen *et al* 1990 og Kristensen & Elbek-Pedersen 1990).
Raps		
Lys bladplet, efterår *Cylindrosporium concentricum*	41-58	[2] (Zahn 1996)
Lys bladplet, forår *Cylindrosporium concentricum*		
Rodhalsråd, efterår *Phoma lingam*	27-45	På trods af de forholdsvis svage effekter mod svampen, resulterer behandling i forbedret overvintring og udbytter. (Zahn 1996)
Rodhalsråd, forår *Phoma lingam*	72	[3] (Wainwright & Linke 1987)

Konklusion

Folicur EW 250 markedsføres i Danmark i 1998. Mange års forsøg har demonstreret midlets effektive svampebekæmpende egenskaber, der har resulteret i sikring af udbytter. Folicur EW 250 er anerkendt mod de mest betydende svampesygdomme i korn og raps. Mod kornsygdommene Septoria og rust (*Puccinia* spp.) overgår virkningen hidtidige standarder. I raps er Folicur EW 250's virkning lig med eller bedre end tidligere standarder mod gråskimmel *(Botrytis cinerea)*, storknoldet knoldbægersvamp *(Sclerotinia sclerotiorum)* og skulpesvamp *(Alternaria brassicae)*. Folicur EW 250 beskytter planter i længere tid som følge af en vedblivende ensartet fordeling af tebuconazole i de behandlede plantedele.

Bilag 1

Tabel 4. 3 azolers translokation 5 dage efter udbringning af C^{14}-mærket middel på et bygblad. Gennemsnit af 3 forsøg. Tallene angiver % af målt radioaktivitet i de 3 bladafsnit (Kuck & Thielert 1987). 3 azoles translocation 5 days after treatment with C^{14}-marked fungicide on a barley leaf. Average of 3 trials. The figures show % of measured radioactivity in three leaf sections.

	Basal bladdel	Påføringszone	Apical bladdel
Bitertanol	3,3 (± 5,3)	91,9 (± 3,8)	4,8 (± 5,4)
Triadimenol	0,5 (± 0,3)	39,6 (± 24,5)	59,9 (± 24,4)
Tebuconazole	0,1 (± 0,1)	53,4 (± 10,3)	46,5 (± 10,3)

Bilag 2

Tabel 5. Effekt og merudbytter for 1,5 liter Folicur pr. ha i 22 forsøg sammenlagt for vår- som vinterraps. Mere end 5% angreb forekom i 4 forsøg med storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) og 11 forsøg med skulpesvamp (*Alternaria brassicae*), og disse forsøg er trukket ud og anvendt i figur 6 (DJF. 1987-91). Efficacy and yield increase of 1,5 litre Folicur per ha in 22 trials of spring and winter oilseed rape. The 4 trials with *Sclerotinia sclerotiorum* and the 11 trials with *Alternaria brassicae* with more than 5% attack are shown in figure 6.

		Storknoldet knoldbægersvamp		Skulpesvamp		Gråskimmel		Udbytte	
	Fs.	% angr. stængler	Effekt	% dækning	Effekt	% stængl. m. gråsk.	Effekt	og mer-udbytte hkg/ha	Relativt
VS 65									
Antal fs.	7	7		0		1		6*	
Ubeh.		10,6				12,5		29,1	100
Folicur		2,8	73 %			8,3	34 %	4,1	114
De af ovenstående forsøg med mere end 5% angreb									
Antal fs.	4	4		0		0		3*	
Ubeh.		17,4						28,9	100
Folicur		4,5	74 %					5,5	119
VS 69 - 79									
Antal fs.	15	0		7		2		14	
Ubeh.				19,9		15,3		25,4	100
Folicur				4,8	76 %	7,2	53 %	2,7	111
De af ovenstående forsøg med mere end 5% angreb									
Antal fs.	11	0		4**		0		11	
Ubeh.				32,8				23,9	100
Folicur				8,2	75 %			3,0	113

* På grund af lejesæd blev et forsøg ikke høstet

** På grund af forskellig opgørelsesmetode er kun 4 af de 11 forsøg udregnet

Litteratur

Bayer A/S. 1997. Godkendt dansk etikette.

Bayer A/S. 1997 a. Intern opgørelse over 18 tyske forsøg 1984-91.

Bayer, England. 1997. Godkendt engelsk etikette.

Bayer, Tyskland. 1997. Godkendt tysk etikette.

Berg D., Born L., Büchel K.-H. & Kaulen J. 1987. HWG 1608-Chemistry and Biochemistry of a new azole fungicide. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 40, 111-132.

Bolton B.J.G. & Adam N.M. 1992. The use of tebuconazole for disease control and subsequent effects on lodging in oilseed rape. Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases s.675-680

DJF. 1987-91. Ærter, raps, kartofler og grønsager på friland. Resultater af forsøg 1987-91 tabellerne 87501, 87502, 87511, 87512, 88502, 88503, 88512, 90501, 90513, 91501, 91512. Statens Plateavlsforsøg (Danmarks JordbrugsForskning).

Fehrmann H. & Diehl Th. 1989. "Partielle Taubährigheit" chemisch bekämpfen. Pflanzenschutz-Praxis 2, 29-31.

Fuglsang Sv., Kristensen Hans & Elbek-Pedersen H. 1989. Frø- og industriafgrøder. Oversigt over Landsforsøgene s.137

Hänßler G. & Kuck K.H. 1987. Microscopic studies on the effect of Folicur on pathogenesis of brown rust of wheat. (Puccinia recondita f.sp.tritici) Bayer 40 153-180.

Hvelplund N-J. 1987-88. Fungicidforsøg i raps. Interne forsøgsberetninger 1987-88, Agrokemi A/S.

Jakobsen H.L. & Simonsen J. 1989. Ærter, raps, kartofler og grønsager på friland. Resultater af forsøg 1989 tabel 89512. Statens Plateavlsforsøg (Danmarks JordbrugsForskning).

Jørgensen L.N. 1991. Septoria spp. - Use of different dosages and timing for optimal control. Danish J. Plant and Soil Sci. 85, 159-171.

Jørgensen L.N. 1990. Bekæmpelse af hvedesygdomme i 1989. 7. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og skadedyr, 201-217.

Jørgensen L.N. & Nielsen B.J. 1992. Folicur 250 EW, AK-F-92-2 and Bayfidan. Statens Planteavlsforsøg Report from field trails 1992

Jørgensen L.N., Kristensen H., O. Permin & G.C. Nielsen. 1993. Vejledning i Planteværn. Statens Planteavlsforsøg og Landskontoret for Planteavl, 62-63.

Kaspers H., Brandes W. &Scheinpflug H. 1987. Improved control of crop diseases with a new azole fungicide, HWG 1608 (Folicur, Raxil). Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 40, 81-110.

Kristensen H. & Elbek-Pedersen H. 1990. Planteværn. Oversigt over Landsforsøgene, 142+155.

Kristensen H., Elbek-Pedersen H. & Ghita C. Nielsen. 1991. Planteværn. Oversigt over Landsforsøgene, 185.

Kuck K.H. & Thielert W. 1987. On the systemic properties of HWG1608, the active ingredient of the fungicides Folicur® and Raxil®. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 40, 133-152.

Mauler-Machnik & Zahn K. 1994. Ear fusarioses in wheat - new findings in their epidemiology and control with Folicur® (tebuconazole). Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 47, 129- 155.

MesterhàzyA. & Bartók T. 1996. Bekämpfung von Ährenfusariosen des Weizens durch Fungizide und deren Effekt auf die Toxinverseuchung der Körner. Pflanzenschutz-Nachrichen Bayer 49, 187-206.

Nielsen B., Jørgensen L.N. & Simonsen J. 1990. Bekæmpelse af svampesygdomme på korn og græsser. Resultater af forsøg 1990 tabel 90320. Statens Plateavlsforsøg (Danmarks JordbrugsForskning).

Suty A. & Kuck K.H. 1996. Sensitivity of Wheat Leaf Spot *Septoria tritici* to Tebuconazole. Brighton Crop protection Conference, Pests and Diseases 689-694.

Suty A., Mauler-Machnik A. & Courbon R. 1996. New Findings on the Epidemiology of Fusarium Ear Blight on wheat and its control with Tebuconazole. Brighton Crop Protec tion Conference, Pests and Diseases 689-694.

Wainwright A. & Linke W. 1987. Field trials with Folicur and Raxil against foliar and seed borne diseases, and observations on the control of rape diseases with Folicur in Great Britain (1984-1986). Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 40 181-212.

Zahn K.. 1996. Use of Folicur in winter oilseed rape 2.5.96 Intern rapport Bayer.

Påvisning af potato virus Y i knolde i spirehvile med den PCR-baserede metode DIAPOPS (detection of immobilised, amplified product in a one-phase system).

Detection of potato potyvirus Y in dormant tubers by a PCR-based method DIAPOPS (detection of immobilised amplified product in a one phase system)

Steen Lykke Nielsen & Karen Husted
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Henrik Nørgaard Rasmussen
Nunc A/S
Kamstrupvej 90
Postboks 280
DK-4000 Roskilde

Summary

The applicability of RT-PCR for detection of potato virus Y in dormant tubers was tested. PCR and visualisation was done by DIAPOPS (detection of immobilised amplified product in a one-phase system). The primers designed detected with no problem all four strains of PVY: O, N, NTN and C, and did not detect PVV and PVA. Tuber tissue samples cut from the heel and rose ends and in between showed very high variations in concentration of virus. Comparison of DIAPOPS on fourteen PVY infected, dormant tubers and ELISA on plants grown from the same tubers gave the same results for eleven of the samples, while three samples were positive with ELISA, but negative with DIAPOPS. A possible explanation is suggested to be the very uneven distribution of virus particles in the tubers combined with difference in sample size, where the sample size in ELISA is ten times the one used in DIAPOPS.

Indledning

Potato virus Y (PVY, kartoffelvirus Y) er et udbredt og tabsgivende virus i kartoffelavl. Der regnes med et udbyttetab på 0,6-0,7% hver gang, PVY-infektionen stiger med 1% (Møller Eriksen 1962). PVY spredes med bladlus og med læggeknolde. PVY forekommer som tre linier: O, N og C. Desuden optræder en variant af linie N i form af nekrotisk ringpletsyge, som nu opfattes som en selvstændig linie, benævnt NTN (Le Romancer *et al.* 1994).

For at reducere skadevirkningen af PVY er der fastsat normer for hvor høj infektionsprocent, der må forekomme i de forskellige klasser af læggekartofler (Anonym 1996). For at kontrollere at disse normer overholdes, undersøges læggekartoffelpartier for indhold af PVY ved vinterafprøvningen, som udføres af Væksthuskontrollen. Den metode, der anvendes idag, er ELISA (enzyme linked immuno sorbent assay), hvor der benyttes et polyklonalt antistof

mod PVY. Test af knolde i spirehvile for PVY med ELISA er imidlertid usikker, fordi viruskoncentrationen kan være meget lav. Først efter brydning af knoldenes spirehvile og fremspiring anses ELISA-metoden for at være tilstrækkelig sikker (Gugerli & Gehriger 1980, Vetten *et al.* 1983, Hill & Jackson 1984). Der testes omkring 200.000 knolde om året i Danmark (Højmark 1997).

Fremkomsten af detektionsmetoden PCR (polymerase chain reaction), først beskrevet i detaljer af Saiki *et al.* (1985), har muliggjort påvisning af meget lave koncentrationer af virus. Der er derfor blevet iværksat et udviklingsarbejde med det formål at kunne påvise PVY direkte i knolde i spirehvile. Projektet er en del af et EU-projekt med titlen: The direct detection of virus by means of a polymerase chain reaction-based method in dormant tubers of *Solanum tuberosum* to improve the quality of the crop. Projektet omfatter følgende vira: PVX, PVM, PVS, PVA, potato leaf roll virus og PVY. Den danske del omfatter PVY.

PCR for plantevirus omfatter fem trin: 1) En metode til at ekstrahere RNA fra knoldvæv. 2) Design af et sæt PCR-primere, som er komplementære til RNA-sekvenser, som er specifikke for det pågældende virus. 3) Fremstilling af kopi-DNA (cDNA) ud fra viralt RNA. 4) Amplifikation af det primære PCR-produkt. 5) Visualisering af PCR-produktet.

PCR-produktet visualiseres traditionelt ved gelelektroforese og farvning med ethidiumbromid. Nunc A/S har imidlertid udviklet en hurtigere metode: "Detection of immobilised, amplified product in a one-phase system", forkortet DIAPOPS (Chevrier *et al.* 1993, Rasmussen *et al.* 1994). PCR udføres i mikrobrønde, som er coatede med en fosforyleret upstream primer. Herefter kobles et enzym på det overfladebundne PCR-produkt vha. en probe. Det udløser en farvereaktion i et tilsat substrat, og reaktionen måles i et spektrofotometer, som det kendes fra ELISA. Anvendelse af proben øger desuden metodens specificitet, fordi der foruden PCR-primernes hybridisering til cDNA'et tillægges en indre hybridisering med proben, således at denne også skal være korrekt for at give et positivt resultat med DIAPOPS.

Materialer og metoder

Design af PCR-primere. Oplysninger om sekvenser af PVY blev hentet fra European Molecular Biology Laboratory (EMBL) databasen. Sekvenserne af 22 isolater af PVY-linierne O og N blev sammenlignet, og et område med konsensus blev udvalgt i den del af genomet, som koder for kapsidproteinet. Der blev konstrueret en upstream primer, D1, og en downstream primer, R5, på 28 og 25 basepar (bp) og en mellemliggende probe, R7, på 23 bp.

Plantemateriale og virusisolater. Virusinficerede knolde af sorterne Asparges og Bintje fra friland blev leveret af Væksthuskontrollen i Skanderborg. Desuden blev der i væksthus fremstillet sunde og PVY-inficerede knolde af Bintje. Virusisolaterne stammer fra afdelingens isolatsamling. Isolaterne blev opformeret i tobak.

Oprensning af PVY-virioner blev foretaget med differential centrifugering, efterfulgt af centrifugering over en CsCl-gradient, og udfældning med PEG 6000 (Okamoto *et al* 1996). Koncentrationen af virioner blev bestemt ved måling af absorbans ved 280 nm.

RNA-ekstraktion og RT-PCR-reaktion

Ekstraktion. Tre forskellige metoder til ekstraktion af RNA fra knolde blev sammenlignet. Det var immunocapture efter Schoen *et al.* (1996), LiCl-metoden efter Spiegel & Martin (1993) og en ekstraktionsmetode efter Thomson & Dietzgen (1995). Da udbyttet af de tre metoder var sammenligneligt (resultaterne ikke vist), blev den mest enkle af metoderne valgt, nemlig Thomson & Dietzgens ekstraktionsmetode. 0,1g blad- eller knoldvæv kommes i 5 ml TPS1 (100 mM TRIS-HCl, pH 8,4, 1,0 M KCl, 10 mM EDTA) 37°C og blandes let. Inkuberes 20 min. ved 37°C.

Reverse transcriptase-reaktion (RT-reaktion). 0,5 µl RNA i TPS1 blandet i 9,5 µl RT-mix. Inkubering 60 min. ved 37°C. Inaktivering 95°C i 5 min.

RT-mix: 1ststrand buffer (50 mM TRIS, 75 mM KCl, 3 mM $MgCl_2$), 10 mM DTT, 0,5 mM af hver dNTP, 20 pm oligo dT, 4 U RNAse inhibitor (Rnasin), 26 U muMLV reverse transcriptase, ddH_2O til 9,5 µl

Polymerase chain reaction. PCR-amplifikationen blev udført på en total væskevolumen på 25 µl, der indeholdt 2,5 µl overført fra RT-reaktion, PCR-buffer (10 mM TRIS, pH 8,3, 50 mM KCl, 1,5 mM $MgCl_2$, 0,001 % gelatine), 0,15 mM af hver dNTP, 1 mM downstream primer, 1 mM upstream primer, 0,5 U Taq DNA polymerase, totalt 25 µl. Amplifikationen blev startet med denaturering ved 94°C i 2 min. efterfulgt af 35 cykler med 92°C i 30 sek., 70°C i 15 sek. og 72°C i 15 sek. efterfulgt af en afsluttende forlængelse ved 72°C i 5 min. i en termocykler (PTC-100™, MJ Research Inc.). PCR-produktet blev visualiseret på en 1,5% agarosegel farvet med ethidiumbromid.

DIAPOPS. En modificeret upstream primer, D1, bindes covalent til overfladen af Nucleo-Link™ Strips (Nunc A/S, Danmark) i henhold til firmaets forskrifter. Denne primer er modificeret i 5'-enden med både en linker bestående af 10 thymidin-baser og en fosfatgruppe yderst i 5'-enden. Amplifikationen blev udført som asymmetrisk PCR med totalt 25 µl PCR-mix + RT-reaktion, som beskrevet under PCR, undtagen med tilføjelse af 0,1 % Tween 20, 0,5 mM downstream primer og 0,06 mM upstream primer. I termocykleren (PTC-100™, MJ Research Inc.) blev kørt med følgende program: 94°C i 2 min., 20 cykler med 94°C i 1 min. og 72°C i 1,5 min. efterfulgt af 20 cykler ved 94°C i 1 min., 65°C i 1 min. og 72°C i 1 min. efterfulgt af 72°C i 10 min. Herefter vask med 0,2 N NaOH, 0,1 % Tween 20, efterfulgt af vask med Tris-salt-buffer (0,1 M Tris-HCl, pH 7,5, 0,15 M NaCl, 0,1 % Tween 20). Derefter hybridisering med 100 nM probe R7 med biotin hæftet til 5'-enden i 6x SSC, 5 x Denhardt ved 50°C i 2 timer. Herefter 3 x vask i 0,1 x SSC, 0,1 % Tween 20, inkubering ved 37°C i 15 min., og yderligere tre gange vask med samme buffer. Derefter inkubering med horse radish peroxidase (HRP) koblet med streptavidin fortyndet 1:5000 i Tris-salt buffer, pH 7,5, ved stuetemperatur i 1 time, 1 vask i Tris-salt buffer, tilsætning af 100 µl TMB-substrat (3,3',5,5'tetrametylbentidinhydrogenperoxid, KEM-EN-TEC TMB ready to use substrate), og inkubering ved stuetemperatur i 30 min., og tilsætning af 100 µl 0,1 M H_2SO_4 for at stoppe reaktionen Absorptionsværdien blev aflæst ved 450 nm.

ELISA. Blev udført som dobbelt sandwich med polyklonalt antiserum og konjugat med alkalisk fosfatase. Absorptionsværdien blev aflæst ved 405 nm.
Kontrol af primernes specificitet. Primerne blev testet i ren PCR på 5 isolater af henholdsvis PVY-O, N og NTN, 2 af PVY-C, 1 af PVA og 2 af PVV, alle opformeret i tobak.

Fortyndingsrække. RNA ekstraheret fra sunde Bintje-knolde blev tilsat oprensede viruspartikler af PVY-O og PVY-N, og en fortyndingsrække fra 1,6 ng virioner til 0,02 pg blev fremstillet. Virus-bufferopløsningerne blev inkuberet i 10 min. ved 37° C, og der blev derefter udført RT og DIAPOPS. Forsøget blev udført to gange.

Undersøgelse af prøveudtagningssted i knolde. 8 PVY-inficerede knolde indgik i undersøgelsen. Der blev udtaget vævsprøver i navle- og øjeenden foruden midt mellem disse. Pr. sted blev udtaget 3 gentagelser, hver omfattende cortex, karstrengene og den ydre marv. Forekomsten af PVY blev påvist med DIAPOPS.

Sammenligning af DIAPOPS og ELISA. Der indgik 7 PVY-inficerede knolde af hver af sorterne Asparges og Bintje. RNA blev ekstraheret fra knolde i spirehvile 4-5 mdr. efter høst, og der blev udført RT og PCR med agarosegel og DIAPOPS . Knoldenes spirehvile blev ophævet med gibberelin-behandling (de Bokx & van der Want 1987), og der blev udført ELISA på bladene 4 uger efter fremspiring.

Resultater

Detaljerede resultater fremlægges på konferencen.

Design af primere. Sekvenserne af primersættet og proben fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Sekvensen af primere og probe. The sequences of primers and probe.

Primer/primer	**Sekvens**/Sequence
Downstream R5	5'ACATCCTCGGTGGTGTGCCTCTCTG
Upstream D1	5'CTGTGATGAATGGGCTTATGGTTTGGT G
Probe R7	5'-biotin- GCCACCGTCCAACCCGAAAAGTC
Oligo dT	5'TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT

PCR-produktet er på 432 nukleotider.

Kontrol af primernes specificitet. Primerne påviste samtlige PVY-isolater og var selektive i forhold til PVA og PVV. RT-PCR på blade og knolde af kartoffel gav ingen uspecifikke bånd på gelen. De sidstnævnte resultater vises ikke.

Fortyndingsrække.. Absorptionsværdien aflæst efter DIAPOPS faldt proportionalt med viruskoncentrationen i begge gentagelser. Påvisningsgrænsen for virionerne lå mellem 0,5 og 2,6 pg viruspartikler i den ene gentagelse og var på 0,1 pg virioner i den anden. Kørsel af PCR-produktet fra mikrobrøndene, hvor der blev kørt DIAPOPS på agarosegel, viste, at der fremstod bånd til og med 0,1 pg.

Undersøgelse af prøveudtagningssteder i knolde. Standardafvigelserne for de tre gentagelser pr. prøveudtagningssted var meget høje i samtlige undersøgte knolde, selv om gentagelserne blev udtaget tæt ved hinanden. Sammenlignes de fundne DIAPOPS-absorptionsværdiers størrelse for øjeenden, navleenden og midten for hver enkelt knold, gav prøver fra øjeenden de højeste absorptionsværdier i 5 af de 8 undersøgte knolde. I to af knoldene gav prøverne udtaget fra midten de højeste værdier, og i én knold kom navleenden ud med den højeste absorptionsværdi.

Sammenligning af test af knolde med DIAPOPS, agarosegel og ELISA. Resultaterne fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Sammenligning af test af knolde for PVY med DIAPOPS og ELISA. Knolde høstet efteråret 1996. RNA ekstraheret fra knolde i spirehvile januar 1997. PCR-produktet fra DIAPOPS blev også kørt på en agarosegel. ELISA udført på bladsaft 4 uger efter fremspiring april 1997. ± angiver, om knolden kom ud som positiv eller negativ for PVY. Comparison of tests of virus infected field grown dormant tubers. RNA extraction made in January 1997. The PCR-product from DIAPOPS was also run on an agarose gel. ELISA on leaf sap from four weeks old plants grown from the same tubers in April 1997. ± indicates if the tuber came out as positive or negative in the test for PVY.

Sort og knold nr. Cultivar and tuber No.	**PCR-produkt på agarosegel**/PCR product in agarose gel	**DIAPOPS**	**ELISA**
Asparges			
1	+	+	+
6	+	+	+
7	+	+	+
13	-	+	+
17	+	+	+
19	+	+	+
20	-	-	+
Bintje			
1	-	-	+
3	+	-	+
6	+	+	+
8	+	+	+
20	+	-	-
25	+	+	+
28	+	+	+

For Asparges 20 og Bintje 1 var både PCR-produktet på agarosegel og DIAPOPS negative, mens ELISA viste tydelige PVY-inficerede knolde. For Bintje 3 var ELISA tydelig positiv og agarosegelen svagt positiv, mens DIAPOPS var negativ. For Bintje 20 var DIAPOPS og ELISA negative, mens agarosegelen viste et tydeligt bånd.

Diskussion

Primerne påviste uden undtagelse samtlige isolater af de fire linier af PVY, og der blev ikke påvist krydsreaktion med de to nærtbeslægtede potyvira, PVA og PVV. Primerne er således velegnede til en generel test af læggekartofler for PVY.

Følsomhedstesten viste, at det er muligt at påvise ned til 3 pg virioner i en prøve. Det er sammenligneligt med Singh & Singh (1995), som ved dot-blot hybridisering af oprenset PVY-RNA kunne påvise ned til 10 pg. Det er lidt lavere end Schoen *et al.* (1996), som med et

sammenligneligt gelfrit RT-PCR-detektionssystem kunne påvise ned til 25 pg viruspartikler af potato leaf roll virus (kartoffelbladrullevirus). Følsomhedstesten viste endvidere en direkte korrelation mellem aflæst absorptionsværdi og koncentration af virus. DIAPOPS kan således benyttes til på en enkel måde at foretage en relativ kvantificering af viruskoncentration i prøver testet i samme kørsel.

Prøvernes meget store variationskoefficient i undersøgelsen af prøveudtagningssteder i knolde indikerer, at viruspartiklerne sandsynligvis er uregelmæssigt fordelt i knoldene. Det kan ikke, på baggrund af denne undersøgelse, fastslås, hvor i knolden det er optimalt at udtage prøven.

Med ELISA blev der påvist PVY i to knolde, som kom negative ud med DIAPOPS. De øvrige undersøgelser har imidlertid vist, at DIAPOPS er en følsom metode, som kan detektere lave koncentrationer af virus. Forklaringen på de negative resultater skal derfor nok søges i den uregelmæssige fordeling af virus i knolden samt vævsprøvens størrelse. Til ELISA anvendes en vævsprøve, som er 10 gange så stor som til DIAPOPS. Den valgte ekstraktionsmetode kan også spille ind. Der er tale om en meget enkel metode, hvor der ikke foretages nogen homogenisering af vævet, og ekstraktionen foretages på kun 15 minutter. Det er desuden et relativt beskedent knoldmateriale, de sammenlignende undersøgelser af ekstraktionsmetoderne hviler på. De videre undersøgelser vil fokusere på disse to aspekter. Barker *et al.* (1993) havde ingen problemer med at påvise PVY-N i knolde 2 og 20 uger efter høst med RT-PCR. Barker *et al.* ekstraherede imidlertid med en kloroform/fenol/LiCl-buffer på 2,0 g knoldvæv pr. prøve.

Sammendrag

Anvendeligheden af RT-PCR til påvisning af potato virus Y i knolde i spirehvile blev undersøgt. PCR og visualiseringen af PCR-produktet blev udført som DIAPOPS (detection of immobilised amplified product in a one-phase system). De designede primere påviste uden problemer PVY-linierne O, N, NTN og C, og de påviste ikke PVV og PVA. Prøver udtaget i øje-, navleenden og midt på knolden viste en meget stor variation af forekomst af virus i knoldene. Sammenligning af DIAPOPS på fjorten knolde i spirehvile og ELISA på planter fremvokset af de samme knolde gav det samme resultat i elleve af prøverne, mens tre af prøverne kom ud som positive i ELISA , men negative med DIAPOPS. Som en mulig årsag til forskellen peges på den meget uregelmæssige fordeling af PVY i knoldene og forskellen i vævsprøvens størrelse mellem de to påvisningsmetoder, hvor der anvendes ti gange så stor en prøve til ELISA som til DIAPOPS.

Litteratur

Anonym 1996. Bekendtgørelse om kartofler nr. 1094 af 12. december 1996, 22 pp.

Barker, H., Webster, K. D. & Reavy, B. 1993. Detection of potato virus Y in potato tubers: a comparison of PCR and ELISA. Potato Research 36, 13-20.

de Bokx, J. A. & van der Want, J. P. H. (eds.) 1987. Viruses of potatoes and seed-potato-production. Pudoc Wageningen, 259 pp.

Chevrie, R. D., Rasmussen, S. R. & Guesdon, J.-L. 1993. PCR product quantification by non-radioactive hybridization procedures using an oligonucleotide covalently bound to microwells. Molecular and Cellular Probes 7, 187-197.

Okamoto, D., Nielsen, S. V. S., Albrechtsen, M. & Borkhardt, B. 1996. General resistance against potato virus Y introduced into a commercial potato cultivar by genetic transformation with PVY-N coat protein gene. Potato Research 39, 271-282.

Gugerli, P. & Gehriger, W. 1980. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of potato leafroll virus and potato virus Y in potato tubers after artificial break of dormancy. Potato Research 23, 353-359.

Hill, S. A. & Jackson, E. A. 1984. An investigation of the reliability of ELISA as a practical test for detecting potato leafroll virus and potato virus Y in tubers. Plant Pathology 33, 21-26.

Højmark, J. V. 1998. Personlig kommentar.

Le Romancer, M., Kerlan, C. & Nedellec, M. 1994. Biological characterisation of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers. Plant Pathology 43, 138-144.

Møller Eriksen, N. 1962. Avl af eksportkartofler. Udgivet af Kartoffeleksportudvalget, 216pp.

Rasmussen, S. R., Rasmussen, H. B., Larsen, M. R., Hoff-Jørgensen, R. & Cano, R. J. 1994. Combined polymerase chain reaction-hybridization microplate assay used to detect bovine leukaemia virus and *Salmonella*. Clinical Chemistry 40/2, 200-205.

Saiki, R. K., Scharf, S., Faloona, F., Mullis, K. B., Horn, G. T., Erlich, H. A. & Arnheim, N. 1985. Enzymatic amplification of β-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anaemia. Science 230, 1350-54.

Schoen, C.D., Knorr, D. & Leone, G. 1996. Detection of potato leaf roll virus in dormant potato tubers by immunocapture and a fluorogenic 5' nuclease RT-PCR assay. Phytopathology 86, 993-999.

Singh, M. & Singh, R. P. 1995. Digioxigenin-labbeled cDNA probes for the detection of potato virus Y in dormant potato tubers. Journal of Virological Methods 52, 133-143.

Spiegel, S. & Martin, R. R. 1993. Improved detection of potato leafroll virus in dormant potato tubers and microtubers by the polymerase chain reaction and ELISA. Annals of applied Biology 122, 493-500.

Thomson, D. & Dietzgen, R. G. 1995. Detection of DNA and RNA plant viruses by PCR and RT-PCR using a rapid virus release protocol without tissue homogenisation. Journal of Virological Me-
thods 54, 85-95.

Vetten, H. J., Ehlers, U. & Paul, H. L. 1983. Detection of potato virus Y and A in tubers by enzyme-linked immunosorbent assay after natural and artificial break of dormancy. Phytopathologische Zeitschrift 108, 41-53.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og Skadedyr

Kartoffelskimmel før og nu

Potato late blight - before and now

Lars Bødker & Rasmus Kidmose
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Jens G. Hansen & Søren Holm
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
DK-8830 Tjele

Summary

In Denmark, the growing season 1997 showed an early and severe attack of potato late blight caused by *Phytophthora infestans.* In some regions, especially in the Southern part of Denmark, the late blight warning (NegFry) was too late as the first warning against late blight was released after symptoms were recognised in several fields. In these fields, late blight was difficult to control despite fungicide treatment. Despite the wide distribution of both mating types A1 and A2 in Denmark, there is still no evidence for the presence of oospores as a significant inoculum source. However, there were several examples of fields with narrow crop rotation which showed an earlier and more severe attack of late blight indicating an influence of soil borne inoculum. The purpose with this paper is to give Danish growers and advisers an overview over the implication of sexual recombination on the epidemiology, forecast and control of late blight.

Indledning

I slutningen af 1970'erne migrerede en ny skimmelpopulation fra Mexico til de fleste kartoffelproducerende områder i verden. Den "nye" population består af to krydsningstyper A1 og A2 og er nu almindelig udbredt i hele Europa inklusive Danmark. Hvis begge krydsningstyper findes i samme skimmellæsion på enten blad, stængel eller knold, vil der være mulighed for kønnet rekombination med deraf følgende risiko for udvikling af jordsmitte og mere aggressive genotyper.

I 1997 kom varslingen for sent i flere marker i specielt Midt- og Sønderjylland. Gennem sæsonen var skimmelen vanskelig at kontrollere med fungicider, hvad enten man havde sprøjtet hyppigt efter rutine eller efter NegFry. Betydningen af jordsmitte er stadig uklar trods flere eksempler på tidligere og kraftigere skimmelangreb i marker med et tæt sædskifte af kartofler.

Formålet med denne artikel er at beskrive betydningen af kønnet rekombination for epidemiologien, varsling og bekæmpelsesstrategier over for kartoffelskimmel.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 81-87

Kartoffelskimmelens historie

Kartoflen blev indført til Europa fra Sydamerika i slutningen 1500-tallet, men blev først omkring 1750 almindeligt udbredt. I knap 100 år blev der ikke registreret væsentlige problemer i forbindelse med kartoffeldyrkning, før den velkendte kartoffelskimmelepidemi indtraf i årene 1845-46, hvor en hungerkatastrofe i Irland medførte at over 1 mill. mennesker døde af sult og yderligere 1.5 mill. emigrerede til Amerika. Inden for ganske få år var kartoffelskimmelen spredt til alle kartoffeldyrkende områder i Europa (Nelson 1995, Dowley 1995).

Det er almindeligt antaget, at kartoffelskimmel oprindeligt stammer fra det mexicanske højland (Niederhauser 1991). Skimmelen migrerede i to omgange fra Mexico til Europa. Første gang var omkring år 1840, hvor skimmelen først migrerede den korte vej til USA og derefter videre over Atlanten via knoldsmitte til Europa, for der at være skyld i kartoffelskimmelepidemien i Europa i 1845-46 (Fry *et al.* 1993). Den anden migration skete sandsynligvis i 1976, hvor der blev importeret store mængder kartofler fra Mexico til Europa. Disse kartofler indeholdt med stor sandsynlighed en "ny" population af skimmel, der bestod af både A1 og A2 med større fitness over for kartofler. Den "gamle" A1-population blev herefter udkonkurreret (Niederhauser 1991).

Trods kartoffelskimmelens store aggressivitet har det ved hjælp af primært fungicider og partiel resistente sorter været muligt at begrænse skimmelens betydning for udbytte og kvalitet. Omkring 1880 blev bordeaux-væsken introduceret som det første egentlige kontaktfungicid. Bordeaux-væsken anvendtes til slutningen af 1940'erne, hvor de bl.a. blev afløst af organiske fungicider (fx thiram, zineb og maneb) og 1970-80'erne af nyere systemiske og lokalt systemiske fungicider (Dowley 1995, Nielsen 1996). En effektiv bekæmpelse af kartoffelskimmel kræver dog stadig hyppige behandlinger.

Frekvens af A1 og A2

Indtil den kompatible parringstype A2 første gang blev observeret i det centrale Mexico i 1950'erne, var skimmelen kun fundet i det ukønnede stadie (Gallegly & Galindo 1958). Uden for Mexico blev A2-isolater første gang registreret i Schweiz (Hohl & Iselin 1984), hvorefter rapporter om A2-parringstypens tilstedeværelse indløb op gennem 1980-90'erne fra de fleste kartoffeldyrkende lande (Drenth *et al.* 1993b).

Der er stor forskel i frekvensen af A1 og A2 i forskellige lande. Flere undersøgelser har vist en tendens til faldende frekvens af A2 siden midten af 1980'erne (O'Sullivan *et al.* 1995, Schöber-Butin *et al.* 1995). Der er dog tegn på, at hyppig kartoffeldyrkning fører til lige dele A1 og A2. Hollandske undersøgelser har vist, at A2 udgjorde 11-18% af isolater indsamlet i marker. I kolonihaver med hyppig dyrkning af kartofler udgjorde A2 i gennemsnit 52% af isolaterne og disse isolater havde langt højere genotypisk diversitet (Drenth *et al.* 1993a). Danske undersøgelser (Kidmose 1997) har i 1997 vist et forhold mellem A1 og A2 på 1:1, hvilket er lig forholdene i Mexico og i de hollandske kolonihaver.

A1- og A2-parringstypen er fundet i samme mark i både danske (Kidmose 1997) og norske undersøgelser (Hermansen & Amundsen 1995). I Danmark var der ikke forskel i den regionale fordeling af A1 og A2, mens der ikke blev fundet A2 i de nordligste egne af Norge.

Genotypisk diversitet

Udenlandske undersøgelser har vist, at der med stor sandsynlighed ikke sker væsentlige ændringer i kartoffelskimmelens egenskaber frem til begyndelsen af 1980'erne (Goodwin *et al.* 1995). Den kønnede rekombination betyder, at svampen er hurtigere til at udvikle nye genotyper med større fitness og dermed større aggressivitet over for kartofler. Det har således vist sig, at isolater indsamlet i 1995 har kortere latensperiode og højere aggressivitetsindeks sammenlignet med isolater indsamlet i 1966 (Turkensteen *et al.* 1997). Ved brug af testsortiment af resistente sorter (Schöber-Butin *et al.* 1995), biokemiske og molekylærbiologiske markører har man også påvist, at kartoffelskimmelen i Europa (Drenth *et al.* 1993a) og USA (Goodwin *et al.*, 1995) har udvist en stor stigning i den genetiske diversitet efter 1980. Populationen minder nu i høj grad om den mexicanske population (Drenth *et al.* 1993a).

Der er ligeledes sket et skifte i antallet af stængellæsioner i forhold til bladlæsioner (Götz 1990). Om dette skyldes den kønnede rekombination eller selektion af andre skimmeltyper på grund af ændret sortsvalg med anden partiel resistens er ukendt.

Alle undersøgelser peger dermed i retning af, at der forekommer kønnet rekombination, med deraf følgende muligheder for oosporedannelse, dannelse af mere aggressive genotyper og isolater med højere grad af fungicidresistens (Fry & Goodwin 1997).

Oosporedannelse

En oospore er et hvilelegeme, der er ca. 0.03 mm i diameter, som dannes når de to forskellige parringstyper krydses med hinanden. Oosporer har været almindelig udbredt i Mexico siden 1950'erne (Gallegly & Galindo 1958) og er først senere fundet i Israel (Grinberger *et al.* 1989), Japan (Mosa *et al.* 1989), Tyskland (Götz 1991), Holland (Drenth *et al.* 1995), Norge (Arne Hermansen, pers. medd.) og Sverige (Anderson et al. 1997). Infektionsforsøg viser, at oosporedannelsen fortrinsvis foregår i stængellæsioner og i mindre grad i blade (Frinking *et al.* 1987, Mosa *et al.* 1991) og knolde (Grinberger *et al.* 1989). Det er siden vist, at der kan findes oosporer under markforhold og at kunstigt opformerede oosporer er i stand til at inficere kartoffelplanter under markforhold (Drenth. *et al.* 1995). Det er dog stadig uvist, hvor stor betydning den naturlige oosporesmitte har for epidemiologien af kartoffelskimmel under markforhold, ligesom det er et åbent spørgsmål, hvor længe oosporene kan overleve i jorden. Perches og Galindo (1969) fandt, at jord indsamlet fra mexicanske marker indeholdt oosporer, der kunne inficere kartofler efter to år. Andre forsøg med kunstigt inokulum har vist, at oosporer kan overleve en vinter og stadig inficere kartofler (Pettich & Shattock, 1994, Drenth *et al.* 1995).

Oosporer kan overleve ekstreme temperaturforskelle fra -80°C til +35°C.

Oosporedannelsen sker mellem 5 og 25°C med et temperaturoptimum på 10°C allerede 7-8 dage efter inokulering af kartofler med isolater af A1 og A2 (Drenth *et al.* 1995, Cohen *et al.* 1997). For at oosporedannelsen finder sted, er det tilsyneladende nødvendigt med høj fugtighed i over en uge (Cohen *et al.* 1997). Trods forekomsten af oosporer i kartoffelskimmellæsioner er det fortsat uklart, om de har nogen betydning for epidemiologien af kartoffelskimmel under danske forhold.

Indikationer på marksmitte i Danmark 1997

Der var flere eksempler på, at skimmelangrebets styrke og udbredelse var afhængig af sædskiftet. Der blev registreret specielt to tilfælde, hvor ét parti læggemateriale var anvendt i én og samme mark, men hvor der kun i den ene halvdel af marken havde været kartofler i enten 1996 eller 1995. Angreb startede i begge marker ca. 25. juni i de halvdele af markerne, hvor der de seneste år var dyrket kartofler. I den anden halvdel af markerne, blev skimmel først observeret senere i juli måned, og da var angrebene under kontrol. Disse og andre tilsvarende observationer antyder, at en del af de tidlige angreb er startet fra en markspecifik smittekilde.

Diskussion og konklusion

I 1997 blev der udsendt landsdækkende varsling for kartoffelskimmel den 30. juni. I Midt- og Sønderjylland blev kartoffelskimmel fundet som primærangreb i flere marker i perioden 26. juni til 1. juli. I disse områder anbefalede NegFry (Hansen & Holm 1996) med data fra klimaspyd 1. behandling ca. 1. juli. Varslingen kom således i nogle marker for sent i 1997. Mange konsulenter og avlere har i 1997 berettet om, at skimmelen har været meget vanskelig at kontrollere i løbet af vækstsæsonen 1997, også i perioder med relativt ufavorabelt skimmelvejr. Dette understøtter udenlandske undersøgelser, der viser at mere aggressive skimmeltyper er etableret i Europa.

På grund af eksempler på for sen varsling i 1997 samt usikkerheden vedrørende tilstedeværelse af mere aggressive isolater, vil sikkerheden i 1998-versionen af NegFry blive øget ved at tærskelværdierne for bekæmpelse sænkes. Varslingsprogrammet NegFry bør derfor stadig indgå som en del af en integreret bekæmpelse for at kunne optimere tidspunkter for behandling samt undgå unødvendige sprøjtninger i år, hvor vejrforholdene er ugunstige over for skimmel. Hvis det vi har set i 1997 er et begyndende tegn på forekomst af marksmitte og nye mere aggressive skimmeltyper, skal sikkerheden i NegFry på længere sigt øges ved at inddrage betydende faktorer så som sortsresistens, forfrugt, vanding, lokalitet, placering i marken m.m..

I 1991 blev både A1- og A2-krydsningstyper indsamlet ved Kartoffelforædlingsstationen i Vandel (Karl Tolstrup, pers. medd.), men det er først i 1997, at en landsdækkende undersøgelse har vist, at begge krydsningstyper er almindeligt udbredt i hele landet (Kidmose 1997). Alt tyder på, at der forekommer kønnet rekombination af kartoffelskimmel, hvor A1 og A2 er udbredt, dermed også i Danmark. Der er dog ikke set dramatiske ændringer i

kartoffelskimmelens angrebsmønster eller angrebsstyrke de sidste 10-20 år, der tyder på, at jordsmitten for nærværende er af afgørende betydning for kartoffelskimmelens angrebsmønster. I lyset af de mange observationer på tidlige og kraftige angreb i marker med anstrengte sædskifter er der dog god grund til at være meget opmærksom på problemet. At jordsmitten ikke allerede fremstår som et udbredt problem kan have flere forklaringer. Fra andre jordboende patogener ved vi, at der skal opbygges et vist smittepotentiale før sygdommen kommer til udtryk. Den effektive behandlingsstrategi samt regelmæssig udtørring af afgrøden kan betyde, at der kun dannes en ringe mængde oosporer i marken. Der er forskel på marker i form af naturlig sygdomshæmning og dermed opformeringsrate af smitstof, og endelig kan det være at oosporerne spirer og inficerer kartoffelplanten på samme tid som knoldsmitten eller senere, hvor kartoflerne alligevel har været udsat for sekundær fjernsmitte. De kommende år vil vise, hvor stort problemet er.

Dansk sammendrag

I 1997 kom varslingen for sent i flere marker i specielt Midt- og Sønderjylland. Gennem sæsonen var skimmelen vanskelig at kontrollere med fungicider, hvad enten man havde sprøjtet hyppigt efter rutine eller efter NegFry. Der er i Danmark udbredt forekomst af kompatible krydsningstyper A1 og A2, hvilket giver mulighed for kønnet rekombination og dermed fremkomst af jordsmitte, en mere aggressiv skimmelpopulation og fungicidresistens. Trods indikationer på forekomst af jordsmitte er der endnu ikke bevis for at oosporer for nærværende er af afgørende betydning for kartoffelskimmelens angrebsmønster.

Formålet med denne artikel er at beskrive betydningen af kønnet rekombination for epidemiologien, varsling og bekæmpelsesstrategier over for kartoffelskimmel.

Litteratur

Andersson, B., Sandström, M. & Strömberg, A. 1998. Sexual reproduction of *Phytophtora infestans* on potato in Sweden. Proceedings of the workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late bligt. Carlov, Ireland 24-28 September 1997. (In press).

Cohen, Y., Farkash, S., Reshit, Z., Baider, A. 1997. Oospore production of Phytophthora infestans in potato and tomato leaves. Phytopathology 87, 191-196.

Dowley, L.J. 1995. Research on *Phytophthora infestans* in Ireland: a short hstorical review. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cook, T. Keane, E. O'Sullivan (eds). *Phytophthora infestans*. Boole Press Ltd. Dublin, Ireland. pp.12-29.

Drenth, A., Janssen, E.M., Govers, F. 1995. Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. Plant Pathology 44, 86-94.

Drenth, A., Goodwin, S.B., Fry, W.E., Davidse, L.C. 1993a. Genotypic diversity of Phytophthora infestans in the Netherlands revealed by DNA polymorphisms. Phytopathology 83, 1087-1092.

Drenth, A., Turkensteen, L.J., Govers, F. 1993b. The occurrence of the A2 mating type of Phytophthora infestans in the Netherlands: significance and consequences. Neth.J. Plant Pathol. 99, 57-67.

Frinking, H.D., Davidse, L.C., Limburg, H. 1987. Oospore formation of *Phyrophthora infestans* in host tissue after inoculation with isolates of opposing mating types found in the Netherlands. Neth.J.Plant Pathol. 93, 147-149.

Fry, W.E. & Goodwin, S.B. 1997. Resurgence of the Irish potato famine fungus. BioScience 47, 363-371.

Fry, W.E., Goodwin, S.B., Dyer, A.T., Matuszak, J.M., Drenth, A., Tooley, P.W., Sujkowski, L.S., Koh, Y.J., Cohen, B.A., Spielman, L.J., et al. 1993. Historical and recent migrations of Phytophthora infestans: chronology, pathways, and implications. Plant disease 77, 653-661.

Gallegly, M.E. & Galindo, J. 1958. Mating types and oospores of *Phytophthora infestans* in nature in Mexico. Phytopathology 48, 274-277.

Goodwin, S.B., Sujkowski, L.S., Fry, W.E. 1995. Rapid evolution of pathogenicity within clonal lineages of the potato late blight disease fungus. Phytopathology 85, 669-676.

Götz, E. 1990. Neue Aspekte bei der Bekämpfung der Phytophthota in Kartoffeln. Der Kartoffelbau 41, 224-226.

Grinberger, M., Kadish, D., Cohen, Y. 1989. Occurrence of the A2 mating type and oospores of Phytophthora infestans in potato crops in Israel. Phytoparasitica 17, 197-204.

Hermansen, A. & Amundsen, T. 1995. Mating Types of *Phytophthora infestans* in Norway. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cook, E. O'Sullivan, (eds).*Phytophthora infestans.* Boole Press Ltd. Dublin, Ireland. pp.77-82.

Hansen, J.G. & Holm, S. 1996. Vejret bestemmer behovet for skimmelbekæmpelse. SP-rapport 4, 41-52.

Hohl, H.R. & Iselin, K. 1984. Strains of *Phytophthora infestans* from Switzerland with A2 mating type behavior. Trans.Br.Myc.Soc. 83, 529-530.

Kidmose, R. 1997. Parringstypebestemmelse af *Phytophthora infestans* isolater indsamlet i Danmark i 1997. Bacheloropgave, KVL. København, pp. 56.

Mosa, A.A., Kato, M., Sato, N., Kobayashi, K., Ogoshi, A. 1989. Occurrence of the A2 mating type of Phytophthora infestans on potato in Japan. Annals of the Phytopathological Society of Japan 55, 615-620.

Mosa, A.A., Kobayashi, K., Ogoshi, A., Kato, M., Sato, N. 1991. Formation of oospores by *Phytophthora infestans* in inoculated potato tissue. Ann Phytopathol Soc Jpn. 57, 334-338.

Nelson, E.C. 1995. The cause of the calamity: the discovery of the potato blight inireland 1845-1847, and the role of the National Botanic Gardens, Glasnevin, Dublin. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cook, E. O'Sullivan, editors.*Phytophthora infestans.* Boole Press Ltd. Dublin, Ireland. pp.1-11.

Niederhauser, J.S. 1991. *Phytophthora infestans:* The Mexican connection. J.A. Lucas, D.S.

Shattock, D.S. Shaw, L.R. Cook (eds). *Phytophthora*. British Mycological Society, Cambridge University Press. Cambridge. pp.218-230.

Nielsen, B.J. 1996. Bekæmpelse af kartoffelskimmel - nye fungicider. SP-rapport 4, 17-27.

O'Sullivan, E., Cook, L.R., Dowley, L.J., Carlisle, D.J. 1995. Distribution and significanse of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* in Ireland. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cook, E. O'Sullivan, editors.*Phytophthora infestans*. Boole Press Ltd. Dublin, Ireland. pp.232-238.

Perches, E.S. & Galindo, A.J. 1969. Supervivencia del Phytophthora infestans (Mont) de Bary del Tizón tardio de la papa y jitomate. Agrociencia 5, 92-98

Pittis, J.E. & Shattock, R.C. 1994. Viability, germination and infection potential of oospores of *Phytophthora infestans* . Plant Pathol. 43, 387-396.

Schöber-Butin, B., Knapova, G., Knipfelberg, I., Niepold, F. 1995. Phytophtora infestans in Germany: population dynamics and modern methods in diagnosis. L.J. Dowley, E. Bannon, L.R. Cook, E. O'Sullivan, editors. *Phytophthora infestans*. Boole Press. Ireland, Dublin. pp.96-101.

Turkensteen, L.J., Flier, W.G., Mulder, A. & Roosjen, J. 1997. Increased aggressiveness of potato late blight. Potato Late Blight Newsletter 3, 2-3

Metabolitter fra insektpatogene svampe: Nye naturstoffer med perspektiver til insektbekæmpelse

Metabolites from insect-pathogenic fungi: new natural compunds with potential for insect pest control

Jørgen Eilenberg & Lene Thomsen
Institut for Økologi og Molekylær Biologi
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40
DK-1870 Frederiksberg C

Summary

Destruxines produced by the insect-pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* were tested for the *per os* effects on first larval instar of the two lepidopterans, *Pieris brassicae* and *Agrotis segetum.* Different concentrations of crude destruxin, pure Destruxin A, pure Destruxin E as well as a synthetic analogue, Hpy-6 dtx E were used. First instar larvae of *P. brassicae* proved to be very sensitive to crude destruxin, exhibiting high mortality levels after 36 hours. *A. segetum* exhibited very little mortality, even after 12 days, to crude destruxin. The mortality for *A. segetum* larvae treated with pure destruxin A was higher compared to crude destruxin, but still much less than the mortality for treated *P. brassicae* larvae. Pure Destruxin E and the analogue Hpy-6 dtx E were only tested against *P. brassicae* and showed also a high mortality after 48 hours. The low mortality of treated *A. segetum* could partly be explained by an apparent deterrent effect of especially crude destruxin extracts, since *A segetum* larvae subjected to treated diet produced significantly less frass than larvae fed on control diet.

In conclusion, destruxines (natural or synthetic) have some potential for insect pest control under certain circumstances: they are natural compunds, can be produced *in vitro* and show effects against insect species like *P. brassicae*. The potential is, however hampered by the apparent deterrent effect against *A. segetum* and the generel lack of knowledge about the behaviour of destruxines in the environment.

Indledning

Insekter kan i naturen angribes af en lang række insektpatogene svampe. En infektion af et insekt kræver fasthæftning af svampens sporer til kutikula, dannelse af spirer, gennemtrængning af kutikula og endelig gennemvoksning af væv. Disse processer er komplicerede og kræver et nøje samspil mellem svamp og insekt, herunder f.eks. udskillelse af stoffer hos

svampen. Det er da også for en række af de insektpatogene svampe dokumenteret, at de danner forskellige stoffer, der bidrager til, at infektionen lykkes. Svampen *Metarhizium anisopliae* ("grønmykose") er almindeligt forekommende og isoleres ofte fra insekter og jord. Vi har i Danmark isoleret svampen fra f.eks. biller, fluer og jordbund (Steenberg 1995). Fra denne svamp er det lykkedes at isolere og beskrive stoffer, der bidrager til svækkelse af insekterne under infektion, nemlig de såkaldte destruxiner (Päis *et al.* 1981; Parry 1995). Destruxiner er cykliske peptider (figur 1), og med udgangspunkt i denne grundformel er en række varianter (Destruxin A-E) dokumenteret fra *M. anisopliae* (Samuels *et al.* 1989).

Destruxinerne produceres også, når *M. anisopliae* dyrkes på agar eller i flydende vækstmedier. Det er tidligere dokumenteret, at insekter dør ved indsprøjtning af et rå-ekstrakt indeholdende en blanding af destruxiner, og det er ved indledende forsøg også påvist, at insekter kan dø ved oral indtagelse (Vey & Quiot 1989; Fargues *et al.* 1986). Det er derfor nærliggende at undersøge, hvilke perspektiver der er for destruxiner som nye naturstoffer til insektbekæmpelse.

I et projekt støttet af EU blev disse perspektiver undersøgt. Projektet blev ledet af INRA, Frankrig. Forskningsinstitutter fra Frankrig, Tyskland, Grækenland samt Danmark deltog, idet både entomologiske, biokemiske og cellebiologiske aspekter blev undersøgt. I projektet indgik, udover undersøgelser med naturligt producerede blandinger af destruxiner ("rå-destruxin") også indledende forsøg med rene destruxiner og kemisk fremstillede analoger.

Fra dansk side deltog vores institut, der fik til opgave at undersøge, hvilke effekter der kunne påvises over for relevante skadelige insekter fra vores region. Vi valgte at undersøge effekter over for larver af stor kålsommerfugl (*Pieris brassicae*) og agerugle (*Agrotis segetum*) samt voksne individer af lille kålflue (*Delia radicum*) og stueflue (*Musca domestica*).

Der måtte til projektet udvikles metoder til måling af effekter, herunder også subletale, over for disse insekter. Vi vil nedenfor primært redegøre for resultaterne fra nogle af forsøgene over for kålsommerfugle og agerugler.

Materialer og metoder

Ageruglen blev opdrættet på et kunstigt foder bestående af bl.a. majs (Hansen & Zethner, 1979) ved 20° C og 16:8 lysperiode. Hvert efterår blev kulturen suppleret med nye larver fra danske marker. Stor kålsommerfugl blev sendt som æg fra en kultur i Littlehampton, England, hvorefter de klækkedes til larver i Danmark og blev opdrættet på kunstigt foder, 20° C og 16:8 lysperiode. Forsøgene blev udført på første larvestadium på begge insektarter, hvor intet andet er anført.

Destruxin blev udvundet som rå-ekstrakt af INRA, Saint Christol, Frankrig. En stamme af *M. anisopliae* ("M23") blev fermenteret på Czapek-dox agar + 5 % pepton (A. Vey, pers. komm.). Analyser viste, at 50 % af ekstraktet var destruxin (De største komponenter af rå-ekstrakten var: 22 % destruxin E, 11 % destruxin A og 6.2 % destruxin B). Rå-destruxin samt ren Destruxin A blev modtaget fra INRA, ren Destruxin E samt analogen Hpy-6 Destruxin E blev fremstillet af F. Cavalier, Université Montpellier II. Til forsøgene blev

destruxinet opløst i blandinger af etanol og acetone (1:1). Fortyndinger af stamopløsningen skete i vand. Opløsningen blev påført foderet i de testede koncentrationer (0, 20.9, 41.8 eller 83.5 µg pr cm^2 foder for rå-destruxin). Efter påførsel blev foderet sat i stinkskab for at lade opløsningsmidlerne fordampe. I forsøgene med ren Destruxin A blev koncentrationerne 0, 20.9 og 41.8 µg pr cm^2 foder anvendt. Da ca halvdelen af rå-destruxinet bestod af destruxin, kan forsøgene derfor sammenlignes med de tilsvarende test med den dobbelte mængde rå-destruxin.

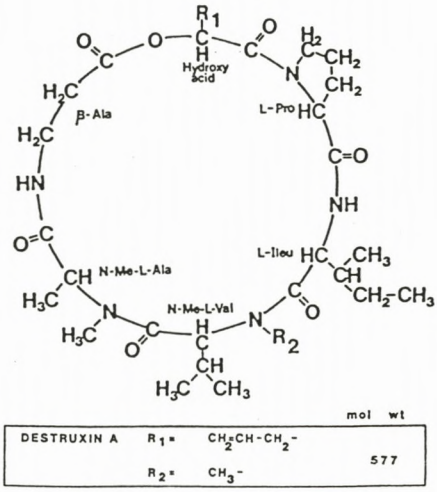
Larverne blev omhyggeligt påført det behandlede foder og inkuberet ved samme betingelser som stamkulturerne af larver. I forsøgene med agerugler blev larverne holdt enkeltvis i kamre pga kannibalisme, mens kålsommerfuglelarverne blev holdt i grupper à 15. Mortaliteten blev opgjort dagligt, og den korrigerede mortalitet beregnet. Til beregning af LC_{50} og LC_{90} blev data analyseret som tids-dosis mortalitetsregressioner (Robertson & Preisler 1992).

Ædeadfærd af de tre første larvestadier af agerugler blev undersøgt ved at måle ekskrementproduktion over 48 timer for larver, der fik tilført behandlet eller ubehandlet foder. Produktionen af ekskrementer blev kategoriseret ud fra respons målt som stk ekskrementer produceret (1 = 0-5 stk, 2 = 6-10 stk, 3 = 11-20 stk og 4 = over 21 stk) og analyseret som beskrevet af Siegel (1956).

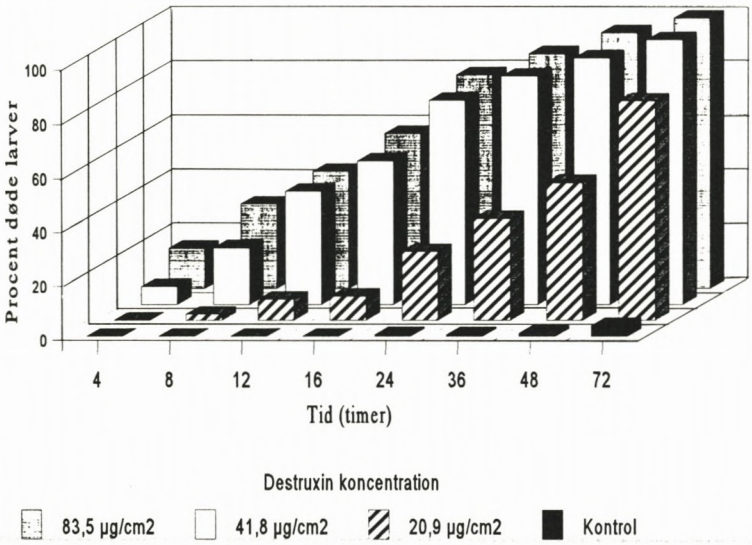
Resultater

Larver af den store kålsommerfugl var meget følsomme for destruxin. Som det ses af figur 2 medførte selv små mængder destruxin på foderet, at larverne døde efter få døgn. Større koncentrationer (41.8 µg pr cm^2) medførte ca 80 % mortalitet inden 3 døgn.

I tabel 1 ses de beregnede LC_{50} og LC_{90} for tre serier af forsøg med rå-destruxin. Det ses, at der var rimelig overensstemmelse mellem gentagelserne. I samme tabel ses også LC_{50} og LC_{90} værdier for en serie med henholdvis ren destruxin A og destruxin E over for kålsommerfugle-larverne. Det fremgår, at destruxin E virkede kraftigere end rå-destruxin, mens destruxin A virkede med ca samme styrke som rå-destruxin. En enkelt serie med den syntetiske analog, Hpy-6 dtx E, viste, at virkningen var lidt svagere end f.eks. ren destruxin E.



Figur 1. Strukturformel for Destruxiner. De forskellige varianter af Destruxin har forskellige grupper på pladserne R_1 og R_2 som vist for Destruxin A. Chemical structure of Destruxines. Different types of Destruxins have different groups at R_1 and R_2 , as shown for Destruxin A. (Samuels *et al.* 1989).



Figur 2. Mortalitet af første larvestadium af stor kålsommerfugl (*Pieris brassicae*) ved forskellige koncentrationer af rå-destruxin på foderet fra et forsøg. Mortality of first larval instar of *Pieris brassicae* exposed to different concentrations of crude destruxins on the diet from one experiment.

Tabel 1. Letalkoncentrationer (LC_{50} og LC_{90}) målt i µg pr cm^2 foder af forskellige destruxiner over for første larvestadie af stor kålsommerfugl (*Pieris brassicae*, "Pb") og agerugle (*Agrotis segetum*, "As"). Lethal concentrations (LC_{50} and LC_{90}) measured as µg per cm^2 diet of different destruxines against first larval instars of *Pieris brassicae* (Pb) and *Agrotis segetum* (As).

	Døgn	Rå dtx[1]	Rå dtx[2]	Rå dtx[3]	Ren A	Ren E	Hpy-6 dtx E
Pb LC_{50}	1	25.4	26.3	59.0	-	22.7	(46.4)
Pb LC_{90}	1	77.7	79.0	-	-	-	-
Pb LC_{50}	2	11.5	13.8	24.7	(43.6)	3.8	30.0
Pb LC_{90}	2	33.5	43.9	69.5	-	16.9	(52.7)
As LC_{50}	12	173	238	151	27.6, 119		
As LC_{90}	12	320	608	482	86.5, 332		

Rå-dtx [1,2,3]: **Tre forsøg med rå-destruxin**

Ren A: **For Pb gennemsnit af to forsøg med ren Destruxin A, for As er LC værdier for begge forsøg vist**

Ren E: **Gennemsnit for to forsøg med ren Destruxin E (kun *P. brassicae)***

Hpy-6 dtx E: **Gennemsnit for to forsøg med en syntetisk destruxin analog Hpy-6 dtx E (kun *P. brassicae*)**

( ): **Tal i parentes er ekstrapolerede LC- værdier umiddelbart over højeste anvendte dosis**

- : **Højeste anvendte dosis medførte langt mindre end 50 % (eller 90 %) mortalitet, dvs LC-værdier kunne ikke beregnes**

Rå-dtx [1,2,3]: Three series of experiments with crude destruxin

Ren A : For Pb mean of two series with pure Destruxin A , for As LC-values from both experiments are shown

Ren E: Mean of two experiments with pure destruxin E (only *P. brassicae*)

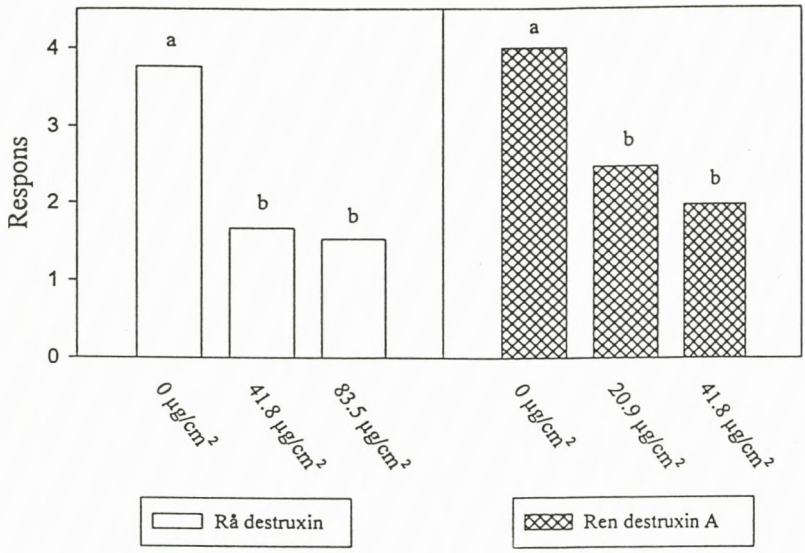
Hpy-6 dtx E: Mean of two experiments with one synthetic destruxin analogue Hpy-6 dtx E (only *P. brassicae*)

( ): Data in bracketts are LC calculations based on extrapolations close to the highest tested dosis

-: Highest dosis tested resulted in a mortality far below 50 % (or 90 %), thus no LC-values could be calculated

Ageruglelarverne var væsentlig mindre følsomme end kålsommerfuglelarverne. Først ved meget høje koncentrationer og efter ca 12 døgn opnåedes 50 % mortalitet, tabel 1. I samme tabel ses, at ren destruxin A virkede betydeligt bedre end rå-destruxin, omend der var forskel i de beregnede LC-værdier for de to serier med ren destruxin A. Ren destruxin E og analogen blev ikke testet overfor ageruglelarver.

Ageruglelarvernes ædeadfærd i forhold til enten behandlet eller ikke behandlet foder (dvs en ikke valgsituation) er vist på figur 3. Da der ikke var signifikant forskel i respons for de tre testede larvestadier, er det fælles gennemsnit vist. Ved tildeling af ubehandlet foder produceres ca 20 stk ekskrementer eller mere (respons 4) i løbet af 48 timer, mens der produceres signifikant mindre (ca 6 stk, respons 2) ved tildeling af foder behandlet med rå-destruxin. Der kunne ikke dokumenteres en effekt af en øgning af koncentration af rå-destruxin.fra 41.8 µg pr cm^2 til 83.5 µg pr cm^2. Effekten af foder behandlet med destruxin A var også klar: ageruglelarverne havde ædt signikant mindre mængder (og derfor produceret færre ekskrementer) når foderet var behandlet med ren destruxin A.



Figur 3. Respons af de første tre larvestadier af agerugler (*Agrotis segetum*) på forskellige koncentrationer af henholdvis rå-destruxin og ren Destruxin A på foderet. Responsen er målt som kategorier efter produktion af ekskrementer. Et fælles gennemsnit for de tre larvestadier er vist, da der ikke var signifikant forskel mellem stadier. Søljer med samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 95 % niveau.
Response of the first three larval instars of *Agrotis segetum* to different concentrations of crude destruxin and pure Destruxin A on the diet. The response is measured as categories based on frass production. The common means of all three instars are shown, since the differences between instars were insignificant. Columns with the same letter do not differ significantly (95 % level).

Diskussion

Der kunne konstateres en klar virkning af naturligt forekommende destruxiner (rå-ekstrakt, ren Destruxin A, ren Destruxin E) på larver af den store kålsommerfugl i form af øget mortalitet. Der kunne også dokumenteres en virkning af en syntetisk analog (Hpy-6 dtx E). En sammenligning mellem virkningen af de forskellige typer af destruxin over for kålsommerfuglelarver viste, at virkningen af rå-destruxin kan forklares som en virkning af den største enkeltkomponent i dette, ren Destruxin A.

Men selvom indholdet af rene destruxiner kendtes i den uoprensede blanding (rå-destruxin), kan den endelige effekt for denne blanding selvfølgelig skyldes en kombination af både additive, synergistiske eller antagonistiske virkninger mellem de forekommende destruxiner og eventuelle urenheder.

Virkningen over for ageruglens larver var langt mere beskeden. Høje doser og lang tids inkubering var nødvendig for at dokumentere målelig mortalitet. En forklaring på dette er, at destruxiner virker repellerende på larverne. Måske døde de snarere af sult end af toxin. Denne repellerende effekt kan delvis skyldes urenheder i rå-destruxinet samt effekter af det eller de tilstedeværende destruxiner. I en række yderligere forsøg kunne vi dokumentere, at larverne i en valgsituation foretrak ubehandlet foder.

Der blev samtidig udført dosis-respons forsøg af destruxiner i Grækenland over for andre skadelige Lepidoptera, og effekter i form af øget mortalitet kunne påvises. Det kan derfor med hensyn til sommerfuglelarver konkluderes, at effekten er knyttet til arten.

I det danske projekt blev også stuefluer og kålfluer undersøgt med hensyn til effekter af destruxin. Her viste det sig, at voksne stuefluer var ret følsomme, mens voksne individer af den lille kålflue var mindre følsomme. Også i denne sammenhæng kunne det konstateres, at der tilsyneladende er en repellerende effekt af destruxiner.

Samlet kan derfor konkluderes:

+ Der var en klar virkning af destruxiner over for kålsommerfuglelarver

Virkning af rene destruxiner og en syntetisk analog kunne påvises

Stofferne kan produceres *in vitro* fra *M. anisopliae* eller syntetisk

- Virkningen over for ageruglelarver var stærkt begrænset og skyldes måske snarest ædehæmning pga repellerende virkning af destruxiner

Produktionsforhold i større skala og udbringingsstrategi er uafklarede

Viden om effekter i miljøet efter udbringning mangler

Selvom stofferne findes i naturen, er der tale om kemisk bekæmpelse og derved vanskelige vilkår for et udviklingsarbejde henimod godkendelse

Dansk sammendrag

Destruxiner produceret af den insektpatogene svamp *Metarhizium anisopliae* blev undersøgt for deres virkning over for larver af den store kålsommerfugl (*Pieris brassicae*) og agerugler (*Agrotis segetum*) ved oral indtagelse. Larver af første larvestadie af den store kålsommerfugl var meget følsomme allerede to døgn efter eksponering, både over for rå-destruxin, ren Destruxin A og ren Destruxin E. Endvidere var der en klar effekt af et syntetisk destruxin (Hpy-6 dtx E). Ageruglens larver var væsentlig mindre modtagelige, idet der først efter 12 døgn og høje doser destruxin opnåedes mortaliteter over 50 %. Den lave mortalitet af behandlede ageruglelarver kan delvis forklares med en ædehæmmende effekt af især rå-destruxin, idet larver udsat for behandlet foder producerede signifikant færre ekskrementer end larver på ubehandlet foder.

Det kan konkluderes at destruxiner har et potentiale som nye naturstoffer til insektbekæmpelse. Imidlertid mangler der stadig en afklaring af en række biologiske aspekter samt udvikling af produktions- og anvendelsesstrategier samt viden om økologiske effekter af udbragt destruxin.

Litteratur

Fargues, J., Robert, P.-H., Vey, A. & Païs, M. 1986. Toxicité relative de la destruxine E pour le Lepidoptère *Galleria mellonella* L. C.R. Acad. Sci., 27, 203-215.

Hansen, L.Ø. & Zethner, O. 1979. Techniques for rearing 26 species of Noctuidae (Lepidoptera) on an artificial diet.Yearbook, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 84-97.

Päis, M., Das, B.C. & Ferron, P. 1981. Depsipeptides from *Metarhizium anisopliae.*Phytochemistry, 20, 715-723.

Parry, M. 1995.A review of mycochemical and insect interactions.Biocontrol News and Information, 16, 27N-33N.

Samuels, R.I, Charnley, A.K. & Reynolds, S.E. 1989. Application of reversed-phase HPLC in separation and detection of the cyclodepsipetide toxins produced by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* J. Chromatographic Science, 26, 15-19.

Steenberg, T. 1995. Natural occurrence of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. With focus on infectivity to *Sitona* species and other insects in lucerne.PhD Thesis, Dept.Ecol.Molec.Biol., Royal Vet. Agric. Univ., Copenhagen, Denmark, 126 pp.

Vey, A. & Quiot, J.M. 1989. Effet cytotoxique *in vitro* et chez l'insecte hôte des destruxines, toxines cyclodepsipeptides produites par les champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* Can. J. Microb., 35, 1000-1008.

Vurdering af en passende behandlingshyppighed for insekticider i korn, baseret på registreringer i planteavlskonsulenternes registreringsnet

Estimation of an adequate treatment frequency for insecticides in cereals, based on registrations in the monitoring system of the extension service

Ghita Cordsen Nielsen & Ole Juhl
Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Planteavl
Udkærsvej 15
DK-8200 Århus N

Summary

In Denmark a monitoring system for pests and diseases in cereals has been operating since 1991. The aim of this contribution is to try to estimate the need for control of aphids based on the monitoring system.

Indledning

Med jævne mellemrum kommer der udtalelser om, at der i landbruget anvendes flere insekticider, end der er behov for.

Behovet for bladlusbekæmpelse i hvede og vårbyg er defineret ved de vejledende skadetærskler, som findes i PC-Planteværn - se tabel 1 + 2.

Tabel 1. Vejledende skadetærskler for bladlus i hvede. Damage thresholds for aphids in winter wheat

Vækststadium/Growth stage 37-38:	**Over 40 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 39-53:	**Over 30 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 54-59:	**Over 40 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 60-70:	**Over 50 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 71-75:	**Over 60 pct. angrebne strå**/percent attacked straw

Tabel 2. Vejledende skadetærskler for bladlus i vårbyg/hvede/Damage thresholds for aphids in summer barley

Vækststadium/Growth stage 31-36:	**Over 50 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 37-41:	**Over 30 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 42-65:	**Over 50 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 66-71:	**Over 60 pct. angrebne strå**/percent attacked straw
Vækststadium/Growth stage 72-75:	**Over 80 pct. angrebne strå**/percent attacked straw

I hvede er der sjældent behov for at bekæmpe kornbladbillens larve. I vårsæd er der derimod et behov i visse år. Den vejledende skadetærskel for kornbladbiller er 0,5-1,0 larve pr. aksbærende strå i vækststadium 31-51.

For at vurdere, om der bekæmpes efter behov, er det nødvendigt at kende angrebsstyrken af skadedyr fra år til år. Det eneste sted, hvor der hvert år systematisk indsamles registreringer af skadedyrsangreb i korn, er i planteavlskonsulenternes registreringsnet. Selv her er der dog tale om et begrænset antal registreringer - se tabel 3.

Tabel 3. Antal lokaliteter, hvor der registreres bladlus i hvede og vårbyg i planteavlskonsulenternes registreringsnet (min. 2 registreringer pr. år). Number of localities with monitoring of aphids

År/Year	**Hvede**/Winter wheat	**Vårbyg**/Summer barley
1991	20	21
1992	34	29
1993	46	30
1994	35	55
1995	45	45
1996	57	49
1997	64	55
I alt/total	301	283

Selv om det er forbundet med store usikkerheder, kan det forsøges at vurdere, på hvilket niveau behandlingshyppigheden for insekticider skulle ligge, hvis registreringsnettet var repræsentativt for Danmark. Registreringsnettet er *ikke* repræsentativ for Danmark, fordi der i nogle områder er forholdsvis flere registreringer end i andre. I nogle områder er der kun meget få registreringer. Fra år til år varierer det, hvor der foretages registreringer. I det følgende er kun regnet på gennemsnittet i perioden 1991-97. En årlig beregning vil være endnu mere usikker pga. meget få registreringer.

I tabel 4 ses behandlingshyppigheden for insekticider i vintersæd hhv. vårsæd inkl. helsæd (kilde: Miljøstyrelsen). Det skal påpeges, at alle behandlingshyppigheder er skønnede værdier ud fra firmaernes salgstal og en vurdering af forbrugsmønstre (i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning).

Tabel 4. Behandlingshyppigheden for insekticider (Miljøstyrelsen). Treatment index for insecticides

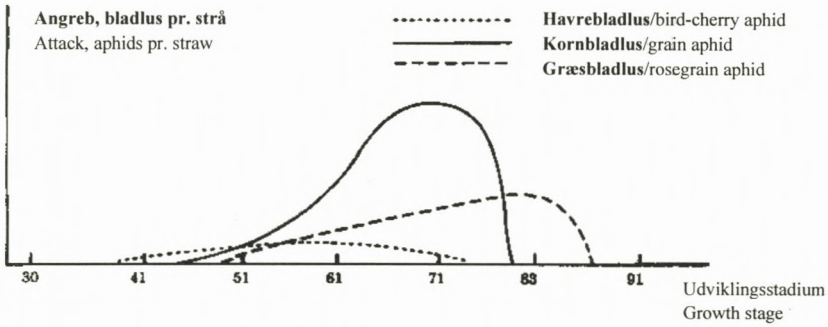
År/ Year	**Vintersæd/** Winter cereals	**Vintersæd, når rug og vinterbyg er ubehandlet/** Winter cereals when rye and winter barley is untreated	**Vårsæd inkl. helsæd/** Summer barley, whole crop included	**Vårsæd, når 70.000 ha helsæd er ubehandlet/** Summer barley when 70.000 ha whole crop is untreated
1991	0,64	0,92	0,37	0,40
1992	0,52	0,74	0,45	0,49
1993	0,46	0,65	0,58	0,64
1994	0,43	0,64	0,53	0,60
1995	0,94*	-	0,81*	-
1996	0,19*	-	0,17*	-

*** Forskydninger i salget pga. indførte pesticidafgifter.**

Det fremgår af tabel 4, at behandlingshyppigheden i årene 1991-94 er de mest realistiske at regne med. Behandlingshyppigheden i vintersæd og vårsæd har her ligget omkring 0,4-0,6.

Metode

For hver registreringsnetlokalitet er der pr. uge bedømt stadium og angreb af bladlus. Antallet af bedømmelser pr. lokalitet varierer, dvs. ikke alle har bedømt i alle uger. Af tabel 5-6 fremgår, at der i hvede i gennemsnit er bedømt i knap 5 uger pr. lokalitet (var. 2-13 gange). I vårbyg er der i gennemsnit pr. lokalitet også bedømt i knap 5 uger (var. 2-11 gange). Det er tilstræbt at bedømme i vækststadium 49-71 i hvede og i vækststadium 31-59 i vårbyg. At tabel 7-8 fremgår, på hvilket udviklingstrin de sidste bedømmelser er foretaget i hvede hhv. vårbyg. I hvede er der i gennemsnit bedømt i vækststadium 47-70 og i vårbyg i vækststadium 32-63. Registreringerne i registreringsnettet fanger således ikke, hvis de vejledende skadetærskler overskrides senere jvf. tærsklerne i tabel 1-2. Især i hvede kan angrebene komme senere end perioden, hvor der er registreret. Især i hvede bliver behovet derfor undervurderet i registreringsnettet. Se figur 1. Kornbladlus er den vigtigste bladlusart i hvede, mens havrebladlus er vigtigst i vårsæd.



Figur 1. Det normale udviklingsmønster for bladlus i hvede (Sveriges Lantbruksuniversitet 1998). Normal time for attack of aphids in winter wheat

Hvis bedømmelsen af bladlus i en enkelt uge har ligget over skadetærsklen, er lokaliteten angivet som en lokalitet med behov for skadedyrsbekæmpelse.

Skadetærsklen er vurderet ud fra afgrødens udviklingsstadium på bedømmelsesdagen.

Resultatet er således, at for hver enkelt lokalitet er der beregnet, om lokaliteten har haft behov for bekæmpelse af bladlus.

Bedømmelserne er udført i årene 1991 til 1997. Antal lokaliteter og placeringer er forskelligt fra år til år. Hver lokalitet er henført til et amt. For alle år er bekæmpelsesbehovet beregnet pr. amt som procentdelen af lokaliteter med behov for skadedyrsbekæmpelse. For hvert amt kendes arealet med afgrøden for hvert år fra Danmarks Statistik.

Det gennemsnitlige behov for alle amter i perioden er vægtet i forhold til afgrødens gns. areal pr. amt i perioden.

For hvert år er regnet gennemsnit for hvert amt. Uanset antallet af registreringer i det enkelte år er årene vægtet ens.

Tabel 5. Antal uger i hvede, hvor bladlus er bedømt. Number of weeks with monitoring of aphids in winter wheat

År/Year	**Antal uger**/Number of weeks		
	Gns./Average	**Min.**	**Maks.**
1991	5,5	2,0	13,0
1992	3,8	2,0	6,0
1993	4,0	2,0	7,0
1994	5,2	2,0	11,0
1995	5,2	2,0	9,0
1996	4,2	2,0	7,0
1997	5,0	2,0	12,0
Gns./Average	4,7	-	-

Tabel 6. Antal uger i vårbyg, hvor bladlus er bedømt. .Number of weeks with monitoring of aphids in summer barley

År/Year	**Antal uger**/Number of weeks		
	Gns./Average	**Min.**	**Maks.**
1991	5,7	2,0	11,0
1992	3,4	2,0	6,0
1993	5,0	2,0	7,0
1994	5,9	2,0	9,0
1995	5,2	2,0	8,0
1996	4,6	2,0	6,0
1997	4,5	2,0	7,0
Gns./Average	4,9	-	-

Tabel 7. Vækststadium i hvede, hvor første og sidste bedømmelse af bladlusangreb er foretaget. Growth stages in winter wheat for the first and last monitoring time for aphids

År/ Year	**Første bedømmelse**/ First monitoring			**Sidste bedømmelse**/ Last monitoring		
	Gns./Average	**Min.**	**Maks.**	**Gns.**/Average	**Min.**	**Maks.**
1991	43,6	30,0	57,0	65,1	55,0	70,0
1992	53,3	20,0	71,0	74,2	55,0	87,0
1993	48,6	30,0	70,0	69,6	61,0	75,0
1994	44,7	21,0	67,0	69,0	49,0	75,0
1995	45,6	30,0	71,0	71,0	55,0	93,0
1996	50,1	33,0	65,0	69,1	57,0	75,0
1997	43,6	20,0	59,0	70,3	51,0	75,0
Gns./Average	47,1	-	-	70,0	-	-

Tabel 8. Vækststadium i vårbyg, hvor første og sidste bedømmelse af bladlusangreb er foretaget. Growth stages in summer barley for the first and last monitoring time for aphids

År/ Year	**Første bedømmelse**/First monitoring			**Sidste bedømmelse**/Last monitoring		
	Gns./Average	**Min.**	**Maks.**	**Gns.**/Average	**Min.**	**Maks.**
1991	32,3	21,0	50,0	57,1	50,0	71,0
1992	35,6	24,0	53,0	59,2	31,0	75,0
1993	29,9	12,0	43,0	62,5	30,0	75,0
1994	27,7	15,0	37,0	64,0	24,0	75,0
1995	30,6	23,0	53,0	65,1	41,0	75,0
1996	33,2	12,0	51,0	59,5	49,0	73,0
1997	34,3	24,0	59,0	67,2	55,0	80,0
Gns./ Average	31,8	-	-	62,8	-	-

Resultater

I tabel 9 ses, på hvilket niveau behandlingshyppigheden for bladlus i hvede og vårbyg skulle ligge, såfremt registreringerne i registreringsnettet var repræsentativ, nemlig på 0,23 i hvede og 0,38 i vårbyg.

I figur 2-3 er behovet i de enkelte amter vist ved hjælp af forskellig signaturer, ligesom antallet af registreringer er vist. Sidstnævnte giver et indtryk af datamaterialets omfang.

I vårbyg skal behandlingshyppigheden for kornbladbiller lægges til - der findes intet mål for behov herfor, men en vurdering er en behandlingshyppighed på i størrelsesordenen 0,1-0,2. Det er ikke muligt at sammenholde angrebet af kornbladbiller i registeringsnettet med skadetærsklen, fordi der er tale om to forskellige bedømmelsesmetoder.

Tabel 9. Bekæmpelsesbehovet (pct. lokaliteter med behov) i vinterhvede og vårbyg ifølge registeringsnettet. Need for treatment against aphids in winter wheat and summer barley. Percent localities with need for treatment

År/Year	**Hvede**/Winter wheat	**Vårbyg**/Summer barley
1991	0	33
1992	44	83
1993	0	23
1994	51	84
1995	44	38
1996	9	12
1997	17	20
Gns./Average	23	42
Gns. vægtet*/Average*	23	38

*** Beregnet som gennemsnit af hvert års gennemsnit pr. amt. Vægtet i forhold til afgrødens arealfordeling i amterne**/Average with regard to the areas with cereals in the different areas.

Figur 2. Bekæmpelsesbehov i vinterhvede i gennemsnit 1991-97 ifølge registreringsnettet. Procent lokaliteter med behov i de forskellige områder er angivet. N = antallet af registreringer i de forskellige områder, sum af 1991-97. Percent localities in the monitoring system where treatment against aphids in winter wheat is needed. N = number of localities where aphids is monitored 1991-97.

Figur 3. Bekæmpelsesbehov i vårbyg, gennemsnit 1991-97 ifølge registreringsnettet. Procent lokaliteter med behov i de forskellige områder er angivet. N = antallet af registreringer i de forskellige områder, sum af 1991-97. Percent localities in the monitoring system where treatment against aphids in summer barley is needed. N = number of localities where aphids is monitored 1991-97.

Andre skadetærskler

På baggrund af forsøgene i de landøkonomiske foreninger vurderes de vejledende skadetærskler for bladlus i korn lidt for høje. I tabel 10 ses bekæmpelsesbehovet i hvede og vårbyg, når de vejledende skadetærskler sættes 10 pct. hhv. 20 pct. ned. I hvede bliver behandlingshyppigheden herved 0,31 hhv. 0,40. I vårbyg bliver behandlingshyppigheden herved 0,44 hhv. 0,49.

Tabel 10. Bekæmpelsesbehovet (pct. lokaliteter med behov) i vinterhvede og vårbyg ifølge registreringsnettet, når de vejledende skadetærskler reduceres med 10 pct. hhv. 20 pct. angrebne strå. Need for treatment against aphids in winter wheat and summer barley when the damage thresholds are reduced by 10 and 20 percent straw with aphids. Percent localities with need for treatment

År/Year	**Hvede**/Winter wheat		**Vårbyg**/Summer barley	
	÷10 pct.	**÷20 pct.**	**÷10 pct.**	**÷20 pct.**
1991	0	0	38	38
1992	56	74	86	86
1993	0	9	23	33
1994	57	71	91	95
1995	58	64	51	60
1996	11	26	14	29
1997	41	45	27	29
Gns./Average	32	42	48	54
Gns. vægtet*/Average*	31	40	44	49

*** Beregnet som gennemsnit af hvert års gennemsnit pr. amt. Vægtet i forhold til afgrødens arealfordeling i amterne**. Average with regard to the areas with cereals in the different areas.

I Slesvig-Holsten anvendes følgende vejledende skadetærskler (pers. komm. Gleser, Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Kiel)

Hvede: Indtil vækststadium 69: Over 30 pct. angrebne aks/faneblade.

Fra vækststadium 75: Over 90 pct. angrebne aks/faneblade.

I vårbyg er skadetærsklen mindre godt belyst, men der oplyses en tærskel på 10-20 pct. angrebne planter i vækststadium 37-59.

I Sverige anvendes de vejledende skadetærskler i tabel 11-13.

Tabel 11. Vejledende skadetærskler for bladlus i vinterhvede i Sydsverige (udbytteniveau 65-75 hkg pr. ha). Tærsklerne er angivet ved forskellige hvedepriser (Sveriges Lantbruksuniversitet 1998). Damage thresholds for aphids in winter wheat in South Sweden at different wheat prices

Pris/Price Sv.kr./hkg	**Hvedens udviklingsstadium**/Growth stage		
	51	**65**	**75**
	Bladlus pr. strå/ Aphids per straw	**Bladlus pr. strå**/ Aphids per straw	**Bladlus pr. strå**/ Aphids per straw
1:45	1	4	8
1:30	2	4	9
1:15	2	5	10
0:90	3	6	12
0:75	5	8	15

Tabel 12. Vejledende skadetærskler for bladlus i hvede i Sydsverige ved forskellige udbytteniveauer og en hvedepris på 115 kr. pr. hkg (Sveriges Lantbruksuniversitet 1998). Damage thresholds for aphids in winter wheat in South Sweden at different yields and a wheat price of 115 Sv.kr./ha

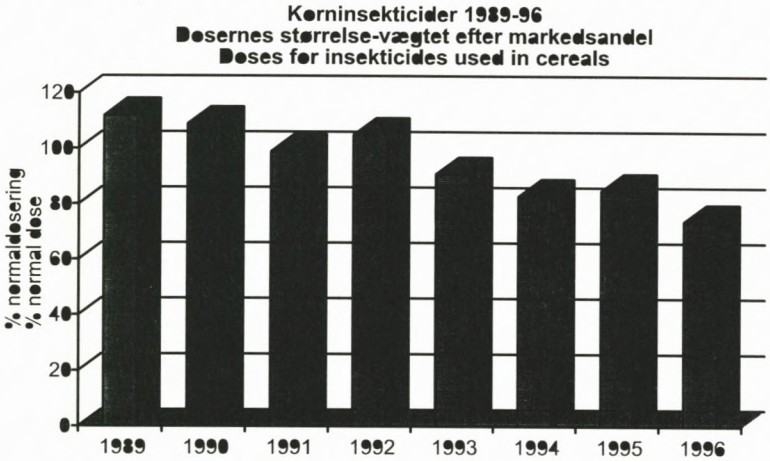
Forventet udbytte hkg/ha/Yield, hkg/ha	**Hvedens udviklingsstadium**/Growth stage					
	59		**69**		**75**	
	Bladlus/ strå/ Aphids/ straw	**% angr. strå**/ Percent attacked straw	**Bladlus/ strå**/ Aphids/ straw	**% angr. strå**/ Percent attacked straw	**Bladlus strå**/ Aphids/ straw	**% angr. strå**/ Percent attacked straw
Over 75	1	25	4	70	8	90
65-75	2	50	5	80	11	100
Under 65	3	60	8	90	15	100

Tabel 13. Vejledende skadetærskler for bladlus i vårbyg og havre i Sydsverige. Tærsklerne er angivet ved forskellige bygpriser (Sveriges Lantbruksuniversitet 1998). Damage thresholds for aphids in summer cereals in South Sweden at different prices of cereals

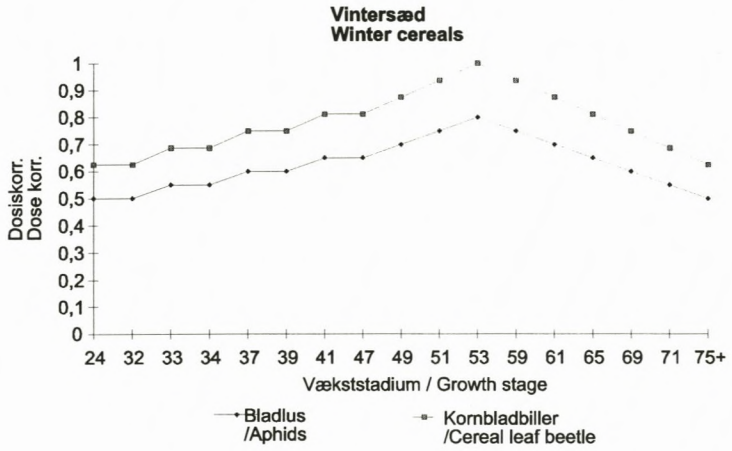
Pris/Price Sv.kr./ha	**Udviklingsstadium**/Growth stage					
	31		**51**		**69**	
	Bladlus/ strå/ Aphids/ straw	**% angr. strå/** Percent attacked straw	**Bladlus/ strå/** Aphids/ straw	**% angr. strå/** Percent attacked straw	**Bladlus/ strå/** Aphids/ straw	**% angr. strå/** Percent attacked straw
1:45	1	25	4	70	8	90
1:30	2	50	4	70	9	over 90
1:15	2	50	5	75	10	over 90
0:90	3	60	6	80	12	over 90
0:75	5	75	8	90	15	over 90

Doseringer

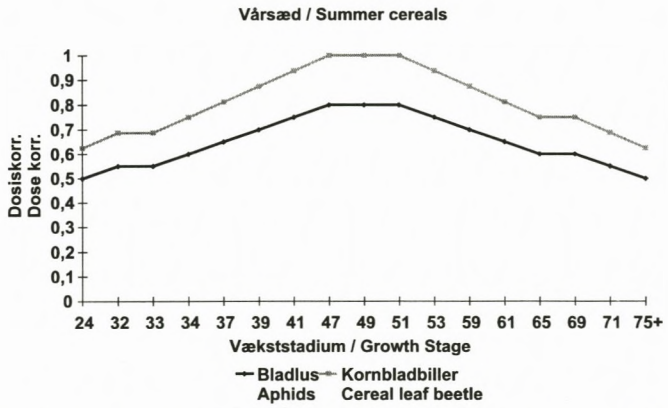
I de senere år er der udført flere og flere forsøg med nedsatte doseringer af skadedyrsmidler i korn. I figur 4 ses udviklingen i den anvendte dosering ved skadedyrsbekæmpelse i korn. I figur 5-6 ses de i PC-Planteværn anbefalede doser. I fremtiden er der udsigt til, at behandlingshyppigheden for skadedyr i korn kan falde som følge af en mere udbredt anvendelse af nedsat dosering.



Figur 4. Udviklingen i doseringen ved skadedyrsbekæmpelse i korn 1989-96 (kilde: Farmstat)/The normal dose used for pest control in cereals 1989-96.



Figur 5. Anbefalet dosering i PC-Planteværn ved skadedyrsbekæmpelse i hvede. The recommended dose for pest control in winter wheat in the computer program PC-Plant Protection.



Figur 6. Anbefalet dosering i PC-Planteværn ved skadedyrsbekæmpelse i vårbyg. The recommended dose for pest control in summer barley in the computer program PC-Plant Protection.

Diskussion og konklusion

Der er store usikkerheder forbundet med at lade behovet for bekæmpelse af bladlus i registreringsnettet være repræsentativ for behovet på landsplan. Det meget begrænsede antal registreringer er den største usikkerhedsfaktor. F.eks. fremgår det af figur 2, at der i vinterhvede i Ringkøbing amt kun er bedømt bladlus på i alt 8 lokaliteter i de 7 år, hvilket svarer til bedømmelse på 1 lokalitet pr. år. Hvedearealet i Ringkøbing amt er i perioden 1991-97 steget

fra 25.518 ha til 40.961 ha. Ligeledes fremgår det, at der i Århus amt kun er bedømt bladlus i vårbyg på i alt 18 lokaliteter i de 7 år, hvilket vil sige under 3 lokaliteter pr. år. På figur 2-3 ses heller ikke de mønstre for bladlusangreb, som ellers kendes, nemlig flest bladlus i de sydlige egne og færre bladlus i Vest- og Nordjylland. Jo flere år der i fremtiden bedømmes i registreringsnettet, jo mere sikkert kan man vurdere, på hvilket niveau behandlingshyppigheden bør ligge.

En anden forbedring kan ske ved at det sikres, at bedømmelserne i registreringsnettet fordeles mere jævnt i landet, og at nettet udvides med flere lokaliteter.

En anden usikkerhed, som især gør sig gældende i hvede, er, at bedømmelserne i registreringsnettet stopper relativt tidligt i relation til bladlusangrebene. I nogle år kan der forholdsvis sent i vækstperioden være et bekæmpelsesbehov i hvede. Denne usikkerhed kan nedbringes ved at foretage bladlusbedømmelse i et par uger yderligere i registreringsnettet. Det skal dog pointeres, at hovedformålet med registreringsnettet er at give et indtryk af angrebsstyrken i vækstsæsonen og ikke at vurdere bekæmpelsesbehovet på landsplan.

Det fremgår af tabel 9, at behandlingshyppigheden for bladlus i hvede og vårbyg under de givne forudsætninger har været 0,23 hhv. 0,38 i registreringsnettet, og der er stor variation fra år til år. Sættes den vejledende skadetærskel ned med 20 pct. angrebne strå, er behandlingshyppigheden for bladlus 0,40 i hvede og 0,49 i vårbyg. Sammenholdes disse data med tabel 4, fremgår det, at behandlingshyppigheden på landsplan er lidt for høj, især hvis det vurderes, at der ikke er behov for fuld dosering ved skadedyrsbekæmpelse. Er der i gennemsnit behov for 75 pct. normaldosering, skal de fundne behandlingshyppigheder i registreringsnettet ganges med 0,75. Viden om nedsat dosering af insekticider er dog først genereret i de senere år.

I vårbyg skal behandlingshyppigheden for kornbladbiller på 0,1-0,2 lægges til. Behovet i registreringsnettet ligger her ikke langt fra behandlingshyppigheden på landsplan. De vejledende skadetærskler for bladlus i vårbyg skelner ikke mellem foderbyg og maltbyg. Da sorteringen er vigtig i maltbyg, er det rimeligt at antage, at skadetærsklerne er lavere i maltbyg.

Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet, et projekt knyttet til Pesticidhandlingsplanen

Effects of reduced pesticide doses on flora and fauna of agricultural fields - a project linked to the Danish Pesticide Action Plan

Peter Esbjerg *et al.*•
Institut for Økologi og Molekylær Biologi
Center for Økologi og Miljø
Kgl. Veterinær & Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C

Summary

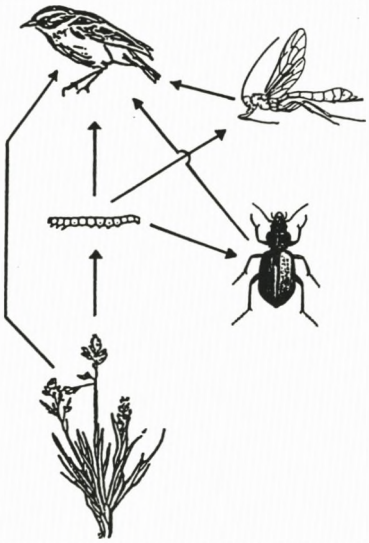
The present project is linked to some of the questions related to The Pesticide Action Plan decided 1986 by the Danish Parliament. Thus the aim is to elucidate whether reduced dosages of herbicides and insecticides (1/4 and 1/2 compared with 1/1) will have a positive effect on flora and selected fauna in fields and which are the economic implications. After pilot experiments at one farm 1996, 5 large farms are included 1997-1999, and in 2000 results will be evaluated. The crops involved are spring barley, winter wheat and sugar beet, and in each field each of the dosages is represented by a plot of 6 ha or more, fixed through years and across crop rotation. This enables registration of bird activity, besides which insects are sampled by a 4WD-car driven suction sampler and flora (species and densities) is registered in fixed plots.

While conventional sprayings (18 or 24 m swath) is sufficient for all dosages in cereals, it has been necessary to combine band spraying at 25 and 16 cm with hoeing in sugar beet. Obviously this methodology is very vulnerable to bad weather as ongoing rainfall. Yet only very local yield reductions as f. ex. 13% reduced weight of sugar beet from 1/4 and 1/2 dosage at one farm, 1997, have occurred. Despite the flora and fauna results being yet preliminary an interesting aspect is that in 1997 the density and species number of wild plants at all 5 farms and in all crops were significantly higher in plots treated with 1/4 and 1/2 dosages than in the 1/1 plots. Similarly the most common bird occurred at a significantly higher rate in 1/4 and 1/2 dosage plots of wheat and sugar beat on 4 of the 5 farms.

• P. Esbjerg er som projektkoordinator blevet bistået af Anne Mette Jensen (1), Ib Johnsen (1), Hans Kristensen (2), Søren Navntoft (3) og Bo Svenning Petersen (4). Tallene i parenteser angiver placering i henhold til institutioner o.l., som fremgår af side 111.

Indledning

Som bekendt vedtog Folketinget i 1986 "Pesticidhandlingsplanen" for at få nedsat forbruget af kemiske bekæmpelsesmidler. Det skete primært af frygt for miljøet i bred forstand, men også med punktvis begrundet mistanke om et unødigt stort forbrug. Man har regnet med naturmæssige gevinster ved et nedsat forbrug, men påvisning heraf er ingen let sag.



Figur 1. Nogle fødekædesammenhænge hvis påvirkninger med herbicid og insekticid de forhåndenværende undersøgelser har mulighed for at påvise. Some trophic level interactions on which effects of herbicides and insecticides may be demonstrated by the present investigations.

Undersøgelserne af sprøjtefrie randzoner (Hald *et al.* 1988) påviste nogle naturgevinster, og siden er det påvist, at der er flere fugle på økologiske brug (Braae *et al.* 1988). I begge tilfælde er der tale om resultater ved fravær af behandling, hvorimod belysning af de mulige "naturgevinster" ved blot at nedsætte doseringerne har været en mangelvare. Samtidig foreligger nogle resultater som på især herbicidsiden har vist, at gode udbytter kan nås med nedsat dosering. Dog er der ikke fremkommet væsentlige resultater om virkning af flere års nedsat dosering på flora – fauna på den ene side og "landbrugets driftsmæssige skæbne∀ på den anden side - svarende til efterlevelse af et lovkrav i den henseende.

Det forhåndenværende projekts formål er at belyse effekter på flora og fauna (et udvalg heraf) samt på de udbyttemæssige konsekvenser - på system-niveau og i en realistisk skala.

Projektet blev i 1995 foreslået i henhold til Miljøministeriets annoncering om et sådant projekt. 1996 er anvendt som pilotår på ét gods, egentlige undersøgelser gennemføres 1997-99, og i år 2000 samles, vurderes og tolkes resultaterne.

Organisering: Et vanskeligt projekt med indbyggede kompromiser.
Undersøgelsens værter, skal ud over en god portion samarbejdsvilje
- ligge inden for passende transportafstande (tider)
- have et sædskifte med vårbyg, vinterhvede og roer (fig.1)
- have marker på minimum 18-20 ha med tilnærmet rektangulær facon
- ville tillade, at mindst 6 ha +6 ha pr. forsøgsafgrøde behandles med hhv. 50% og 25% af den ellers anvendte dosering af ukrudtsmidler og insektmidler. (Udbyttetab kompenseres)

Følgende 5 forsøgsværter - 3 på Sjællands (Sj) østside og 2 på Møn (M) har stillet sig velvilligt til rådighed:
(Sj) Gjorslev Gods, Godsejer Peter Tesdorf
(Sj) Lekkende, Godsejer Andreas Hastrup
(Sj) Oremandsgaard Gods, Godsejer Daniel Hage
(M) Nordfeld Gods, Godsejer Jens K. Haubroe
(M) Nøbølle Gd., Proprietær, Cand. agro. Thomas Christfort

Projektets arbejdsområder og deres placering er:
Floraundersøgelser, (1) Økologisk Afd., Botanisk Institut, Københavns Universitet
Insektundersøgelser, (3) Sektion for Zoologi, Inst. for Økologi og Molekylær Biologi, KVL
Fugleundersøgelser, (4) Ornis Consult A/S
Udbyttemålinger, (2) Landbrugets Rådgivningscenter
Driftsøkonomiske effekter, Sektion for Økonomi, Inst. for Økonomi, Skov og landskab, KVL
Statistisk bistand, Sektion for Matematik og Statistik, Inst. for Matematik og Fysik, KVL
Projektkoordination, Center for Økologi og Miljø, KVL

Derudover samarbejder projektet med Alstedgård, Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning.

Metodik 1: Store træk
Valget af måleorganismer i marken - al flora, et udvalg af insekter og alle fugle samt kun ukrudts- og insektmidler - er et kompromis mellem ønsker og praktisk gennemførlighed inden for et muligt budget. Hensigten er at påvise eller sandsynliggøre nogle virkningstyper, der inddrager tre (eller flere) forskellige niveauer i fødekæden (figur 1):

Herbicid: Direkte på flora (1.niveau) og indirekte på insekter dels via deres opholdsmulighed under plantedække og dels via deres rolle som planteædere (2. niveau) og fugle set som både planteædere og insektædere (2. og 3. niveau).

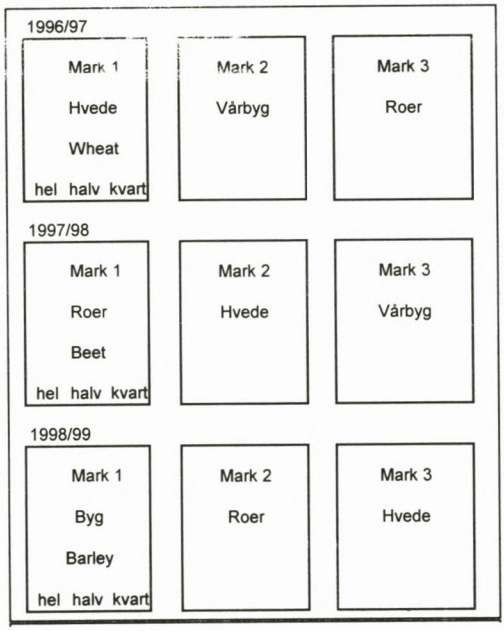
Insekticid: Direkte på insekter (både skadelige, nyttige og indifferente (2. niveau)) og indirekte på rov- og snylteinsekter samt fugle (3. niveau (4. niveau når fugle æder f.eks. rovinsekter)), alle med insekter som bytte.

I valgene af målorganismer er der skelet til mulighederne for at knytte an til dele af tidligere undersøgelser vedr. sprøjtefrie randzoner (Hald *et al.* 1988) og fugle i agerlandet (Braae *et al.* 1988).

Fravalget af fungicider er sket, fordi mængden og kompleksiteten af direkte og indirekte virkninger er meget stor og ville sprænge den maksimale budgetramme.

Sædskifte, parcelinddeling, -antal, og dosering af midler er følgende:

Sædskiftet er illustreret på figur 2.



Figur 2. Eksempel på sædskifte på et brug i forsøget. The crop rotation used in the experiment.

Hver af de (3) indgående marker på et brug er opdelt i 3 parceller: 2 på mindst 6 ha/parcel og 1 tilsvarende eller større, normalt med længderetningen på markens længste led. Hvor hegn forekommer bruges midterparcellen altid til 1/2 dosering (af hensyn til fugles fordeling som omtalt i detailafsnittet vedr. metoder), hvorimod parcellernes placering er randomiseret i andre tilfælde. Dog ligger alle tre doseringsniveauer fast igennem de tre forsøgsår. Derved er en vis akkumuleringseffekt af reduceret behandling mulig.

Parcellernes størrelse skal sikre forekomst af et tilstrækkeligt antal fugle, mens formen skal muliggøre observation inden for en afstand, der tilgodeser identifikation i kikkert.Valg af midler og doseringer kunne fra visse videnskabelige synspunkter ønskes fast. Det ville imidlertid være urealistisk i forhold til brugenes særegenheder, specielt mht. lokale problemarter på ukrudtssiden. Som en praktisk strategi, der hælder til virkeligheden mht. forskelligheder er valgt, at det enkelte brug gør som vanligt, hvad angår middelvalg og dosering. Dette defineres som 1/1 for det pågældende brug, uagtet at doseringen af især herbicid ofte er lavere

end den anbefalede dosering.

De tre doseringer skal medvirke til at synliggøre mulige dosis-respons effekter og spændet i dosering skal sikre konstatering af såvel positive naturgevinster som negative driftseffekter.

Behandlingerne udføres i kornmarkerne for alle tre dosisniveauer, idet både herbicid og insekticid udbringes som normal med bredsprøjtning og uændret væskemængde pr. ha. Samme metodik blev i pilotåret (1996) forsøgt til både ukrudts- og insektbehandling i roer på Gjorslev, men i 1997 er en tilnærmet løsning blevet anvendt til ukrudtsbehandling i roer hos alle 5 forsøgsværter. Den består i vanlig bredsprøjtning med brugets normale dosering = 1/1. De nedsatte doseringer opnås derimod med båndsprøjtning med fuld dosis på 50% bredde og 30% bredde (25% har ikke været teknisk mulig). Desuden suppleres med radrensning, dog således at den kan fravælges ved 1/1 dosis efter brugets ønske. Igen er der tale om et pragmatisk valg betinget af, hvordan avlerne ville håndtere situationen, hvis de var tvunget til at klare sig med begrænset dosis. Til insektbekæmpelse i roer fastholdes bredsprøjtning i alle doseringer.

Metodik 2: Enkeltområderne

Flora

Pilotårets forskelligartede prøveopgørelser, bl.a. af løbende udvikling i fænologi og biomasse har vist, at en sådan metodik ikke arbejdsmæssigt lod sig gennemføre flere steder. Derfor er planteundersøgelserne nu koncentreret til to årlige opgørelser (før og efter behandling) på permanente prøvefelter i hver parcel. I disse felter bestemmes, hvilke arter, der er til stede, og i hvilke antal pr. m^2. Dette suppleres med løbende opgørelse af flere detaljer, bl.a. biomasse og frøkastning, i de små udbytteparceller (omtales efterfølgende) i korn. Floraundersøgelser er behandlet yderligere i denne konferences beretning (A.-M. Jensen: Effekter af reduceret herbicidbrug på markens ukrudt).

Insekter

Ud over nogle forsøgsmæssige fældefangster (bl.a. i farvede fangskåle) på Gjorslev i pilotåret er den primære prøvetagningsmetodik sugning af insekter: 10 sug (= 1 prøve dækkende i alt ¼ m^2) 15 steder pr. parcel for ca. hver 10 dage. I denne sammenhæng har det været nødvendigt at erstatte den velkendte D-vac (Dietrich *et al.*1959, Dietrich 1961) med en kørende suger udviklet til projektets arbejde. Denne bliver trukket af en terrængående bil, og sugekraften er væsentlig øget og arbejdsprocessen stærkt forenklet både i marken og ved efterfølgende sortering . I 1997 er der taget i alt ca. 4500 prøver på de 5 brug. Sugeprøverne af dyr udsorteres typisk til familieniveau (f.eks. tæger, cikader og en del fluer) eller slægtsniveau (f.eks. en del tovingede, årevingede og biller). Kun de almindelige skadedyr, vigtige rovdyr (se f.eks. tabel 3) og mængdemæssigt særligt vigtige dyr artsbestemmes.

Foruden suge-prøverne fanges jordlevende prædatorer i faldgruber i hvedeparcellerne. Det sker med henblik dels på sæsonmæssig totalopgørelse af en række vigtige løbe- og rovbillearter, og dels på undersøgelse af ernæringstilstand /evt. fertilitet (ved dissektion og

vurdering af fedtindhold/ æg) hos én eller to løbebillearter. Det sidste er inspireret af gode svenske resultater med denne metodik (Wallin *et al.*1992).

Som et sidste element opgøres bladlus og enkelte andre skadedyr ved % angrebne planter eller tælling af antal/plante når det er relevant - f. eks. ved den usædvanlige stærke forekomst af gammauglelarver (*Plusia gamma*) i Gjorslevs roer i 1996.

Fugle

For fuglenes vedkommende kan eksakt populationstæthed ikke opgøres. Derimod benyttes optælling af de forskellige arters tilstedeværelse i forskellige markdele i givne tidsintervaller ud fra den gængse erfaring, at de involverede arter er der for at finde føde. Drilagtigt er, at en række af agerlandets småfugle, bl.a. den næsttalrigeste art, gulspurven, foretrækker tilstedeværelse af hegn, mens den talrigeste, lærken, foretrækker åben mark. Dette bevirker, at i en situation med hegn rundt om hele marken vil hovedparten af gulspurvene forefindes i yderparcellerne, mens lærkerne koncentrerer sig i midterparcellen. Herved svækkes resultaterne, men i disse tilfælde er det imødegået ved at placere 1/1 og 1/4 dosering ud til siderne, så de hver har hegn langs en langside. Hermed er disse to mest forskellige doseringer umiddelbart sammenlignelige mht. andre forhold.

Observationsmetoden blev i pilotåret afprøvet og justeret. Den baseres på en opdeling, kort efter tilsåning, af markerne med markeringspinde i 12 tilnærmelsesvis lige store observationsfelter á 1-1,5 ha: 4 pr. dosering eller alternativt 6 i hver af 1/4 og 1/1 doserings parcellerne, hvis marken er omgivet af hegn.

Fra ca. 5. maj til 31. juli er der ved standardiserede for- og eftermiddagstællinger registreret fugle ca. hver 5. dag. Tællingerne belyser forekomster af fouragerende eller territoriehævdende fugle.

I overgangen mellem pilotåret og 1997 er der også fortaget vintertællinger i vinterhvede. Herved er metodikkens egnethed bekræftet, men fremover skal tællehyppigheden øges fra 3 til 9 gange for at give et brugbart materiale.

Udbytter

Som en vejledende kontrol af situationen udlægges i 1/1 dosering af byg og hvede en stribe systematisk gentagne småparceller med de tre doseringer i 4 gentagelser. I 1998-99 vil også ubehandlet led indgå. Behandlingerne foretages, maksimalt forskudt ét døgn i forhold til brugets behandling, af den stedlige landboforening, som også foretager høst og udbytteopgørelse.

For roernes vedkommende har pilotåret bekræftet, at småparceller ikke er anvendelige. I stedet er i samråd med Alstedgaard indført en særlig prøveudtagning i 6 ha- parcellerne. For hver parcel optages tilfældigt 20 prøver á 1½-2 meter naborækker, som derefter renses og vejes på Alstedgaard. Analyser af renhed og sukkerindhold foretages på sukkerfabrik.

Driftsøkonomiske konsekvenser

På dette felt foreligger endnu ikke færdigt metodevalg.

Statistik

Foreløbige analyser er udført med gængse metoder, idet der især for ukrudt og insekter kan fås et vist detaljeringsbillede af forskellene mellem parcellerne. Dog er enkeltprøverne kun at betragte som pseudogentagelser i forhold til doseringer, hvor der betinget af fugleundersøgelsernes krav om store parceller kun kan blive tale om 3 forsøgsår x 5 gentagelser pr. afgrøde (= antallet af brug). I denne situation vil en del analyser blive udført efter "Repeated Measures Analysis" (Stryhn 1996) som udnytter hver måle/observationsdatos talmateriale separat.

Nogle foreløbige resultater

Som et repræsentativt eksempel på BEHANDLINGERNE i 1997 er en oversigt fra Oremandsgaard vist i tabel 1.

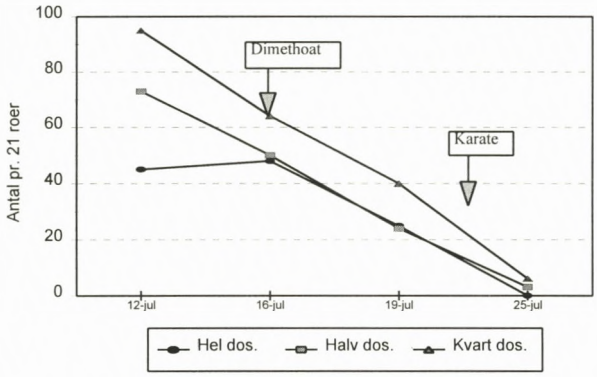
Tabel 1. Herbicid- og insekticidbehandlingerne (angivet i 1/1 dosis) på Oremandsgaard Gods som eksempel for 1997. The treatments with herbicides and insecticides (full (1/1) dosage) at Oremandsgaard as a 1997-example of treatments.

Afgrøde/ Crop	Herbicid/herbicide				Insekticid/insecticide			
	Dato/date	Middel/product	1/1 dos.	Enhed/ unit	Dato/date	Middel/product	1/1 dos.	Enhed/unit
Sukker-Roer/ Sugarbeet	8. maj	Metamitron	0,700	Kg/ha	8. maj	Lambda-Cyhalothrin	0,004	Kg/ha
		Phenmedipham	0,200	Kg/ha				
		Ethofumesat	0,075	Kg/ha				
		Clopyralid	0,030	Kg/ha				
	16. maj	Metamitron	0,700	Kg/ha				
		Phenmedipham	0,200	Kg/ha				
		Ethofumesat	0,075	Kg/ha				
		Clopyralid	0,030	Kg/ha				
	2. juni	Metamitron	0,350	Kg/ha				
		Phenmedipham	0,200	Kg/ha				
		Ethofumesat	0,075	Kg/ha				
Vårbyg/ Spring barley	15. maj	Tribenuron-methyl	0,375	g/ha	23. juni	Lambda-Cyhalothrin	0,004	Kg/ha
	30. maj	MCPA	1,125	Kg/ha				
		Fluroxypyr	0,045	Kg/ha				
		Tribenuron-methyl	1,875	g/ha				
Vinter-hvede/ Winter Wheat	22. sept.	Ioxynil	0,080	Kg/ha	7. juli	Pirimicarb	0,050	kg/ha
		Meclorprop	0,240	Kg/ha				
		Isoproturon	0,750	Kg/ha				
		Isoxaben	0,023	g/ha				
	15. maj	Tribenuron-methyl	3,750	g/ha				
		Fluroxypyr	0,054	Kg/ha				

På UKRUDTsiden henvises til A.-M.Jensen: Effekter af reduceret herbicidforbrug på markens

ukrudt (side 121). Det kan konstateres hen over alle 5 brug og 3 afgrøder, at ukrudtstæthed og -artsantal er signifikant lavere i 1/1 dosering end i 1/2 og 1/4. Kun i enkelte tilfælde adskiller 2 og 1/4 dosering sig.

Mht. INSEKTER skal der for 1997 foreløbig blot konstateres, at der ikke er talt betydende forekomster af bladlus i nogen af afgrøderne. Der er mistanke om, at lokale angreb af kornbladbillelarver ikke er afspejlet i opgørelse pga. tidsintervaller i forhold til den usædvanlige temperatur i juli. Fra Gjorslev i pilotåret 1996 kan nævnes, at den ekstraordinære forekomst af ca. 2-5 gammauglelarver (*Autographa gamma*) pr. roeplante gav anledning til at projektet varskoede om risiko. Derpå blev behandling først udført med Dimethoat og pga. umiddelbart utilstrækkelig effekt igen med Karate (figur 3). Derefter var bestanden så lav at yderligere opgørelse måtte opgives.



Figur 3. Populationstætheder af Gammauglelarver i de 3 doseringsniveauer i sukkerroer på Gjorslev Gods 1996. To behandlinger er angivet. Population densities of *Plusia gamma* larvae at the three different dosage levels in sugar beet at Gjorslev 1996. Two treatments are indicated.

Efter sprøjtning mod bedebladlus i roer, 1996, var forekomsten af bladlus signifikant højere i begge de nedsatte doseringer, som imidlertid også adskilte sig indbyrdes (tabel 2).

Tabel 2. Estimater og χ^2 -værdier for procent roeplanter (Gjorslev, 1996) angrebet af bedebladlus i henholdsvis perioden før og efter sprøjtning med pirimor (4/8). Forskellige bogstaver angiver signifikant forskel (P<0,05). Estimated percentages of sugar beet plants (Gjorslev, 1996) with Aphis fabae (end corresponding χ^2 values to the right) before and after treatment with Pirimicarb (4/8). Different letters indicate significant differences.

Orden	Familie	Art	Periode	Estimat			χ^2
				1/1 dos.	1/2 dos.	1/4 dos.	
Hemiptera	*Aphidoidea* (Bladlus)	*Aphis fabae (Bedebladlus)*	3.7 - 31.7	22,2 a	21,8 a	21,6 a	0,26 ns
			8.8 - 29.8	10,5 a	25,0 b	35,5 c	57,9 ***

ns) P>0,05 ***) P<0,001

Fra hveden foreligger eksempler på, at forskelle i totalfangster, f.eks. af rovbiller af slægten Philonthus afspejler forskellig dosering, mens flertallet af rovlevende biller ikke har givet udslag (tabel 3).

Tabel 3 Estimater for det totale antal individer pr. fældegruppe og ^{2}-værdier for de mest dominerende løbebiller og rovbiller indsamlet v.h.a. <u>pitfalls</u> i en <u>vinterhvede</u> mark på Gjorslev i perioden 9.5 - 25.7, 1996. Forskellige bogstaver indenfor hver slægt/art angiver signifikant forskel (P<0,05). Number of predominant Carabidae and Staphylinidae estimated from pitfall catches in winter wheat at Gjorslev 9.5 – 25.7, 1996. Different letters in horisontal lines refer to significant differences between dosage levels (N = beneficial, F = Bird prey).

Orden	Familie	Slægt/art	Estimat			χ^2
			1/1 dos.	1/2 dos.	1/4 dos.	
Coleoptera	*Carabidae* (Løbebiller)	*Pterostichus melanarius* (N,F)	92,6 a	75,0 a	96,2 a	0,51 ns
		Harpalus rufipes (N,F)	6,4 a	14,6 a	14,2 a	2,47 ns
		Harpalus affinis (N,F)	2,2 a	5,2 b	5,2 b	15,38 ***
		Calathus rufipes (N,F)	2,6 a	3,2 ab	6,8 b	4,79 ns
		Calathus melanocephalus (N,F)	5,2 a	8,0 a	32,4 b	13,08 **
		Loricera pilicornis (N,F)	38,6 a	45,6 ab	56,0 b	5,48 ns
		Anchomenus dorsalis (N,F)	96,6 a	232,8 b	112,0 a	23,66 ***
		Løbebillelarver (N,F)	25,2 a	22,2 a	23,0 a	0,28 ns
	Staphylinidae (Rovbiller)	*Philonthus* spp. (N,F)	145,2 a	302,6 b	260,0 b	17,65 ***
		Tachinus rufipes (N)	112,6 a	132,2 a	82,2 a	1,74 ns
		Rovbillelarver (N)	99,2 a	132,2 a	129,1 a	3,85 ns

N = nyttedyr, F= fugleføde, ns) P>0,05 **) P<0,01 ***) P<0,001

For FUGLENES vedkommende blev der i pilotårets "anden periode" af tælllinger 14/6 til

12/8 konstateret signifikant flere tornirisk, finker, spurve og værlinger i 1/4-doserings roeparcellen end i 1/2 og 1/1. (Dette faldt sammen med perioden for mange gammauglelarver).

De foreløbige resultater fra 1997 viser, at på 4 af godserne viste eftermiddagstællingerne i hvede og roer signifikant flere sanglærker i 1/4 og 1/2 -doseringsparceller end i 1/1.

De målte UDBYTTER på Gjorslev er opstillet i tabel 4, mens alle udbyttetal for 1997 er samlet i tabel 5.

Tabel 4. Udbytter på Gjorslev 1996 af vårbyg og roer i små udbytteparceller. Yields of spring barley and sugar beet in small plots at Gjorslev 1996.

	Vårbyg/spring barley	**Sukkerroer**/sugar beet
	hkg/ha	ton/ha
1/1 dos.	65,5	50,9
1/2 dos.	64,2	49,2
1/4 dos.	63,2	47,4
LSD 95 %	5,1	2,7

Tabel 5. Udbytter for alle lokaliteter i 1997. Udbytte i vinterhvede og vårbyg målt i små udbytteparceller. Udbytte i sukkerroer målt ved stikprøvetagning. Stjerne (*) markerer udbytter, som er signifikant forskellige (p<0,05) fra udbytter i de øvrige behandlinger indenfor samme lokalitet. Estimated yields at all 5 farms i 1997. Yield estimates in wheat and barley are based on small plots, while yields in sugarbeet are based on sample. The asterisks (*) indicate yields which are significantly (p<0,05) lower than the corresponding yields on the same farm.

Lokalitet/farm	**Pesticiddosering** / Pesticide dose	**Hvede**/wheat hkg/ha	**Byg**/Barley hkg/ha	**Sukkerroer**/sugar beet Ton/ha
Nordfeld	1/1	97,7	75,8	68,0*
	1/2	97,3	75,5	59,5
	1/4	97,2	75,2	58,7
Oremandsgaard	1/1	90,7	67,6	68,8
	1/2	89,1	65,5	63,3
	1/4	85,0*	60,8*	65,9
Lekkende	1/1	85,7	61,2	71,6
	1/2	85,5	61,3	69,9
	1/4	85,4	62,4	63,7
Gjorslev	1/1	89,6	57,1	65,3
	1/2	86,5	58,4	68,2
	1/4	86,6	58,3	63,9
Nøbølle	1/1	89,9	50,4	59,3
	1/2	90,1	51,3	61,2
	1/4	90,7	50,7	59,9

Diskussion.

Da projektets resultater kun så småt begynder at vise sig, kan der ikke drages egentlige konklusioner. Dog er der de første interessante flora- og faunamæssige indikationer, som f.eks. den lavere forekomst i 1/2 og 1/4 dosering i tæthed og artsantal af ukrudt i 1997, og i en periode samstemmende højere eftermiddagsforekomst af lærker på 4 af brugene. Et enkeltstående interessant resultat er den højere forekomst af en række småfugle i 1/4-dosering roer 1996, samtidig med en særlig stor forekomst af gammauglelarver, der er en oplagt fødekilde.

Disse resultater er naturligvis kun interessante, hvis andre senere kommer til at pege rimelig systematisk i samme retning.

Som udbyttetallene i tabellerne 5 og 6 viser er der ikke de helt store effekter. Udbyttetabet i byg og hvede på Oremandsgaard kan ikke håndfast forklares, men der er mistanke om hurtig effekt af kornbladbillelarver i sommerens stærke varme.

Den stærkeste interesse har knyttet sig til roerne. Her var det en overraskelse at "den for enhver landmand utålelige ukrudtpels på Gjorslev i 1996" ikke gav større udslag. Heller ikke 1997 har givet de store forskelle i roeudbytter afhængig af doseringer andet end på Nordfeld. Hertil skal imidlertid bemærkes, at 1997 har været et vejrmæssigt nemt år, idet kørselsmulighederne ikke har været alvorligt indskrænket. Netop båndsprøjtningen har givet en række småproblemer, som er løst især pga. forsøgsværternes vilje og kunnen. MEN kommer der et meget vådt år i forsøgsperioden, vil gennemførligheden af denne behandlingsform være tvivlsom, da præcisionsstyringen på fedtet bund er ret vanskelig. Oveni kommer den øgede jordpakning, da denne behandlingsform kun dækker 6 rækker ad gangen.
I modsætning til båndspøjtningen synes radrensningen - bl.a. støttet af Gjorslevs langvarige erfaringer - ikke at udgøre et større problem. Dog skal der tages forbehold for stenede jorder.

Sammendrag

Dette projekt tager udgangspunkt i Folketingets Pesticidhandlingsplan fra 1986. Formålet er at undersøge, om reducerede doser (1/4 og 1/2 i forhold til 1/1) af herbicider og insekticider vil give en rigere flora og fauna (et udvalg) i marken, og hvilke driftsøkonomiske konsekvenser dette måtte medføre. Efter pilotforsøg på et brug i 1996 udføres forsøg 1997-1999 på 5 brug, og i år 2000 opgøres og evalueres resultaterne. I forsøget indgår vårbyg, vinterhvede og sukkerroer med én parcel på mindst 6 ha pr. dosering for hver afgrøde. Dette muliggør registrering af fugleforekomster/aktivitet, hvortil kommer insektprøvetagning med stor, kørende suger samt opgørelse af plantearter og -tætheder på faste prøveflader. I korn bredsprøjtes i alle doseringer og det samme gælder 1/1 dosis i roer. Derimod opnås de reducerede doseringer i roer med båndsprøjtning (25 cm og 12,5 cm), som suppleres med radrensning.

Denne teknik kan forudses at give problemer i tilfælde af en våd sæson. Blandt de foreløbige resultater er en ca. 13% udbyttereduktion i roer på et brugs 1/2 og 1/4 dosering i 1997. Blandt de ligeledes begyndende flora- og faunaresultater er det værd at nævne en signifikant højere tæthed og artsforekomst af alle vilde planter , i alle tre afgrøder og på alle 5

brug i 1/2 og 1/4 dosering i 1997. Derudover blev der på 4 af brugene registreret signifikant flere lærker på eftermiddage i hvede- og roemarkernes parceller med 1/2 og 1/4 dosering.

Litteratur

Braae, L., Nøhr, H. & Petersen, B.S. 1988: Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug. Miljøprojekt nr. 102, Miljøstyrelsen, pp 1-116.

Dietrich, E.J., Schlinger, E.I. & van den Bosch, R. 1959: A new method for sampling arthropods using a suction machine and modified Berlese funnel separator. J. Econ. Entomol 52: 1085-1091.

Dietrich, E.J. 1961: An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. J. Econ Entomol. 54: 394-395.

Hald, B., Nielsen, B.O., Samsø-Petersen, L., Hansen, K., Elmegaard, N., & Kjølholt 1988: Sprøjtefrie randzoner i kornmarker. Miljøprojekt nr. 103, Miljøstyrelsen, pp 1-209.

Jensen, A.-M. 1998. Effekter af reduceret herbicidbrug på markens ukrudt. 15. Danske Planteværnskonference, Sygdomme og Skadedyr,: DJF-rapport nr. 3, 121-129.

Stryhn, H. 1996. Longitudinale data: simple univariate analysemetoder. Undervisningsnotat, KVL, juni 1996: 1-15.

Wallin, H., Chiverton, P.A., Ekbom, B.S. & Borg, A. 1992. Diet, fecundity and egg size in some polyphageous predatory carabid beetles. Entomol. exp. appl. 65: 129-140.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Effekter af reduceret herbicidbrug på markens ukrudt

Et led i projektet: Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet

Effects of use of reduced herbicide doses on weeds.

A part of the project: Effects of use of reduced pesticide doses on flora and fauna in the agricultural landscape

Anne-Mette M. Jensen
Økologisk Afdeling
Botanisk Institut
Københavns Universitet
Øster Farimagsgade 2D
DK-1353 København C

Summary

The effect of reduced herbicide doses on weed density and number of weed species has been studied during one year in six ha plots at five estates in Zealand, Denmark. This included spring barley, winter wheat and sugar beet. The levels of herbicides used were 1) The standard as decided by the farmer both in terms of composition and doses, 2) half of standard, and 3) one quarter of standard.

The herbicide had significant effects on weed density and number of weed species. For each crop, there was a significant effect of doses on weed density in winter wheat and sugar beets, but not in spring barley. The weed density and the number of weed species was significantly higher in fields exposed to half or one quarter of the standard doses of herbicides, than in fields exposed to standard dose.

It was evident, that the crop, the estate, and the weed density before spraying had a significant influence on weed density after spraying. Variation in the number of weed species after spraying was also explained by the variation in estates and the variation in the number of weed species before spraying, but in this case there was no effect of crop.

With use of 50% reduced doses of herbicides, there was no reduction in the yield in any of the fields.

The results indicate, that we may get a more diverse weed flora by halving the herbicide doses, and this seems not to have any economic consequences.

The project will be continued in the next two growing seasons in the same localities.

DJF-rapport nr. x (1998), 121-129

Indledning

Denne undersøgelse er et led i projektet: "Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet". For beskrivelse af baggrunden for projektet og et overordnet forsøgsdesign henvises til P. Esbjergs indlæg på denne konference: "Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet, et projekt knyttet til Pesticidhandlingsplanen."

Botanisk set forventes, at der bliver flere plantearter og en større tæthed af de vilde planter ved en lavere anvendt mængde af herbicider. Det forventes desuden, at ændringer i det vilde plantesamfund vil have en effekt på de næste trofiske niveauer i fødekæden.

Metode

Forsøgsdesign

Projektet blev udført på fem godser beliggende på Sydøstsjælland og Møn. Der indgik tre marker på hvert gods. Markerne på det enkelte gods indgår i et sædskifte med byg, vinterhvede og sukkerroer. Hver mark blev opdelt i 3 forsøgsparceller, som blev sprøjtet enten med normal (hel) dosering af herbicider, halv dosering eller kvart dosering. Mængden af herbicid for hel dosering, herbicidtypen og tidspunktet for sprøjtning, blev valgt af den enkelte driftsleder. Der blev i hver forsøgsparcel (á ca. 6 ha) tilfældigt udlagt fem hovedfelter på 25 m x 25 m, dog således at de yderste 12 meter mod naboparceller, småbiotoper etc. ikke blev inddraget. I hvert hovedfelt i kornafgrøderne blev der tilfældigt udlagt 4 permanente 0,24 m^2 (0,6 m x 0,4 m) småfelter, og i roemarkerne blev der tilfældigt udlagt 10 permanente 0,5 m^2 (1,0 m x 0,5 m) småfelter. Det analyserede areal pr. hovedfelt var således 0,96 m^2 (4 x 0,24 m^2) i kornafgrøderne og 5,0 m^2 (10 x 0,5 m^2) i roemarkerne.

De permanente småfelter blev undersøgt for artssammensætning og antal af hver enkelt planteart. Bestemmelserne blev så vidt muligt ført til artsniveau (nomenklatur efter Hansen, K. 1981). Var dette ikke muligt, blev arten opført som repræsentant for en taxonomisk samlegruppe (slægt, familie, andet).

Småfelterne blev undersøgt før og efter herbicidsprøjtning. Hvedemarkerne blev i nogle tilfælde både sprøjtet med herbicid om efteråret og om foråret, i disse tilfælde blev de vilde planter undersøgt i de permanente felter før første sprøjtning og efter sidste herbicidsprøjtning. Før-undersøgelsen blev foretaget så tæt på herbicidsprøjtningen som muligt, og altid mindre end 3 dage efter sprøjtning i roer og mindre end 7 dage efter sprøjtning i kornafgrøderne, indenfor dette tidsrum havde herbicidet endnu ikke skadet planterne synligt. Efter-undersøgelsen blev foretaget mindst 5 uger efter herbicidsprøjtning, hvor herbicidets virkning var indtruffet.

Statistisk behandling

De variable som analyseres er: Tæthed af vilde planter efter sprøjtning og antallet af vilde plantearter pr. hovedfelt efter sprøjtning. Tæthed af de vilde planter = antal planter af alle arter divideret med det analyserede areal i hvert hovedfelt, som er 0,96 m^2 i byg og hvede og 5,0 m^2 i roer. Antallet af vilde plantearter er opgjort pr. analyseret areal i hvert hovedfelt. Hvis der i

samme hovedfelt findes en navngiven art og en samlegruppe, som den navngivne art tilhører, tælles samlegruppen ikke med. Derved undgås, at der bliver dobbelt repræsentation af én art.

Statistisk behandling er sket med en flerfaktorvariansanalyse i SAS. Hvis den variable er normalfordelt anvendes GLM-proceduren, og hvis den variable ikke er normalfordelt antages en poissonfordeling, en logaritmetransformation og proceduren GENMOD anvendes. Det valgte signifikansniveau er 5%.

De faktorer (forklaringsvariable), der bruges til at forklare variationen i de variable, er gods, afgrøde, dosis og tæthed før eller antal før. Faktorerne: Gods, indeholder bl.a. den geografiske beliggenhed, jordbunden og driftslederens måde at dyrke landbrug på. Afgrøden er bl.a. af betydning for lysforholdene, konkurrenceforhold mellem afgrøde og de vilde planter og driftsledernes valg af sprøjtemiddel. Dosis dækker ikke over andre faktorer end reduktion i sprøjtemiddeldoseringen. Tætheden før sprøjtning eller antallet før sprøjtning siger noget om udgangspunktet for sprøjtningen og afhænger bl.a. af den forrige afgrøde. Tætheden før sprøjtning kunne ligeledes have indflydelse på driftslederens valg af sprøjtemængde i parcellen med hel dosering. På grund af disse koblinger mellem forklaringsvariablene er deres interaktioner ikke medtaget i de viste variansanalyser.

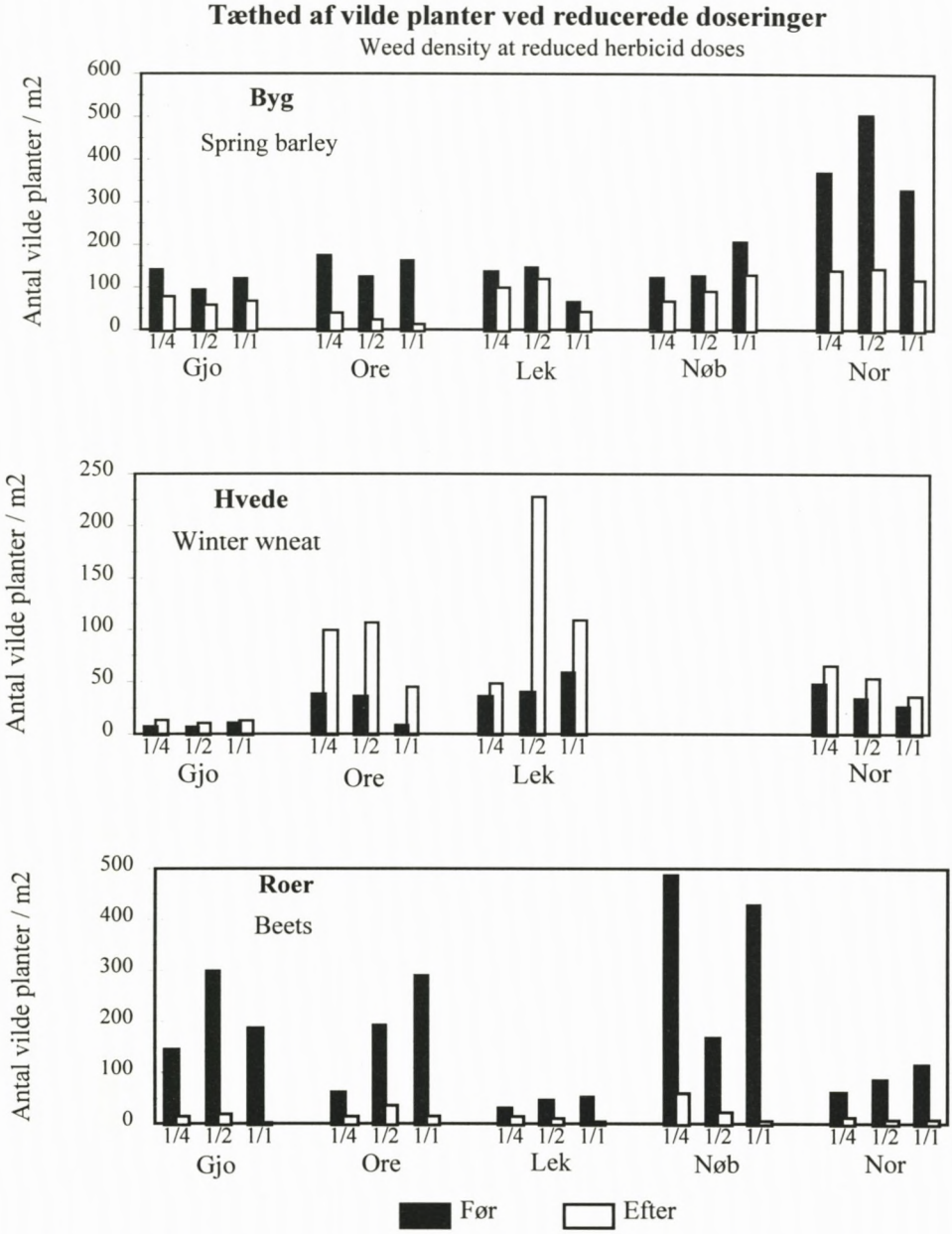
Resultater

Da hvedemarken på Nøbøllegård kun blev sprøjtet i efteråret og da med hel dosering i alle parceller, udgår den helt af alle analyser og figurer.

Tæthed af vilde planter

Figur 1 viser den gennemsnitlige tæthed af vilde planter ved forskellige doseringer af herbicider før og efter sprøjtning i tre afgrøder på fem godser.

Figur 1 viser, at tætheden af de vilde planter, som forventet, er mindre efter sprøjtning end før sprøjtning. Reduktionen i tætheden af de vilde planter er i byg 55%, 57% og 58% for hhv. kvart, halv og hel dosering. Reduktionen i de vilde planters tæthed i roemarkerne er noget større nemlig 67%, 76% og 94% for hhv. kvart, halv og hel dosering af sprøjtemiddel. I hvedemarkerne ses en stigning af de vilde planters tæthed. Det skyldes, at før-undersøgelsen er foretaget i efteråret. Det betyder, at det kun er de arter, der spirer frem om efteråret (vinterannuelle), som bliver registreret. De arter, som spirer om foråret (sommerannuelle) efter vinterhvilen, er ikke fremspiret ved før-undersøgelsen i efteråret. Da de fleste vilde plantearter, der optræder som ukrudt i dyrkede marker, er sommerannuelle, er de vilde planters tæthed før sprøjtning nødvendigvis lav.



Figur 1. Gennemsnitlig tæthed af vilde planter i 1997 før og efter behandling med forskellige herbiciddoseringer (1/4, 1/2 og 1/1) i tre afgrøder på fem godser: Gjorslev (Gjo), Oremandsgård (Ore), Lekkende (Lek), Nøbøllegård (Nøb) og Nordfeld (Nor). Mean density of weeds in 1997 before (black) and after (white) treatments with different doses of herbicides (1/4, 1/2 and 1/1) in three crops at five estates: Gjorslev (Gjo), Oremandsgård (Ore), Lekkende (Lek), Nøbøllegård (Nøb) and Nordfeld (Nor).

Tabel 1. Resultater af flerfaktorvariansanalyser af de vilde planters tæthed efter sprøjtning på alle godser og i alle afgrøder, samt i hver afgrøde for sig. Results of analyses of multivariabel variance of weed density after spraying at all estates and in all crops, and for each crop alone.

Forklarings-Variable Variable	**Alle afgrøder (p-værdi)** *All crops (p-value)*	**Byg (p-værdi)** Spring barley (p-value)	**Hvede (p-værdi)** Winter wheat (p-value)	**Roer (p-værdi)** Beets (p-value)
Dosis Dose	0,0002	ns	0,046	<0,0001
Gods Estate	0,0029	<0,0001	<0,0001	ns
Tæthed før Density before	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Afgrøde *Crop*	<0,0001	-	-	-

ns: Ikke signifikant. Non significant

- : **Indgår ikke i analysen.** Not entered into the analysis

Analysen viser, at på tværs af alle afgrøder har alle forklaringsvariable en tydelig påvirkning på de vilde planters tæthed efter sprøjtning. Da afgrøden har en signifikant betydning for de vilde planters tæthed kan data opdeles, så variansanalysen udføres for hver enkelt afgrøde for sig (se tabel 1).

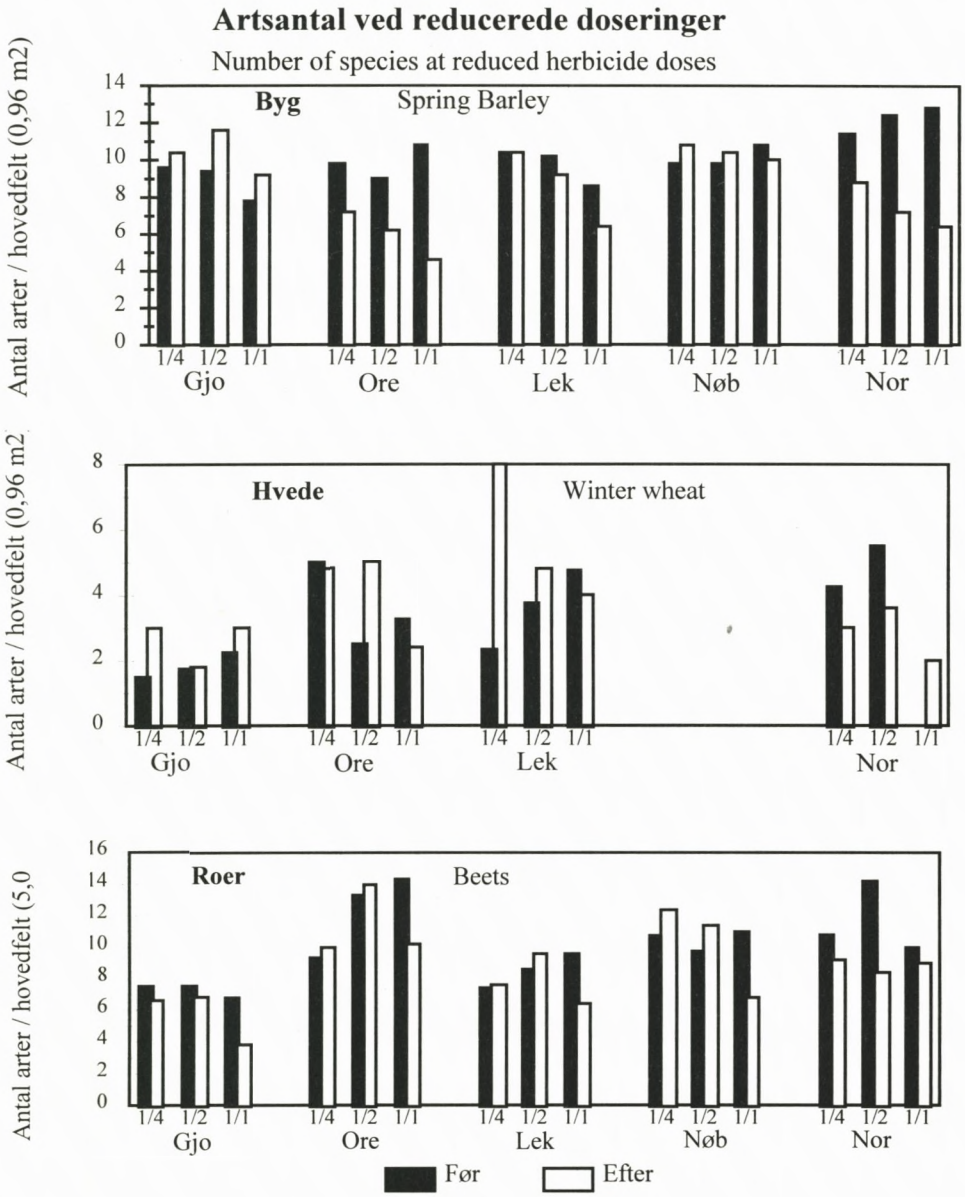
Den ikke signifikante p-værdi på 0,78 i byg betyder, at det i 1997 har haft samme effekt på de vilde planters tæthed i byg at sprøjte med kvart dosering, som at sprøjte med hel dosering.

Effekten af dosis i hvede betyder signifikant lavere tæthed af de vilde planter i hel dosering end i halv dosering (p=0,015) og kvart dosering (p=0,039). I dette tilfælde er der ingen signifikant forskel i de vilde planters tæthed mellem halv og kvart dosering (p=0,56). I roerne er der signifikant forskel mellem hel og kvart dosering (p<0,0001) og hel og halv dosering (p<0,0001), mens der ikke er signifikant forskel mellem halv og kvart (p=0,89). Altså er der en højere tæthed af vilde planter i både kvart og halv dosering end i hel dosering i hvede- og roemarkerne.

Artsantal

Figur 2 viser det gennemsnitlige antal arter pr. hovedfelt i byg, hvede og roer før og efter sprøjtning med kvart, halv og hel dosis af herbicider.

Figur 2 viser, at det gennemsnitlige antal arter pr. hovedfelt efter sprøjtning kan være både mindre og større end artsantallet før sprøjtning. Det ses, at artsantallet pr. hovedfelt er lavere i hvede end i byg, selvom hovedfelterne har samme størrelse i de to kornafgrøder.



Figur 2. Gennemsnitligt artsantal pr. hovedfelt i 1997 før og efter behandling med forskellige herbiciddoseringer (1/4, 1/2 og 1/1) i tre afgrøder på fem godser: Gjorslev (Gjo), Oremandsgård (Ore), Lekkende (Lek), Nøbøllegård (Nøb) og Nordfeld (Nor). Mean number of weed species in 1997 before (black) and after (white) treatments with different doses of herbicides (1/4, 1/2 and 1/1) in three crops at five estates: Gjorslev (Gjo), Oremandsgård (Ore), Lekkende (Lek), Nøbøllegård (Nøb) and Nordfeld (Nor).

Tabel 2. Resultater af flerfaktorvariansanalyser af antallet af arter pr. hovedfelt efter sprøjtning på alle godser og i alle afgrøder, samt i hver afgrøde for sig. Results of analyses of multivariabel variance of number of weed species after spraying at all estates and in all crops, and for each crop alone.

Forklarings-Variable Variable	**Alle afgrøder (p-værdi)** All crops (p-alue)	**Byg (p-værdi)** Spring barley (p-value)	**Hvede (p-værdi)** Winter wheat *(p-value)*	**Roer (p-værdi)** Beets (p-value)
Dosis Dose	<0,0001	<0,0001	0,052	0,0002
Gods *Estate*	<0,0001	0,0019	0,030	0,0006
Artsantal før Number of species before	<0,0001	<0,0001	ns	0,034
Afgrøde Crop	ns	-	-	-

ns: Ikke signifikant. Non significant

- : **Indgår ikke i analysen**. Not entered into the analysis

Flerfaktorvariansanalysen i tabel 2 viser, at artsantallet efter sprøjtning afhænger signifikant af den anvendte dosering. Det er hel dosering, som skiller sig ud fra halv og kvart dosering. Antallet af arter pr. hovedfelt er signifikant forskellig mellem hel og halv dosering ($p<0,0001$), hel og kvart dosering ($p<0,0001$), mens der ikke er nogen signifikant forskel på artsantallet mellem halv og kvart dosering ($p=0,29$).

Afgrøden har ingen signifikant effekt på artsantallet pr. hovedfelt efter sprøjtning. Det var ellers at forvente, da det analyserede areal pr. hovedfelt er 5 gange større i roemarkerne end i kornafgrøderne.

For at kunne sammenligne effekterne på artsantallet med effekterne på de vilde planters tæthed, opdeles dette datasæt ligeledes efter afgrøde type.

I dette tilfælde viser det sig (se tabel 2), at doseringen har en signifikant effekt på artsantallet efter sprøjtning i både byg-, og roemarkerne. I hvedemarken er doseringsniveauet ikke af signifikant betydning for artsantallet. I byg- og roemarkerne medfører brug af hel dosering signifikant færre arter end brug af halv og kvart dosering.

Diskussion

Resultaterne fra 1997 viser, at der kan komme statistisk signifikante resultater ud af det anvendte forsøgsdesign. Forsøgsdesignet har givet brugbare resultater til vurdering af pesticiddoseringens betydning for de vilde planters tæthed og artsantal henover godser og afgrøder.

Men designet vil ikke give statistisk signifikante resultater fra en enkelt mark eller en enkelt vild planteart med mindre denne planteart forekommer på de fleste af forsøgsmarkerne. Det bliver formodentligt umuligt med dette forsøgsdesign at sige noget om en mulig ændring af de mindre almindelige arters tæthed ved brug af nedsatte sprøjtemiddeldoseringer, da der forekommer mange prøver med meget lav eller ingen tæthed.

Der kan ikke drages nogle egentlige konklusioner, da de botaniske undersøgelser kun er foretaget ét år. Den tendens som ses er, at herbiciddoseringen har en signifikant effekt på tætheden og antallet af de vilde planter. Det tyder indtil videre på, at en halvering af sprøjtemiddelmængden fra hel til halv dosis giver flere arter samt en højere tæthed af vilde planter. En yderligere halvering fra halv dosis til kvart dosis har ikke i 1997 givet signifikant flere vilde plantearter eller en højere tæthed af vilde planter.

Det vil være interessant om det højere antal plantearter og deres større tæthed ved en 50% reduktion på sprøjtemiddelmængden i de kommende år vil medføre en mere divers insekt- og fuglefauna. Da der med en højere tæthed af vilde planter og et højere antal af plantearter er opstået flere forskellige opholdsmuligheder for insekter og fødeemner for både insekter og fugle.

I tabel 6 i P.Esbjergs indlæg: :"Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet" ses, at kun tre marker ud af forsøgets femten har en udbyttenedgang og i alle tilfælde er det ved brug af kvart dosering. Sammenholdes udbyttemålingerne med dette års resultater giver det en førstehåndsindikation af, at der ved en 50% reduktion af sprøjtemiddelmængden kan opnås et mere diverst plantesamfund uden økonomiske omkostninger på kort sigt.

Dansk sammendrag

Effekter af reduceret forbrug af herbicider på tæthed af vilde planter og deres artsantal er blevet undersøgt i ét år på fem godser på Sydsjælland og Møn. På hvert gods foregik forsøget på tre marker med hhv. byg, hvede og sukkerroer. Hver mark blev opdelt i tre forsøgsparceller, og forsøgsparcellerne blev sprøjtet med normal (hel), halv og kvart dosering af herbicider. Normal dosering, herbicidet og tidspunktet for sprøjtning blev valgt af den enkelte driftsleder.

Forsøget viste, at herbiciddoseringen har en signifikant effekt på tætheden af vilde planter og antallet af vilde plantearter efter sprøjtning. Der var en signifikant lavere tæthed af vilde planter og et lavere artsantal i forsøgsparceller sprøjtet med hel dosering i forhold til forsøgsparceller sprøjtet med halv eller kvart dosering af herbicid. Når data blev opdelt efter afgrøde, viste det sig, at doseringen havde en signifikant effekt på tætheden af vilde planter i hvede- og roemarkerne, hvorimod herbiciddoseringen ikke påvirkede tætheden af vilde planter i bygmarkerne.

Desuden viste det sig selvfølgeligt, at tætheden af vilde planter efter sprøjtning er signifikant påvirket af afgrøden, godset og tætheden af vilde planter før sprøjtning. Variationen i antallet af plantearter efter sprøjtning kunne ligeledes forklares ved variation i

godser og antal plantearter før sprøjtning, afgrøden havde i dette tilfælde ingen signifikant påvirkning.

En reduktion af herbiciddoseringen på 50% medførte i 1997 ingen udbyttenedgang i nogle af markerne.

Resultaterne fra 1997 giver en forhåndsindikation på, at der uden økonomiske konsekvenser på kort sigt kan opnås et mere diverst plantesamfund ved at halvere det anvendte herbicidforbrug i de dyrkede marker.

Projektet vil fortsætte endnu to feltsæsoner på de samme marker.

Litteratur

Esbjerg, P 1998. Effekter af reduceret pesticidforbrug på flora og fauna i agerlandet, et projekt knyttet til Pesticidhandlingsplanen. 15. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og Skadedyr. DJF-rapport nr 3, 109-120.

Hansen, K. 1981: Dansk Feltflora.

SAS Institute 1989-1996. SAS version 6.12 for windows.

Sygdomskort og positionsbestemt fungicidanvendelse

Disease map and site specific fungicide application

Karsten Dalsgård Bjerre & Lise Nistrup Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling For Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Bo J.M. Secher
Hardi International A/S
Helgeshøj Allé 38
DK-2630 Høje Tåstrup

Summary

During the 1997 season 3 winter wheat fields with the cultivar Ritmo at 3 different localities were monitored systematically for diseases in a 12 x 12 m or 24 x 24 m grid. In June the frequency of powdery mildew (*Erysiphe graminis*) on the 3 upper leaves was assessed and in July percent disease on the 3 upper leaves was assessed for mildew and septoria diseases (*Septoria tritici* and *S. nodorum*). Ratio vegetation index (RVI) was measured by spectral reflectance measuments and used as an index of crop density. Spectral reflectance measurements were done at the same points as disease assessment.

Two fields had significant levels of mildew. The frequency of diseased plants in these fields varied from 0-75% and 0-55%. Mildew was found to dominate in areas close to shelterbelts, forest edges or other vegetation with lee effect. Lower levels were seen in wind exposed areas. The RVI in these fields varied from 5-28 and 5-34. No correlation could be found between RVI and mildew attacks.

Septoria diseases were assessed in two fields in July. Attack varied from 2 to 44 respectively from 12 to 32 % coverage. RVI measured 15-16 days earlier varied considerably within the fields and a clear correlation between RVI and septoria attack could be seen when mapping the results. Lowest attacks were seen in areas with the highest crop density.

A trial from Roskilde experimental station in 1997 with 3 different seed rates (150, 300, 450 seeds/m^2) showed significantly higher levels of Septoria attack at the low seed rates, which confirmed results of other Danish field trials. In the Roskilde trial RVI at the end of May had following ranking 450>300>>150. Good possibilities for developing tillers at the lower seed rates changed the ranking to 300>>450>150 from the middle of June. The crop density important for dispersal of septoria by splash is going one or two latent period back. This means that the varying levels of septoria attack assessed late in June and in July can most likely be ascribed to crop density. If septoria has first spread to the upper leaves the possibilities of having a good second disease cycle will be less influenced by dispersal from below.

These preliminary results of disease assesment within fields suggests that general disease models can be made, in which a significant part of the variation in mildew attack caused by lee effects and in septoria attack caused by varying crop density can be explained.

Indledning

Interessen for at udvikle positionsbestemt tildeling af fungicider er igangsat af en teknologisk udvikling, hvor positionsbestemmelse efter satellitsignaler (GPS) er blevet mulig til overkommelig pris. Dette har skabt mulighed for at foretage positionsbestemt indsamling af information og positionsbestemt tildeling af indsatsfaktorer inden for marker. Der er således gennem flere år blevet indsamlet udbyttekort på en række danske landbrug, der er real-time systemer til positionsbestemt gødningstildeling under udvikling (Hydro Agri), og der er sket en væsentlig udvikling af grundlaget for en positionsbestemt ukrudtsbekæmpelse (Heisel og Christensen 1998).

Da manuel opgørelse af sygdomsangreb af bladpatogener inden for marker ikke er realistisk, er det en forudsætning for udvikling af positionsbestemt tildeling af fungicider, at der opbygges et kendskab til generelle mønstre i sygdomsudbredelse inden for marker. Det er således velkendt, at angreb af meldug *Erysiphe graminis* inden for kornmarker udviser variation både med hensyn til første optræden og intensitet, således at de tidligste og stærkeste angreb optræder, hvor omkringliggende vegetation giver læ ind i marken (Koch, 1980). Med hensyn til hvede gråplet *Septoria tritici* og hvede brunplet *Septoria nodorum* er der kun udført et ringe antal undersøgelser af variationen inden for marker, fx fandt Shaw og Royle (1987) kun en begrænset stedlig variation.

Denne artikel giver en kortfattet beskrivelse af mulige principper for udvikling af positionsbestemt fungicidtildeling, og præsenterer resultater fra undersøgelser af variationen i sygdomsangreb inden for marker.

Udvikling af positionsbestemt fungicidtildeling

En positionsbestemt tildeling af fungicider bør optimalt ske på grundlag af kort over det forventede sygdomsangreb, kort over afgrødetæthed, kort over udbyttepotentialet og viden om behandlingens bekæmpelseseffekt.

Kort over det forventede sygdomsangreb forventes at blive baseret på generelle sygdomsmodeller, der beskriver effekter af afgrødetæthed, læforhold og topografi på sygdomsforekomsten, samt på aktuelle markregistreringer. Disse registreringer vil med baggrund i sygdomsmodellernes forudsigelser blive foretaget de steder i marken, som giver det størst mulige informationsindhold. Sygdomsangrebets niveau og gradient fra stærkt til svagt angrebne områder vil hermed kunne fastlægges.

Med kendskab til variationer i udbyttepotentialet, kan fungiciddoseringen nedsættes i de lavtydende dele af marken. Dette er en følge af, at skadegørere har en mindre effekt på udbyttet, når afgrødens fotosyntesefunktion allerede er reduceret af andre årsager (Rabbinge *et al.* 1985). Allerede i dag indsamles udbyttekort på en række større landbrug i Danmark, disse udviser variation mellem år som følge af vekselvirkning mellem afgrøde, klima og jordbundsforhold, samt effekter af aktuelle skadegørere. Der mangler på nuværende tidspunkt modeller til at forudsige den relative og den absolutte udbyttevariation inden for marker. Der er foreslået en analysemetode (clusteranalyse), hvor man ud fra en sekvens af udbyttekort identificerer de områder af marken, inden for hvilke udbyttet varierer på samme måde mellem år (Lark, 1996). Markers delområder har kunnet klassificeres som konstant højtydende, konstant lavtydende eller (hyppigst) som følgende et andet fastlagt mønster mellem år. Permanent eller midlertidigt udbyttebegrænsende faktorer har derefter kunnet identificeres inden for disse områder (Lark 1996, Lark & Stafford 1997). Ved anvendelse af denne eller lignede metoder vil det i afgrødens tidlige vækststadier være muligt at tilpasse fungicid-

doseringen til det forventede udbyttepotentiale. Fra skridning til grønmodning vil det desuden være muligt at forbedre forudsigelsen af udbytteniveau og -variation gennem inddragelse af kort over afgrødetæthed indsamlet før sprøjtningen (Olesen 1997, Steven & Millar 1997), idet afgrødens tørstofproduktion er korreleret med afgrødens akkumulerede lysabsorbtion (Christensen & Goudrian 1993).

Med udgangspunkt i PC-planteværns algoritme (beregningsregel) for meldugbekæmpelse kan der opbygges en algoritme for positionsbestemt fungicidtildeling. Der tages i PC-planteværn hensyn til generelle effekter af afgrødetætheden. De højeste relative doseringer gives således i vs. 41-51, hvor afgrøden har den største grønne bladmasse. Inden for et positionsbestemt koncept med anvendelse af kort over afgrødetæthed vil dette kunne udbygges til en doseringspraksis, hvor den bladmasse der ønskes beskyttet får samme dosering pr. bladarealenhed. I PC-planteværn tages der hensyn til sygdomsangrebets styrke, kraftigere angreb anvises højere doseringer, idet kurative behandlinger kræver højere doseringer end behandlinger med mere forebyggende sigte. Der tages endvidere i nogen udstrækning hensyn til vekselvirkningen mellem epidemiforløb, skadevirkning og afgrødens udviklingstrin, idet behandlingstærskelen stiger med stigende vækststadie. Med kendskab til sygdomsangrebets stedlige variation, vil det også være muligt at overføre disse principper til et system for positionsbestemt fungicidtildeling.

Metodebeskrivelse

På 3 lokaliteter/landbrug blev der i 1997 udvalgt vinterhvedemarker i konventionel drift med den meldugmodtagelige sort Ritmo. Alle marker var 2. års hvedemarker. De udvalgte marker havde varierende beplantning i markernes nærmeste omgivelser, der bestod af hhv. græsrabat, levende hegn eller skovbryn, 2 af markerne havde desuden udpræget topografisk variation. I hver mark blev der afmærket i alt ca. 180 punkter, som blev placeret i et regelmæssigt 24x24m eller 12x12m netmøster, 4 eller 5 af de dannede kvadrater blev underindelt med punkter placeret i et 6x6m net.

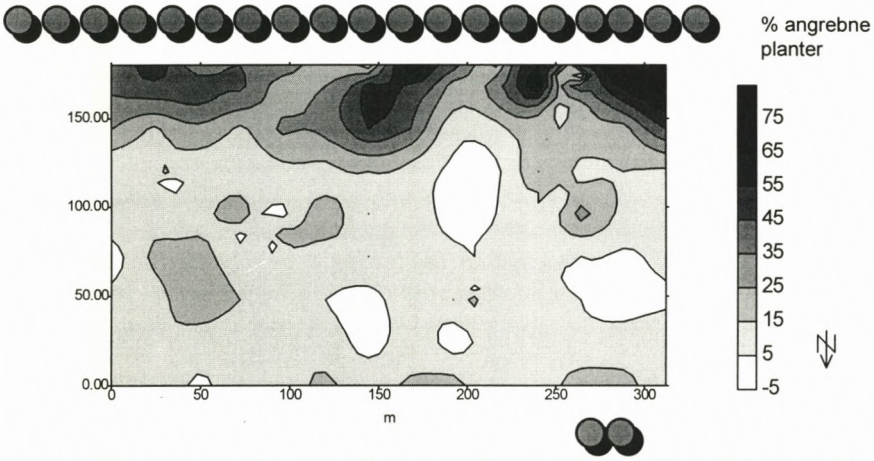
Afgrødetætheden blev bestemt med telemåling ved de afmærkede punkter. Ved telemåling måles afgrødens hhv. jordoverfladens reflektans i en del af det røde område (640-660 nm) og det infrarøde område (790-810nm). Da grønt plantedække i sammenligning med jordoverfladen især har en betydelig lavere reflektans i det røde område, kan 'ratio vegetation index', RVI = infrarød reflektans/rød reflektans, anvendes som et mål for afgrødetætheden.

Sygdomsbedømmelser af meldug og Septoria blev foretaget i juni og juli måned 1997. I juni blev meldug bedømt som % planter med angreb på de 3 øverste blade (vs. 51-53), og i juli blev meldug og Septoria bedømt som % dækning af de 3 øverste blade (vs. 77). De svage angreb af meldug dette år og den udførte sygdomsbekæmpelse på to af de undersøgte lokaliteter betød, at det ikke var muligt at bedømme angrebet tidligere.

I 1997 blev der på Roskilde Forsøgsstation udført et parcelforsøg for at belyse vekselvirkningen mellem svampebekæmpelse og afgrødetæthed bestemt ved telemåling. Etablering af plantetal på 150, 300 og 450 skabte varierende afgrødetæthed. Der blev anvendt 5 fungicidbehandlinger: 0; 0,15; 0,35; 0,65 l Tilt Top samt individuel dosering i forhold til RVI. Forsøget blev sprøjtet 11. juni, i behandlingen med individuel dosering varierede dosis fra 0,30 til 0,50 l, med et gennemsnit på 0,42 l. RVI og sygdomsangreb blev bedømt med 10-15 dages intervaller.

Resultater

Den første undersøgelseslokalitet er en mark, hvis sydlige del grænser op til et 20-25 m højt skovbryn og ikke har væsentlige jordbunds- eller niveauforskelle (figur 1). Ved opgørelsen d. 16. juni varierer angrebet af meldug fra 0-75 % angrebne planter. De kraftigste angreb forekommer inden for ca. 40 m's afstand af skovbrynet. I denne mark synes der ikke at være nogen effekt af afgrødetætheden (figur 2) på forekomsten af meldug.

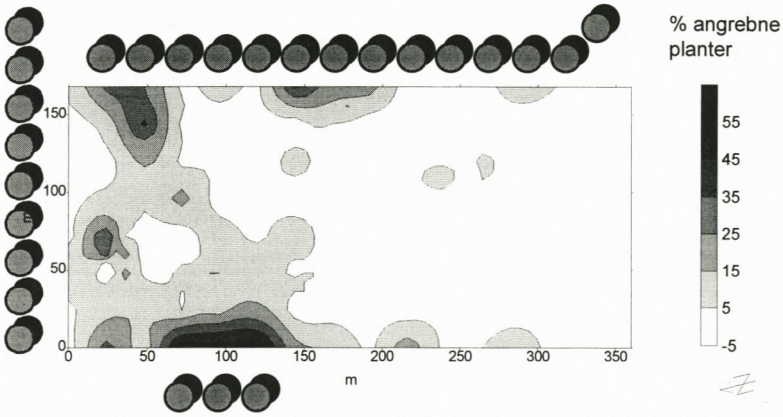


Figur 1. Meldugangreb 16. juni 1997 (vs. 53), % planter med angreb på øverste 3 blade, Giesegård. Udfyldte grå og sorte cirkler udenfor kortet angiver vedplantevegetation f.eks. levende hegn. Powdery mildew on the 16th of June 1997 (GS 53), frequency of plants with symptoms on 3 upper leaves. Filled grey and black circles outside the map denote shelterbelts or other vegetation with similar lee effects.

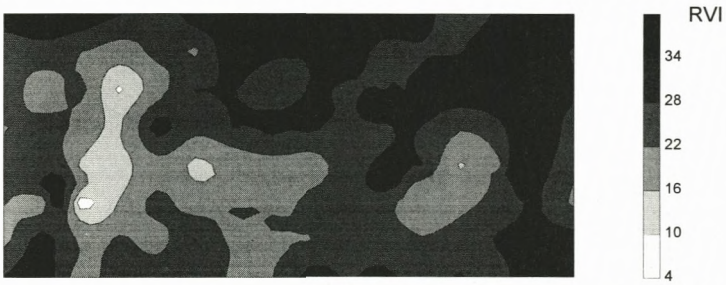
Figur 2. Afgrødeindeks (RVI) målt 2. juni 1997 (vs. 39), Giesegård. Ratio vegetation index (RVI), 2nd June 1997 (GS 39).

Den anden undersøgelseslokalitet er en mark, der har lægivende vegetation mod øst, mod nord og delvist mod vest. Ved den første meldugopgørelse d. 11. juni er angrebet på 0-55 % angrebne planter, med en tydelig tendens til at de stærkeste angreb optræder ved markrande

med vedplantevegetation (figur 3). I den sydlige del af marken, som er mere vindeksponeret, er der næsten ikke konstateret angreb af meldug. En måned senere, d. 11. juli, var angrebet



Figur 3. Meldug 11. juni 1997 (vs. 51), % planter med angreb på øverste 3 blade, Torbenfeld. Udfyldte grå og sorte cirkler udenfor kortet angiver vedplantevegetation f.eks. levende hegn. Powdery mildew on the 11th of June 1997 (GS 51), frequency of plants with symptoms on 3 upper leaves. Filled grey and black circles outside the map denote shelterbelts or other vegetation with similar lee effects.



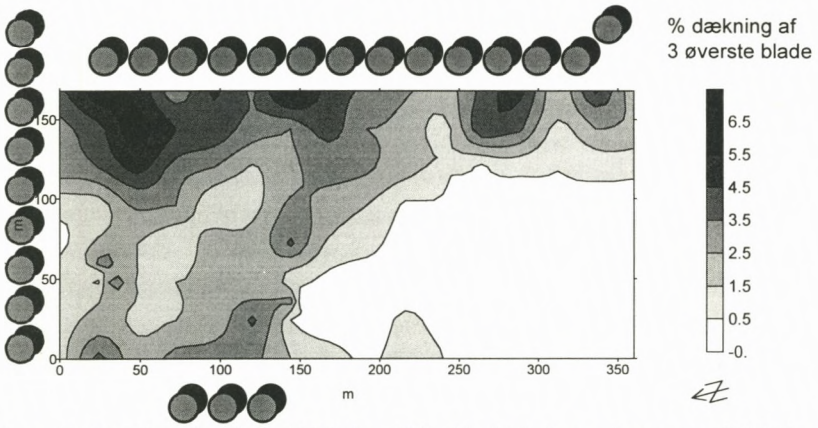
Figur 4. Afgrødeindeks (RVI) målt 3. juni 1997 (vs. 41), Torbenfeld. Ratio vegetation index (RVI), 3rd June 1997 (GS 41).

stadig i høj grad randtilknyttet (figur 5). På dette tidspunkt er der også etableret meldugangreb centralt i den nordlige del af marken, mens der i den sydlige del af marken, som ligger eksponeret for vestenvind, stadig kun er tale om meget svage angreb, bortset fra den østligste del, som ligger op til et højt læhegn. Der synes ikke at være nogen sammenhæng mellem meldugangreb og afgrødetæthed ved de to opgørelser (figur 4, figur 6).

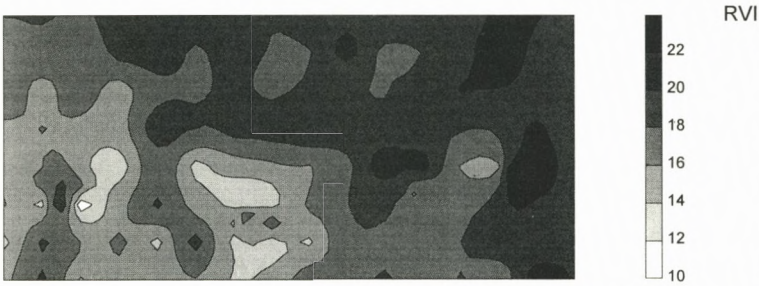
På den anden lokalitet blev Septoria opgjort d. 11. juli (figur 7). Angrebsgraden har en tydelig sammenhæng med afgrødetætheden bestemt 3. juni (figur 4) og 25. juni (figur 6). De stærkeste angreb optræder i de områder af marken med den laveste afgrødetæthed ved de forudgående bestemmelser.

På den tredje lokalitet optrådte angreb af meldug sent og svagt, og der vil derfor kun blive præsenteret data for Septoriaangreb. Den undersøgte del af marken har mod øst et læhegn og ligger på let kuperet terræn bortset fra den sydvestlige del, der ligger lavt på

lavbundsjord. Inden for det undersøgte område er der en tydelig sammenhæng mellem angrebsgraden af Septoria (figur 8) og afgrødetætheden (figur 9), således at de svageste angreb



Figur 5. Meldug 11. juli 1997 (vs. 77), % dækning af øverste 3 blade, Torbenfeld. Udfyldte grå og sorte cirkler udenfor kortet angiver vedplantevegetation f.eks. levende hegn. Powdery mildew on the 11th of July 1997 (GS 77), percent disease on the 3 upper leaves. Filled grey and black circles outside the map denote shelterbelts or other vegetation with similar lee effects.

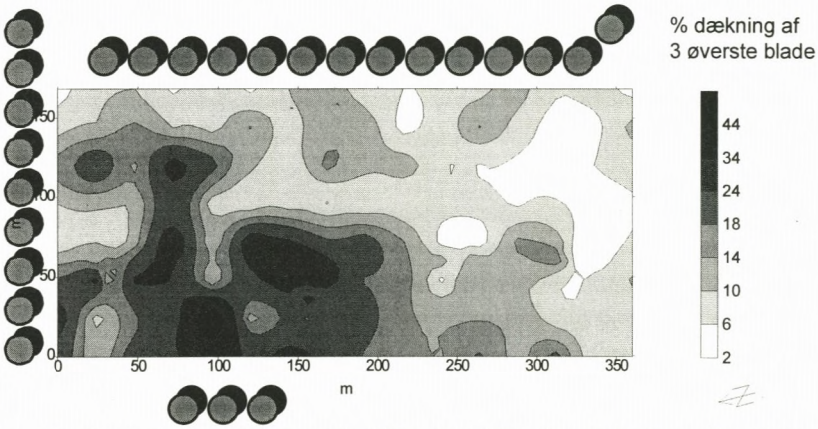


Figur 6. Afgrødeindeks (RVI) målt 25. juni 1997 (vs. 63), Torbenfeld. Ratio vegetation index (RVI), 25th June 1997 (GS 41).

optræder, hvor afgrødetætheden var størst 15 dage tidligere. Dog optræder der i et lille område ved det østvendte læhegn kraftige angreb af Septoria, også hvor afgrødetætheden er høj.

I forsøget med sprøjtestrategi er der ikke forskel på udbyttet mellem behandlingen med individuel fungicidosering tilpasset afgrødetæthed og fungicidbehandlingerne 0,15; 0,35 og 0,65. Der kan ligeledes ikke påvises vekselvirkning mellem sprøjtestrategi og plantetal. Der er en signifikant effekt af plantetal på Septoriaangreb, de kraftigste angreb forekommer ved de laveste plantetal, dels i gennemsnit af alle behandlinger ved begge opgørelser og dels i de ubehandlede led alene d. 8. juli (tabel 1). Målingerne af RVI viser, at indtil månedsskiftet maj-juni har stigende plantetal givet en stigende afgrødetæthed (tabel 2). I juni ændres dette,

således at behandlingen med forventet plantetal på 300 opnår den højeste afgrødetæthed som følge af gode muligheder for buskning.



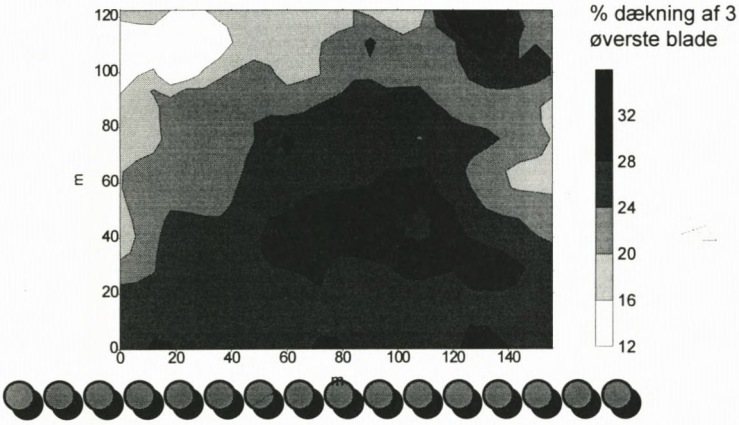
Figur 7. Septoriaangreb 11. juli 1997 (vs. 77), % dækning af øverste 3 blade, Torbenfeld. Udfyldte grå og sorte cirkler udenfor kortet angiver vedplantevegetation f.eks. levende hegn. *Septoria* sp. on the 11th of July 1997 (GS 77), percent disease on the 3 upper leaves. Filled grey and black circles outside the map denote shelterbelts or other vegetation with similar lee effects.

Diskussion

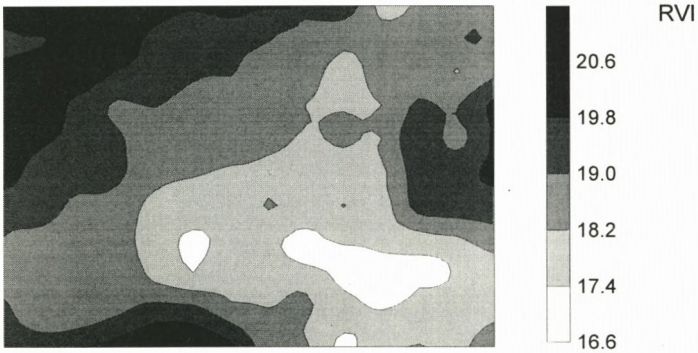
De store variationer i meldugangreb fundet inden for marker i denne undersøgelse er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser (Koch 1980, Secher *et al.* 1995). Det forøgede meldugangreb ud til 40 m afstand af et skovbryn (figur 1) er i overensstemmelse med Koch (1980), der fandt, at skovbryn (uden angivet højde) beliggende syd og øst for vårbygmarker påvirkede forekomsten af meldug 25 m ud i marken. På den anden lokalitet er det interessant, at der er en relativt stor overensstemmelse mellem meldugangrebets udbredelse ved de to opgørelser med en måneds mellemrum (figur 3, figur 5), på trods af at marken er blevet fungicidsprøjtet kort inden den første opgørelse. Dette er i overensstemmelse med Koch (1980), som anfører, at mønsteret for meldugudbredelse har en høj grad af stabilitet igennem vækstsæsonen.

De kraftigere angreb af meldug, hvor randvegetationen giver læ ind i marken, kan forventes ud fra, at der er højere temperaturer og højere luftfugtighed i nærheden af levende hegn og skovbryn end på åben mark (Olesen 1979). Den højere luftfugtighed langs hegn øger chancen for, at meldugkonidier kan gennemføre succesfulde infektioner, gennem at reducere risikoen for udtørring af den spirende spore inden etableringen af haustorium i værtsplanten (Friedrich 1995b). Under normale temperaturer i vækstsæsonen vil højere temperatur desuden bevirke en afkortning af meldugs lantensperiode (tid fra infektion til begyndende sporeproduktion), idet meldug har den højeste udviklingshastighed ved 22°C (Friedrich 1995a). Da udviklingen af melduginfektioner går i stå ved temperaturer over 26,5°C, kan en modsatrettet effekt af læ dog optræde på dage med meget høje dagtemperaturer. Mikroklimaet langs læhegn vil ligeledes have en positiv effekt på meldugs sporeproduktion, der er størst ved høj luftfugtighed (Ward & Manners 1974) og har optimum ved 20 °C (Friedrich 1995c).

I denne undersøgelse har den ofte fundne sammenhæng mellem meldugangreb og afgrødetæthed i parcelforsøg ikke kunnet påvises. I forsøg fra 1993 og 1994 med varieret plantetal, viste telemåling, at høje plantetal indtil udgangen af juni resulterede i de højeste



Figur 8. Septoriaangreb 15. juli 1997 (vs. 77), % dækning af øverste 3 blade, Næsgård. Udfyldte grå og sorte cirkler udenfor kortet angiver vedplantevegetation f.eks. levende hegn. *Septoria sp.* on the 15th of July 1997 (GS 77), percent disease on the 3 upper leaves. Filled grey and black circles outside the map denote shelterbelts or other vegetation with similar lee effects.



Figur 9. Afgrødeindeks (RVI) målt 1. juli 1997 (vs. 67), Næsgård. Ratio vegetation index (RVI), 25th June 1997 (GS 67).

afgrødetætheder. I disse forsøg blev der fundet en positiv sammenhæng mellem plantetal hhv. afgrødetæthed og meldugangreb opgjort som % angrebne planter i maj og som % dækning af blade i begyndelsen af juni (Jørgensen *et al.* 1997). I juni var effekten af plantetal kun signifikant for 3. og 4. blad.

I en Canadisk undersøgelse med varieret udsædsmængde (35-140 kg), resulterede høj udsædsmængde i kraftigere angreb af meldug på 2. blad, men derimod kun i begrænset omfang i stærkere angreb på fanebladet (Tompkins *et al.*1992). I samme serie af forsøg blev

det fundet, at den lave udsædsmængde gav en lavere luftfugtighed og en kortere varighed af bladfugt i afgrøden end den høje (Tompkins *et al.*1993), hvilket indikerer, at forskellene i meldugangreb skyldes mikroklimatiske forskelle forårsaget af forskelle i afgrødetæthed.

Tabel 1. Sammenhæng mellem plantetal og Septoria angreb i Ritmo vinterhvede. Relation between plant density and Septoria disease in vinterwheat cv. Ritmo.

	Septoria % dækning på øverste 3 blade Septoria % disease on 3 upper leaves			
	23. juni (vs. 65)		**8. juli (vs. 71)**	
	23th June (GS 65)		8th July (GS 71)	
Plantetal Plant density	**Alle behl. (n=20)** All treatments	**Ubehandl. (N=4)** Control	**Alle behl. (n=20)** All treatments	**Ubehandl. (n=4)** Control
150	4,90	5,50	8,65	16,25
300	4,75	5,00	6,90	11,50
450	4,25	4,75	5,95	11,25
LSD 0,95	*0,35*	*0,78*	*1,10*	*2,46*

Tabel 2. RVI for varieret plantetal. RVI according to plant density.

	RVI værdi RVI measument			
	Dato Date			
Plantetal Plant density	**13. maj** 13th May	**28. maj** 28th May	**13. juni** 13th June	**27. juni** 27th June
150	7,64 a	18,66 a	14,48 a	13,21 a
300	13,29 b	23,80 b	19,58 b	17,11 b
450	15,30 c	24,03 b	16,25 a	14,58 b

Når en tilsvarende positiv sammenhæng mellem afgrødetæthed og angrebsgrad ikke har kunnet påvises inden for de her undersøgte marker, kan årsagen være at der gennemgående var tale om svage angreb og at meldugopgørelserne blev foretaget på et sent tidspunkt (medio juni - medio juli), samt at randvirkningen fra vedplantevegetationen har haft en væsentlig effekt. Desuden kan variation i afgrødetæthed ikke alene tilskrives varierende plantetal som følge af dårlig etablering, udvintring etc. Variationen i afgrødetæthed kan også være forårsaget af faktorer som varierende angreb af goldfodsyge, varierende jordbundsforhold eller varierende kvælstofforsyning. Disse faktorer kan udover effekten på afgrødetæthed også

have en selvstændig effekt på meldug, og dermed sløre en tendens til sammenhæng mellem afgrødetæthed og angrebsgrad.

Der er fundet en negativ sammenhæng mellem Septoriaangreb og afgrødetæthed både på anden (figur 8, figur 9) og tredje undersøgelseslokalitet (figur 4, figur 6, figur 7). En tilsvarende sammenhæng er fundet i flere forsøg under vinterhvedeprojektet (Jørgensen *et al.* 1997), hvor behandlinger med højt plantetal indtil udgangen af juni havde en højere afgrødetæthed end behandlinger med lavt plantetal. Dette indikerer, at afgrødetætheden har en effekt på Septorias muligheder for spredning op i afgrøden. I tætte afgrøder er der i forhold til åbne afgrøder således fundet en ringere nedtrængning af regndråber, og dermed mindre risiko for vertikal smittespredning ved regnsprøjt (Lovell & Royle 1994).

Det stærke angreb af Septoria især på den tredje undersøgelseslokalitet, hvor der inden for halvdelen af det undersøgte areal var over 24% dækning af de 3 øverste blade (figur 8), rejser dog spørgsmålet om korrelationen mellem afgrødetæthed og angrebsgrad er en artefakt, forårsaget af Septoriaangrebets reduktion af den grønne bladmasse. Da de sidste telemålinger er foretaget 15 hhv. 16 dage inden sygdomsopgørelsen, synes dette dog mindre sandsynligt, idet latensperioden for *S. nodorum* angives under markforhold til 2-4 uger og for *S. tritici* til 3-5 uger afhængig af klimaforhold (Royle *et al.* 1986). Dette bekræftes indirekte af et parcelforsøg under vinterhvedeprojektet (nr. 18, 1995) med ugentlige sygdomsopgørelser og telemålinger, som viser, at RVI målinger kun varierede mellem 16,2 i fungicidbehandlet og 15,9 i ubehandlet d. 28. juni ved et Septoriaangreb på 6%. Efter 15 dage, d. 13. juli, havde angrebet udviklet sig til 22% i fungicidbehandlet og 52% i ubehandlet, og RVI målingerne var nu 7,2 hhv. 5,1. En anden væsentlig fejlkilde ved opgørelser af Septoria er forveksling af bladvævets scenescens og Septoriasymptomer. Det virker plausibelt, at blades scenescens kan foreløbe hurtigere i områder, hvor afgrøden har en ringe vandforsyning og derfor en lav afgrødetæthed allerede på et tidligt tidspunkt i vækstsæsonen. Effekten af forveksling kan imidlertid ikke evalueres i denne undersøgelse.

Afvigelsen fra koblingen mellem høj afgrødetæthed og lavt Septoriaangreb, der på den tredje lokalitet optræder i et mindre område ved det østvendte læhegn med høj afgrødetæthed og et kraftigt angreb (figur 8), kan ikke forklares. En hypotese om at højere temperatur og længerevarende bladfugt i afgrøden langs hegnet skulle fremme Septorias udvikling, finder ikke støtte i materialet fra den anden lokalitet (figur 7), hvor der ikke er tendens til kraftigere Septoriaangreb i nærheden af levende hegn.

Den negative sammenhængen mellem Septoriaangreb og afgrødetæthed blev i 1997 også fundet i forsøget på Roskilde Forsøgsstation, hvor stigende plantetal resulterede i signifikant lavere Septoriaangreb i vs. 65 og vs. 71. De stærkere angreb fundet ved lave plantetal d. 23. juni (tabel 1), kan formentlig henføres til effekter af afgrødetæthed 1-2 latensperioder tidligere omkring månedsskiftet maj-juni (tabel 2), hvor der har været bedre muligheder for smittespredning i de mere åbne afgrøder med lavt plantetal. Efter primær infektion af et bladniveau regnes udviklingen af sekundære infektioner inden for et bladniveau vigtige for den endelig angrebsstyrke, mens betydningen af smittespredning nedefra er mindre (Shaw & Royle 1993). At der i dette forsøg ikke kunne påvises en sammenhæng mellem sprøjtestrategi og afgrødetæthed, skyldes formentlig det svage meldugangreb, som d. 23. juni (vs.65) var på 1,1-1,5 % dækning af de 3 øverste blade i ubehandlet.

Resultater i modstrid med den her fundne sammenhæng mellem afgrødetæthed og Septoriaangreb, er fundet af Tompkins *et al.* (1993), der havde stærkere angreb ved høj end ved lav udsædsmængde. Dette blev forklaret ud fra, at den tættere afgrøde ved høj udsædsmængde havde længere perioder med bladfugt og en højere relativ luftfugtighed. Resultater

hos Broscious *et al.* (1985) indikerer ligeledes, at stigende udsædsmængde kan øge angrebet af Septoria.

Shaw & Royle (1993) anfører, at tidspunktet for et bladniveaus begyndende fremkomst i forhold til forekomsten af nedbørsperioder med gode muligheder for smittespredning, kan have afgørende betydning for etablering af stærke angreb, idet tidlig primær smitte muliggør sekundær smitte og en anden infektionscyclus inden for bladet. Forskelle i afgrødens udviklingstrin inden for marken på den anden og tredje lokalitet (figur 6, figur 9) kan have influeret på angrebsudviklingen, imidlertid er de fundne forskelle af en sådan størrelsesorden, at de næppe alene kan forklares ud fra afgrødens udviklingstrin ved en eller flere afgørende nedbørsbegivenheder. Effekter af afgrødens udviklingstrin på etablering af Septoriaangreb kan formentlig ses som en supplerende forklaring i forhold til effekter af afgrødetæthed.

De markante forskelle i Septorias angrebsgrad, der i denne undersøgelse er fundet inden for marker, er i modstrid med Shaw og Royle (1987), der kun fandt en meget begrænset rumlig variation i angreb. Dette skyldes formentlig, at de anvendte parceller på kun 50 x 50 m har været præget af ensartede jordbundsforhold og ringe variation i afgrødetæthed og udviklingstrin.

Perspektiver for positionsbestemt fungicidanvendelse

De foreløbige resultater fra sygdomsregistreringer inden for marker tyder på, at der er mulighed for at opstille generelle sygdomsmodeller, hvor en væsentlig del af variationen i meldugangreb betinget af læforhold og i Septoriaangreb betinget af afgrødetæthed kan beskrives.

Afgrødens stedlige og temporære variation i kvælstofstatus, der må antages at være en væsentlig faktor for sygdomsangrebs udbredelse, kan imidlertid ikke forudsiges på nuværende tidspunkt. Afgrøder med høj kvælstofstatus er mere modtagelige for meldugangreb (Jensen & Munk 1991, Jensen & Munk 1997, Jørgensen *et al.* 1997). Stigende N tildeling har resulteret i stærkere angreb af *S. tritici*, trods ringere muligheder for smittespredning i en tættere afgrøde (Broscius *et al.* 1985, Lovell & Royle 1994), mens der i andre tilfælde ikke har kunnet påvises nogen klar effekt af N tildeling (Tompkins *et al.* 1993).

Marken på den anden lokalitet (figur 3) blev d. 6. juni sprøjtet med 0,2 l Tilt Top. En opgørelse af behandlingsbehovet ud fra meldugopgørelsen d. 11. juni viser at 20 % af det undersøgte område (der inkluderer en 12 m rand udenfor det viste kortbillede) efter PC-planteværns anvisninger skulle have en dosering på 0,32 l eller højere. En del af marken blev altså underbehandlet, formentlig med udbyttereduktion til følge. Derimod kunne sprøjtning være undladt i ca. en trediedel af det undersøgte område, hvor der ikke var noget angreb af meldug. På baggrund af opgjorte meldugangreb i 12 vinterhvedemarker fandt Secher *et al.* (1995), at positionsbestemt tildeling efter PC-planteværn ved sammenligning med fladebehandling ville give en dosisvariation på 0-150 %, og at 26 % hhv. 28 % af det samlede areal ville få en lavere hhv. højere dosering end ved fladebehandling.

Ved positionsbestemt tildeling af fungicider vil en gradueret dosering tilpasset sygdomsangreb have potentiale for at give en bedre udnyttelse af den anvendte fungicid-mængde. Undersøgelser af fungiciders dosis-respons og varighed viser, at meget reducerede doseringer giver lille effekt og kort varighed på veletablerede angreb (Jørgensen, 1994). En høj dosering i områder af marken med stærke sygdomsangreb vil sikre en tilfredsstillende bekæmpelse af lang varighed. Den påviste stabilitet i meldugangrebs udbredelse gennem sæsonen indikerer, at områder der ved første svampebekæmpelse har kraftige angreb, kan regnes som risikoområder for kraftig epidemisk udvikling, hvor en langvarig beskyttelses-

effekt gennem en høj dosering er ønskelig. I områder af marken med svage sygdomsangreb og relativt ringere forhold for epidemisk udvikling vil fordelene ved reducerede fungiciddoseringer kunne udnyttes. Med pålidelige sygdomskort vil risikoen for underbehandling være betydelig reduceret i forhold til ved konventionel tæppebehandling.

Et parcelforsøg i markskala udført i 1996 viste, at positionsbestemt fungiciddosering efter PC-planteværn gav et signifikant merudbytte i forhold til fladebehandling efter PC-planteværn under anvendelse af samme totale fungicidmængde. I dette forsøg var der en signifikant vekselvirkning mellem behandling og blok, hvilket var forårsaget af, at den positionsbestemte behandling gav relativt bedre resultater i de højest ydende dele af marken (Secher 1997). Da der i 1996 optrådte kraftige meldugangreb, er det sandsynligt, at der i et år med svagere meldugangreb vil kunne opnås en reduktion af fungicidanvendelsen ved positionsbestemt tildeling, enten som følge af lavere doseringer eller færre behandlinger. Et lignende forsøg udført i 1997 gav dog ikke signifikante forskelle mellem behandlingerne, hvilket skyldes helt ubetydelige meldugangreb.

Sammenfattende kan det konkluderes, at positionsbestemt fungicidtildeling har lovende økonomiske og miljømæssige perspektiver gennem en reduceret fungicidanvendelse, eller øgede udbytter under anvendelse af samme fungicidmængde. I en situation med ændrede forudsætninger, f.eks. øgede fungicidpriser eller kvantitative begrænsninger af den anvendte mængde, vil potentialet ved positionsbestemt tildeling øges.

Dansk sammendrag

I 1997 blev 3 vinterhvedemarker med sorten Ritmo på 3 lokaliteter undersøgt for forekomst af bladsygdomme ved punkter udlagt i et 12x12m eller 24x24m grid. I juni blev der bestemt frekvens angreb af meldug på de 3 øverste blade, og i juli % dækning af meldug og Septoria på de 3 øverste blade. 'Ratio vegetation index' (RVI) bestemt ved telemåling blev anvendt som et udtryk for afgrødetæthed. Telemålingen skete ved de samme punkter som sygdomsbedømmelsen.

Kun i to marker var der betydende angreb af meldug. Frekvensen af angrebne planter i disse marker varierede mellem 0-75 % og 0-55 %. Angreb af meldug optrådte med størst intensitet i områder tæt ved læhegn, skovbryn eller anden lægivende vegetation. Lave angreb blev tilsvarende fundet i vindeksponerede områder. De målte RVI-værdier i disse marker varierede mellem 5-28 og 5-34. Der kunne ikke påvises nogen korrelation mellem meldugangreb og afgrødetæthed.

Septoria blev i juli bedømt i to marker, hvor angrebene varierede fra 2 til 44 og fra 12 til 32 % dækning. RVI-målinger 15-16 dage før varierede betydeligt inden for markerne, og der var en klar korrelation mellem RVI og angrebsgrad. De svageste angreb optrådte i områder med tæt afgrøde.

I et parcelforsøg på Roskilde Forsøgsstation i 1997 med 3 plantetal (150, 300 og 450 kerner/m^2) var der sidst i juni signifikant stærkere Septoriaangreb ved de lave plantetal, hvilket bekræfter resultater fra andre danske forsøg. I slutningen af maj kunne RVI rangordnes 450>300>>150. Gode muligheder for buskning ved lave plantetal betød, at rangordningen fra midt i juni var ændret til 300>>450>150. Afgrødetætheden af betydning for spredning af Septoria ved regnsprøjt ligger en til to latensperioder tilbage. Variationen i Septoriaangreb i juli kan derfor med stor sandsynlighed tilskrives effekter af afgrødetæthed. Hvis Septoria i en åben afgrøde først er spredt til de øvre blade vil en anden infektionscyclus ikke være påvirket af spredning nedefra.

De foreløbige resultater fra sygdomsregistreringer inden for marker tyder på, at der er mulighed for at opstille generelle sygdomsmodeller, hvor en væsentlig del af variationen i meldugangreb betinget af læforhold og i Septoriaangreb betinget af afgrødetæthed kan beskrives.

Litteratur

Brocius, S.C., Frank, J.A. og Frederick, J.R. 1985. Influence of winter wheat management practices on the severity of powdery mildew and septoria blotch in Pennsylvania. Phytopathology 75: 538-542.

Christensen, S. og Goudriaan, J. 1993. Deriving light interception and biomass from spectral reflectance ratio. Remote sensing and environment 43: 87-95.

Friedrich, S. 1995a. Berechnung der Inkubationszeit des Echten Mehltaus unter Freilandbedingungen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenshutz 102: 348-353.

Friedrich, S. 1995b. Modell zur Berechnung der Infektionswahrscheinlichkeit durch Echten Mehltau an Winterweizen anhand meteorologischer Eingangsparameter. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenshutz 102: 354-365.

Friedrich, S. 1995c. Zur Berechnung der Konidienverbreitung von *Erysiphe graminis* in natürlich befallenen Beständen anhand stündlicher meteorologischer Parameter. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenshutz 102: 337-347.

Heisel, T. og Christensen, S. 1998. Ukrudtskort og pletsprøjtning. 15. Danske Planteværns-konference 1998.

Jensen, B og Munk, L. 1991. Kvælstofs indflydelse på meldugangreb og udbytte i vårbyg. 8. Danske Planteværnskonference 1991, 203-212.

Jensen, B og Munk, L. 1997. Nitrogen-induced changes in colony density and spore production of *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* on seedlings of six spring barley cultivars. Plant Pathology 46: 191-202.

Jørgensen, L.N. 1994. Duration of effects of EBI-fungicides when using reduced rates in cereals. Brighton Crop Protection Conference - Pests and diseases - 1994. 703-710.

Jørgensen, L.N., Secher, B.J.M., Olesen, J.E. og Mortensen J. 1997. Need for fungicide treatments when varying agricultural parameters. Aspects of Applied Biology 50, 285-292.

Koch, H. 1980. Räumliche Befallsmuster beim echten Mehltau der Gerste. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenshutz 87: 731-737.

Lark, R.M. 1996. Towards the interpretation of yield maps. Brighton crop protection conference - Pest & Diseases - 1996. 1215-1220.

Lark, R.M. og Stafford, J.V. 1997. Exploratory analysis of yield maps of combinable crops. Precision Agriculture '97 (ed. Stafford, J.V.): 1215-1220, Bios scientific publishers 1997.

Lovell, J.D. og Royle, D.J. 1994. Interactions between crop canopy structure and development of *Mycospaerella graminicola* (*Septoria tritici*) in winter wheat. Procedings of the 4th international workshop on: Septoria of cereals (ed. Arseniuk, E., Gòral, T. og Czembor, P.): 253-257.

Olesen, F. 1979. Læplantning. Landhusholdningsselskabets forlag 1979, København.

Olesen, S.E. 1997. Positionsbestemt dyrkning. Forskningsprojekt vedr. gradueret plantedyrkning 1992-96. SP rapport nr. 17. Danmarks JordbrugsForskning 1997

Rabbinge. R, Jorritsma, I.T.M. og Schans, J. 1985. Damage components of powdery mildew in winter wheat. Neth. J. Pl. Path. 91: 235-247.

Royle, D.J., Shaw, M.W. og Cook, R.J. 1986. Patterns of development of *Septoria nodorum* and *S. tritici* in some winter wheat crops in Western Europe, 1981-83. Plant Pathology 35: 466-476.

Secher, B.J.M. 1997. Site specific control of diseases in winter wheat. Aspects of Applied Biology 48: 57-64.

Secher, B.J.M., Murali, N.S. og Gadegård, K.E. 1995. Site specific control of plant diseases - a great potential. Seminar on site specific farming (ed. Olesen, S.E.), Danish Institute of Plant and Soil Sciences, SP-report No. 26, 165-169.

Shaw, M.W. og Royle, D.J. 1987. Spatial distributions of *Septoria nodorum* and *S. tritici* within crops of winter wheat. Plant Pathology 36: 84-94.

Shaw, M.W. og Royle, D.J. 1993. Factors determining te severity of epicemics of *Mycosphaeerella graminicola* (*Septoria tritici*) on winter wheat in the UK. Plant Pathology 42: 882-899.

Steven, M.D. og Millar, C. 1997. Satelite monitoring for precision farm decision support. Precision Agriculture '97 (ed. Stafford, J.V.): 697-704, Bios scientific publishers 1997.

Tompkins, D.K.; Wright, A.T. og Fowler, D.B. 1992. Foliar disease development in no-till winter wheat: Influence of agronomic practices on powdery mildew development. Canadian Journal of Plant Science 72: 965-972.

Tompkins, D.K.; Fowler, D.B. og Wright, A.T. 1993. Influence of agronomic practices on canopy microclimate and septoria development in no-till wheat produced in the Parkland region of Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science 73: 331-344.

Ward, S.V. og Manners, J.G. 1974. Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. Transactions British Mycological Society 62: 119-128.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Justering af dosering i forhold til afgrødetæthed - et nyt koncept for dosering af svampe- og insektmidler

Adjusting dosages according to canopy densities - a new concept for dosing fungicides and insecticides

Bo J.M. Secher
Hardi International A/S
Helgeshøj Allé 38
DK - 2630 Taastrup

Summary

Results are presented from a preliminary trial quantifying effects of canopy density levels on the concentration of pesticide on the leaves. Tracer was applied on two different areas in a winter wheat field representing a normal and a dense part of the field. Leaf areas were determined on each of the top 3 leaves as was the concentration of tracer. The concentration of tracer on the leaves was reduced 25 % in the dense area when compared to the normal density. This difference was equivalent to the relative difference in leaf area index on the top leaves. The reduced concentration on the leaves, will result in a decreased efficacy of the applied active ingredients. It is therefore suggested to change the concept of dosing towards dosing based on canopy densities rather than the surface area under the crop. The latter being today's practice. New criteria will have to be established regarding threshold concentrations based on target leaf number, growth stage of the crop and density of the canopy.

Indledning

Med stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler er det muligt at dosere de enkelte midler i forhold til de helt lokale forhold på marken. Dette åbner op for helt nye muligheder for at rationalisere brugen af plantebeskyttelsesmidler. Afgrødens tæthed har stor effekt på afsætningen af de udsprøjtede midler. Få undersøgelser har forsøgt at kvantificere effekten af varierende afgrødetæthed på den resulterende koncentration af aktivstof i afgrøden. I denne artikel beskrives resultater fra indledende forsøg udført af HARDI INTERNATIONAL.

Materialer og metoder

Bestemmelse af afgrødetæthed

I en hvedemark (stadium 69) udvalgtes to områder med homogen men forskellig afgrødetæthed. I hvert område afsattes 10 meter langs et kørespor. Med en 0,1 meter^2 tællering

DJF-rapport nr. 3 (1998), 145-150

bestemtes plantetal 3 gange i hver side af området. Afgrødetætheden blev endvidere målt ved hjælp af telemåling. Herved fastlægges arealets relative vegetations indeks (RVI). RVI blev bestemt 6 gange i hver side af sporet. Fra RVI bestemtes den relative lysoptagelse (fPAR) ved hjælp en omregningstabel. Derudover måltes afgrødens højde med en plademåler. For at få et billede af variationen i en typisk hvedemark blev RVI målt i punkter med en afstand af ca. 20 meter i en linje gennem en hvedemark i Taastrup.

Afsætning

Før sprøjtning indsamledes 2x25 kontrolprøver. Fluorosin (+Lissapol) udsprøjtedes med en konventionel hydraulisk sprøjte i hvert af de to 10 meter områder med forskellig tæthed. Den samme opløsning anvendtes i begge områder. Der blev udsprøjtet 140 l/ha med en 4110-14 fladsprededyse og et tryk på 2,5 bar. Umiddelbart efter udsprøjtning indsamledes 4x25 (2 i hver side) blade fra henholdsvis bladniveau 1, 2 og 3. Hver enkelt prøve á 25 blade blev lagt i en sort plasticpose. Hurtigst muligt efter udsprøjtning blev hver enkelt bladprøve skyllet, og 2 væskeprøver blev udtaget til senere analyse. Koncentrationen af Fluorosin blev målt med et Perkin Elmer spektrofotometer.

Bladareal

Bladarealer blev bestemt på fotokopier af 20 blade fra hver enkelt bladniveau. Arealet blev bestemt ved hjælp af billedbehandlingsudstyr.

Statistiske analyser

Satistiske analyser blev beregnet ved hjælp af GLM og regressionsprocedurerne i software pakken SYSTAT®.

Resultater

Der blev målt signifikante forskelle mellem tætheder i de to områder. I tabel 1 er vist de målte værdier for plantetal, afgrødehøjde, RVI, fPAR samt arealerne af de tre øverste blade.

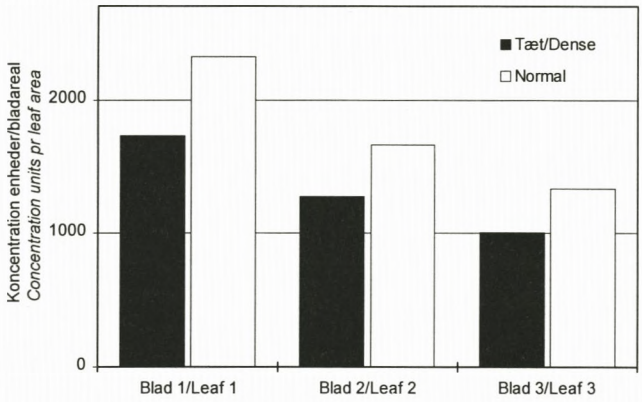
Tabel 1. Observationer der beskriver afgrødetæthed i de to områder. Observations describing canopy densities in the two trial areas.

Parameter	Normal	Tæt *Dense*	
Højde cm Hight cm	89	88	n.s
Aks/m^2 Tillers/m^2	483	535	***
RVI	20,1	22,8	*
fPAR	0,82	0,85	i.a.
Totalt Bladarealindex for blad 1, 2 og 3 Total Leaf Area Index leaf 1,2 and 3	4,01	5,28	***

I dette forsøg var højden en dårlig parameter for tæthed. I tidligere vækststadier kan højden i større grad afspejle tæthed, idet planterne søger i vejret hvor de står tæt. Telemåling opfanger ikke forskelle i afgrødetæthed i helt samme grad som de direkte målte parametre: plantetal og bladarealindeks. Der var ca. 25 % større bladareal i de 3 øverste blade i det tætte område når de sammenlignes med det normale område.

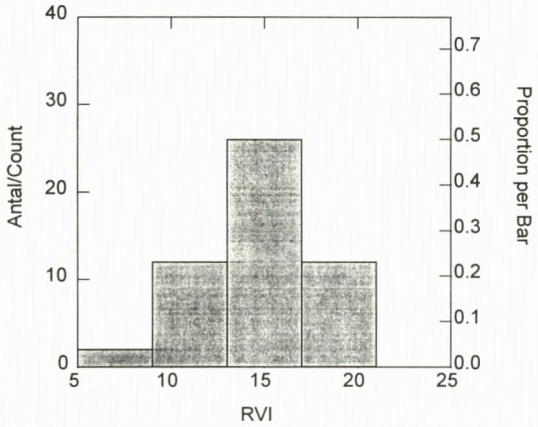
Der blev ikke fundet indhold af fluorosin eller stoffer med udslag ved analyse af kontrolprøver.

Koncentrationen af det udsprøjtede flurosin faldt ned igennem afgrøden. Koncentrationen målt som enheder/bladareal er vist i figur 1.



Figur 1. Koncentration af sporstof på blade fra henholdsvis en tæt og en for marken normal afgrødetæthed. Concentration of tracer on leaves from dense and normal densities.

Koncentrationen i den tætte afgrøde er ca. 25 % lavere end koncentrationen i den normale afgrøde. Dette svarer til at bladarealet i den tætte del er 25 % højere. Der er signifikant forskel mellem bladniveauer og mellem afgrødetætheder. Den relative forskel mellem koncentrationen i de to afgrødetætheder er konstant ca. 25 % på de tre bladniveauer, hvorimod den absolutte forskel er faldende ned igennem afgrøden.



Figur 2. Fordelingen af observationer af RVI målt i en linje gennem en hvedemark i Taastrup. Distribution of RVI measured in a line through a winter wheat field in Taastrup.

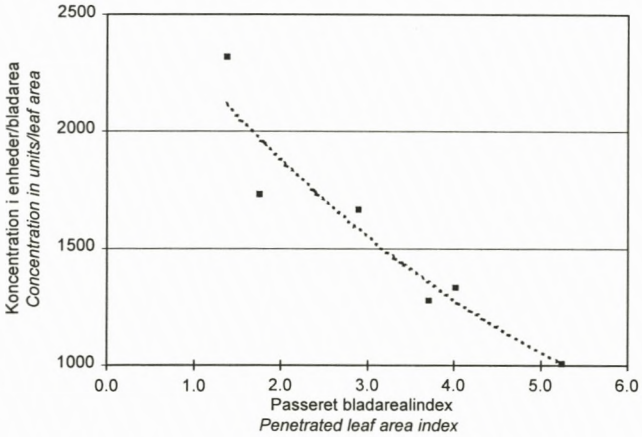
Variationen i afgrødetæthed i den målte hvedemark i Taastrup er ganske stor. I figur 2 er vist fordelingen af observationer. Halvdelen falder i en gruppe mellem 13 og 17. Resten er fordelt nogenlunde ligeligt med den ene fjerdedel under og den anden over.

Diskussion

Forsøget dokumenterer, at afgrødetætheden har stor effekt på den resulterende koncentration af aktivstof på de enkelte bladniveauer. I dette forsøg var fortyndingen stort set lig forskellen i bladareal. Da koncentrationen af aktivstof på de enkelte blade er afgørende for effekten af de udsprøjtede midler, er det således et forhold der spiller direkte ind på den mulige effekt af et udsprøjtet middel. Det er sandsynligt at afgrødetætheden varierer i nogenlunde samme størrelsesorden som udbyttet, hvilket vil sige ca. +/- 50 % omkring en middelværdi.

Den landmand der udsprøjter en konstant mængde aktivstof (pr. hektar jord) kan derfor risikere at variere sin tildelte mængde med op til +/- 50 % når koncentrationen måles på bladniveau - på trods af opfattelsen af at gøre et godt ensartet stykke arbejde. Dette vil medføre uhensigtsmæssige og uønskede forskelle i den udførte plantebeskyttelse.

Tilsvarende rejser det spørgsmål om validiteten af de forsøg, der ligger til grund for de doseringer, der anbefales i dag. Doseringer, der i forsøgsplanen ser ud til at være ens, kan i praksis have medført vidt forskellige koncentrationer på de enkelte bladniveauer.



Figur 3. Koncentrationen af sporstof vist som en funktion af det passerede bladarealindeks. Concentration of tracer shown as a function of the penetrated leaf area index.

Der er således grund til at overveje de kriterier der i dag anvendes til at fastlægge doseringer. Med stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler er der skabt mulighed for at tilpasse doseringer i forhold til afgrødetæthed. Afgrødetætheden kan måles, f.eks ved hjælp af redskabsmonterede sensorer, eller tæthedskort vil i fremtiden kunne bestilles fra firmaer der leverer fra satellit- eller flyoptagelser.

Registrering af markvariationen af RVI i en hvedemark (figur 2) illustrerer den store markvariation afgrødetætheden kan udvise. Egentlig kortlægning er præsenteret af Christensen *et al.* (1997) og Bjerre *et al.* (1998). Christensen *et al.* (1997) skitserer i deres artikel en simpel algoritme til beregning af doseringer baseret på fPAR.

I et fremtidigt koncept vil det være nødvendigt at fastlægge doseringen ud fra kendskab til afgrødetæthed og en kendt koncentration af aktivstof på det ønskede niveau i planten. Den kendte koncentration af aktivstof svarer til netop den dosering som giver den ønskede effekt på skadevoldere. Denne koncentration er ikke kendt i dag, men bør udledes af doseringsforsøg.

I figur 3 er koncentrationen på bladene afbildet som en funktion af den mængde bladareal sprøjtevæsken har passeret. Ved hjælp af sådanne sammenhænge vil det være muligt at beregne den mængde der skal doseres pr. hektar for at opnå en given koncentration i afgrøden.

Konklusion

Variationer i afgrødetæthed har stor effekt på mængden af aktivstof på de enkelte blade, og derfor også på den effekt man kan forvente af et udsprøjtet middel.

Der er derfor grund til at skifte til et nyt koncept for dosering af bladmidler. Et koncept hvor doseringer i højere grad tilpasses afgrødens tæthed, således at der opnås en konstant koncentration på et givet niveau i afgrøden, fremfor i dag hvor doseringer er fastlagt i forhold til arealet af jord under afgrøderne.

Der er behov for at øge kendskabet til de mekanismer som betinger afsætning, effekt og størrelsesorden af de koncentrationer af aktivstof som vil danne baggrund for fremtidens anbefalinger

Litteratur

Bjerre, K.D., Jørgensen, L.N. & Secher, B.J.M. 1998. Sygdomskort og positionsbestemt fungicidanvendelse. 15. Danske Planteværnskonference 1998.

Christensen, S., Heisel, T. & Secher, B.J.M. 1997. Spatial variation of pesticide doses adjusted to varying canopy density in cereals. In: Proceedings of the first European Conference on Precision Agriculture, Warwick, UK. 211-218.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Ukrudtskort og pletsprøjtning

Weed maps and precision spraying

Torben Heisel, Svend Christensen & Anne Mette Walter
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Automatic crop-weed identification has not been implemented for practical purpose yet. Mainly because weed species characteristics vary significantly and because of mutual shading among crop and weed plants. This paper gives an overview over possible weed monitoring methods and describes a system that combines different manual weed assessments through a decision algorithm for patch spraying. The overall idea is to monitor the relative weed coverage (weed/crop coverage) while moving across the field and combine these data in a strategic manual surveying. The herbicide dose is then adjusted relative to this, and compared to a straightforward weed mapping approach where grid sampling is performed. The results show that the presented simple weed coverage approach is able to detect areas of potential high and low yield loss compared to an intensive grid mapping approach. However, the coverage approach seems to overestimate the optimum herbicide dose in the potentially low yield loss area and underestimate the dose in potentially high yield loss areas. This problem may be solved when sensor or vision systems can discriminate between crop and weeds.

Indledning

Præcisionsjordbrug er et dyrkningskoncept, der tager hensyn til arealvariationen i dyrkningsgrundlag, afgrøde, ukrudt, sygdomme og skadedyr ved etablering, gødskning, planteværn og høst af afgrøden.

Præcisionsmaskiner til høst, gødskning og sprøjtning er nu til rådighed, hvilket giver store udfordringer inden for forskning og rådgivning med henblik på udvikling af beslutningsstøttesystemer. Inden for ukrudtsbekæmpelse er mulighederne for pletsprøjtning blevet undersøgt i en årrække både i Danmark og udlandet. På Forskningscenter Flakkebjerg har vi udviklet en behovsmodel og beslutningsstøttesystemet 'DAPS' (Decision Algorithm for Patch Spraying) til pletsprøjtning (Christensen *et al,* 1996). Ved hjælp af DAPS er det muligt at beregne det potentielle udbyttetab, såfremt der ikke foretages nogen form for

ukrudtsbekæmpelse, samt den økonomisk optimale herbicid dosering i hver enkelt del af marken. DAPS har været anvendt i demonstrationsforsøg i 2 år og har givet robuste resultater (Heisel *et al.* 1996b). I øjeblikket anvender DAPS blandt andet data fra manuelle optællinger af ukrudt i grid, hvilket er tidskrævende. Der er derfor behov for udvikling af praktiske og realiserbare metoder, der kan minimere eller erstatte den manuelle indsats.

Registreringsmetoder

Der findes flere forskellige metoder til registrering af ukrudt i forbindelse med pletsprøjtning af ukrudt. I tabel 1 er vist en liste over metoder, der allerede anvendes eller forventes anvendt i de kommende år.

Metode A er den mest afprøvede metode, hvor ukrudt optælles i et fast grid udlagt på marken. Med hensyn til antallet af punkter i grid'et er det i de fleste tilfælde tilstrækkeligt med 10-25 optællingspunkter pr. ha til at lave ukrudtskort over tokimbladede arter (Nordbo & Christensen 1995). Der er lavet mange forsøg med grid kortlægning, og alle har resulteret i god ukrudtskontrol og et reduceret herbicidforbrug (Nordmeyer *et al.* 1997).

Der er de sidste par år blevet forsket i metoder til automatisk tælling ved hjælp af billedbehandling (Andreasen *et al.* 1997; Benlloch *et al.* 1997). I stedet for manuel optælling anvendes billeder, der analyseres med avancerede computerprogrammer. Resultaterne har været opmuntrende, men det største problem er at skelne mellem afgrøde- og ukrudtsplanter, som lapper over hinanden og identificere arter, der kun afviger fra hinanden på behåring og stængelkarakteristika.

Direkte styring af sprøjten (metode B) består af en automatisk ukrudtsregistrering og en åbne/lukke styring af sprøjten. Det vil sige, at registrering og bekæmpelse sker i samme arbejdsgang. Denne type er indtil videre kun udviklet til ukrudtsbekæmpelse i stubmarker med en simpel sensor, der genfinder grøn bladmasse (WeedSeeker). På sigt ville det være interessant at kombinere de ovenfor omtalte billedbehandlingsteknikker med en direkte styring, men dertil er metoderne langtfra robuste nok endnu, og hastigheden på metoderne er langtfra hurtig nok.

Landmanden har ofte en stor viden om ukrudtspletter i marken, jordtypefordeling og eventuelt tidligere års udbyttekort. Disse informationer kan udnyttes til at minimere den manuelle indsats (Walter 1996). Visse ukrudtsarter er f.eks. specielt hyppige i lavninger og andre på tørre områder. Endvidere kan udbyttekort være en støtte i forbindelse med bestemmelsen af områdegrænser. Derudover har forskellige teknikker til fjernbestemmelse af ukrudtspletter været undersøgt. Flyfoto fra 5-700 m´s højde eller fra stativer i 10 m´s højde på køretøjer kan ofte give værdifuld information om stedbundne ukrudtsarter. Således fandt Thornton *et al.* (1990) pletter af blomstrende agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*) ud fra farveforskelle på billedet. Specielle kameratyper, der måler i det infrarøde område, kan også skelne visse ukrudtsarter fra hinanden, idet der er forskelle imellem arternes spektrale karakteristika (Brown *et al.* 1994). Denne metode kræver dog en lokal kalibrering umiddelbart før fotograferingen, idet metoden er følsom over for vækststadie og status. Denne historiske

følsom over for vækststadie og status. Denne historiske viden kan danne baggrund for en beslutning på kontoret, hvor middel og dosering tilpasses kort, der er lavet ud fra landmandens viden og/eller billeder af marken (metode C).

Historisk viden om ukrudtspletter kan også udnyttes til at reducere den manuelle indsats (metode D). Først inddeles marken i zoner efter de historiske kort, og derefter foretages der ukrudtsoptællinger inden for hver zone (Walter *et al.* 1997). En registrering i zoner består oftest af væsentligt færre tællinger end en grid registrering. Hvis man yderligere kobler en direkte styring af sprøjten, har man optimeret metoden yderligere. Denne metode (G) er endnu ikke afprøvet.

Tabel 1. Mulige metoder for monitering af ukrudt til pletsprøjtning i korn. Possible weed monitoring methods for patch spraying in cereals.

Metode	**Grunddata**	**Supplerende data**	**Beslutningsstøtte**	**Sensor eller computervision**	**Behandling**
A	Visuel ukrudts-optælling i grid		Behandlingskort		Sprøjtning
B				Automatisk registrering af forekomst	Sprøjtning
C	Historisk(e) data/kort		Behandlingskort		Sprøjtning
D	Historisk(e) data/kort	Få supplerende visuelle optællinger	Behandlingskort		Sprøjtning
E	Visuel registrering af ukrudtsforekomst		Behandlingskort		Sprøjtning
F	Visuel registrering af ukrudts dækningsgrad	Få supplerende visuelle optællinger	Behandlingskort		Sprøjtning
G	Historisk(e) data/kort	Få supplerende visuelle optællinger	Behandlingskort	Automatisk registrering af dækningsgrad	Sprøjtning
H	Automatisk registrering af dækningsgrad/ forekomst	Få supplerende visuelle optællinger	Behandlingskort	Automatisk registrering af dækningsgrad	Sprøjtning

En simpel visuel registrering af forekomst af kvik har været afprøvet til kortlægning og

bekæmpelse i England (Rew *et al,* 1996). Denne metode (E) forekommer umiddelbart simpel, men det er muligt at kortlægge tydelige pletter fra en vis afstand (f.eks. traktor eller mejetærsker). Danske forsøg har ligeledes vist muligheder for at registrere dækningsgrad af tokimbladede arter under bevægelse (Christensen & Heisel 1998).

Kort over visuelt registreret ukrudt kan ligeså vel som historiske kort anvendes til at planlægge og gennemføre en målrettet ukrudtsregistrering, der støtter en beslutning om middelvalg og dosering (metode F). Denne metode er afprøvet af Christensen & Heisel (1998) og vil blive yderligere beskrevet her.

Formål

Formålet med denne artikel er at sammenligne metode A med metode F. Der tages udgangspunkt i forsøg udført med pletsprøjtning i 1997. Desuden diskuteres muligheder for at forbedre metoderne yderligere (metode H, tabel 1).

Metodebeskrivelse

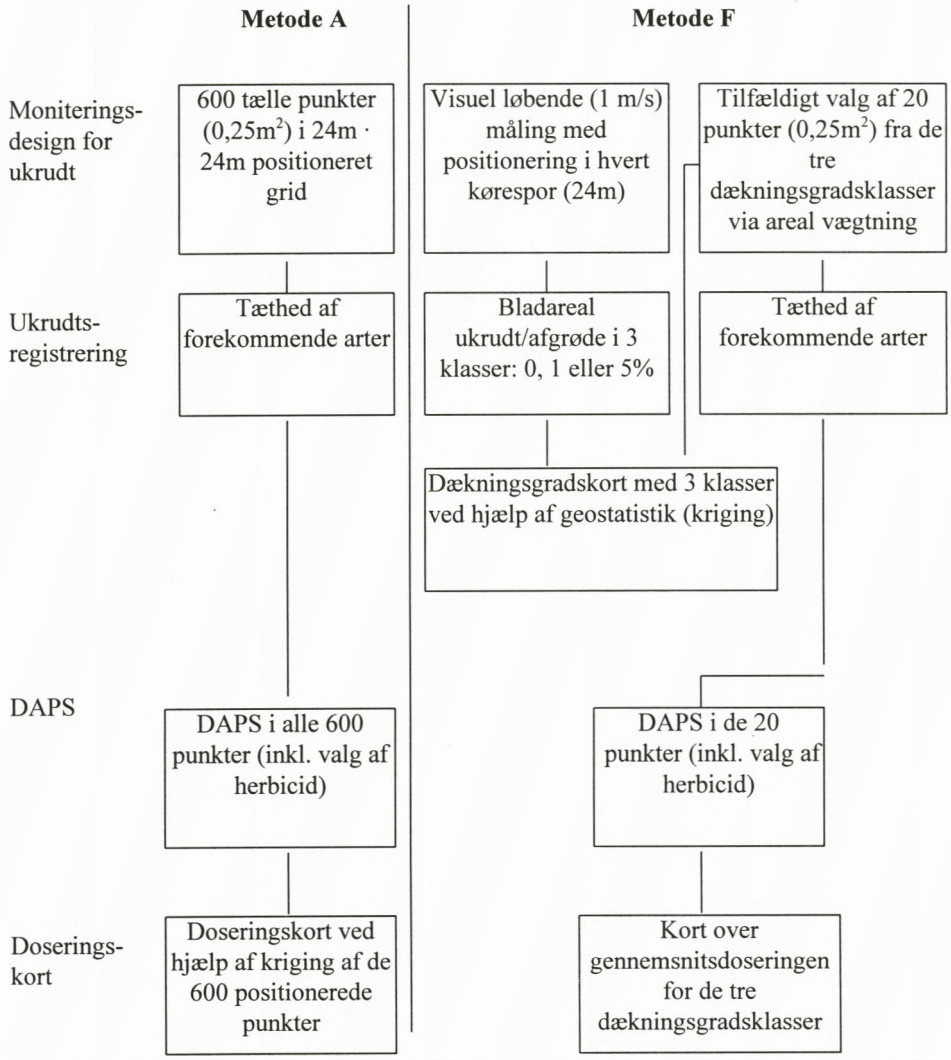
En mark på 29 ha på 'Giesegaard & Juellund' blev tilsået på konventionel vis med vårbyg (cv. Optic) medio marts 1997. Mod nord grænser marken op til skov, og der er levende hegn mod vest og øst. I den nordøstlige del er der en lille høj på marken med løv og nåletræ. Bortset fra ukrudtsbekæmpelsen blev marken behandlet ens overalt.

Figur 1 viser en oversigt over forsøget med en opdeling i metode A og F. Metode A blev gennemført med afsluttende sprøjtning i maj. Den målrettede kortlægning med dækningsgradsmåling (Metode F) bliver undersøgt som simulering, og doseringskortet sammenlignes med doseringskortet fra metode A.

Ukrudtet blev således kortlagt på to måder: Metode A) ved hjælp af manuelle registreringer i en 0,25 m^2 tællering i et 24 m x 24 m grid (i alt 600 punkter) eller metode F) ved en visuel dækningsgradsvurdering i hvert kørespor (24 m) kombineret med 20 planlagte registreringer i en 0,25 m^2 tællering. Positioneringen blev udført med Trimble ProXR DGPS (differentiel global positionerings system) som punktmålinger. Med en marchhastighed på 5 km i timen resulterer det i en punktmåling pr. 3 meter ved dækningsgradsvurderingen. Den visuelle vurdering blev klassificeret som ukrudt/afgrøde dækning i klasserne 0%, 1% eller 5%. Kort over dækningsgraden blev tegnet ved hjælp af den geostatistiske estimationsprocedure kriging (Heisel *et al.* 1996a). Der blev udvalgt 20 punkter, hvor ukrudtet blev optalt. Punkterne blev fordelt tilfældigt i de tre områder, dog således at antallet af punkter i de tre kategorier af dækningsgrad var proportional med kategoriens areal.

DAPS beregner det potentielle udbyttetab og den økonomisk optimale herbiciddosering med følgende input: ukrudtsart, ukrudtstæthed og udbytteniveau i hvert positioneret punkt, samt generelle priser for herbicider og afgrøde. Det mest velegnede herbicid til markens ukrudtsbestand blev på forhånd valgt ved hjælp af PC-Planteværn (Rydahl & Thonke 1993). Den økonomisk optimale dosering i de 600 punkter fra grid kortlægningen blev omregnet til doseringskort ved hjælp af kriging. I den målrettede kortlægning er proceduren simplere. De

20 udvalgte punkter blev brugt som input til DAPS. Gennemsnitsresultatet fra DAPS af disse 3 områder resulterer således i doseringskortet. Dette vil være det 'samme' kort som dækningsgradskortet blot med andre værdier på områderne.



Figur 1. Skitse over metode A og F med ukrudtsmonitering, DAPS beregninger og doseringskort. Flow diagram of weed monitoring, DAPS calculations and the dose map of the two methods A and F.

Resultat

Tidsforbruget fra start til doseringskort for de to metoder var ca. 1,5 – 2 mandtimer pr. ha for

grid kortlægning og ½ mandtime pr. ha for den målrettede kortlægning med dækningsgradsmåling.

Marken havde et forholdsvist højt ukrudtstryk med et gennemsnit på 152 ukrudtsplanter pr. m^2. Hyrdetaske (*Capsella bursa-pastoris*) (49 planter pr. m^2), vejpileurt (*Polygonum aviculare*) (28 planter pr. m^2), kamille (*Tripleurospermum inidorum*) (9 planter pr. m^2) og fuglegræs (*Stellaria media*) (13 planter pr. m^2) var de hyppigste arter. Der blev i alt registreret 27 forskellige arter på marken. På figur 2 ses en række kort modificeret ved hjælp af et geografisk informationssystem (GIS). Ukrudtskortene 1 og 2 for henholdsvis hyrdetaske og fuglegræs er angivet som to eksempler på ukrudtskort fra kortlægningsmetode A. Kort over øvrige arter er medtaget til efterfølgende beregninger i DAPS. Det første resultat fra DAPS er det potentielle udbyttetab, hvis ukrudtsbekæmpelse undlades (kort 3).

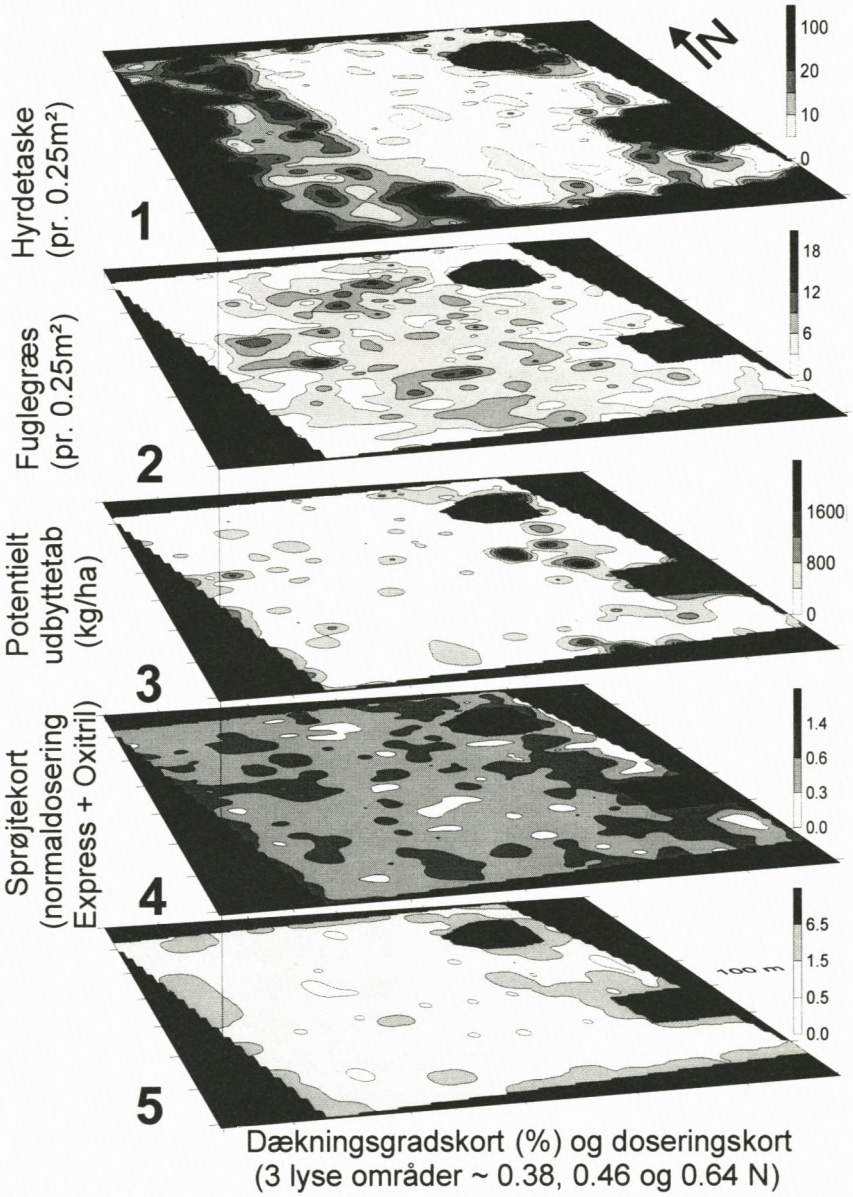
PC-Planteværn anbefalede tribenuron-methyl (som Express, 500 g a.s./kg) og ioxynil + bromoxynil (som Oxitril, 200 g a.s./l) i 0,76 normaldosering (N) (1 N = 1 tablet Express + 0,5 l Oxitril pr. ha). Doseringskortet fra DAPS præsenteres i figur 2 som kort 4. Doseringskortet vil naturligt nok have store ligheder med det potentielle udbyttetabskort (kort 3), men der vil oftest være lokale forskelle, idet DAPS optimerer doseringen i hvert punkt afhængig af dosis respons forholdet for det valgte herbicid. Dette forhold er meget afhængig af ukrudtsartssammensætningen.

På kort 5 i figur 2 ses resultatet af dækningsgradsbestemmelserne (metode F). De tre områder (0, 1 og 5%) udgør henholdsvis 2, 78 og 20% (tabel 2). 3, 10 og 7 optællingspunkter blev valgt ud fra denne fordeling. Doseringen af områderne blev således 0,38 N i det lave område (fra 0 – 0,5), 0,46 N i det midterste område (fra 0,5 – 1,5) og 0,64 N i det øvre område (fra 1,5 til 6,5) (tabel 2 og figur 2). Bemærk den store lighed der er imellem dette kort og det potentielle udbyttetabskort.

Marken blev behandlet efter det viste doseringskort (metode A) ved hjælp af en DGPS styret sprøjte. Den gennemsnitlige dosering for hele marken (= behandlingshyppighed) var 0,59 normaldosering af Express + Oxitril. En visuel vurdering kort før høst viste at der ikke var nogen ukrudtsproblemer.

Tabel 2. Areal og dosering fra de to metoder A og F (tabel 1). 1/1 N er en normaldosering med 1 tablet Express og 0,5 l Oxitril pr. ha. Area and dosage results of the two methods A and F (Table 1). 1 N is the label recommended dose = 1 tablet Express and 0.5 l Oxitril per ha.

Dækningsgrad klasse (%)	Dækningsgrad areal (%)	Dækningsgrad punkter (antal)	Dækning-grad dosering (N)	Grid dosis klasser (N)	Grid dosis areal (%)	Gns. grid dosering (N)
0	2	3	0,38	0 – 0,3	6	0,15
1	78	10	0,46	0,3 – 0,6	66	0,45
5	20	7	0,64	0,6 – 1,4	28	1,0
Gns. dosis			0,49			0,59



Figur 2. Kort 1: Hyrdetaske (antal/0,25 m²) og kort 2: fuglegræs (antal/0,25 m²). Kort 3: Potentielt udbyttetab (kg/ha) uden nogen form for ukrudtskontrol. Kort 4: Grid doserings kort (normal dosering = 1 tablet Express + 0,5 l Oxitril pr. ha) fra DAPS modellen – metode A. Kort 5: Ukrudts dækningsgradskort (%) og samtidig doseringskort for metode F. Map 1: *C. bursa pastoris* (no./0.25 m²) and Map 2: *S. media* (no./0.25 m²). Map 3: Potential yield loss (kg/ha) without weed control. Map 4: Grid dose map (label recommended dose = 1 tablet Express + 0.5 l Oxitril per ha) derived from the DAPS model – method A. Map 5: Weed coverage map (%) which also represents the dose map – method F.

Doseringskortet (kort 4 i figur 2) præsenteres med en klassifikation der kan sammenlignes med doseringerne på dækningsgradskortet (kort 5). Den mindste klasse (0 – 0,3 N) skal sammenlignes med 0%, området mellem 0,3 og 0,6 N skal sammenlignes med 1% og området mellem 0,6 og 1,4 N skal sammenlignes med 5% området på dækningsgradskortet. Naturligt nok er dækningsgradskortet mindre nuanceret, men de fleste af problemområderne (med høje potentielle udbyttetab i den østlige og vestlige del) rammes dog meget godt. Der er dog områder i det midt vestlige af marken, som den simplere metode ikke finder. Den gennemsnitlige dosering for hele marken bliver reduceret fra 0,59 til 0,49 fra metode A til F (tabel 2). Dette skyldes en underestimation af områder med højt ukrudtstryk. Områder med lavt ukrudtstryk overestimeres en smule med metode F.

Diskussion og konklusion

Resultaterne viser, at pletsprøjtning med DAPS reducerer herbicidanvendelsen betydeligt. I forhold til PC-Planteværns anbefalede dosering for hele marken reduceres herbicidanvendelsen med 22%. Naturligt nok, da PC-Planteværn ikke tager højde for lokale artssammensætninger og konkurrenceforhold men benytter markens gennemsnitlige ukrudtsbestand. En række andre forsøg har vist endnu højere reduktioner (Christensen *et al.* 1996; Heisel *et al.* 1996b) på mellem 40 og 60% ved pletsprøjtning med DAPS.

Ukrudtstrykket ved metode F bliver underestimeret i områder med meget ukrudt og overestimeret i områder med lidt ukrudt. Det tyder på, at de valgte dækningsgradsklasser ikke har været tilstrækkelige. En opdeling i yderligere to klasser f.eks. 10 og 20% burde forbedre resultatet. Samtidig med indførelsen af flere klasser, vanskeliggøres den visuelle registrering imidlertid væsentligt. Der er ingen tvivl om, at muligheden for en automatisk dækningsgradsmåling af ukrudt/afgrøde ville være en stor hjælp. Dette udstyr ville efterfølgende også kunne bruges som en direkte kalibrering ved sprøjtning (metode G og H).

Resultaterne her viser, at der er brugbar information i en simpel visuel dækningsgradsvurdering. Der er ingen tvivl om, at der er utallige muligheder for at forfine og effektivisere kortlægningsmetoderne endnu mere. Specielt vil en automatisering af metoderne være at foretrække. Automatisk udstyr til dækningsgradsmåling er sandsynligvis snart tilgængeligt. Der er udviklet et computerstyret system til bestemmelse af vegetation på Banestyrelsens sporarealer (Christensen *et al.* 1998), hvis resultater forventes at kunne anvendes i den forbindelse. Automatisk udstyr til artsbestemmelse af ukrudt vil have længere udsigter, da det er en meget vanskelig og tidskrævende proces. Disse område bør intensiveres i forskningen fremover. Der er et meget stort potentiale for optimering og dermed minimering af herbicidindsatsen i pletsprøjtning.

Sammendrag

For at kunne pletsprøjte ukrudt, er det nødvendigt med et kendskab til ukrudtets placering i marken. I artiklen gives en oversigt over forskellige registreringsmetoder for ukrudt, hvor manuelle, historiske og automatiske systemer beskrives og sammenlignes. Med udgangspunkt

i et markforsøg sammenlignes en sikker men tidskrævende metode med ukrudtsoptælling i et fast 24 m x 24 m grid med en ny og hurtigere metode. I denne udnyttes en visuel vurdering af ukrudtets dækningsgrad i forhold til afgrøden foretaget ved at gå op og ned i køresporene. Resultaterne viser, at man ved den nye metode sparer mellem 1 og 1½ mandtime pr. ha, og at man kan genfinde områder med højt ukrudtstryk. Det tyder dog på, at ukrudtstrykket overvurderes i områder med lavt tryk og undervurderes i områder med højt tryk. Dette problem kan efter al sandsynlighed mindskes med indførelse af automatiske systemer.

Litteratur

Andreasen C., Rudemo M. & Sevestre S. 1997. Assesment of weed density at an early stage by use of image processing. *Weed Research* 37(1), 5 - 14.

Benlloch J.V., Heisel T., Christensen S. & Rodas A. 1997. Image processing techniques for determination of weeds in cereals. *BIO-ROBOTICS 97*, International workshop on robotics and automated machinery for bio-productions, Valencia 1997, 195-200.

Brown R.B., Steckler J.P.G.A. & Anderson G.W. 1994. Remote sensing for identification of weeds in no-till corn. *Transaction of the ASAE* 37:297-302.

Christensen S., Heisel T. & Walter A.M. 1996. Patch spraying in cereals. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress. Volume III.* (Editors:) Brown H., Cussans G.W., Devine M.D., Duke S.O., Fernandez-Quintanilla C., Helweg A., Labrada R.E., Landes M., Kudsk P. and Streibig J.C. Copenhagen, Denmark. Department of Weed Control and Pesticide Ecology, ISBN 87-984996-1-0. 963-8.

Christensen S & Heisel T. 1998. Patch spraying using historical, manual and real time monitoring of weeds in cereal. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft* Stuttgart, Tyskland (under trykning).

Christensen S, Heisel T. & Johansen K. 1998. Digitalt kamera til detektion af ukrudt. 15 Danske Planteværnskonference. Sygdomme og Skadedyr, DJF-rapport nr. 3, 161-171..

Heisel T., Andreasen C. & Ersbøll A.K. 1996a. Annual weeds can be mapped with kriging. *Weed Research,* 36, 325-337.

Heisel T., Christensen S. & Walter, A.M. 1996b. Weed managing model for patch spraying in cereals. *Proceedings of the 3rd International Conference on Precision Agriculture*. June 23-26, 1996. Bloomington/Minneapolis, Minnesota USA, 999-1009.

Nordbo E. & Christensen S. 1995. Spatial variability of weeds. Proceedings of the Seminar on Site Specific Farming. Danish Institute of Plant and Soil Science, SP-report No. 26, 67-90.

Nordmeyer H., Häusler A. & Niemann P. 1997. Patchy weed control as an approach in precision farming. *Proceedings of the First European Conference on Precision Agriculture* (ed. J. Stafford), Vol. I, 307-314.

Rew L.J., Cussans G.W., Mugglestone M.A. & Miller, P.C.H. 1996. A technique for mapping the spatial distribution of *Elymus repens*, with estimates of the potential reduction in

herbicide usage from patch spraying. *Weed Research* 36 (4), 283-292.

Rydahl P., Thonke K.E. 1993. PC-Plant Protection: optimising chemical weed control. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin,* 23, 589-594.

Thornton P.K., Fawcett R.H., Dent J.B. & Perkins T.J. 1990. Spatial weed distribution and economic thresholds for weed control. *Crop Protection* 9:337-342

Walter A.M. 1996. Temporal and spatial stability of weeds. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress*. 125-130.

Walter A.M., Christensen S. & Heisel T. 1997. Patch spraying using weed maps from previous years (abstract). *Proceedings of the 10th EWRS Symposium* Poznan 1997, 141.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Digitalt kamerasystem til detektion af ukrudt

A digital camera system for weed detection

Svend Christensen & Torben Heisel
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Development of new implements and methods for weed control are one of the biggest scientific and technological challenges in coming years. Sensor steered sprayers and prototypes of robots steered by digital video cameras have been developed for non-chemical weed control. In 1997, a collaboration project between the Danish Railway Company, the Danish Institute of Agricultural Sciences, Flakkebjerg and Hardi International was initiated. The project aims at developing a digital camera system (WeedEye) and a patch sprayer that reduces herbicide usage to the locations with weeds. The results of the first experiments show that WeedEye detects small weed seedlings at a speed of 45 km h^{-1}. Further, the first results also show that WeedEye provides a reasonable estimate of the percentage leaf area m^{-2} at this speed. The perspectives of using sensors and digital video cameras in agriculture are discussed.

Indledning

En af de helt store udfordringer i landbruget i de kommende år bliver at udvikle nye redskaber og metoder til ukrudtsbekæmpelse for at kunne levere afgrøder, der ikke er sprøjtede, eller som kun er sprøjtede, hvor det ikke er muligt at bekæmpe ukrudtet på anden måde. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse er allerede et alternativ til den kemiske ukrudtsbekæmpelse i kornafgrøder, med mindre man har meget aggressive ukrudtsarter, og i rækkeafgrøder kan kemikalieforbruget reduceres betydeligt med båndsprøjtning og radrensning. En anden mulighed - som stadig er under udvikling - er avancerede redskaber, der kan "se" ukrudt, og som kemisk eller ikke-kemisk bekæmper ukrudtet de steder i marken, hvor der er et behov.

I de sidste 10 år har sensorer og robotter afløst meget trivielt og belastende arbejde i industrien. Det er af flere årsager gået knap så hurtigt med denne teknik i landbruget. Først og fremmest har kemisk ukrudtsbekæmpelse været billig, og maskinindustrien har derfor ventet på efterspørgsel på ny teknologi. En anden årsag er, at det rent teknisk er vanskeligere at

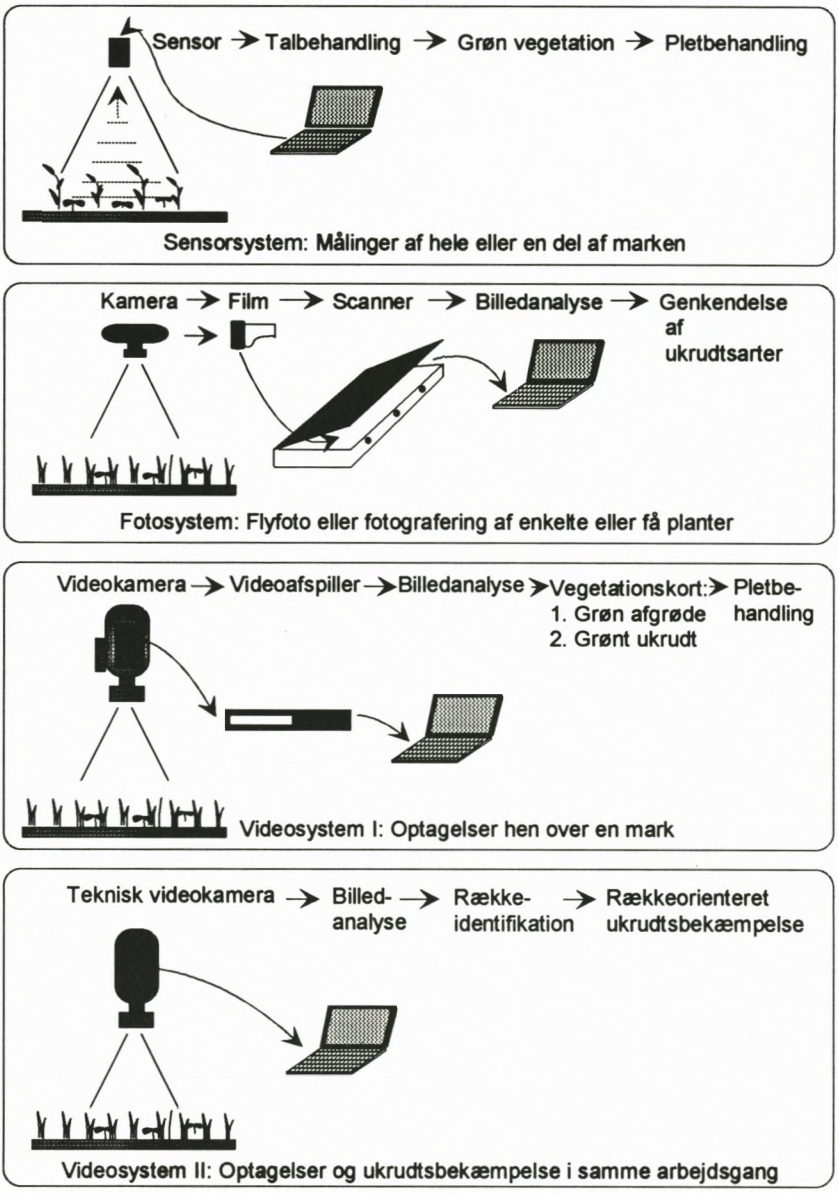
genkende planter (og dyr) end standardiserede genstande i industrien. Planter varierer i form og farve, og samtidig skal man tage højde for varierende jordbund og lysforhold. Inden for de sidste 3-4 år er der dog kommet gang i udviklingen, og der findes nu sensorstyrede sprøjter og prototyper på redskaber til ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse, der styres ved hjælp af digitale videokameraer.

Der findes flere typer af systemer til at måle eller filme afgrøde og ukrudt. Det mest simple system er sensorsystemet (figur 1), der måler mængden i det reflekterede lys fra planter og jord ved hjælp af simple sensorer. Grønne planter reflekterer synligt og infrarødt lys. Forskellen mellem det synlige og infrarøde lys er anderledes for grønne planter end for jord og sten. Systemet har bl.a. været brugt til at undersøge, om man kan kende ukrudtsarter på bladenes refleksion af lys (Borregaard 1996). Resultaterne viser, at når planterne er grønne, kan man ikke måle forskelle imellem arter. Derimod er der betydelig forskel på ukrudtsarternes farver ved blomstring. Sensorsystemet er mest velegnet til at bestemme mængden af grøn vegetation og kan f.eks. anvendes til at screene ukrudt i stubmarker (Felton *et al.* 1991). Da sensorsystemet er simpelt og samtidig forholdsvis billigt, er det indtil videre det eneste system, der anvendes på sprøjter i praksis.

Et andet system er fotosystemet, hvor en eller få planter fotograferes med et almindeligt kamera (figur 1). Hvert billede digitaliseres ved hjælp af en scanner, så man ved hjælp af en computer kan "læse" og analysere detaljerne i billedet. Flere forskere har forsøgt at anvende fotosystemet til at identificere ukrudtsarter på de tidlige vækststadier) (Petry & Kühbauch 1989; Woebbecke *et al.* 1995; Andreasen *et al.* 1997). Forsøgene har givet gode resultater med nærbilleder af fritstående ukrudtsplanter, men under naturlige forhold, hvor ukrudtsplanter ofte overlapper hinanden og samtidig varierer i form og farve, er resultaterne ikke tilfredsstillende. Derimod kan fotosystemet anvendes til at kortlægge ukrudtsproblemer, der kan ses på fly- eller satellitfoto (Brown *et al.,* 1994). Men det er kun muligt, når ukrudtet er højere end afgrøden og samtidig har farver, der tydeligt adskiller sig fra afgrødens farve.

I princippet findes der to videosystemer (figur 1). Videosystem I er et system, hvor man optager en del af marken med et videokamera og senere analyserer billederne på filmen enkeltvis. Billederne digitaliseres og analyseres efter samme principper som i fotosystemet. Videobilleder har ikke samme kvalitet som et almindeligt foto og kan derfor "kun" anvendes til at skelne mellem afgrøde og f.eks. tokimbladet ukrudt (Zhang & Chaisattapagon 1995; Benlloch *et al.* 1996).

Videosystem II er i princippet det samme som videosystem I. Forskellen er, at billederne overføres direkte til computeren og udnyttes til f.eks. at styre et redskab eller en robot (Guyer *et al.* 1986). I denne artikel beskrives et kamerasystem, der både kan virke som videosystem I og II. Kamerasystemet er udviklet til detektion af ukrudt på Banestyrelsens sporarealer med 45 km t^{-1}. Baggrunden for udviklingen af kamerasystemet er Banestyrelsens mål om at nedbringe sprøjtemiddelforbruget væsentligt ved dels at reducere forbruget og dels at begrænse ukrudtsbekæmpelsen til de positioner, hvor der reelt er et behov for bekæmpelse. I 1997 blev der derfor igangsat et samarbejdsprojekt imellem Banestyrelsen, Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg og Hardi International med henblik på at udvikle et digitalt

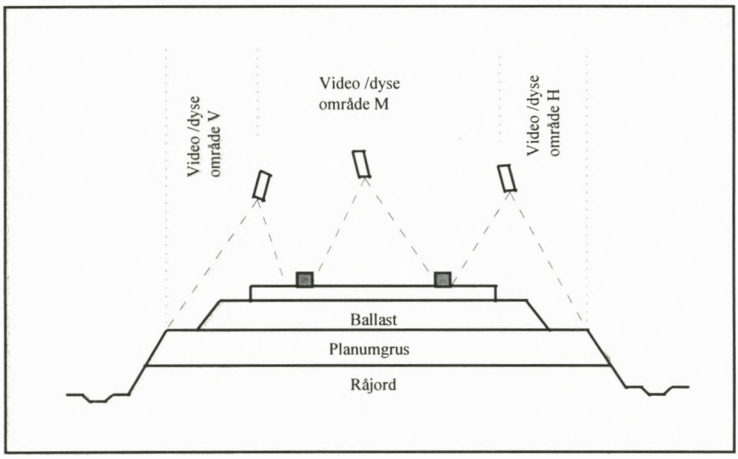


Figur 1. Sensor- og kamerasystemer til detektion af ukrudt og positionsbestemt ukrudtsbekæmpelse. Sensor and camera systems for weed detection and site specific weed control.

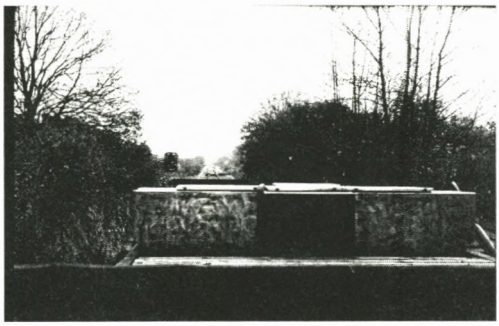
kamerasystem (WeedEye) og en pletsprøjte, der begrænser kemisk bekæmpelse til de steder på sporarealet (figur 2), hvor der forekommer grøn vegetation. På længere sigt er det Banestyrelsens mål, at bekæmpe ukrudt ved hjælp af ikke-kemiske metoder.

Materialer og metoder

Projektet startede i 1997 med udviklingen af kamera- og computerteknik til automatisk detektion af ukrudt. Kravet var, at systemet skulle fungere både i dagslys og om natten med en hastighed på 45 km/t. Udgangspunktet var, at man skulle udnytte planternes refleksion af blåt, rødt og infrarødt lys, som er særlig karakteristisk for planter, og som adskiller sig fra f.eks. skærver, skinner, grus m.m. For at kunne detektere ukrudtet i de 3 bekæmpelsesområder vist i figur 2, er der konstrueret en stålkasse med 3 identiske kamerasystemer til hvert område (figur 3). Stålkassen er forsynet med tre vinduer, et til hver side og et parallelt med kørselsretningen. Hvert kamerasystem består af 3 sort-hvid digitale kameraer, der er låst til hinanden. De fungerer således som et enkelt farvekamera (figur 4).



Figur 2. Detektions- og sprøjteområder på Banestyrelsens spor-overbygning. Detection and spray area of Danish railway tracks.



Figur 3. Stålkasse med 3 digitale kamerasystemer (WeedEyes) og tilhørende computere. A box containing the three video camera systems (WeedEyes) and computers.

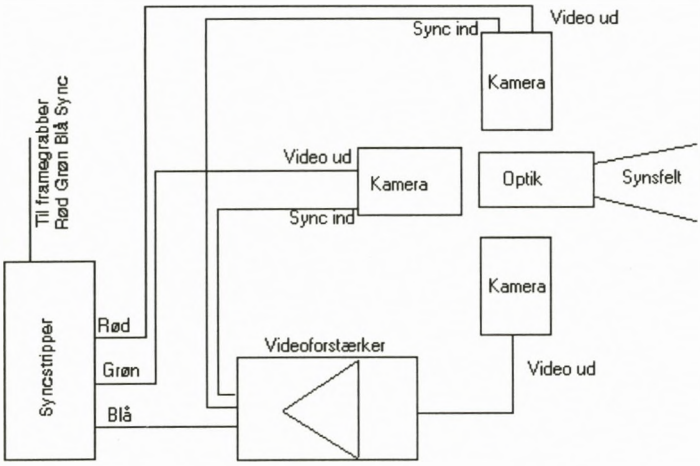
Kamerasystemet (WeedEye) er konstrueret således, at hvert kamera ser igennem specifikke farvefiltre, f.eks. filtre, der kun gennemtrænges af rødt, blåt og infrarødt lys. Ved hjælp af en videoforstærker og syncstripper synkroniseres kameraerne, således at de tilsammen giver samme signal som et RGB farvekamera, hvorved signalet kan behandles som et sædvanligt RGB farvesignal (figur 4). Blot er grønt signal i virkeligheden infrarødt. Herefter behandles billedet ved hjælp af almindelige billedbehandlingsrutiner og -algoritmer.

Hvert kamerasystem er forbundet til en framegrabber med en dedikeret 150 MHz Pentium PC med flashdisk (figur 5). Computeren udregner bladarealet af et defineret synsfelt. De tre kameracomputere sender information om bladareal til front-end computeren, der kombinerer data med positionsangivelser fra en GPS. For hver ønsket afstand registreres gennemsnittet af bladarealet på computerens harddisk i ASCII format. Hvert kamerasystem opdeler områderne i figur 2 yderligere i højre/venstre som ekstra information gennem et konvekst spejl.

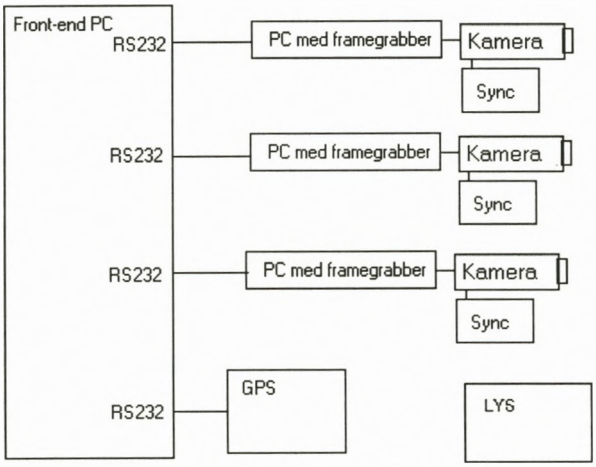
For at kunne fungere uafhængig af lysforhold, er der monteret en halogenlampe for hvert kamerasystem. Halogenlampen udsender et kontinuert spektrum af lys i det synlige og infrarøde spektrum.

WeedEyes detektion af ukrudt blev testet med udplantede hvede og agersennep på 2-4 bladstadiet. Der blev udplantet 189 planter i 9 pletområder for at undersøge, hvor effektivt WeedEye genfinder forskellige mængder af ukrudt (figur 6). Planterne blev kun udplantet i område V på den ene side af overbygningen (figur 2). Afstanden mellem pletterne var ca. 20 meter. Dækningsgraden af planter i % er tilnærmelsesvis proportional med antallet af planter i pletten. Bladarealet af agersennep og hvede blev bestemt ved måling i laboratoriet og var 15-20 cm^2 pr. plante. Det samlede bladareal og den beregnede dækningsgrad af hver plet er vist i tabel 1.

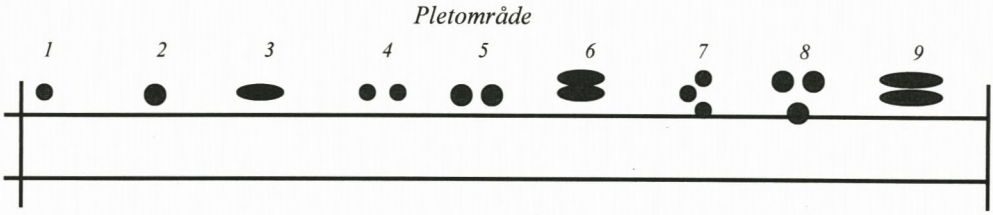
WeedEyes præcision blev testet ved sammenligning af pletternes position bestemt med henholdsvis WeedEye og et DGPS (Differentiel Globalt Positions System) fra Trimble. Sidstnævnte har en nøjagtighed på 1m



Figur 4. Diagram af WeedEye, der består af 3 sort-hvid digitale videokameraer. A diagram of WeedEye that consists of three black and white digital video cameras.



Figur 5. Oversigt over hardware og sammenkobling af 3 kamerasystemer. Diagram of hardware linking three camera systems.



Figur 6. Forsøgsplan til detektion af ukrudt med WeedEye på en 200 m banestrækning. Pletternes indhold af planter er beskrevet i tabel 1. A plan of the detection trials with WeedEye on a 200 m railway track. The weed patches are described in table 1.

Tabel 1. Plantefordeling og målt bladareal i 9 pletområder. Weed plants and measured leaf area of 9 weed patches.

Plet	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Ager-sennep	**4** i 1 plet	**10** i 1 plet		**4** i 1 plet	**10** i 1 plet	**15** i 1 plet	**2 x 4** i 2 pletter	**10** i 1 plet	**30** i 1 plet
Hvede			**15** i 1 plet	**4** i 1 plet	**10** i 1 plet	**15** i 1 plet	**4** i 1 plet	**2 x 10** i 2 pletter	**30** i 1 plet
Bladareal (cm^2)	111	277	293	189	472	708	300	667	1416

Resultater

Positioneringen med GPS-udstyret på WeedEye fungerede som forventet med en usikkerhed på stationære målinger på ca. 30 m. I figur 7 er denne usikkerhed korrigeret ved at definere den første position i øverste venstre hjørne ved hjælp af Trimble udstyret. De efterfølgende målinger er ikke korrigeret yderligere. Resultatet viser, at en serie af målinger under fremkørsel har en langt mindre usikkerhed. WeedEyes positionering er stort set sammenfalden med de mere nøjagtige DGPS målinger med Trimble udstyret. I bunden af figur 7 ses en difference på ca. 5 m. Denne difference kan minimeres ved at korrigere data med referencesignaler fra databaser.

I figur 7 er WeedEyes bestemmelser af % bladareal pr. m^2 vist med 4 symboler ved hjælp af et GIS. Med henblik på overvågning eller kortlægning af vegetationen langs sporarealer er dette en god metode, men det er vanskeligt at vurdere, hvor præcist WeedEye detekterer ukrudt på figuren . I figur 8 er målingerne derfor vist som en funktion af afstanden af den gennemkørte strækning. Bemærk at der er 9 toppe med næsten lige stor afstand imellem toppene, hvilket svarer til de 9 pletter med 20 m afstand (figur 6). Dette resultat viser, at WeedEye genfandt alle pletterne med 45 km t^{-1}.

Sammenhængen imellem beregnet og målt % bladareal i figur 9 viser, at det beregnede % bladareal er større end WeedEyes målinger. Det skyldes, at der i beregningerne i tabel 1 ikke er taget højde for, at især hvede har oprette blade. Den beregnede dækningsgrad er derfor

højere end målingerne med WeedEye. Rapsen har primært udbredte blade, og der er derfor en bedre overensstemmelse imellem resultaterne med WeedEye og den beregnede dækningsgrad. Endvidere ses, at der især er stor forskel på det beregnede og målte % bladareal ved et stort bladareal. Det skyldes formentlig en usikkerhed omkring det areal, der ligger til grund for beregningerne af % bladareal ved den forholdsvis høje hastighed. Yderligere testkørsler med lavere hastigheder er nødvendige for at afgøre dette. Testkørslen viser imidlertid, at WeedEye giver et rimeligt estimat for % bladareal pr. m^2 med en hastighed på 45 km t^{-1}.

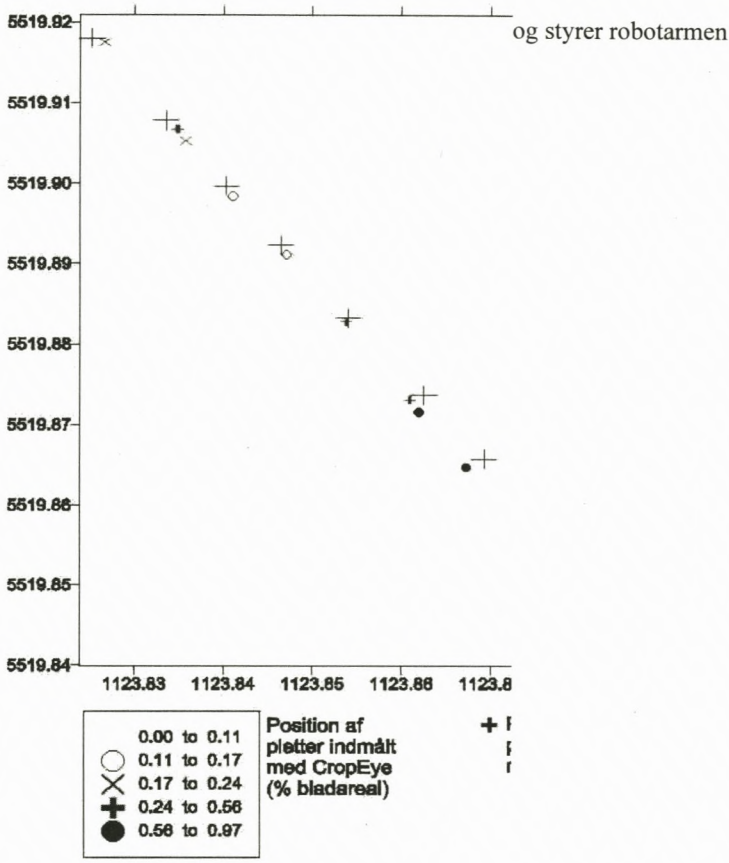
Perspektiver for anvendelse af sensorer og digitale videokameraer

I dag findes der 3 typer af sensorstyrede sprøjter: Detect Spray, WeedSeeker og Bauman Scan-Ray. Alle 3 sprøjtetyper anvender det simple sensorsystem, der kun kan screene for grøn vegetation. Detect Spray og WeedSeeker anvendes primært til totalbekæmpelse af vegetation i stubmarker eller ukrudt mellem rækker i sojabønner og majs. Ved hver dyse er der placeret en sensor, der åbner for dysen, når den passerer grøn vegetation. Bauman Scan-Ray fungerer efter et lidt andet princip, idet sensoren er placeret sådan, at den kun "ser" vegetationen i en vis højde. Bauman Scan-Ray anvendes derfor primært til at bekæmpe ukrudtsarter, der er meget højere end afgrøden. Sprøjterne sælges endnu ikke i Danmark.

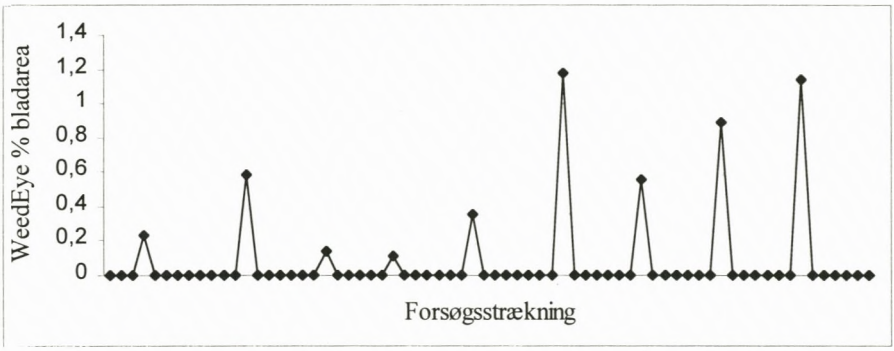
De simple sensorer kræver nøjagtig højdeindstilling, kalibrering til forskellige jordtyper eller fugtighedsforhold og kan p.t. ikke anvendes til at detektere ukrudt i afgrøder. Anvendelsen af digitale kameraer og billedbehandling giver større mulighed for at udvikle mere "intelligent" udstyr. På Banestyrelsens sporarealer ville de simple sensorer umiddelbart kunne opdele og bearbejde hver pixel (billedelement) eller gruppe af pixels i billederne. Et digitalt kamerasystem gør det endvidere muligt at udvikle algoritmer, der løbende justerer billedanalysen til ændringer i skærvernes farve etc. Endvidere er det muligt at diskriminere ukrudtsarter, der har et karakteristisk refleksionsspektrum ved hjælp af billedbehandling.

WeedEye kan også udvikles til moniterings- og kortlægningsformål i landbrugsafgrøder. I princippet kan WeedEye fungere som en telemåler, hvor man integrerer den infrarøde og røde refleksion over et givet areal. Både i Danmark og udlandet findes der mange forsøg og undersøgelser, der viser at forholdet imellem infrarød og rød refleksion giver en præcis beskrivelse af afgrødens fysiologiske tilstand (Christensen *et al.* 1997). På de tidlige vækststadier i afgrøder, før afgrøden dækker for ukrudtet, kan WeedEye anvendes til at bestemme og kortlægge afgrødens tilstand og samtidig detektere og kortlægge ukrudtets dækningsgrad imellem rækkerne ved hjælp af billedbehandling (Bennloch *et al.* 1996).

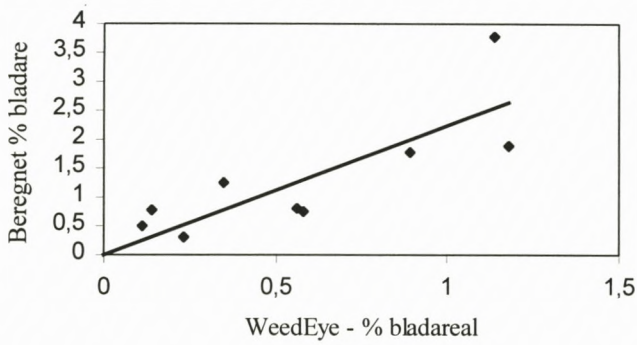
Et andet område, hvor WeedEye har store anvendelsesperspektiver er ved udviklingen af højteknologiske løsninger til ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse. Robotter til ukrudtsbekæmpelse lyder umiddelbart som en fremtidsvision, men måske er det en realitet inden for de nærmeste år i specialafgrøder. Specialafgrøder kan dække omkostningerne til avancerede redskaber, og håndlugning er p.t. den eneste mulighed. CEMAGREF i Frankrig og IVIA i Spanien har udviklet en robot til ukrudtsbekæmpelse i artiskokker. Robotten anvender den nyeste teknologi og er udstyret med videosystem II, der finder ukrudtsplanterne



Figur 7. Resultat af testkørsel med WeedEye afbildet ved hjælp af et GIS. The result of a test run with WeedEye shown with a GIS.



Figur 8. Resultat af testkørsel med WeedEye afbildet 2-dimensionelt. De enkelte toppe kan sammenlignes med henholdsvis figur 6 og tabel 1, således at den venstre top er plet 1 osv. The result of a test run with WeedEye shown in a 2-dimensional diagram. The peaks can be compared with Figure 6 and Table 1, i.e. the first peak at left is peak number one etc.



Figur 9. Sammenhæng mellem beregnet og målt % bladareal pr. m^2. The relationship between estimated and measured % leaf area per m^2.

hen til hver eneste ukrudtsplante. Robotten, der har en arbejdsbredde på 1,6 m, er i første omgang konstrueret til at bekæmpe ukrudt med højspænding, hvilket er en forholdsvis langsom metode. Der kan derfor maksimalt bekæmpes 3 ukrudtsplanter pr. m^2 med en hastighed på 0,8 km t^{-1}. Større ukrudtstætheder kræver en lavere hastighed. Robotten vil også kunne udstyres med skærende eller roterende redskaber, der vil give en større arbejdshastighed.

I rækkeafgrøder kan man reducere forbruget af herbicider betydeligt med båndsprøjtning og radrensning. Silsoe Research Institute i England har udviklet en selvstyrende maskine, der kan køre i en kålmark. Kålplanterne skal være tydelige og stå med tydelig afstand. Maskinen vender automatisk ved enden af rækken og er udstyret med videosystem II, der "husker" hvor langt, der er imellem planterne.

Perspektiverne for anvendelse af højteknologisk udstyr til ukrudtsbekæmpelse afhænger naturligvis af prisen på ny computer-, sensor- og robotteknologi, men disse teknologier bliver stadig billigere og mere avancerede.

Sammendrag

En af de helt store udfordringer i landbruget i de kommende år bliver at udvikle nye redskaber og metoder til ukrudtsbekæmpelse. Inden for de sidste 5-6 år er der udviklet sensorstyrede sprøjter og prototyper på robotter og redskaber til ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse, der styres ved hjælp af digitale videokameraer. I 1997 blev der igangsat et samarbejdsprojekt imellem Banestyrelsen, Danmarks JordbrugsForskning, Flakkebjerg og Hardi International. Formålet var at udvikle et digitalt kamerasytem (WeedEye) og en pletsprøjte, der begrænser kemisk ukrudtsbekæmpelse til de steder på sporarealet, hvor der forekommer grøn vegetation. Resultater af de første testkørsler viser, at WeedEye er i stand til at genfinde små planter med

45 km t^{-1}. Testkørslen viser også, at WeedEye giver et rimeligt estimat for % bladareal pr. m^2 med en hastighed på 45 km t^{-1}. Perspektiver for anvendelse af sensorer og digitale videokameraer til ukrudtsbekæmpelse i landbrugsafgrøder diskuteres.

Erkendtlighed

Banestyrelsen, Miljø har finansieret udviklingen af WeedEye. I den forbindelse takkes miljøchef Ulrik Winge og afdelingsleder Søren Bagge, Banestyrelsen samt agrochef Per Gummer Andersen for et konstruktivt samarbejde.

Litteratur

Andreasen C., Rudemo M. & Sevestre S. 1997. Assesment of weed density at an early stage by use of image processing. *Weed Research* **37**(1), 5 - 14.

Benlloch J.V., Sánchez A., Christensen S. & Walter A.M. 1996. Weed mapping in cereal crops using image analysis tecniques. *AgEng Madrid* 1996, Paper 96G-0.47, 9 pp.

Borregaard T. 1996. Application of imaging spectroscopy and multivariate methods in crop-weed discrimination. Ph.D. Thesis, Department of Agricultural Science, Tåstrup 1996.

Brown R.B., Steckler J.P.G.A. & Anderson G.W. 1994. Remote Sensing for Identification of Weeds in No-Till Corn. *Transactions of the ASAE*, 37(1), 297-302.

Christensen S., Heisel T., Secher B.M.J., Jensen A. & Haahr V. 1997. Spatial variation of pesticide doses adjusted to varying canopy density in cereals. *1st European Conference on Precision Agriculture*, Warwick 8-10 September 1997.

FeltonW.L,, Doss A.F., Nash P.G. & McCloy K.R. 1991 A microprocessor controlled technology to selectively spot spray weeds. *Proceedings ASEA Symposium 1991: Automated agriculture for the 21st century*, 427-432.

Guyer D.E., Miles G.E., Schreiber M.M., Mitchell O.R. & Vanderbilt V.C. 1986. Machine vision and image processing for plant identification. *Trans-ASAE* 29(6), 1500-7.

Petry W. & Kühbauch W. 1989. Automatisierte Unterscheidung von Unkrautarten nach Formparametern mit Hilfe der quantitativen Bildanalyse. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 163, 345-351.

Woebbecke D.M., Meyer G.E., Von Bergen K. & Mortensen D. (1995) Shape features for identifying young weeds using image analysis. *Transactions of ASAE* 38(1), 271-281.

Zhang N. & Chaisattapagon C. 1995. Effective Criteria for Weed Identification in Wheat Fields Using Machine Vision. *Transactions of the ASAE* 38(3), 965-74.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Perspektiver for stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler

Perspectives for site specific application of pesticides

Bo JM Secher
Hardi International A/S
Helgeshøj Allé 38
DK - 2630 Taastrup

Svend Christensen & Torben Heisel
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK - 4200 Slagelse

Summary

Site specific application of fungicides and herbicides has been tested at field level in Denmark. The methodology has shown promising results. Fungicide application maps have been based on detailed observations of disease levels and canopy densities. Significant yield increases were found in 1996. Herbicide application maps have been based on detailed observations of weed species and numbers. 50 % reductions in herbicide use were obtained without effects on yield. Site specific application of pesticides is believed to have a great potential. Some simple decision rules can be applied by farm managers at the present time. Decision rules and data acquisition needs to be simplified and automated to achieve full exploration of the potential. The development of sensor-based monitoring is essential as is the development of a proper infrastructure so the advisory chain can handle georeferenced data.

Indledning

Anvendelsen af positioneringssystemer i landbruget har taget fart i de seneste år. Fra at være luftig fremtidsnak, er positionering taget i praktisk anvendelse i forbindelse med udbyttemåling, og på forsøgsstadiet gøres de første erfaringer med tildeling af hjælpestoffer. Kortlægning af udbytter foretages på flere hundrede landbrug i DK og det nødvendige udstyr til dette formål er monteret på godt 1/3 af nysolgte mejetærskere. Udbyttekortlægning er således trivielt. I de kommende år vil et relativt stort antal landmænd have indsamlet data, gjort egne erfaringer og være rede til at benytte teknikken i forbindelse med tildeling af hjælpestoffer. HARDI INTERNATIONAL har i 1997 udviklet en sprøjtecomputer, der sammen med DGPS-traktorterminaler gør det muligt at udbringe variabel dosering i forhold til et i forvejen udarbejdet tildelingskort. Danmarks JordbrugsForskning har arbejdet med udvikling af metoder og afprøvning i forbindelse med både ukrudts- og svampebekæmpelse. Senest i et Renere teknologiprojekt sammen med HARDI INTERNATIONAL, Dronningborg Industries og Næsgård/Agrologisk. Selvom der endnu ikke er udviklet egentlige

beslutningsstøttesystemer for beregning af tildelingskort, tegner der sig dog et billede af at stedbestemt tildeling kan føre til en mere målrettet og præcis anvendelse af plantebeskyttelsesmidler. Dette vil formodentlig give mulighed for at reducere den samlede anvendelse af plantebeskyttelsesmidler samt sikre høje udbytter.

Erfaringer fra forsøg

Forsøg med stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler har været gennemført i DK og i udlandet. Specielt i Danmark er der gennemført undersøgelser for at dokumentere metodens lønsomhed. I forbindelse med ukrudtsbekæmpelse er der anlagt vedvarende forsøg for også at kunne dokumentere langtidseffekter.

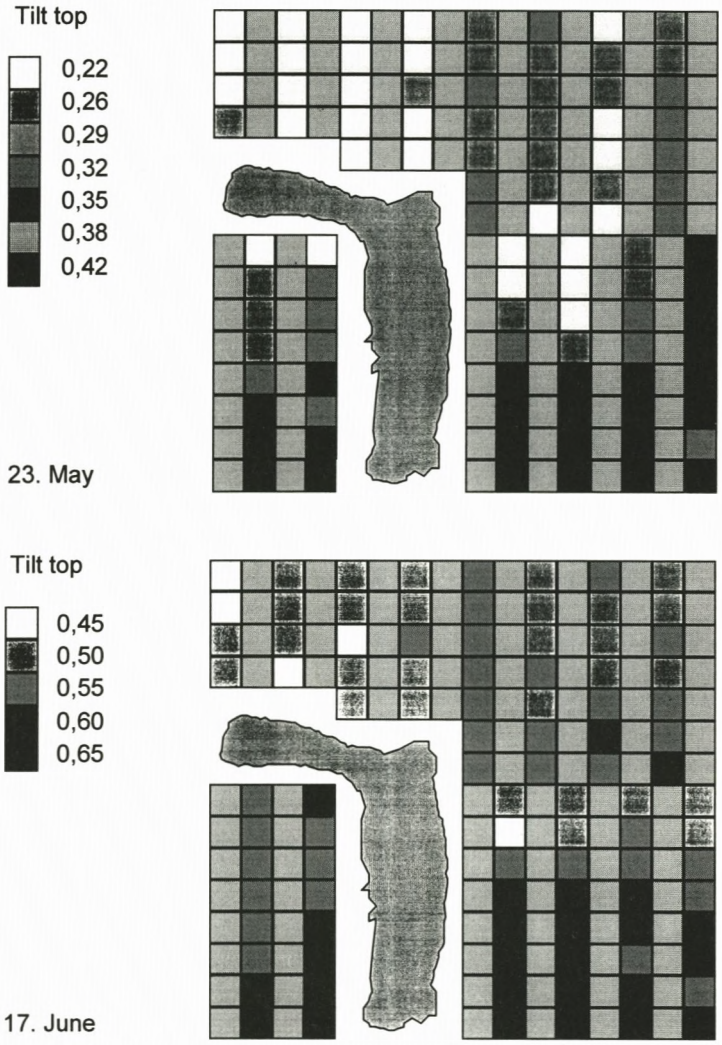
Sygdomme

Det er kendt, at der er stor variation i forekomsten af sygdomme i marker Bjerre *et al.* (1998). Danmarks JordbrugsForskning og HARDI INTERNATIONAL gennemførte i 1996 et forsøg i vinterhvede med henblik på at undersøge værdien af en stedbestemt tildeling af svampemidler. Forsøget er beskrevet af Secher (1997). I en mark med vinterhvede blev 186 felter á 12x12 meter behandlet henholdsvis stedbestemt og konventionelt som angivet af PC-Planteværn. Doseringen i de stedbestemte felter blev fastlagt ved at anvende PC-Planteværn på registreringer i hvert enkelt felt samt efterfølgende justere den foreslåede dosering i forhold til afgrødetæthed. Der blev udløst to behandlinger primært forårsaget af meldug. De to behandlinger er vist i figur 1 og høstudbytter i tabel 1.

Tabel 1. Høstudbytter fra forsøg med stedbestemt svampebekæmpelse i vinterhvede Secher 1997). Yields from a field trial with site specific disease control in winter wheat (Secher 1997)

	Behandlingsindeks *Treatment frequency index*			**Udbytte i hkg/ha**
			Gennemsnit	
	Minimum	Maximum	**Average**	Yield in hkg/ha
Normal tildeling *Conventional treatment*	-	-	0,84	70,9
Stedbestemt tildeling *Site specific treatment*	0,67	1,02	0,84	73,9 *

Som det fremgår af tabellen, har stedbestemt tildeling i dette forsøg givet et merudbytte på 3 hkg. En gentagelse af forsøget i 1997 har ikke givet samme udbytte forskelle, primært på grund af meget lave sygdomsforekomster.



Figur 1. Tildelingskort fra forsøg med stedbestemt svampebekæmpelse i vinterhvede (Secher 1997). Application maps from a field trial with site specific disease control in winter wheat (Secher 1997).

Der var tydeligt det samme mønster i sygdomsangrebets størrelse igennem hele vækstperioden, helt frem til en sen opgørelse midt i juli..

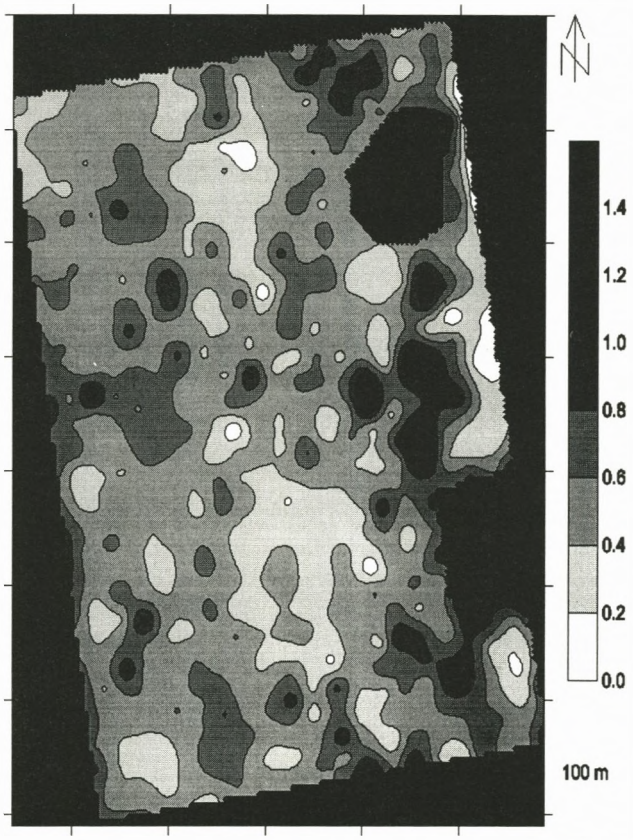
Sygdomsangrebets størrelse og afgrødens tæthed er formodentlig de vigtigste faktorer i forbindelse med fastlæggelse af doseringer for svampemidler. Sygdomsangrebets størrelse indgår allerede i dag som en vigtig del af beregninger i beslutningsstøttesystemet PC-Planteværn, om end doseringerne her kun beregnes på markniveau. Igangværende undersøgelser ved Danmarks JordbrugsForskning (Bjerre *et al.* 1998) sigter på at opstille modeller for beregning af sygdomsvariation, så tidskrævende observationer kan undgås. Afgrødens bladareal har stor betydning for den resulterende koncentration af aktivstoffer på bladoverfladen, og dermed for effekten på evt. sygdomme (Secher 1998).

HARDI INTERNATIONAL har i 1997 gennemført afprøvninger på lokaliteter i Danmark og England. Disse afprøvninger havde primært til formål at afprøve den anvendte teknologi og blev gennemført uden udbyttemålinger. På baggrund af udbyttekort, markobservationer og driftslederens kendskab til arealet blev doseringskort udarbejdet, således at doseringer blev afpasset forventninger til afgrødetæthed og sygdomsangreb. Det var i disse tilfælde muligt at lave doseringskort der tilfredsstillede de involverede driftslederes forventninger. En driftsleder i England besluttede at reducere tildelingen af svampemiddel med 10 procent idet han forventede en bedre udnyttelse af midlerne ved den stedbestemte tildeling.

Ukrudt

Forsøg gennemført i de sidste 2 år af Danmarks JordbrugsForskning har vist at herbiciddoseringen med fordel kan varieres efter variationen i ukrudtstrykket. Man har opbygget en model for beregning af doseringskort, baseret på oplysninger om forekommende ukrudtsarter og forventninger til udbytte (Christensen *et al.* 1996). I figur 2 er vist et eksempel på et doseringskort for herbicider baseret på disse faktorer. Afprøvning af metoden i et antal marker i 1996 og 1997 har samstemmende dokumenteret en reduktion i den anvendte mængde herbicider på ca. 50 procent sammenlignet med doseringer anbefalet af PC-Planteværn, uden en samtidig udbyttenedgang (Heisel *et al.* 1997).

Doseringskort er i dag baseret på en meget arbejdskrævende monitering af forekommende arter og antal. Igangværende forskning sigter på at forenkle disse metoder (Heisel & Christensen 1998) og på længere sigt vil sådanne kunne understøttes af sensor-baserede registreringer (Christensen & Heisel 1997, Sudduth *et al.* 1997).



Figur 2. Eksempel på doseringskort baseret på en model for ukrudtets potentielle effekt på afgrødens udbytte (fra Heisel & Christensen 1998). Herbicide application map based on a model estimating the potential crop yield loss (from Heisel & Christensen 1998)

Tekniske muligheder for stedbestemt tildeling

Der findes i dag primært fire principper, der er i anvendelse i forbindelse med udførsel af stedbestemt tildeling.

Den meste enkle - til og fra kobling af sprøjten - praktiseres i forbindelse med pletbehandling af f.eks. tidsler eller flyvehavre, hvor sprøjten blot sluttes til når ukrudtsplagede områder passeres. Stedbestemt varieret dosering kan udføres ved hjælp af en trykjustering under kørsel, ved direkte injektion eller ved at blande indholdet fra flere tanke.

Justering af den udsprøjtede volumenmængde ved hjælp af regulering af sprøjtetryk (og fremkørselshastighed) er ligeledes enkel, idet den anvendte teknologi bygger på almindeligt kendte og afprøvede komponenter. Doseringsintervallet er begrænset til +/- 25 procent omkring en middelværdi, idet meget høje eller lave tryk vil medføre uhensigtsmæssige dråbestørrelser. Doseringsintervallet kan øges til +/- 40 procent ved at anvende en

luftassisteret sprøjte, idet luftassistancen øger afsætningen af de små dråber. Intervallet kan ligeledes øges ved at udbygge sprøjten med flere dyser på sprøjtebommen, således at den ønskede volumenmængde kan udsprøjtes med en eller flere dyser, der enkeltvis eller kombineret korresponderer med den ønskede volumenmængde.

Direkte injektion af sprøjtemiddel i væskestrømmen giver mulighed for ubegrænset doseringsinterval, ligesom metoden, med flere parallelt monterede pumper, kan tildele flere forskellige aktivstoffer samtidigt. Udstyret er dog kostbart, og teknisk kompliceret, ligesom der må kompenseres for den forsinkelse det tager for en ændret dosering at nå de enkelte dyser.

En mellemting kan opnås ved at montere flere tanke og bomrør på sprøjten. Derved kan op til to midler udsprøjtes uafhængigt med en teknologi der er kendt og afprøvet.

Den udsprøjtede dosering styres af sprøjtens jobcomputer. Den sidder enten på sprøjten, eller kan have form af en sprøjtecomputer i traktorens førerhus. Sprøjtecomputeren vil være forbundet med en DGPS terminal der kan aflæse den aktuelle dosering i forhold til traktorens position i marken. Tilldelingskortet laves i forvejen baseret på f.eks. et udbyttekort fra marken. HARDI har i 1997 tilpasset sprøjtecomputeren HARDI Pilot 3880 så den er istand til at modtage doseringer fra gængse DGPS traktorterminaler. P.t. kan der læses fra Dronningborg/MF Fieldstar og CLAAS ACT, men koblinger til andre terminaler er under udvikling.

Diskussion

Enkle principper kan implementeres i dag

Stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler har i forsøg og marktests vist positive resultater med mulige besparelser i pesticidanvendelse eller øget udbytte til følge. I de hidtil gennemførte forsøg er behandlinger baseret på en meget detaljeret og for praksis uacceptabel registrering. På trods af at ukrudtskort er rimelig konstante og kan afskrives over fem år. I nogle marktests er tildelingskort baseret på en relativt enkel registrering samt driftslederens erfaringer samt udbytte- eller afgrødetæthedskort. Driftsledere der har målt udbytter i nogle år, og som er ivrige efter at udnytte den nye teknologi, vil formodentlig kunne komme i gang ved at anvende disse enkle principper. Udarbejdelsen af et doseringskort kan følge nedenstående 3 trin:

1. Fastlæggelse af en gennemsnitsdosering for hele arealet. Det vil typisk være den dosering der alligevel skulle være anvendt, evt. reduceret 10-15 procent p.g.a. en forventet bedre fordeling i forhold til behov.
2. Justering af gennemsnitsdoseringen i forhold til afgrødetæthed. Findes der ikke et kort over afgrødetæthed, kan et forsigtigt estimat opnås ved hjælp af tidligere års udbyttekort. I forbindelse med svampebehandlinger øges doseringer hvor afgrøden er tæt (og sænkes hvor den forventes åben) for at tilstræbe en ensartet koncentration på bladoverfladen. I

forbindelse med ukrudtsbehandlinger sænkes doseringen hvor afgrøden er tæt (og øges hvor den er åben) idet der forventes en øget konkurrence fra den tætte afgrøde.

3. Justering af doseringer i forhold til driftslederens erfaringer. Doseringen hæves i problemområder og sænkes i områder hvor der erfaringsvis ikke er problemer.

Kostbart og komplekst udstyr, samt meget store datamængder der skal bearbejdes på kort tid vanskeliggør at doseringer kan justeres simultant under kørslen baseret på f.eks. opmåling af afgrødetæthed. Det er derfor sandsynligt at stedbestemt plantebeskyttelse i den nærmeste fremtid vil være baseret på tildelingskort udarbejdet i forvejen.

Behov for en ny infrastruktur

En succesrig udviklingen af stedbestemte dyrkningsformer forudsætter opbygning af en helt ny infrastruktur for rådgivning og driftsledelse. En infrastruktur som langtfra er på plads. Databehandling, registrering og planlægning vil i fremtiden blive udført med geodætiske referencer. Udveksling af data skal derfor tilpasses dette. Nogle få bedrifter er i færd med at opbygge databaser med tidligere års udbyttekort. Disse kort er en vigtig kilde til at forstå de enkelte markers variation. Men for at systemet fungerer, vil det være nødvendigt at registrere tildelingskort på samme måde som udbyttekort, samt at jordprøver, planteanalyser og evt. satellit-, flyoptagelser- eller redskabsmonterede sensorer kan monitere afgrødestatus og afgrødetæthed. I Australien og USA ses en udvikling hvor markkort i stigende grad formidles til de enkelte driftsledere, og hvor det er en konkurrenceparameter blandt rådgivere og maskinstationer at kunne tilbyde dette.

Fremtidig udvikling

Fremtidens stedbestemte tildeling vil i høj grad blive baseret på automatiserede registreringer og modelberegnede doseringskort. Sensorer der er under udvikling til måling af plantemasse eller ukrudtsdækning vil finde en naturlig anvendelse. Enten monteret direkte på redskaber eller i form af servicetilbud fra konsulenter eller specielle firmaer fokuseret på dette. Håndteringen af data med georeferencer vil blive en naturlig og integreret del af rådgivningsarbejdet.

Behov for forskning og udvikling

Der er i dag en række uafklarede spørgsmål som kræver fortsat forskning og udvikling. Vigtigst er nok udviklingen af enkle registreringsmetoder kombineret med modeller for beregning af skadevoldernes variation på arealet baseret på konstante faktorer som ikke skal registreres hvert år.

Ligeledes vigtig er udviklingen af gode værktøjer til at tolke udbyttekort. Især i forbindelse med at bruge disse til at estimere afgrødetætheder på arealet. Koblet med vejrdata, kan tidligere års udbyttekort formodentlig anvendes til at give et godt bud på den aktuelle og kommende afgrødetæthed.

Udviklingen af sensor-baserede metoder til bestemmelse af ukrudtsdække, ukrudtsarter og afgrødetæthed kan indgå som en betydelig forenkling af registreringsarbejdet.

Endelig vil opstilling af modeller for doseringsberegning og opbygning af egentlige beslutningsstøttesystemer være et vigtigt skridt for at sikre at doseringskort er baseret på et fagligt og objektivt grundlag.

Konklusion

Stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler er stadig i sin vorden. Som det kan være vanskeligt at kende en maratonløber på barnets forsigtige skridt, således er det også vanskeligt på dette tidspunkt at dokumentere en nyttig teknologi. Der er dog megen logik i tankegangen for stedbestemt dyrkning - hundrede af år tilbage blev det end ikke diskuteret at dyrkning skulle ske baseret på den enkelte jordlods præmisser.

De indtil videre gennemførte undersøgelser bekræfter at stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler kan føre til en mere målrettet og effektiv udnyttelse af de anvendte midler. Dette kan udnyttes til at reducere den samlede anvendelse til gavn for både miljø og udbytte. Det er sandsynligt at stedbestemt tildeling kan føre til et helt nyt koncept for dosering af plantebeskyttelsesmidler - dosering i forhold til afgrødemasse frem for den idag gældende praksis - dosering i forhold jordarealet under afgrøden.

En vigtig forudsætning for metodens fremtidige udvikling vil være opbygning af det nødvendige videngrundlag for udarbejdelse af vel underbyggede doseringskort. Herunder udvikling af sensor-baserede metoder for dataindsamling, forenklede registreringsmetoder samt en grundig dokumentation for metodens lønsomhed.

Stedbestemt tildeling af plantebeskyttelsesmidler kan sammen med andre elementer af integrerede dyrkningsformer vise sig at være et af de redskaber, der vil gøre det muligt at bevare muligheden for at bruge plantebeskyttelsesmidler i dansk landbrug.

Litteratur

Bjerre, K.D., Jørgensen, L.N. & Secher, B.J.M. 1998. Sygdomskort og positionsbestemt fungicidanvendelse. 15. Danske Planteværnskonference 1998.

Christensen, S. & Heisel, T. 1997. Præcisionsdyrkning - Udviklingen i Danmark. SLU rapport 48. 111-115.

Christensen, S., Heisel, T. & Walther, A.M. 1996. Patch spraying in cereals. In: Proceedings of the Second International Weed Control Congress. 963-968.

Christensen, S., Heisel, T. & Secher, B.J.M. 1997. Spatial variation of pesticide doses adjusted to varying canopy density in cereals. In: Proceedings of the first European Conference on Precision Agriculture, Warwick, UK. 211-218.

Heisel, T., Christensen, S.,. & Walther, A.M.. 1997. Validation of weed patch spraying in spring barley - preliminary trial. In: Proceedings of the first European Conference on Precision Agriculture, Warwick, UK. 879-886.

Heisel, T. og Christensen, S. 1998. Ukrudtskort og pletsprøjtning. 15. Danske Planteværns-konference 1998.

Secher, B.J.M. 1997. Site specific control of diseases in winter wheat. Aspects of Applied Biology 48: 57-64.

Secher, B.J.M. 1998. Justering af dosering i forhold til afgrødetæthed - et nyt koncept for dosering af svampe- og insektmidler. 15. Danske Planteværns-konference 1998.

Sudduth, K.A., Hummel, J.W. & Birrell, S.J., 1997. Sensors for Site-Specific Management. In "The Site-Specific Management for Agricultural Systems", ASA-CSSA-SSSA, 677S. Pp 183-210

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme/skadedyr, havebrug

PC-varsling af knoporm (*Agrotis segetum*) i økologiske grønsager, baseret på fældefangst og data indsamlet ved anvendelse af HARDI KLIMASPYD®

PC forecasting model for Cutworm (*Agrotis segetum*) in organic farming, based on sex trap catches and data collected with HARDI METPOLE®

Mikkel S. Nilars
Application Technology Group
HARDI INTERNATIONAL A/S
Helgeshøj Allé 38
DK-2630 Taastrup

Peter Esbjerg
Institut for Økologi og molykolærbiologi
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Bülowsvej 13
DK-1870 Frederiksberg C

Summary

During the last years a forecasting model for cutworm (*Agrotis segetum*) has been developed. With this model is it possible to calculate on what time the larvae change from one larval instar to the next. The data needed for this calculation is the amount of male moth (found by catching male moths in sex traps), soil temperature and precipitation. The model is based on the principle of day degrees (DD). Each larval instar needs a specific amount of DD to develop and change to the next instar. In organic farming is it possible to kill the cutworm by irrigation or by a virus treatment. These two treatments have to be done in larval instar 1 or 2 to be effective. It is therefore essential to know exactly when the larvae is in those instars.

HARDI has now made a PC model, based on the original model. The PC model gets soil temperature and precipitation from a HARDI METPOLE placed in the field. The grower then have to type in the sex trap catches of male moths and then the PC can do all the calculations. The results of the PC calculations a presented as graphical and table pictures and it is possible to see when a treatment is needed.

Indledning

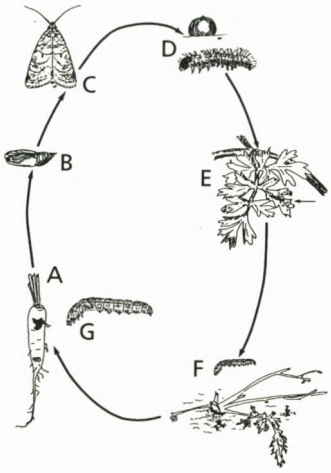
Knoporme er fællesbetegnelse for larver af jordugler, der hører til natsommerfuglene. I Danmark er den eneste vigtige skadegører ageruglen (*agrotis segetum*). Ageruglen kan i praksis angribe næsten alle slags afgrøder, men den største skade opstår i rodafgrøder i rækker. Variationen i angreb er meget stor fra år til år, det er derfor vanskeligt at forudsige størrelsen af angreb, og dermed tab som følge af knopormeangreb.

Figur 1 viser ageruglens (*agrotis segetum*) livscyklus. Den omfatter: Voksenstadium, æg, 6 larvestadier (L_1 - L_6, idet L_1 står for første larvestadium, L_2 for andet osv.) og puppe. Udviklingen og overlevelsen af især de 2 første larvestadier er ekstremt afhængig af

DJF-rapport nr. 3 (1998),183-192

temperatur og fugtighed i jorden. Det er temperatur og jordfugt som betinger de store variationer fra år til år. L_1 og L_2 lever i den øverste ½ cm. af jorden, bortset fra 2-3 daglige ædeperioder, af ca. 1 times varighed, hvor laverne vandrer op på planten for at spise af bladene. Larverne kræver en tør og varm jord, for at kunne leve der. Er jorden fugtig forbliver larverne på planten. Dette medfører stress, og jo længere fugtighedsperioder jo flere døde larver. I L_3 og L_4 ændres adfærden. Larverne forbliver nu ved jorden, hvor de æder af basis på stilkene. Symptomerne herpå er væltede blade (heraf det engelske navn: Cutworm). L_3 og L_4 æder fortrinsvis i morgentimerne. Adfærden ændres igen i L_5 og L_6, hvor den egentlige skade sker ved, at larverne æder store huller i rødderne.

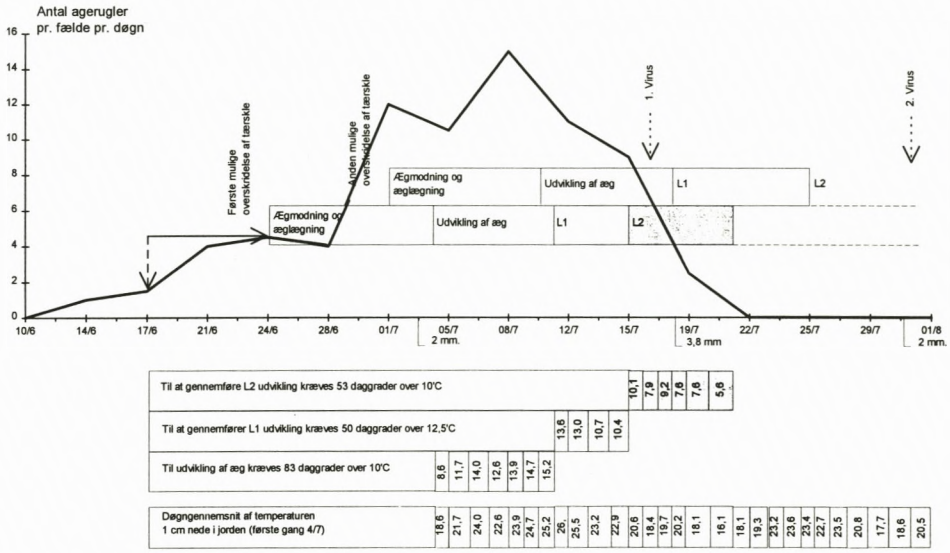
Bekæmpelse af knoporm (*agrotis segetum*), i økologisk jordbrug, kan ske på to måder: 1. Vanding, hvorved jorden holdes fugtig over en længere periode. og 2. Sprøjtning med et viruspræperat. Begge metoder er mest effektive, når larverne er i stadium L_1 og L_2. Da larverne er svære at erkende, før stadierne L_3 og L_4, hvor de synlige symptomer opstår, bruges fangst af ageruglehanner i feromonfælder. Fælderne består af et fældehus, med en limbund og en duftkapsel med det hunlige duftstof, feromon. Ageruglehannerne tiltrækkes af duften, og fanges på fælden. Fangsten bruges som et udtryk for paringsintensiteten og dermed som et udtryk for den potentielle angrebsrisiko.



Figur 1. Ageruglens livscyklus. A: Overvintringen finder sted som fuldvoksne larver. B: Forpupningen sker om foråret i 2-4 cm. dybde . C: De voksne agerugler klækker fra pupperne, normalt fra slutningen af maj. D: Tidspunktet for æglægning og æggenes klækning varierer meget fra år til år. E: De første 2 lavestadier lever af bladene (rudegnav). F: De 2 mellemste larvestadier angriber basis af bladstilkene (væltede blade). G: De 2 sidste larvestadier forvolder den egentlige skade, ved at æde dybe huller i rødderne. Life cycle of Cutworm (*agrotis segetum*). Figure 1. A: The fully grown larvae overwinter. B: Pupation occurs in the spring at 2-4 cm. depth. C: The adult moths appear normally from late May. D: The ovipositional period and egg hacking varies strongly between years. E: Larval instar 1 and 2 feed on leaves leaving tiny window pain symptoms. F: 3. and 4. Larval instars cut the leaf stalks. G: Larval instar 5 and 6 cause the significant damage by eating deep holes in the roots (Esbjerg et al. 1995).

Model for varsling af knoporme

Esbjerg et.al. (1995 og 1996a) beskriver en model der angiver fremkomsten af de forskellige æg- og larvestadier. En betingelse for at modellen kan bruges er, at der opsættes fælder ca. 20 maj til ca. 25 juli. Og at der i den periode tælles regelmæssigt 2-3 gange om ugen. Desuden



Figur 2. Kurve over fangster af agerugler (*Agrotis segetum*) i fælder, der tømmes 2 gange pr. uge. Kasserne angiver de tidsmæssige placeringer af ægudvikling, L_1 og L_2. Nederst i figuren er vist beregninger af udviklingsforløbet. De viste tidsforløb er beregnet efter det såkaldte graddage-princip. Det bygger på, at hver stadium (f.eks. æg) for at gennemføres kræver en bestemt varmemængde over en bestemt basistemperatur. Agerugleæg kræver eksempelvis, at der skal tilføres 83 graddage over 10°C, før der kan komme larver ud. Graddageværdien for det enkeltedøgn for det enkelte døgn er lig middeltemperaturen (beregnet i praksis som maksimum + minimum divideret med 2). Dvs., at 1 døgn, der som 10. Juli, har en middeltemperatur på 25,2°C har graddage-værdien 25,2 - 10 = 15,2 for agerugleæg. 4. juli giver med 18,6°C middeltemperatur kun 8,6 graddage, og man kan se, at ved denne lave temperatur, tager det 10 døgn at få laver ud af æggene, mens det kun vil tage lige godt 5 døgn ved den høje værdi (som 10. juli).

I talrubrikkerne er angivet de enkelte døgns graddage-værdier for relevante stadier baseret på jorden middeltemperatur. Som det fremgår af de deraf sammenlagte graddage-værdier, er der lidt overskud for æggene (90,7 graddage mod 83 graddage som krævet), mens der er lidt underskud for L_1. I praksis udligner disse småskævheder hinanden, og L_1 vil afsluttes som angivet. Dette tidspunkt er vigtigt at kende, fordi L_1 har den maksimale følsomhed for virus, og L_2 er følsom de første dage. Derfor skal bekæmpelse sættes ind på overgangsfasen mellem L_1 og L_2. Med dette kendskab kan man afgøre om kulde og fugt sætter ind på de bedste tidspunkter, så naturen selv ordner problemet. Figure 2. Graphical presentation of the average catch of *Agrotis segetum* males (number/trap/24 hours) in sex traps being checked

twice a week. The upper boxes show the durations of oviposition and development of eggs, L_1 and L_2 and below is shown the calculation days according to the principle of day degrees (DD) and with the daily temperatures shown in bottom box. The principle of DD's is that the development through each life stage requires a certain input of energy in the form of heat above specific threshold. (The DD value for a specific instar of 24 hours is calculated as: (the maximum plus the minimum) divided by 2 minus the threshold of that instar. (A better mean temperature would be obtained by taking 24 hourly measurements and dividing by 24)). For example a day like 10. July with a mean temperature of 25.2°C has a DD value for *A. segetum* eggs of 25.2 - 10 = 15.2 DD. A day like 4. July with a mean temperature of only 18.6°C accounts for only 8.6 DD for eggs. This illustrates why it may take 10 days for small cutworms to appear at 18.6°C ongoingly and only 5 days at higher temperatures.

In the examples of calculations in mid boxes it appears to the right which amount of DD's each day accounts for a particular instar and which sum is reached. In the case of eggs the sum is 90.7 DD. This is slightly higher than the required 83 DD but it is counterbalanced by slightly too low values for L_1 and L_2, and in practice such minor faults will level out each others. The calculated finalyzation of L_1 is important because this instar is very sensitive to virus and irrigation and this sensitivity is still high a few more days. Treatment shall if necessary be carried out at the change between these two instars, and whether it is necessary may be concluded from the amount of precipitation and the temperature level during L_1. Cold and humid weather may already have solved the potential problem (Esbjerg et al. 1995).

I Esbjerg et al. (1996b) beskrives, hvordan temperatur- og nedbørsforhold spiller ind i knopormenes udvikling og mortalitet, udmøntet i et sæt tærskelværdier for bekæmpelse. Fangst af over 3 agerugler pr. fælde pr. døgn i gennemsnit over mindst en uge, indikerer at en bekæmpelsen kan blive nødvendig. Risikoens størrelse afhænger af temperatur og nedbør i de to yngste larvestadier (L_1 og L_2). I tabel 1 er vist korrigerede tærskler for temperatur og nedbør. Disse korrektioner træder i stedet for den oprindelige tærskelværdi. Temperaturerne er gennemsnitstemperaturer for hver periode.

Tabel 1. Korrektion af tærskelværdier. Table 1. Correction of threshold values. (efter Esbjerg et al., 1996b).

L_1 (vejrobservation)	L_2 (vejrobservation)	Tærskelværdi (fangst)
24°C og tørt	24°C og tørt	3
24°C og tørt	20 - 23°C og tørt	4
19°C og tørt	19°C og tørt	5
19°C og tørt (hvis jorden er fugtig, når L_1 kommer frem, pga. nedbør sidst i ægperioden	19°C og tørt	6
19°C, men 2 nedbørsdage med mindst 3 mm. hver.	19°C og tørt	8 (let jord)
		10 (svær jord)
19°C, men 2 nedbørsdage med mindst 3 mm. hver.	19°C, men 2 nedbørsdage med mindst 3 mm. hver.	12 (let jord)
		14 (svær jord)
17°C og tørt	17°C og tørt	10 (let og svær jord)
17°C og tørt	16°C og tørt	12 (let og svær jord)
16°C og tørt	17°C og tørt	12 (let og svær jord)
16°C og tørt	16°C og tørt	14 (let og svær jord)
For hver nedbørsdag med mindst 3 mm.		+2 (let jord)
		+3 (svær jord)
15°C og derunder eller ved mere end 20 mm. nedbør ugentligt, fordelt på mindst 3 dage i hele L_1 + L_2 perioden		Ingen risiko

Som det ses i tabel 1 er kulde og fugt (i form af nedbør eller vanding) stærkt begrænsende for knopormens udvikling. Nedbøren/vandingen har størst effekt, hvis den fordeles over en periode, da det stresser larverne mest. Det er derfor mere effektivt at vande ofte med små mængder end at give en stor vandmængde på en gang.

HARDI Knoporme model

HARDI's knoporme-model tager udgangspunkt i modellen beskrevet af Esbjerg et al. (1995 og 1996a) og korrigerer efter Esbjerg et al. (1996b). Dog præciseres sætningen "hvis jorden er fugtig når L_1 kommer frem, pga. nedbør sidst i ægperioden" til "hvis der inden for de sidste 5 døgn i ægperioden har været min. 3 våde dage" (en dag er våd, hvis der er faldet mindst 3 mm. regn).

Indgangsparametrene til modellen er: Fangster, antal våde dage, temperatur (måles som døgngennemsnit af hele den undersøgte periode) og temperatursummer (måles som summen af døgngennemsnittene over de berørte dage. Herudfra regnes følgende parametre (Anbo, 1997):

1. Fangst pr. dag ved kuldets start (kun for 3 eller derover).
2. Gennemsnitstemperatur i larveperioden L_1.
3. Antal våde dage i larveperioden L_1.
4. Gennemsnitstemperatur i larveperioden L_2.
5. Antal våde dage i larveperioden L_2.
6. Antal våde dage de sidste 10 dage i ægperioden.

Dataene måles i marken med et HARDI KLIMASPYD. Temperaturen måles i jorden i 10 cm. dybde og nedbør måles med en regnmåler, placeret i ca. 1 m. højde. Let jord defineres som ≤ JB 4 og svær jord som ≥ JB 4. Der er mulighed for at indtaste en vejrprognose (bestående af temperatur og nedbør), så programmet kan regne frem i tiden og det bliver muligt at se hvornår en evt. behandling bør placeres.

Ud fra ovenstående udregnes en den sluttelige tærskelværdi, der repræsenterer en uges fangst over den laveste tærskel. Hvis den sluttelige tærskel ≤ fangstværdien for den pågældende uge, udløses behandlingsvarsel og i modsat fald droppes denne uge, og man går videre med den næste uge.

Der startes en udregning af et nyt "kuld" knoporme hver gang der har været en periode, af en uges varighed, med et gennemsnit på 3 eller flere fangne ageruglehanner pr. døgn (der startes forfra, hver gang beregningerne af et "kuld" startes).

Beregningerne præsenteres som en række vandrette bjælker, en for hvert "kuld", hvor æg- og larvestadierne har hver deres farve. Ved et knaptryk kan datoerne for stadierne kaldes frem i tabel form. I denne tabel kan avleren se, hvornår en behandling vil være effektiv. Som en hjælp kan avleren kalde et "ekspertråd" frem, der fortæller ham hvilke behandlinger der er mulige. Hvis avleren bestemmer sig for en behandling, kan en indtastningsmenu vælges. I denne menu skal indtastes data for behandlingen (dato, L. vand/ha, dosering, behandlingstype

(vanding, virus eller kemi), antal dage midlet har effekt i marken samt en forklaringstekst). Når avleren har indtastet sin behandling, beregner han dataene for marken igen, og alle de "kuld" behandlingen er effektiv over for, markeres som en hvid søjle resten af sæsonen.

Det er muligt at få følgende udskrifter fra programmet:

1. Indtastede fangster.
2. Figur med bjælker.
3. Tabel med datoer for larvestadier.
4. Ekspertråd.
5. Sprøjterapport, med samtlige indtastede behandlinger.

Sprøjterapporten er taget med, så avleren senere har dokumentation for hvad han har gjort i marken. I tillæg her til kan man skrive vejrdataene ud fra KLIMASPYD programmet og sammenholde dem med resultatet. På den måde har man en god baggrund for at evaluere behandlingerne.

Resultat

For at teste HARDI's knopormemodel, er der foretaget sammenligninger af PC-udregninger og "hånd" udregninger ud fra modellen (Esbjerg 1995, 1996a og 1996b). Fangster og klimaspyddata stammer fra to avlere på Samsø (Raun, 1998). Klimaspyd og fælder har været placeret i rødbedemarker i vækstsæsonen 1997. I tabel 2 og 3 ses fangster for de to avlere.

Tabel 2: Fangster for avler nr.: 1182. Table 2: Sex trap catch for grower no: 1182 (Raun 1998).

Afgrøde: Rødbede		Jordtype:
Avlernr: 1182		JB2
Dato		
Fra	Til	Gns/fld/dag
	23-05-97	0,00
23-05-97	26-05-97	0,44
26-05-97	29-05-97	0,56
29-05-97	02-06-97	0,83
02-06-97	05-06-97	0,44
05-06-97	09-06-97	0,00
09-06-97	12-06-97	1,89
12-06-97	16-06-97	2,08
16-06-97	19-06-97	4,89
19-06-97	23-06-97	3,42
23-06-97	26-06-97	3,33
26-06-97	30-06-97	2,83
30-06-97	03-07-97	5,67
03-07-97	07-07-97	0,92
07-07-97	10-07-97	1,33
10-07-97	14-07-97	2,17
14-07-97	17-07-97	2,00
17-07-97	21-07-97	2,42

Tabel 3: Fangster for avler nr.: 1295. Table 3: Sex trap catch for grower no: 1295 (Raun 1998).

Afgrøde: Rødbede		Jordtype:
Avlernr: 1295		JB2
Dato		
Fra	Til	Gns/fld/dag
	30-05-97	0,00
29-05-97	02-06-97	1,00
02-06-97	05-06-97	2,11
05-06-97	09-06-97	1,17
09-06-97	12-06-97	3,22
12-06-97	16-06-97	4,00
16-06-97	19-06-97	2,78
19-06-97	23-06-97	1,50
23-06-97	26-06-97	4,67
26-06-97	30-06-97	0,58
30-06-97	03-07-97	4,78
03-07-97	07-07-97	3,75
07-07-97	10-07-97	0,78
10-07-97	14-07-97	1,58
14-07-97	17-07-97	4,00
17-07-97	21-07-97	3,33

Da fangsterne er angivet som gennemsnit pr. fælde pr. dag for perioder på 3 og 4 dage, har det været nødvendigt at omregne dem til et helt antal ageruglehanner for perioden siden sidste tælling. De omregnede værdier er herefter tastet ind i HARDI's knoporme model, hvorefter en udregning af fremkomst for de enkelte larvestadier er foretaget.

I tabel 4a og 5a ses resultaterne af håndudregningerne for de to avlere og i tabel 4b og 5b udregningerne foretaget med HARDI's knopormemodel.

Tabel 4a og 4b. Datoer for start af ægmodning i hunnen (ægudv.), æggenes udviklingstid i/på jorden, larvestadie 1, larvestadie 2 og larvestadie 3 for avlernr. 1182 udregnet manuelt (4a) og ved hjælp af HARDI's knopormemodel (4b). Table 4. Dates for start of eggmaturation in moth, egg development in/at soil, appearens of larval instar 1, larval instar 2 and larval instar 3 for grower no. 1182 calculated manually (4a) and with HARDI's cutworm model (4b).

4a

Ægudv.	Æg	L_1	L_2	L_3
19/6	29/6	11/7	18/7	24/7
23/6	03/7	13/7	20/7	25/7
26/6	06/7	16/7	23/7	28/7
03/7	13/7	22/7	28/7	05/8

4b

Samsø (334) SAMSØ 334

Talt/dag	Tærskel	Ægudv.	Æg	L1	L2	L3
5.00	3	19-06-97	29-06-97	11-07-97	19-07-97	25-07-97
3.50	3	23-06-97	03-07-97	14-07-97	21-07-97	26-07-97
3.33	3	26-06-97	06-07-97	16-07-97	23-07-97	29-07-97
5.67	3	03-07-97	13-07-97	22-07-97	29-07-97	05-08-97

Tabel 5a og 5b. Datoer for start af ægmodning i hunnen (ægudv.), æggenes udviklingstid i/på jorden, larvestadie 1, larvestadie 2 og larvestadie 3 for avlernr. 1295 udregnet manuelt (5a) og ved hjælp af HARDI's knopormemodel (5b). Table 4. Dates for start of eggmaturation in moth, egg development in/at soil, appearens of larval instar 1, larval instar 2 and larval instar 3 for grower no. 1295 calculated manually (5a) and with HARDI's cutworm model (5b).

5a

Ægudv.	Æg	L_1	L_2	L_3
16/6	26/6	08/7	14/7	19/7
07/7	17/7	25/7	02/8	09/8

5b

Samsø (339) SAMSØ 339

Talt/dag	Tærskel	Ægudv.	Æg	L1	L2	L3
4.00	3	16-06-97	26-06-97	08-07-97	15-07-97	21-07-97
3.75	3	07-07-97	17-07-97	25-07-97	03-08-97	09-08-97

Hos avler nr. 1182 har der været 4 mulige overskridelser af tærskelværdien og hos avler nr. 1295 har der været to mulige overskridelser. Tallene fundet ved PC-beregningerne stemmer, inden for 1 døgns variation, godt overens med de manuelle beregninger. Forskellene i beregningerne kan skyldes små forskelle i, hvordan daggennemsnit og tærskelværdier beregnes og fortolkes. Dette vil blive rettet før programmet frigives endeligt.

Diskussion

HARDI's knoporme model fremstår anvendelig til varsling af knopormeangreb. Modellen tager udgangspunkt i den oprindelige model til manuel beregning. Det har dog været nødvendigt, at foretage enkelte præcisioner for at gøre det muligt at lave beregninger ved hjælp af PC'eren. Det store spring fra manuelle beregninger til PC-beregninger består i at definere, hvordan de forskellige tærskler skal fortolkes. Ved manuelle beregninger vil brugeren ofte vurdere om den næste dag skal tages med eller ej. Ved PC-beregninger bliver grænserne trukket skarpt op. Hvis der for eksempel kræves 83 daggrader for at gå fra æg til L_1, og man er nået til 82 daggrader, vil man ofte springe videre til L_1 ved den manuelle beregning, mens PC'eren vil vente til grænsen overskrides (værdien vil her somme tider nå langt over den krævede værdi, her 83 daggrader). Dette forhold kan forsage, at de PC-beregnede værdier har tendens til at "skride" lidt. Programmet vil, inden frigørelse til salg, blive rettet til, så det kommer ud med det samme tal som regnes i hånden (dette kan gøres ved at ændre lidt på grænseværdierne for daggrader for hvert stadie).

Indtastningerne i programmet er enkle og beregningerne foretages uden de store fejlmuligheder for brugeren. Brugeren undgår at skulle beregne gennemsnit m.m. på sine tærskelværdier for fældefangst, da han bare skal indtaste antal fangne agerugler samt dato og marknr. Præsentationerne i programmet giver et godt overblik, hvor det er nemt for brugeren at finde ud af, hvor behandlingerne skal foretages. Muligheden for at få udprintet sprøjtejournal, udregnede varslinger og data fra klimaspyddet giver et meget godt dokumentationsmateriale til senere brug.

En begrænsning i brugen af klimaspyddet er, at jordtemperaturen måles i 10 cm. dybde, mens det optimale er 1 cm. dybde. Dette kan specielt i stærk sol og fugtig jord under overfladen give forskelle. Hvis det viser sig at blive et stort problem vil det muligvis kunne lade sig gøre at tage globalstråling og lufttemperatur med i beregningerne. På den måde kan en estimeret værdi for jordtemperatur beregnes.

HARDI's knopormemodel forventes at blive frigivet til salg omkring 1. april 1998.

Sammendrag

Bekæmpelse af knoporm (*Agrotis segetum*), i økologisk avl, kan udføres på to måder, enten ved vanding eller ved behandling med et viruspræperat. Hvis disse metoder skal være effektive, skal bekæmpelsen sættes ind, når knopormene er i 1. eller tidligt i 2. larvestadium.

For at se dette er der igennem de senere år udarbejdet en model. Modellen tager udgangspunkt i graddage-princippet og anvender værdier for de enkelte stadier, bestemt under kontrollede forhold. For at vide, hvornår der er risiko for et angreb, anvendes feromon-fæller. På disse fælder fanges hanagerugler og når antallet (pr. fælde pr. dag) når over en tærskelværdi, sættes modellen i gang. Input til modellen er jordtemperatur og nedbør. Udregningerne har hidtil været udført i hånden, men nu har HARDI udviklet en PC-baseret model. PC modellen modtager klimadata (jordtemperatur og nedbør) fra et HARDI klimaspyd placeret i marken. Avleren indtaster fældefangster og PC modellen udregner så fremkomst af hvert stadie for hver overskridelse af tærsklen. På baggrund af resultatet kan avleren beslutte om behandling skal udføres og i såfald aflæse på hvilket tidspunkt det bør gøres. Behandlingen indføres i programmet, og effekten af behandlingen tages nu med i beregningerne.

Litteratur

Anbo, J. 1997. Projekt Specifikation, Proj. Nr. 796. Intern projektspecifikation, HARDI INTERNATIONAL A/S. 1997, 8 pp.

Esbjerg, P. 1989. Knoporme - en risiko, der kan imødegås. Grøn viden, Landbrug nr. 32, 1989, 8 pp.

Esbjerg, P.; Ravn, H.P. & Percy-Smith, A. 1995. Knoporme i økologiske grønsager. Grøn viden, Havebrug. Nr. 87, 1995, 6 pp.

Esbjerg, P.; Ravn, H.P. & Percy-Smith, A. 1996a. Feromonfælder til agerugler. Grøn viden, Havebrug. Nr. 96, 1996, 8 pp.

Esbjerg, P.; Ravn, H.P. & Percy-Smith, A. 1996b. Tillæg til "Grøn viden" nr. 96, Havebrug, 1996, 1 pp.

Raun, K. 1998. Fangstantal og klimaspyddata fra to avlere på Samsø.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme/skadedyr, havebrug

Biologisk bekæmpelse af saintpaulia-trips (*Frankliniella occidentalis*) (Thysanoptera: Thripidae) med tripsrovmiden *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) i agurk (*Cucumis sativus*). Behov for introduktion af tripsrovmider, baseret på forholdet mellem tripslarver og rovmider, og undersøgelse af arternes fordeling på planten

*Biological control of Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*) (Thysanoptera: Thripidae) by the predatory mite* Amblyseius cucumeris *(Acarina: Phytoseiidae) in cucumber (*Cucumis sativus*). The need for introduction of predatory mites, based on the thrips larva:predatory mite ratio, and survey of the distribution pattern of the two species on the plant*

Aage Kjær Larsen, Anders Dyekjær Madsen & Holger Philipsen
Institut for Økologi og Molekylær Biologi
Sektion for Zoologi
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Thorvaldsensvej 40, 3. sal
DK-1871 Frederiksberg

Summary

The experiments had two aims: To examine the distribution pattern of the Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants, and to examine the hypothesis, put forward by J. Reitzel from the firm Jørgen Reitzel A/S that it is possible to obtain a successful biological control of Western Flower Thrips with *A. cucumeris*, through introductions of mites, aiming at a thrips larva:predatory mite ratio of 1:1 on the leaves. That is, to introduce predatory mites in the crop, only when the ratio is in favour of the larvae. Also tested was the rate of success for other ratios when applied for the control of Western Flower Thrips.

Experiments were carried out in a glasshouse in 1997, one in the spring and one in the summer, each spanning a period of approximately two months. In the test setup, emphasis was laid on approaching growing conditions normally maintained by commercial growers.

The distribution experiment showed that the majority of thrips larvae and predatory mites were found on the top leaves of the plant.

The experiments concerning the establishment of different larva:mite ratios and their influence on the result of the control of the thrips, confirmed the hypothesis that a larva:mite ratio of 1:1 provides a successful control. Moreover, in the spring experiment we found that

JF-rapport nr. 3 (1998), 193 -204

the establishment of increasing larva:mite ratios increased the number of thrips larvae per leaf. In both experiments, we found that the smaller a larva:mite ratio we attempted to establish, the higher was the consumption of predatory mites.

Indledning

Denne artikel har sit udspring i et speciale, udarbejdet som led i hortonomuddannelsen på KVL. Der tages udgangspunkt i afprøvning af en tripsbekæmpelsesmetode, som er udviklet af J. Reitzel fra firmaet Jørgen Reitzel A/S.

Saintpaulia-trips (*Frankliniella occidentalis*) er et stort problem i den danske prydplante- og grønsagsproduktion. I kulturer af agurk (*Cucumis sativus* L.), nedsættes fotosyntesen på grund af tripsenes fouragering på bladene, med udbyttetab til følge (Childers & Achor 1995). Endvidere kan tripsenes fouragering ved frugtsætningen forårsage krumme agurker (Rosenheim *et al.* 1990).

Kemisk bekæmpelse af trips er vanskeliggjort af færre tilgængelige midler (Jacobson 1995) og pesticidresistens hos tripsene (Jakobsen 1991, Brødsgaard 1991).

Biologisk tripsbekæmpelse i væksthusgrønsager er overvejende baseret på udsætning af tripsrovmiden *Amblyseius cucumeris*. Skønt denne rovmide har været anvendt gennem flere år, er der stadig problemer med at opnå tilfredsstillende bekæmpelse i nogle kulturer, blandt andet agurk (Shipp & van Houten 1997). Bøgge dele medvirker til at der i stigende grad er sat fokus på biologisk bekæmpelse.

En metode til vurdering af behovet for bekæmpelse er fangst af trips på limplader. Den metode kan bruges til en registrering af tripsenes tilstedeværelse, men er uegnet til at vurdere behovet for rovmider med. Fangsten af voksne trips på limplader afspejler ikke mængden af tripslarver på planterne, og det er populationen af netop tripslarver, rovmiderne har indflydelse på. Fangsten afspejler flyveaktivitet, som igen er påvirket af væksthusets klimaforhold. Endvidere er fangsten på pladerne afhængig af pladernes placering i kulturen (Brødsgaard 1989), og fangsten vil kunne variere mere med placeringen end med populationen af trips i kulturen.

Ved at sammenholde forekomsten af rovmider med 1. stadium-tripslarver, der er rovmidernes overvejende bytte, fås et godt billede af bekæmpelsens forløb. Målet er at kende dét forhold mellem tripsenes og rovmidernes populationsstørrelser, hvor rovmiderne kan varetage bekæmpelsen. Tælling af tripslarver sikrer kendskab til netop dét stadium, rovmiderne kan bekæmpe.

I foreliggende forsøg er efterprøvet en planteregistrerings-baseret metode til styring af den biologiske bekæmpelse, udviklet af firmaet Jørgen Reitzel A/S. Metodens grundprincip er, at der introduceres tripsrovmider i kulturen mens angrebet endnu er lille. Efterfølgende søges der etableret et forhold mellem tripslarver og rovmider på 1:1, ved at introducere rovmider hvis disse er i underskud. Registreringen af, om forholdet er etableret sker med én til to ugers mellemrum. Forholdet 1:1 er valgt ud fra en antagelse om, at en trips lægger omtrent

det samme antal æg om dagen, som rovmiden æder 1. stadium tripslarver (Reitzel, pers. komm.).

Planteregistreringsmetodens egnethed til at styre den biologiske bekæmpelse blev undersøgt og kombineret med, at andre forholdstal end 1:1 mellem tripslarve- og rovmidepopulationerne blev afprøvet.

Da styring ud fra planteregistrering stiller krav til en effektiv registrering af både skadevolder og prædator, undersøgtes også de to involverede arters fordeling på agurkplanter.

Materialer og metoder

Forsøgene blev udført i et væksthus på Landbohøjskolen, Frederiksberg. Der blev udført forsøg i to perioder, forårsforsøg i februar-april 1997 og sommerforsøg i maj-juli 1997. I forårsforsøget blev anvendt agurkplanter af sorten 'Animex', i sommerforsøget den meldugresistente sort 'LD 957063 F1'. Dyrkningstemperaturen var 21:20°C (dag:nat), luftning ved 24°C. I forårsforsøget svingede luftfugtigheden mellem 60 og 80% RH, og mellem 80 og 98% RH i sommerforsøget. Planterne blev dyrket i Grodan på borde med automatisk styret ebbe-flod vanding.

I forbindelse med undersøgelser med forskelle i populationsstørrelser hos trips og rovmider, blev grupper af planter adskilt fra hinanden med ophængt plastfolie. Rovmider blev udsat ved at drysse klid med mider direkte på planterne.

Etablering af behandlinger: Der blev i begge forsøg ugentligt optalt rovmider, voksne trips og tripsenes to larvestadier. I forårsforsøget blev tællingen foretaget på ét tilfældigt udvalgt, udvokset blad pr. plante i hver parcel. I sommerforsøget blev optællingsmetoden modificeret, således at mindst 10% af de udvalgte blade var fra plantens øverste del.

I etablerede parceller blev der i forårsforsøget tilstræbt seks forhold mellem tripslarver og rovmider (behandling 1-6): **1** 0,1:1; **2** 0,33:1; **3** 1:1; **4** 3:1; **5** 10:1; **6** 20:1. Ved underskud af rovmider, i forhold til det tilstræbte forholdstal, blev der suppleret med rovmider, så forholdet blev genetableret. Fra forårsforsøget blev behandlingerne **2** og **4** gentaget i sommerforsøget. Desuden blev der etableret en kontrol, hvor der ikke blev udsat rovmider.

Undersøgelsen af fordeling blev foretaget ved afslutningen af sommerforsøget, ved optælling af rovmider og trips på samtlige blade, på tilfældigt udvalgte planter. De 7 blade nærmest opbindingstråden blev defineret som topblade.

Resultater

Fordeling af trips og rovmider på planten

Hovedresultaterne af fordelings-undersøgelsen er anført i figur 1. Den procentvise andel af henholdsvis tripslarver og rovmider på de øverste blade er sammenlignet med den andel, der kunne forventes ved en jævn fordeling af dyrene. Ved jævn fordeling kunne ca. 19% af dyrene forventes på de øverste blade. For både tripslarver og rovmider er der en klar afvigelse i forhold til dette. Den tilhørende statistiske analyse viser, at man på 1%-niveau for tripslarver

(Pr>t = 0,0011) og på 1‰-niveau for rovmider (Pr>t = 0,0008) kan konkludere, at den teoretisk jævne fordeling adskilte sig fra den observerede. Man kan derfor antage at der var en overvægt af tripslarver og rovmider på de øverste blade i forsøget.

Der er ikke signifikant forskel (Pr>t = 0,525) mellem den observerede fordeling af tripslarver og rovmider på de øverste blade i forsøget. Rovmiderne fulgte således tripslarvernes fordeling.

Resultaterne af optælling af voksne trips er anført i figur 2. Der var i forsøget gennemsnitligt 47,42% voksne trips på de øverste blade. Dette adskilte sig på 1%-niveau (Pr>t = 0,002) fra en teoretisk jævn fordeling, ifølge hvilken der skulle have været ca. 19%. Konklusionen er, at der i forsøget var en signifikant overvægt af voksne trips på de øverste blade.

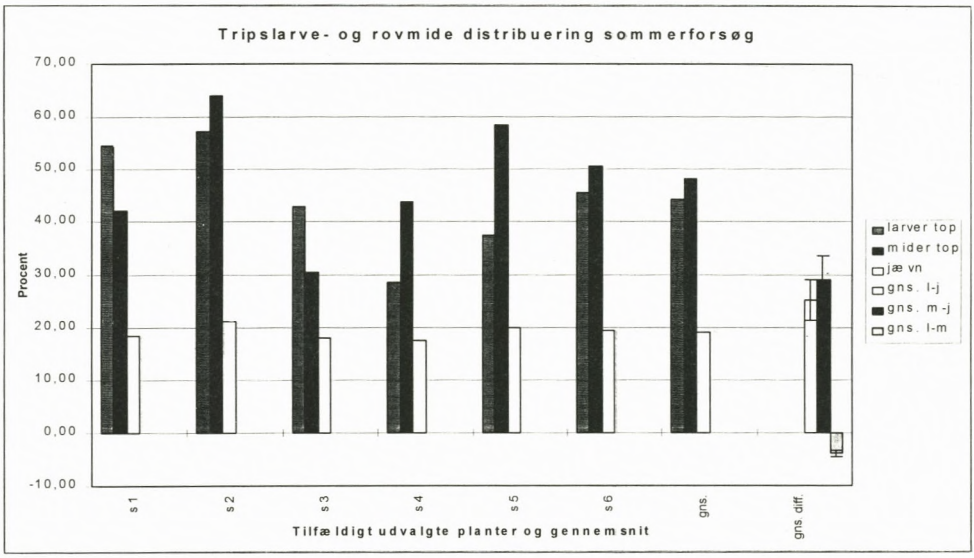
Tætheder af tripslarver og rovmider

I forårsforsøget (figur 3) var der fra tælling til tælling en stigning i det gennemsnitlige antal tripslarver pr. blad i de forsøgsled, hvor der var tilstræbt en lille andel af rovmider. De lave trips:rovmide forhold gav således en lav tripsbelastning. I behandling **1**, **2** og **3** (0,1:1 - 0,33:1 og 1:1) forblev tripsbelastningen gennem hele forsøget på under 8 larver pr. blad.

Behandling **6** (20:1) havde signifikant flere tripslarver end både behandling **1** og **2** i alle uger. Den statistiske analyse viser også, at skønt tripsbelastningen tilsyneladende konsekvent var lavere for behandling **2**, end for behandling **3**, som igen konsekvent var lavere end behandling **4** (3:1), så var der ikke en generel signifikant forskel på disse behandlinger. Forbruget af rovmider over forsøgsperioden steg med faldende trips:mide forhold i behandlingerne, samtidig steg frugtudbyttet (data ikke vist).

Figur 4 angiver tripslarve-belastningen i sommerforsøget. Denne var tiltagende i kontrollen gennem hele forsøget, hvorimod den var faldende for begge de afprøvede behandlinger **2** (0,33:1) og **4** (3:1). Desuden havde behandling **2** i hele forløbet en lavere tripsbelastning end behandling **4**. Denne forskel var ikke generelt signifikant.

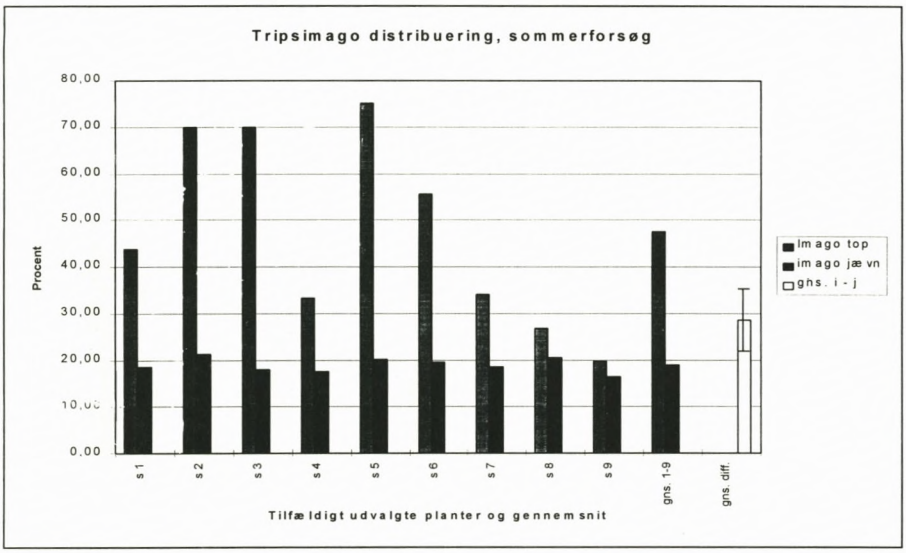
Forbruget af rovmider i sommerforsøget aftog, i lighed med forårsforsøget, med stigende trips:mide forhold i behandlingerne (data ikke vist).



	% larver i top *% larvae in top*	% mider i top *% mites in top*	%-andel i top v. jævn fordeling *%-ratio in the top according to an assumed homogenous distribution*	Afvigelse i forhold til jævn fordeling (%) *Deviation from assumed homogenous distribution (%)*		Larver-mider *Larvae-mites*
Gns. *Mean*	44,22	48,14	19,08	Larver *Larvae*	Mider *Mites*	
Gns. Diff. *Mean difference*				25,14	29,07	-3,93
SE, nedre afvigelse fra gns. *Lower deviation from mean*				-3,82	-4,45	0,63
SE, øvre afvigelse fra gns. *Upper deviation from mean*				3,86	4,47	-0,60
Pr>t				0,0011	0,0008	0,525

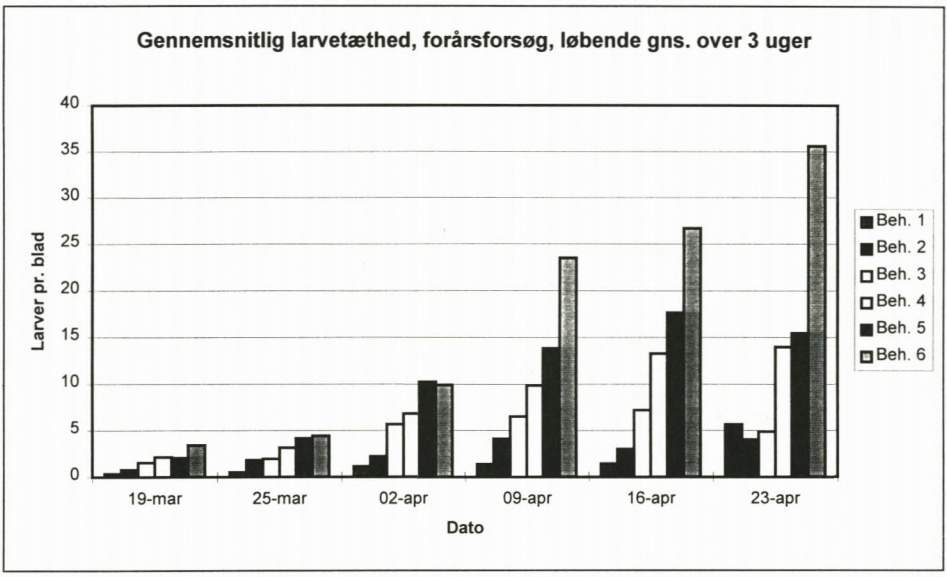
Figur 1. Fordeling af rovmider og tripslarver på agurkplanter i sommerforsøg. Gennemsnit (gns.) baseret på tælling på 6 planter (s1 til s6). Efter en ARCSIN-transformation er der lavet variansanalyse på differencer (gns. diff.) i form af univariate-proceduren i SAS. Øvre og nedre værdi for SE er markeret på differencer med bjælker.

Forkortelser: s = sommer, l = larver (procent-andel af tripslarver (1. og 2. larvestadium) på topbladene), m = mider (procent-andel af rovmider (protonymfe, deutonymfe og voksen) på topbladene), i = imago (procent-andel af voksne trips på topbladene), j = jævn (den forventede procentvise andel af larver, imago og mider på topbladene ved antagelse af ensartet fordeling på planten). Distribution of predatory mites and thrips larvae on cucumber in the summer experiment. Means (gns.) based on counts on 6 plants (s1 to s6).



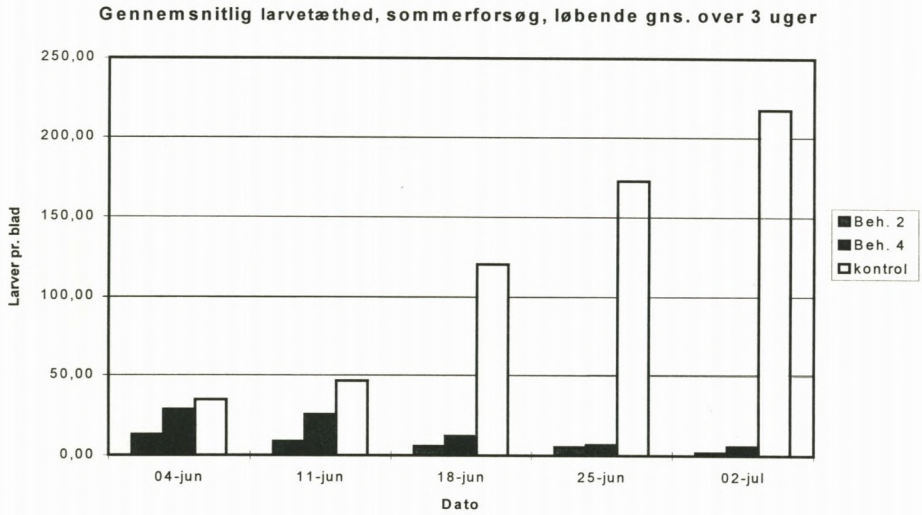
	% imago i toppen *% adults in top*	%-andel imago i toppen v. jævn fordeling *%-ratio of adults in the top according to an assumed homogenous distribution*	Imago-jævn *Imagos-homogenous*
Gns. *Means* 1-9	47,42	18,85	
Gns. Diff. *Mean difference*			28,57
SE, nedre afvigelse fra gns. *lower deviation from mean*			-6,62
SE, øvre afvigelse fra gns. *upper deviation form mean*			6,66
Pr>t			0,002

Figur 2. Fordeling af imago på agurkplanter i sommerforsøg. Gennemsnit (gns. 1-9) baseret på optælling på 9 planter (s1 til s9). Der er lavet variansanalyse på differencer (gns. diff.) i form af univariate-proceduren i SAS. Samme forkortelser som i figur 1. Distribution of imagos in the summer experiment, on cucumber. Means (gns. 1-9) based on counts on 9 plants (s1 to s9).



Dato *Date*	19-mar	25-mar	02-apr	09-apr	16-apr	23-apr
Beh. 1	0,36 c	0,50 c	1,14 d	1,36 c	1,43 d	5,67 b
Beh. 2	0,76 bc	1,81 bc	2,21 cd	4,10 bc	3,00 cd	4,00 b
Beh. 3	1,55 bc	1,95 bc	5,67 bc	6,50 bc	7,19 bcd	4,86 b
Beh. 4	2,14 ab	3,14 ab	6,81 ab	9,86 bc	13,26 bc	13,95 b
Beh. 5	2,05 ab	4,14 a	10,26 a	13,81 b	17,64 ab	15,45 b
Beh. 6	3,40 a	4,43 a	9,93 a	23,52 a	26,67 a	35,57 a
Pr>F	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003
SE	0,86	1,11	2,33	5,89	6,65	9,44
Kritisk værdi *Critical range*	1,56	2,03	4,25	10,75	12,13	17,22

Figur 3. Gennemsnitligt antal tripslarver pr. blad. Løbende gennemsnit baseret på optællinger på registreringsdatoen samt de to foregående datoer, i alt 3x14 blade. De i signaturforklaringen anførte behandlinger er på x-aksen anført fra venstre mod højre, så behandling 1 er første søjle ved hver dato. I de 6 behandlinger tilstræbtes følgende forhold mellem tripslarver og rovmider: (beh. 1-6, tripslarve:rovmide): 0,1:1 - 0,33:1 - 1:1 - 3:1 - 10:1 - 20:1. Værdier efterfulgt af samme bogstav inden for samme dato er ikke signifikant forskellige (P<0,05) ifølge Duncan's Multiple Range Test. *Mean number of thrips larvae per leaf, means in progress. Mean in progress based on counted leaves on the registration date plus the previous two registration dates, a total of 3x14 leaves.*



Dato *Date*	04-jun	11-jun	18-jun	25-jun	02-jul
Beh. 2	12,89 b	8,80 c	5,75 b	5,30 b	1,74 b
Beh. 4	28,51 a	25,32 b	12,03 b	6,78 b	5,75 b
Kontrol	34,70 a	46,63 a	119,97 a	172,47 a	217,13 a
Pr>F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
SE	4,37	4,79	11,01	13,86	7,79
Kritisk værdi *Critical range*	9,22	10,12	23,26	29,27	14,94

Figur 4. Gennemsnitligt antal tripslarver pr. blad. Løbende gennemsnit baseret på optalte blade den pågældende registreringsdato, samt de to foregående datoer, i alt 3x36 optalte blade i behandling 2 og 4, og 3x10 blade i kontrollen. I behandling 2 og 4 tilstræbtes følgende forhold mellem tripslarver og rovmider (tripslarve:rovmide): 0,33:1 og 3:1, hhv. I kontrollen blev der ikke udsat rovmider. Statistisk behandling: se figur 3. *Mean number of thrips larvae per leaf, means in progress, summer experiment. Mean in progress based on counted leaves on the registration date plus the previous two registration dates.*

Diskussion

Fordeling af trips og rovmider på planten

Undersøgelserne af fordelingen af *F. occidentalis* og *A. cucumeris* på agurk viste, at den overvejende del af både trips- og rovmide-populationerne fandtes på planternes øverste blade. Dette er i modstrid med undersøgelser i Canada, hvor Steiner (1990) fandt en klumpet fordeling af *F. occidentalis* og *A. cucumeris* på agurk, hvor såvel trips som rovmider primært

var at finde på udvoksede blade midt på planten, og på de basale blade. I tilsvarende undersøgelser på peber (*Capsicum annuum*), fandt Shipp & Zariffa (1990) 2-3 gange flere *F. occidentalis* (voksne og larver) i den øverste tredjedel af planten, i forhold til andre steder på planten.

Baggrunden for undersøgelsens konstatering af, at knap 50% af alle optalte voksne trips fandtes på de øverste blade (som kun udgjorde ca. 19% af det totale bladantal), er ikke klarlagt, men er i god overensstemmelse med en række undersøgelser over tilgængelighed af næring. Ananthakrishnan (1993) og de Jager *et al.* (1997) anfører således, at aminosyre-indholdet i forskellige plantedele kan have betydning for, hvor tripsene foretrækker at fouragere og lægge æg. Samtidig observeredes i egne undersøgelser, ligesom det er fundet af Rosenheim *et al.* (1990), at mange voksne trips var tilstede i blomster og på velbelyste blade, begge steder kan forventes gode næringsforhold.

Vores undersøgelse viste et sammenfald i populationsudbredelsen af trips og rovmider. Et resultat der er i god overensstemmelse med generelle rovdyr-byttedyr relationer, og som også blev fundet af Mikkelsen & Paulsen (1988).

Med baggrund i de foreliggende resultater, kan det generelt anbefales at man koncentrerer registreringen om de højtsiddende blade. Endvidere kan det anbefales at udsættelsen af rovmider koncentreres om de blade, hvor man i registreringen har fundet høje tripslarve:rovmide-forhold.

Tætheder af tripslarver og rovmider

Ved opgørelsen af de løbende gennemsnit for tæthed i forårsforsøget, fandt vi for behandling **1**, **2** og **3**, at den gennemsnitlige tripslarvetæthed pr. blad ikke oversteg 8 larver (figur 3). Rosenheim *et al.* (1990) foreslår for *F.occidentalis* en økonomisk skadetærskel på 8 trips/200 cm^2 agurkblad, svarende til ca. 8 trips pr. udvokset blad. I forårsforsøget gav behandling **1**, **2** og **3** derfor et gunstigt bekæmpelsesresultat. Behandlingerne **4**, **5** og **6** gav derimod ikke et tilfredsstillende bekæmpelsesresultat, i disse behandlinger konstateredes en generel stigning i larvetætheden, som efter den 9. april overskred 8 larver pr. blad.

Undersøgelsen viser også, at man ikke opnår bedre resultat ved at tilstræbe et lavere forhold end 1:1 mellem tripslarver og rovmider. I forårsforsøget gav lavere trips:rovmide forhold øget forbrug af rovmider, uden at det gav nogen væsentlig nedgang i tripstætheden.

Betragtes de løbende gennemsnit for larvetætheden i sommerforsøget (figur 4), finder man for behandling **4**, at selv om begyndelses-tætheden af tripslarver var højere i sommerforsøget end i forårsforsøget (28,51 mod 2,14 larver pr. blad), så mindskedes tætheden i sommerforsøget og endte på et niveau under 8 tripslarver pr. blad, hvorimod tætheden steg i behandling **4** i forårsforsøget. Denne forskel kan skyldes flere forhold. Der var i sommerforsøget generelt højere luftfugtighed, hvilket sandsynligvis har givet rovmiderne bedre muligheder for opformering. Ifølge Shipp & van Houten (1997) favoriseres rovmiderne af høj luftfugtighed. Desuden kan det have spillet ind, at der i de to perioder blev anvendt forskellige sorter. At sorten kan have indflydelse på tripsenes opformering er påvist af

Mollema *et al.* (1995). Den højere gennemsnitstemperatur i sommerperioden kan ligeledes have favoriseret rovmiderne fremfor tripsene. Rovmiderne har ifølge Cloutier *et al.* (1995) den største populationsvækst ved 28-29°C, et temperaturniveau, der var fremherskende i sommerforsøget.

Fastsættelsen af, at 10% af de blade der blev udtaget til optælling i sommerforsøget skulle være blade fra plantens øverste del, kan have betydet, at rovmide-udsætningen i dét forsøg var baseret på et bedre grundlag end i forårsforsøget, og dermed blev der opnået en bedre bekæmpelse.

Konklusionen er, at sætter man rovmider ud med det formål at opretholde et forhold på maksimalt 1:1, opnår man en tilfredsstillende bekæmpelse af saintpaulia-trips i agurker. Ydermere kan man konkludere, at hvis forholdene med hensyn til blandt andet luftfugtighed er gunstige, og registreringen af forholdet efter hvilket rovmideudsætningen vurderes, er god, så kan man nøjes med at tilstræbe et tripslarve:rovmide forhold på 3:1 ved sin rovmideudsætning, og stadig opnå en god bekæmpelse.

Sammendrag

Vi havde to mål med vores forsøg. Dels at undersøge hvorledes saintpaulia-trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) og trips-rovmiden *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) er fordelt på agurkplanter (*Cucumis sativus* L.). Dels at efterprøve en hypotese, fremsat af J. Reitzel fra firmaet Jørgen Reitzel A/S, om, at det er muligt at sikre en god biologisk bekæmpelse af *F. occidentalis* med *A. cucumeris*, ved gennem rovmide-introduktionen at tilstræbe et indbyrdes forhold på 1:1 mellem rovmider og tripslarver på bladene. Forstået på den måde, at der udelukkende introduceres rovmider i kulturen når der forekommer flere tripslarver end rovmider. Også bekæmpelsesresultatet af andre indbyrdes forhold mellem de to arter blev undersøgt.

Forsøgene blev udført i et væksthus i 1997, ét i forårs- og ét i sommermånederne. Forsøgene havde hver en udstrækning på ca. 2 måneder. Der blev i forsøgsopstillingen lagt vægt på at nærme sig en praktisk dyrkningssituation, så meget som muligt.

Fordelings-undersøgelsen viste, at hovedparten af tripslarver og rovmider er at finde på plantens øverste blade.

Undersøgelserne omkring, hvordan etableringen af forskellige forhold mellem tripsrovmider og tripslarver indvirker på bekæmpelsesresultatet, bekræftede hypotesen om at et 1:1 forhold mellem tripslarver og rovmider giver en god bekæmpelse. I forårsforsøget fandt vi endvidere at etablering af et stigende tripslarve:rovmide forhold, resulterede i stigning i antallet af tripslarver pr. blad. I både forårs- og sommerforsøget fandt vi, at jo mindre forhold mellem tripslarver og rovmider man søger at etablere, jo mere stiger forbruget af rovmider.

Erkendtlighed

Vi vil gerne takke Jørgen Reitzel og Ulla Heilberg fra firmaet Jørgen Reitzel A/S, Bagsværd, for assistance ved denne artikels tilblivelse og for at stille nyttedyr til rådighed under

forsøgsarbejdet. Vi vil også gerne takke Grodania A/S for levering af dyrkningssubstrat, og gartner Mogens Eiberg, Ørslev, for levering af planter.

Litteratur

Ananthakrishnan, T. N., 1993. Bionomics of thrips. Annu. Rev. Entomol. 38, 71-92.

Brødsgaard, H. F., 1989. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. J. Appl. Ent. 107, 136-140.

Brødsgaard, H. F., 1991. Insekticidresistens hos saintpaulia-trips (*Frankliniella occidentalis*). 8. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og Skadedyr, 25-32.

Childers, C. C. & D. S. Achor., 1995. Thrips feeding and oviposition injuries to economic plants, subsequent damage and host responses to infestation. *I*: Thrips Biology and Management. Edited by B. L. Parker, M. Skinner & T. Lewis, Plenum Press, New York, 31-51.

Cloutier, C., D. Arodokoun, S. G. Johnson & L. Gélinas., 1995. Thermal dependence of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in greenhouses, pp. 231-235. *I* Thrips Biology and Management. Edited by B. L. Parker, M. Skinner & T. Lewis, Plenum Press, New York, 1995.

Jacobson, R. J., 1995. Resources to implement biological control in greenhouses. *I*: Thrips Biology and Management. Edited by B. L. Parker, M. Skinner & T. Lewis, Plenum Press, New York, 211-219.

Jager, C. M. de, R. P. T. Butôt, M. E. C. Uiterdijk & E. van der Meijden., 1997. Environmental influences on feeding damage caused by western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) to *Chrysanthemum*. J. Econ. Entomol. 90(1), 188-194.

Jakobsen, J., 1991. Skadedyrsresistens mod insekticider - er det et problem i Danmark? 8. Danske Planteværnskonference. Sygdomme og Skadedyr, 33-41.

Mikkelsen, P. A. & O. A. S. Paulsen., 1988. Biologisk bekæmpelse af thrips i agurker med rovmider. Gartner Tidende 21, 568-569.

Mollema, C., G. Steenhuis & H. Inggamer., 1995. Genotypic effects of cucumber responses to infestation by Western Flower Thrips. I:Thrips Biology and Management. Edited by B. L. Parker, M. Skinner & T. Lewis, Plenum Press, New York, 397-401.

Reitzel, Jørgen., 1996-97. Personlig kommunikation.

Rosenheim, J. A., S. C. Welter, M. W. Johnson, R. F. L. Mau & L. R. Gusukuma-Minuto., 1990. Direct feeding damage on cucumber by mixed-species infestations of *Thrips palmi* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. 83(4), 1519-1525.

Shipp, J. L. & Y. M. van Houten., 1997. Influence of temperature and vapor pressure deficit on survival of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 26(1), 106-113.

Shipp, J. L. & N. Zariffa., 1990. Developing a sampling program for Western Flower Thrips on greenhouse peppers. Bulletin IOBC/WPRS 13/5, 194-197.

Steiner, M. Y., 1990. Determining population characteristics and sampling procedures for the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. Environ. Entomol. 19(5), 1605-1613.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og Skadedyr

Identifikation af plantepatogene bakterier ved fedtsyreanalyse

Identification of plant pathogenic bacteria by fatty acid analysis

Keld Mansfeld-Giese
Afd. for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
4200 Slagelse

Summary

Fatty acid analysis by gaschromatography is a useful tool for taxonomical studies and identification of bacteria. Computerisation has made the technique relatively simple and highly reproducible to perform. Commercially available databases make rapid identification of a large number of species possible.

Indledning

Fedtsyre-analyse ved gaskromatografi har vist sig velegnet til taksonomiske studier (Janse, 1991; Oyaizu & Komagata, 1983; Persson & Sletten, 1995) og identifikation af bakterier (Sletten 1996, Stead 1992). Gaskromatografien og databehandlingen kan automatiseres og analyserne bliver dermed hurtige og relativt simple at udføre. Kommercielt tilgængelige databaser muliggør rutinemæssig identifikation af et stort antal bakteriearter. Ved Danmarks JordbrugsForskning indgår fedtsyreanalyse nu som den primære metode til identifikation af plantepatogene bakterier.

Identifikation af bakterier

Traditionelt er bakterier blevet identificeret på grundlag af en lang række af trinvist anvendte teste hvor Gram-farvereaktion, kolonimorfologi på forskellige medier, evne til forgæring af forskellige næringsstoffer og andre fysiologiske eller biokemiske karakterer bestemmes. Da valget af næste test bestemmes af resultatet af den foregående test, er det et meget omfattende og tidskrævende arbejde. Ofte er resultaterne svære at tolke, og især er det vanskeligt at identificere bakterier isoleret fra tilsyneladende sunde planter, jord eller andre miljøer, hvor man ikke har hjælp af karakteristiske symptomer.

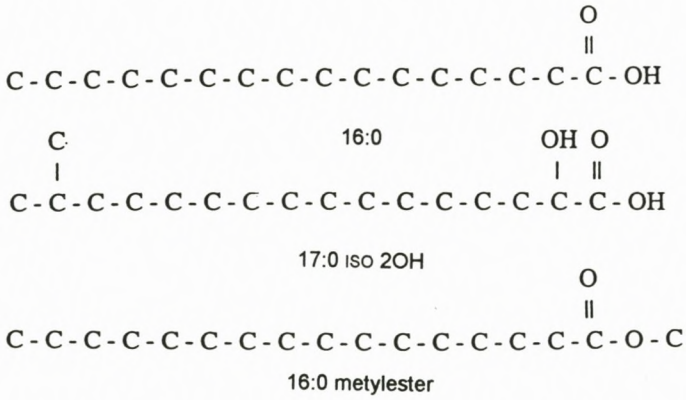
Med fremkomsten af systemer som Biolog og API, der begge benytter mikrotiterplader, hvor hver brønd indeholder et enkelt næringsstof, er det blevet muligt at udføre en identifikation i een relativt simpel arbejdsgang, og især Biolog har fundet bred anvendelse til identifikation af plantepatogene bakterier. Et andet kommercielt og efterhånden meget udbredt identifika-

DJF-rapport nr. 3 (1998), 205-210

tionssystem, der forhandles af firmaet MIDI (USA) er baseret på gaskromatografi af fedtsyrer. MIDI systemet, der benytter Hewlett Packard hardware, omfatter standardiserede metoder til dyrkning af bakterier, ekstraktion af fedtsyrerne samt software til styring af gaskromatografi og efterfølgende databehandling (Anonym 1996). Sammenlignet med de traditionelle metoder, er udstyret til fedtsyreanalyse dyrt i anskaffelse, men billigere i arbejdskraft og materialer. Analyser af fedtsyrer er meget reproducerbare, og selv mellem laboratorier er der ringe variation, hvilket muliggør en høj grad af udveksling af resultater og databaser.

Fedtsyrerne

Fedtsyrerne indgår i bakteriecellens membraner, hvor de udgøre den hydrofobe del af lipid-dobbeltlaget. Fedtsyrerne er lange kæder af kulstofatomer med en carboxylsyregruppe i enden (Figur 1). Deres anvendelighed til identifikationsformål skyldes en store strukturel variation, der



Figur 1. Eksempler på fedtsyrer og fedtsyremetylester

omfatter længden af kulstof-kæderne, forekomst og placering af dobbeltbindinger, forgreninger og hydroxyl-grupper. Mere end 300 forskellige fedtsyrer er påvist i bakterier, de fleste mellem 9 og 20 kulstofatomer lange. En bakterie indeholder oftest mellem 5 og 20 forskellige fedtsyrer i påviselige mængder (Tabel 1). Lige-kædede og mættede eller enkelt-umættede fedtsyrer er de almindeligste i Gram-negative bakterier, der desuden indeholder små, men signifikante mængder af hydroxy-fedtsyrer (Stead 1987). Forgrenede fedtsyrer forekommer sjældent i Gram-negative, men findes til gengæld i store mængder i Gram-positive bakterier f.eks. i arterne inden for *Clavibacter* (Kämpfer & Kroppenstedt 1996;, Oyaizu & Komagata 1983). Bestemmelse til slægt kan oftest gøres ud fra kvalitative forskelle, mens kvantitative forskelle må inddrages for at skelne på arts- og underartsniveau (Roy 1988).

Tabel 1. Fedtsyrer i forskellige plantepatogene bakterier

	Bakterie					
Fedtsyre*	*Clavibacter michiganensis* sp. *sepedonicus*	*Agrobacterium tumefaciens*	*Erwinia carotovora* sp. *atroseptica*	*Erwinia carotovora* sp. *carotovora*	*Pseudomonas solanacearum*	*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*
12:0			6,0	6,9		
14:0			1,7	1,7	4,7	1,5
15:0			3,3	1,0	0,6	1,1
16:0	5,1	8,3	29,0	27,0	24,2	4,1
17:0			1,5	1,2	0,8	
18:0					0,5	
15:1					0,5	0,5
16:1		2,8	34,4	32,7	27,5	18,5
17:1			0,7	0,5		1,0
18:1		75,3	15,7	20,1	19,0	
17:0 CYCLO					5,9	
19:0 CYCLO		3,2				
16:0 2OH					0,7	
12:0 3OH						2,8
14:0 3OH		6,4	7,8	8,9	7,2	
16:0 3OH		4,0				
16:1 2OH					4,4	
18:1 2OH					4,2	
11:0 ISO						4,4
14:0 ISO						1,0
15:0 ISO	0,8					29,3
16:0 ISO	10,0					3,6
17:0 ISO	0,7					5,9
15:1 ISO						0,9
17:1 ISO						3,9
15:0 ANTEISO	44,2					14,8
17:0 ANTEISO	32,0					0,6
15:1 ANTEISO	7,2					
11:0 ISO 3OH						2,5
13:0 ISO 3OH						3,6

*Fedtsyre, der udgør mindre end 0,5 % er ikke medregnet

Dyrkning af bakterier og ekstraktion af fedtsyrer

Da fedtsyresammensætningen er afhængig af dyrkningsmedie, temperatur og vækstfase skal dyrkningsforholdene standardiseres for at fedtsyreprofiler kan sammenlignes. Standardforhold er 24 timer på TSBA-medie (Trypticase Soy Broth Agar) ved 28°C (Anonym 1996), men langsomt-voksende arter kan kræve op til 72 timer og særligt næringsrige medier for at producere tilstrækkelig bakteriemasse. Der høstes ca. 50 mg bakteriemasse, fedtsyrerne frigøres ved kogning i NaOH og metanol, hvorefter fedtsyrerne derivatiseres til de korresponderede metylestre i HCl og metanol ved 80°C. Fedtsyremetylestrene ekstraheres med lige dele af hexan og metyl tert-butylæter og endelig vaskes den organiske fase med NaOH. Hele ekstraktions-

processen udføres i samme reagensglas og der kan behandles 30-50 prøver i et forløb. Dyrkning og prøveforberedelse kræver ved 30 prøver ca. 10 min/prøve.

Analysen

Fedtsyrerne kan efter derivatisering til de korresponderende metylestre bestemmes kvantitativt og kvalitativt ved gaskromatografi. De færdige prøver, op til 100 stk, placeres i magasin på gaskromatografen (GC), hvorefter injektion (1 µl/prøve) og analyse, der tager 25 min/prøve, forløber automatisk. I GC'en føres fedtsyremetylestrene i gasform med hydrogen som bæregas gennem en 25 m lang kapillar kolonne og frem til en detektor (FID). Data fra GC'en overføres automatisk til en PC, hvor retentionstiden for en given fedtsyremetylester - den tid der forløber fra prøven injiceres og til fedtsyremetylesteren passerer detektoren, anvendes til navngivning af fedtsyren, mens intensiteten af signalet, der opfanges af detektoren er proportional med koncentrationen af fedtsyren.

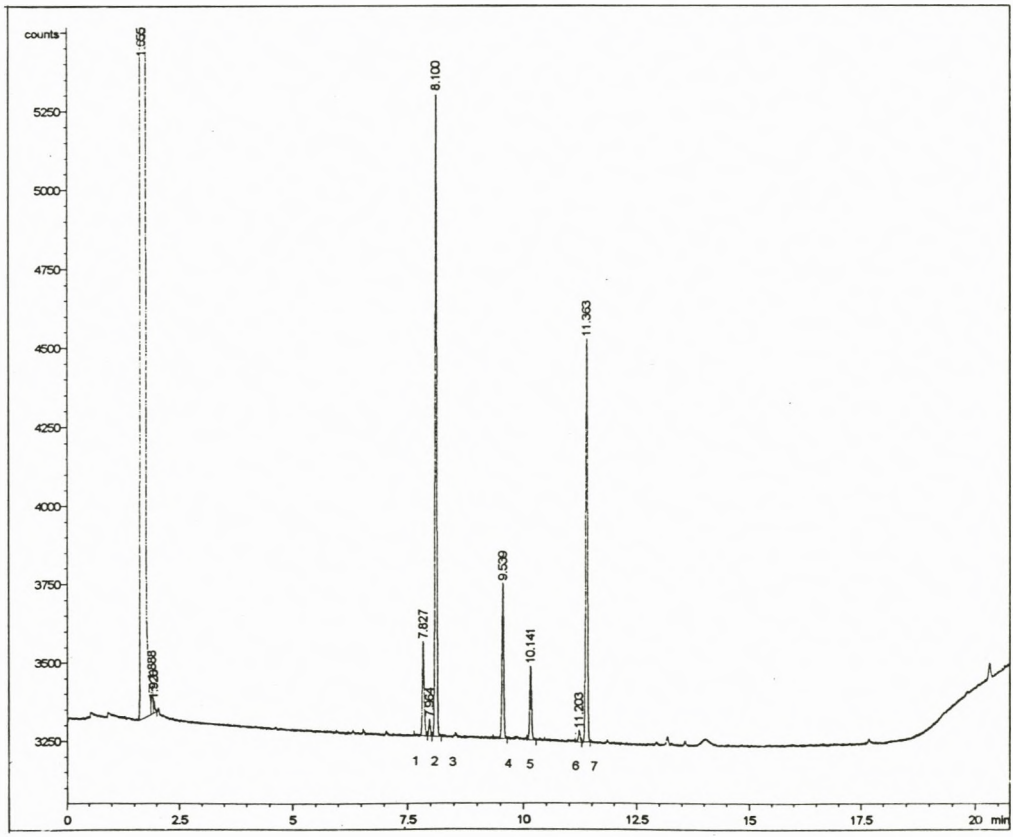
MIDI systemet indeholder et standard bibliotek omfattende fedtsyreprofiler fra knap 1000 aerobe bakteriearter, herunder de vigtigste plantepatogener samt bakterier isoleret fra mennesker, dyr, jord, vand og andre miljøer. Med et program til mønstergenkendelse sammenlignes den ukendte bakteries fedtsyreprofil med biblioteket og den eller de bakteriearter som mest ligner den ukendte bakterie udpeges. Desuden beregnes et similarity index (SI), der er et mål for størrelsen af ligheden. Et lavt SI kan betyde at den ukendte bakterie ikke tilhører en art der forekommer i biblioteket - eller at der er tale om et meget atypisk isolat. Modsat indikerer et højt SI stor overensstemmelse mellem den ukendte bakteries fedtsyreprofil og den udpegede biblioteksindgang.

Sikkerheden i identifikationer på basis af MIDI's standardbibliotek varierer fra art til art, men er generelt god. For de plantepatogene bakterier er andelen af korrekte identifikationer 95-100 % på artsniveau. Andelen af korrekte identifikationer på underarts-niveau er betydeligt lavere og sikker adskillelse af subspecies og især patovarer kan kræve yderligere fysiologiske eller biokemiske test. MIDI systemet giver mulighed for at konstruere biblioteker på grundlag af egne analyser, og nye bakterier kan dermed tilføjes efterhånden som de analyseres. Et bibliotek bør indeholde analyser af mindst 15-20 forskellige isolater for at få en tilstrækkelig variationsbredde. Med egne biblioteker vil man ofte kunne opnå en mere præcis identifikation på underartsniveau, idet man undgår den usikkerhed, der skyldes variationer mellem laboratorier.

Anvendelse

Ved DJF er fedtsyreanalyse nu den primære metode til identifikation af bakterier isoleret fra rutinetest af kerneplanter eller fra plantemateriale indsendt til diagnose. For at opnå yderligere sikkerhed underbygges en identifikation ved fedtsyreanalyse dog altid af en eller flere efterfølgende test, f.eks. ved serologi, PCR eller inokulering på indikatorplante. Ikke desto mindre betyder implementeringen af metoden at vores kapacitet til identifikation er blevet stærkt forøget. Fedtsyreanlyse anvendes desuden i et studie omfattende karakterisering af isolater og

undergrupper inden for *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (kartoffelringbakteriose) samt til karakterisering af nonpatogene bakterier, der er udvalgt som mulige emner til biologisk bekæmpelse af plantepatogene svampe. På de seneste er fedtsyreanalyse også taget i brug inden for det mykologiske område, hvor teknikken benyttes til kvantificering af svampebiomasse i planterødder inficeret med patogene svampe



Figur 2. Kromatogram med fedtsyreprofil af isolat af *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*: 1. 15:1 ANTEISO, 2. 15:0, 3. 15:1 ANTEISO, 4. 16:0 ISO, 5. 16:0, 6. 17:0 ISO, 7. 17:0 ANTEISO

Litteratur

Anonym 1996. *Microbial Identification System. Operating Manual.* MIDI Inc. Newark, Delaware, USA

Janse, J.D. 1991. Infra- and intraspecific classification of *Pseudomonas solanacearum* strains, using whole cell fatty acid analysis. *Systematically Applied Microbiology* 14:335-345.

Kämpfer, P. & R.M. Kroppenstedt 1996. Numerical analysis of fatty acid patterns of coryneform bacteria and related taxa. *Canadian Journal of Microbiology* 42:989-1005.

Oyaizu, H. & K. Komagata 1983. Grouping of *Pseudomonas* species on the basis of fatty acid composition and the quinone system with special reference to the existence of 3-hydroxy fatty acids. *Journal of General and Applied Microbiology* 29:17-40.

Persson, P. & A. Sletten 1995. Fatty acid analysis for the identification and classification of *Erwinia carotovora* subsp. *atroceptica* and *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *EPPO Bulletin* 25:151-156.

Roy, M.A. 1988. Use of fatty acids for the identification of phytopathogenic bacteria. *Plant Disease* 72:460

Sletten, A. 1996. Rapid identification of *Xanthomonas campestris* pv. *graminis* and *Xanthomonas campestris* pv. *phlei* by fatty acid profiling. *Journal of Plant Pathology* 144:321-323.

Stead, D.E. 1987. Identification of *Pseudomonas pathovars* by fatty acid profiling. *Proceedings of the 3rd Working Group on Pseudomonas syringae pathovars, Lisbon, Portugal 1987*

Stead, D.E. 1992. Evaluation of a commercial microbial identification system based on fatty acid profiles for rapid, accurate identification of plant pathogenic bacteria. *Journal of Applied Bacteriology* 72:315-321.

Nye strategier for styring af luftfugtighed i væksthuse i relation til svampeangreb

Strategies for controlling glasshouse air humidity

Bent Løschenkohl
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The relationship between absolute and relative humidity in a glasshouse is discussed in relation to radiation. In a period of sunny days RH is constant during nighttime while absolute humidity has a peak morning and evening. On cloudy days absolute humidity is higher than during nighttime on sunny days, but due to the effect of temperature RH is the same. Manipulation of glasshouse humidity should be based on vapour pressure deficit and absolute humidity rather than RH.

Indledning

Luftfugtighed er den vigtigste abiotiske faktor for udvikling af svampesygdomme i væksthuse. Under dannelsen af sporer er svampe som gråskimmel nødt til at vokse fri af værtplanten, hvilket kræver høj luftfugtighed. Selve infektionsprocessen kræver frit vand for at initiere sporespiring og en periode med høj luftfugtighed for at fuldføre infektionen. Udtrykket høj luftfugtighed i forbindelse med infektion dækker i virkeligheden over lav fordampning (Thomas *et al.* 1988), og i det efterfølgende vil høj luftfugtighed blive anvendt som en indikator for lav fordampning og dermed forhold, der fremmer udvikling af svampesygdomme.

Luftfugtighed kan udtrykkes på mange måder, mest anvendt er relativ luftfugtighed, RH, der udtrykker den aktuelle mængde vanddamp i luften som procent af den maksimale ved den pågældende temperatur. Inden for gartnerisektoren anvendes udtrykket ΔX, der er den mængde vanddamp, der mangler i at luften er mættet, og udtrykkes som gram vanddamp pr. kubikmeter (i DGT*VOLMATIC klimacomputeren beregnet som gram pr.kg luft). ΔX, også kaldet mætningsdeficitten, er et udtryk for luftens tørrende evne og er til forskel fra RH lineær med temperaturen og direkte korrelleret med den biologiske effekt på svampesygdomme og plantevækst.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 211 -215

Absolut luftfugtighed, AH, er luftens indhold af vanddamp, og kan udtrykkes i gram pr. kubikmeter luft.

På dage med stærk indstråling kan det være svært for styresystemet at følge med; et klassisk problem er temperaturfaldet sidst på dagen, hvor trægheden i varmesystemet ikke kan følge med faldet i indstråling.

Traditionel styring af luftfugtighed i væksthuse består i angivelse af et setpunkt for maksimal luftfugtighed, f eks 85% RH. Når RH stiger og nærmer sig setpunktet åbnes der for varmen, så temperaturen stiger; hvis setpunktet nås åbnes der for vinduerne, så en del af den fugtige luft erstattes af udeluft. Denne proces kan afspejles ved et sinusformet forløb af luftfugtighed og temperatur om natten.

Dette forløb kan have to årsager: at luftens indhold af vanddamp er statisk, og at variationen skyldes temperaturvariationerne, eller at luftens indhold af vanddamp er dynamisk, og variationerne skyldes fordampning fra planterne og kondensering på glasset og udluftning. Hvis forløbet i luftfugtighed hovedsagelig er enten af statisk eller dynamisk natur, har det betydning for styringsstrategien. For at undersøge dette er det nødvendigt at beregne den absolutte luftfugtighed.

Materialer og metoder

Som udgangspunkt er anvendt gemmefiler fra DGT*VOLMATIC klimacomputer, hvor følgende relevante variabler er logget hvert 10. minut: RH, temperatur, gardinposition, vindue 1 og 2, solindstråling, assimilationslys og fremløbstemperatur.

Absolut luftfugtighed er beregnet i 2 trin: først beregnes den maksimale mængde vanddamp, a, en kubikmeter kan indeholde ved den pågældende temperatur:

$$a = (4.223854 + 0.449742*T + 0.002408*T**2 + 0.000388*T**3) + 0.005;$$

og absolut luftfugtighed AH blev dernæst beregnet som:

$$AH = a*RH/100.$$

Formlen til beregning af 'a' er udledt som en 2. grads korrelation mellem gram vanddamp pr. kubikmeter og temperatur ud fra tabelværdier (Weast 1968). Det sidste led, +0,005, er en korrektion for at optimere nøjagtigheden i datasættenes temperaturområder.

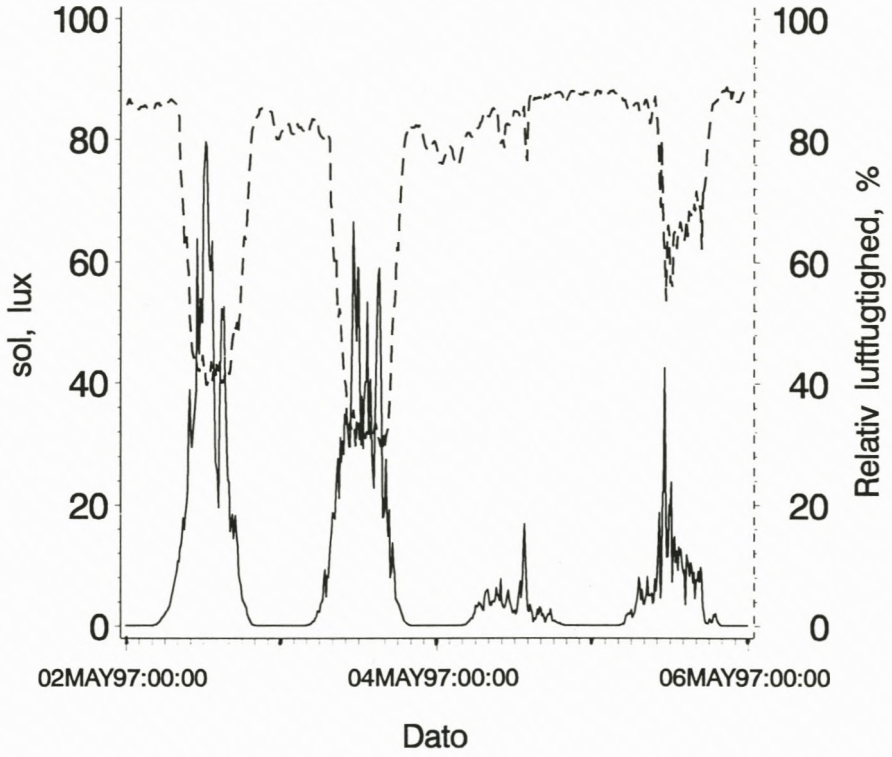
Alle beregninger og grafer er udført i SAS 6.12.

Analyserne tager udgangspunkt i en periode med sol, efterfulgt af et par dage med gråvejr. Væksthuset var 20 x 80 m og kulturen Schlumbergera.

Resultater

På figur 1 ses forløbet af solindstråling og RH i perioden 2-6. maj. Den viste periode er slutningen af flere dage med sol, og som solindstrålingen afspejler, er der 2 dage med sol efterfulgt af 2 dage med gråvejr. På solskinsdagene følger RH et fast mønster med 85-90% om natten og et fald til 35-40% om dagen. I slutningen af hver solskinsdag er der en karakteristisk top i RH, der dog ikke er særlig stor. På den første gråvejrsdag bliver RH på samme niveau

som om natten, og den efterfølgende nat er der højere RH end de foregående nætter, men samtidig også et mere stabilt niveau



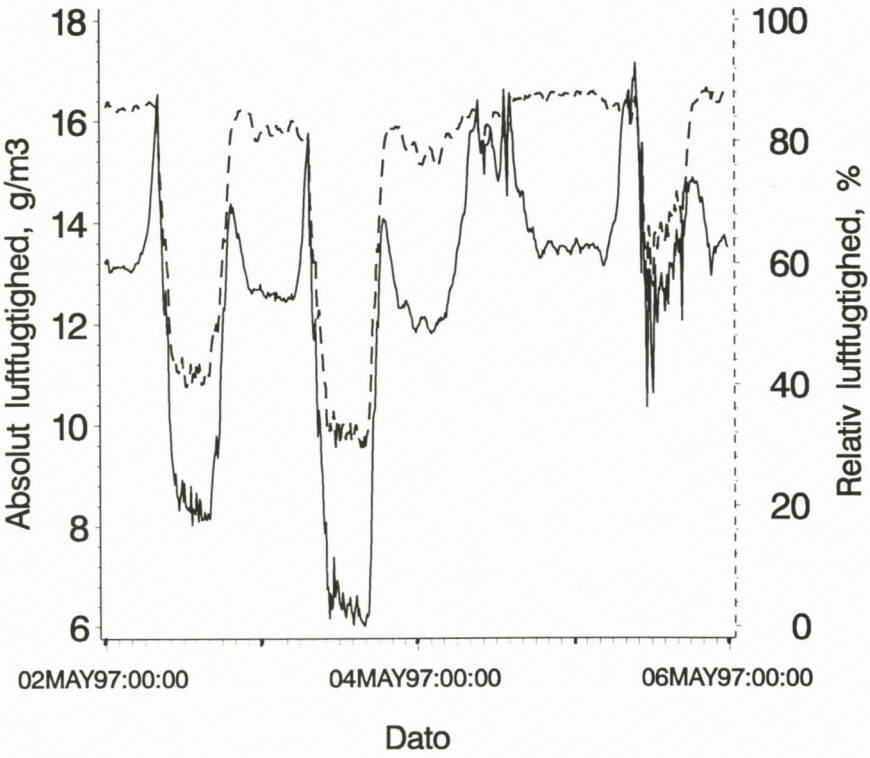
Figur 1. Solindstråling og relativ luftfugtighed 2.-4. maj. Irradiation and relative humidity May 2-4.

På figur 2 sammenlignes RH og AH. Hvor RH på solskinsdage er stabil fra solnedgang til solopgang er der stærke stigninger i AH før og efter solnedgang, men ellers svarer svingningerne til RH: lave værdier om dagen og høje om natten. På den første gråvejrsdag fortsætter morgenstigningen i AH, og der nås et dagniveau, der er højere end om natten. Det samme gentager sig den anden gråvejrsdag, men afbrydes af en kortvarig, stærk solindstråling.

Diskussion

Absolut luftfugtighed kan beregnes efter Teten, refereret af Murray (1987), men de beregnede værdier svarer ikke til tabelopslag (Weast 1968). Andre formler, fundet på internettet, har samme unøjagtighed, og den anvendte formel blev derfor udledt som en andengrads

regression i SAS. Med en korrektion på +0,005 er den nøjagtig over det anvendte temperaturområde.



Figur 2. Absolut og relativ luftfugtighed 2.-4. maj. Absolute and relative humidity May 2-4.

Klimacomputeren fra DGT*VOLMATIC beregner ΔX som gram vand pr. kg luft. I manualerne angives gram pr. kubikmeter, og enkelte steder gram pr. kg i parentes. Her er anvendt gram pr. kubikmeter, da Statens Byggeforskningsinstitut anvender denne angivelse, og det umiddelbart er lettere at beregne et væksthus's rumindhold end vægten af luften. Forskellen mellem de 2 angivelser er 16 %; for styringen af væksthuse har det ingen betydning hvilken angivelse der vælges, blot de ikke blandes.

Betragtes forløbet i RH over et døgn med solskin, er der intet alarmerende at se, et jævnt, ganske vist højt niveau om natten, og et lavt niveau om dagen. RH er imidlertid temperatureffekten af AH, som har et mere dramatisk forløb med maksima morgen og aften. Den begyndende stigning allerede klokken 3 om natten, ca. 2 timer før der registreres indstråling, må være planternes reaktion på det begyndende tusmørke. Den efterfølgende

stærke stigning om morgenen skyldes trægheden i systemet, der lufter på grundlag af lufttemperaturen og ikke er i stand til at bortventilere luftfugtigheden fra planterne. Selv om vinduerne er næsten helt åbne i begyndelsen af eftermiddagen, begynder AH at stige fra 12-tiden og når sit aftenmaksimum kort efter solnedgang og lukning af vinduerne. Dette maksimum skyldes primært, at planter og potter har en højere temperatur end luften, og dermed har energi til at fordampe vand indtil denne temperaturforskel er udlignet.

Stigningen i AH om morgenen har ingen betydning på en solskinsdag, men på en gråvejrsdag holdes det høje niveau gennem dagen, og kan skabe problemer. Dette afspejles på den første gråvejrsdag, hvor RH har samme værdi som foregående nat, medens AH er 25% højere. RH giver her på grund af temperatureffekten en falsk sikkerhed og viser ikke, at fugtigheden er under opbygning eller at AH på gråvejrsdage er højere om dagen end om natten efter en solskinsdag.

Stigningen i AH om aftenen er interessant. Hvis planterne ikke fordamper nævneværdigt om natten kan problemer med luftfugtighed skyldes denne stigning, og meget kan derfor vindes ved at ventilere indtil niveauet er normalt for det pågældende væksthus.

Nye styringsprincipper

Fugtstyring skal baseres på ΔX og absolut luftfugtighed, så stigninger i absolut luftfugtighed undgås.

I kulturer med gråskimmelproblemer skal vinduerne om morgenen styres efter indstråling og fra middag efter absolut luftfugtighed kombineret med ΔX og fra solnedgang efter en kombination af pottetemperatur (overskudsvarme i afgrøden), ΔX og absolut luftfugtighed

Hvis fordampningen fra kulturerne er minimal om natten kan fugtstyringen måske erstattes af aktiv fugtfjernelse med varmepumper.

Litteratur

Murray, F.W. 1967. On the computation of saturation vapor pressure. J.Appl. Meteorol. 6:203-204.

Thomas, C.S., Marois, J.J., & English, J.T. 1988. The effects of wind speed, temperature, and relative humidity on development of aerial mycelium and conidia of Botrytis cinerea on grape. Phytopathology 78:260-265.

Weast, R.C. 1968. Handbook of chemistry and physics. The chemical rubber Co., Ohio.

Interaktioner mellem *Verticillium lecanii* (Mycotal) og *Trichoderma harzianum* (Trichodex) til bekæmpelse af mellus og gråskimmel i tomatkulturer: Foreløbige resultater

Interaction of *Verticillium lecanii* (Mycotal) and *Trichoderma harzianum* (Trichodex) for control of white flies and grey mould on tomatoes: a preliminary report

David Yohalem, Henrik F. Brødsgaard & Annie Enkegaard
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JorbrugsForskning
Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Grey mould and white flies are both significant problems in commercial tomato culture in Denmark. A biological control has been developed and promoted for each problem, however, their interactions have not previously been evaluated. The present report includes preliminary data that suggest that *Trichoderma harzianum* and *Verticillium lecanii* may be used in concert for management of the two problems, and that they interact non-additively. The design of future experiments for the better understanding of the observed phenomena is discussed.

Introduction

Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) are susceptible to numerous attacks from both diseases and insect pests. Susceptibility increases when plants are grown intensively under monocultural conditions. Common problems encountered in heated Danish greenhouses include grey mould caused by *Botrytis cinerea* and infestation of young leaves by white flies (*Trialeurodes vaporariorum*).

Under Danish conditions, that is, in long-season crops in heated greenhouses, grey mould is most often observed as stem lesions, with infections arising through deleafing wounds incurred during routine leaf and fruit removal and which may lead to premature death of the plant and consequent loss of yield. Currently effective synthetic chemical pesticides for grey mould control will be effectively removed from the Danish market by 2000. Among the more promising management strategies offered to replace the use of synthetic fungicides is the timely application of spores of the fungal antagonist *Trichoderma harzianum* (Elad *et al.* 1996).

DJF-rapport nr. 3 (1998), 217-222

White flies are also a problem on tomatoes. Mobile adults lay up to three eggs per day on succulent tissues. The eggs hatch into phloem-feeding instars. Second stage instars are susceptible to infection by *Verticillium lecanii*, which may be used in white fly management (Hall 1982). The *in planta* compatibility of *T. harzianum* and *V. lecanii* has not been previously investigated.

We present data on the *in planta* compatibility of the two biological control fungi for management of grey mould on detached stem pieces, with white flies on detached leaf discs and our plans for experiments grey mould and white flies together on whole plants.

Materials and Methods

Tomatoes (cv. Aromata RZ F1) were grown in peat in greenhouses from seed (Rijk Zwaan, NL) and optimally fertilized for vegetative growth. Temperatures in the greenhouse ranged from 18-25 C.

For assessment of effects on grey mould alone, stem pieces approximately 10 cm long and 0,6 to 1,0 cm in diameter with single leaves were cut, surface disinfested with 1,5% Na-hypochlorite, rinsed in sterile distilled water and their ends placed in expanded foam (Oasis, Smithers-Oasis, Frederikssund), as described by O'Neill et al. (1997). Petioles were trimmed with stem clippers with a tearing motion, to ensure partial maceration of tissues at the wound site. The petioles were left approximately 1,5 cm long, as indicated by Verhoeff (1968). Stem pieces were suspended by their foam end pieces over saturated paper towels in plastic trays and infested with atomized spores of *B. cinerea* (approximately 5 x 10^5 spores ml^{-1}) from 10-12 d cultures produced on oatmeal agar grown at 20 C under a regime of 12 h UV/ 12 h dark. After 1 h stem pieces were sprayed to run-off with suspensions of either formulated *T. harzianum* T-39 (Trichodex™, Mahketshim Chemical, BerSheva, Israel) at 2 gL^{-1}, or with formulated *V. lecanii* (Mycotal™, G.C. Garta, Denmark) also at 2 gL^{-1}, both products, or water; covered in polythene; and incubated for 10 d at 20 C with alternating dark and UV-illuminated periods of 12 h. Treatments were applied with a DeVilbiss Sprite Major airbrush (DeVilbiss, Pennsylvania, USA) with an aperture of 0,3 mm. After 10 d stem pieces were evaluated for grey mould and petiole pieces plated on *Botrytis* selective medium (Kersies, 1990) and incubated under 12 h UV/12 h dark at 20 C for 7 d. This experiment has been performed twice with four replicates and five stem pieces within each replicate of each of the four treatments in each trial. Disease was assessed as both incidence (proportion of stem pieces infected) and severity. Disease severity was evaluated as 0= no apparent infection; 1= 0-1% of stem surface sporulating; 2= >1-10 % of stem surface covered by sporulating lesion(s); 3= >10-25% sporulation; 4= >25-75 % sporulation; 5= >75-90% sporulation; 6= >90-99% sporulation; 7=>99-<100% sporulation, and 8=100% sporulating tissue that is, all exposed tissue covered by grey mould. Analyses were performed on a cumulative index for each replicate of five stem pieces. The midpoint of each range was multiplied by the number of stem pieces within the replicate that were assessed within that range, summed, and divided

by the number of stem pieces. That is: $I=0n_0+0.5n_1+5.5n_2+12.5n_3+50n_4+82.5n_5+94.5n_6+99.5n_7+100n_8/N$, where I is the disease index, n_x is the number of stem pieces n in a class, x, and N is the total number of stem pieces in the experimental unit. Analyses of variance were performed for disease indices evaluated at α =0,05 for main effects, 0,10 for interactions. Petiole pieces were evaluated for presence or absence of *B. cinerea*.

For assessment of effects on white flies alone, 4 cm diameter leaf disks from synchronously infested plants with second instars were cut and placed on 5 cm diameter cotton disks and sprayed with Trichodex, Mycotal, both Trichodex and Mycotal or water, as above. Mortality among the white flies was assessed after 7 d, as was apparent infection by fungi. Five individuals with no apparent sign of infection were recovered from each leaf disk and placed on potato dextrose agar with novobiocin and incubated, as above, for 7 d at which time fungi were identified as either *Trichoderma, Verticillium*, or other. The experiment was a completely randomized design and evaluated by ANOVA, as above.

Data were analyzed using Minitab v. 10 for the Macintosh (University Park, PA).

Results

Severity of stem infections was significantly reduced by all treatments relative to the control and all treatments were about equally effective in their reduction of grey mould severity (Table 1). Twoway analysis of variance suggests a statistically significant interaction between Trichodex and Mycotal, hence caution should be used in interpreting the main effect differences between Mycotal and Trichodex (Table 2). This means that the effects of the two biological control agents are non-additive. Under conditions of the experiment, disease incidence was not significantly affected by treatment (data not shown).

Tabel 1. Indeks for gennemsnitligt gråskimmelangreb på stængelstykker af tomat.
Mean severity index of grey mould on tomato stem pieces.

Behandling Treatment	**Gns. angreb**[a] Mean severity	**S.E.** Standard error
Control	34,9a	7,08
Trichodex	13,8b	6,03
Mycotal	6,4b	1,76
Trichodex & Mycotal	10,1b	7,49

a. **Behandlinger efterfulgt af de samme bogstaver er ikke signifikant forskellige (α=0,05) (Fishers LSD). F=4,03 og for en ensidet variansanalyse med 3 frihedsgrader for behandling og 12 frihedsgrader for modelfejlen. Samlet standardafvigelse er 12,07.**
Treatments followed by the same letter are not significantly different (α=0,05) (Fisher's protected least significant difference). F=4,03, P=0,037 for the oneway analysis of variance with 3 df for treatment and 12 df for error. Pooled standard deviation= 12,07.

Tabel 2. Variansanalyse af effekterne af Trichodex og Mycotal, hver for sig og i kombination, i forhold til angreb af gråskimmel på tomatstængler. Analysis of variance for the effects of Trichodex and Mycotal, alone and in combination on the severity of grey mould on tomato stem pieces.

Source	df	Mean square	F	*P*
Trichodex	1	299.9	2.06	0.177
Mycotal	1	1031.5	7.08	0.021
Trichodex*Mycotal	1	619.1	4.25	0.062
Error	12	145.7		
Total	15			

White fly mortality was significantly increased on leaf disks by treatment with Trichodex and by Trichodex in combination with Mycotal (Table 3). Treatment effectiveness, particularly of those treatments including *V. lecanii* was enhanced by factoring in white flies that showed signs of infection, but were still alive, at the time of assessment. Three experimental units were deleted from the analyses because the leaf surfaces had remained wet during the course of the experiment; no nymphs had survived, which skewed the data.

Tabel 3. Gennemsnit og standardafvigelse for hhv. dødelighed og kombinationen af dødelighed og infektion af mellus behandlet med Trichodex, Mycotal, Trichodex og Mycotal eller vand (kontrol). Means and standard deviations for mortality and mortality combined with infection of white flies treated with Trichodex, Mycotal, Trichodex and Mycotal, or water (control).

Behandling Treatment	**Prøvestørrelse**[a] Sample size	**Gns. dødelighed**[b] Mean mortality	**S.E.** Standard error	**Gns. kombination seffekt** Mean infection & mortality	**S.E.** Standard error
Control	7	0,06a	0,018	0,07a	0,026
Trichodex	5	0,19b	0,021	0,47b	0,080
Mycotal	7	0,47c	0,021	0,59b	0,048
Trichodex & Mycotal	6	0,23b	0,021	0,41b	0,058

a. **Tre observationer udeladt. Se tekst.** Three observations deleted. See text.

b. Gennemsnit efterfulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige (α=0,05, LSD). Means followed by the same letter are not significantly different at α =0,05 (Fisher's protected least significant difference).

Discussion

There are indications from these preliminary experiments that Mycotal shows some efficacy for control of grey mould and that Trichodex may affect survival of white fly instars. We are unaware of previous reports of successful grey mould management with *V. lecanii* , nor of white fly infection by *Trichoderma* spp. and we will actively investigate these possibilities. There is strong statistical support for the interaction of the two fungi, but whether they are interfering with each other or not is not yet clear.

The experimental conditions under which the grey mould experiments were conducted were highly conducive to the expression of disease. Both wounds and free moisture enhance infection of tomato stems by *B. cinerea* (Nicot and Alex, 1991, O'Neill et al. 1997). Future permutations of the stem piece experiment will examine quantitative inoculations with the pathogen under different conditions of vapour pressure deficit and proximity to the wound.

Both *Verticillium* and *Trichoderma* were isolated from the white flies treated with the combination of Mycotal and Trichodex. Both organisms could generally be isolated from surface sterilized petiole pieces that were treated with both. So, too, in many cases, could *B. cinerea*. The *Trichoderma* always grew faster in culture; however, it did not overgrow the *Verticillium* colonies which were always dominant at the point of inoculation. That is, the two organisms when co-inoculated in culture looked like a bull's eye centered on *V. lecanii*, with a wide band of *T. harzianum* surrounding it.

The conditions under which we examined white fly survival were not favourable for white flies. Instars die at higher rates where there is free moisture present than not. Future trials will be performed with greater cognizance of their fragility under experimental conditions.

We have yet to perform the multiple interaction experiments, *i.e.* those on whole plants infested with both white flies and spores of *B. cinerea*. The proposed design of the experiment will be on tomatoes grown to a height of approximately 1,5 m, trimmed to 40 cm, permitted to grow new foliage, trimmed again and allowed to produce succulent, young foliage. The plants will then be infested with adult white flies. Six days after first instars are detected, lower leaves will be removed and the wounds infested with *B. cinerea*. The next day, and again one week later, the treatments and water control will be applied. White fly mortality and infection will be assessed and grey mould evaluated one week after the second application of the treatments. This experiment will be performed at least twice.

Dansk sammendrag

Gråskimmel og mellus er begge alvorlige skadegørere i tomatgartnerier i Danmark. Der er nu udviklet mikrobiologiske bekæmpelsesmidler til begge disse skadegører, men interaktionerne mellem bekæmpelsesmidlerne og skadegørerne i situationer, hvor midlerne bruges samtidigt, er ikke tidligere blevet undersøgt. Denne artikel omhandler indledende undersøgelser, der viser, at *Trichoderma harzianum* og *Verticilllium lecanii* kan bruges simultant i bekæmpelse af hhv. gråskimmel og mellus. Resultaterne tyder endog på, at de to nytteorganismer har et

gunstigt samspil, der dog ikke giver en simpel additiv effekt. Fremtidige forsøgsdesign til yderlige belysning af de observerede samspil bliver endvidere diskuteret.

Acknowledgments:

We thank Janie Poulsen for her valuable technical assistance.

Literature

Elad, Y., Malathrakis, N.,Dik A. 1996. Biological control of *Botrytis*-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. Crop Protection 15:229-240.

Hall, R.A. 1982. Control of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, and the cotton aphid, *Aphis gossypii*, in glasshouses by *Verticillium lecanii*. Ann. Appl. Biol. 101:1-11.

Kersies, A. 1990. A selective medium for *Botrytis cinerea* to be used in a spore trap. Neth. J. Plant Pathol. 96:247-250.

Nicot, P. and Allex, D. 1991. Grey mold of greenhouse-grown tomatoes: disease control by climate management? IOBC WPRS Bulletin SROP 14/5:200-210.

O'Neill, T.M., Shteinberg, D. and Elad, Y. 1997. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea.* Plant Disease 81:36-40.

Verhoeff, K. 1968. Studies on *Botrytis cinerea* in tomatoes. Effects of soil nitrogen and of methods of deleafing upon the occurrence of *B. cinerea* under commercial conditions. Neth. J. Pl. Path. 74:184-192.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og Skadedyr

Dyrkningsforholdenes indflydelse på pesticidindholdet i frugt og grøntsager

The influence of growing conditions on the residues of pesticides in fruit and vegetables.

Erik Kirknel
Danmarks JordbrugsForskning
Afdelingen for Plantebeskyttelse
Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Residues of pesticides in fruit and vegetables at harvest, depends mainly on the dosage applied and the growing conditions. Maximum Residue Limits (MRL) for pesticides in fruit and vegetables are, besides for toxicological reasons, established under consideration of Good Agricultural Practice (GAP). GAP includes the necessary dosage of pesticide applied against the pest (insect, fungi and weed) and the total growing conditions under which the specific crop are grown. In order to cover all practical growing conditions when establishing GAP and MRL, field experiments under varied growing conditions must be performed during several years covering as many climatic conditions as possible.

GAP experiments are seldom designed to elucidate the influence of the individual growing parameter such as rain after spraying, temperature, spell of drought influencing growth, etc. Exceeding of MRL, or unexpected high residues in the crop, although below MRL, could have cause in unexpected influence from the growing conditions.

The use of pesticides in the primary plant production, requires knowledge about the influence of the growing conditions, in order to minimise, with all means, the residues of pesticides at harvest. There are three main reasons for this:

1) Fruit and vegetables grown in Denmark should be of the highest quality possible in order to compete successfully for market shares on the export markets.
2) In the EU the MRL will probably be lowered in the future. This will result in increasing numbers of cases where the MRL is exceeded, or at least in detection of higher levels of residues compared to the MRL.
3) General animosity of the consumers not only against the MRL in fruit and vegetables being exceeded, but also against the number of samples reported to contain pesticide residues.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 223-226

It is planned to start experiments in 1998 at DIAS in order to elucidate the influence of the growing conditions on selected pesticide residues.

Baggrund

Anvendelse af pesticider i planteproduktionen vil altid medføre rester i planteproduktet ved høst, oftest under det målelige. Det tilstræbes naturligvis at disse rester bliver så lave som muligt under hensyntagen til et økonomisk tilfredsstillende behandlingsresultat. Da pesticiderne ud over at være effektive over for ukrudt, plantesygdomme og skadedyr, også kan være giftige for en række andre organismer, herunder mennesker, sørger myndighederne for at de rester af pesticider (og deres nedbrydningsprodukter) som forekommer på planteprodukterne efter sprøjtning, ikke forekommer i sådanne mængder at det er forbundet med risiko for helbredet at fortære disse fødevarer.

En acceptabel daglig dosis (ADI) indtaget i føden, bliver beregnet for det pågældende pesticid. De enkelte planteprodukters andel af den daglige kost bliver vurderet og en *acceptabel rest* af pesticidet i de individuelle planteprodukter ved høst bliver således beregnet. Derefter afprøves pesticidet til sit formål under praktiske forhold, det vil sige i markforsøg, for at afværge eksempelvis et svampeangreb. Her kommer begrebet god landbrugsmæssig praksis ind (GAP, Good Agricultural Practice).

Afprøvningen skal eksempelvis ske med den mindst mulige dosis, så langt fra høst som muligt og med de færreste sprøjtninger for på denne måde at minimere den rest af pesticider som uundgåeligt altid vil være at finde ved høst. Den under praktiske dyrkningsforhold fundne rest, skal altid være mindre end den ovenfor beskrevne acceptable rest, for at myndighederne skal kunne tillade brug af pesticidet. Er den ved markforsøg fundne rest mindre end den "acceptable" rest, vil denne blive anvendt til fastlægning af den maksimale grænseværdi (MRL, Maximum Residue Limit) for pesticidet i den pågældende afgrøde. Denne rest, bliver konventionelt udtrykt i dele pesticid pr million plantemasse (ppm, parts per million).

Alle disse overvejelser/resultater munder ud i at myndighederne, i dette tilfælde Miljøstyrelsen, fastsætter en grænse for hvor lang tid før høst pesticiderne må anvendes. Disse behandlingsfrister kaldes også "karenstider".

GAP-værdierne er således en refleksion af den praksis som der anvendes på den pågældende geografiske lokalitet, når pesticider anvendes i plantebeskyttelsen. Anvendelsesmønstret for pesticider ændrer sig som al anden produktionsform i landbruget gør det. I de sidste 20 år har reducerede doseringer af pesticider, ændrede sprøjtetidspunkter, indførelse af beslutningsstøttesystemer af forskellig art, forbedret sprøjteudstyr, osv gjort det *muligt* ikke alene at reducere pesticidforbruget, men også at få lavere rester af pesticider i planteproduktet ved høst. Den gode landbrugsmæssige praksis har ændret sig.

På trods af de givne anvisninger sker det at der kan påvises pesticidrester i afgrøden som er højere end de må være. Dette kan skyldes at avlerne ikke har overholdt gældende karens - eller det kan måske også skyldes at der kan være dyrkningsforhold som man ikke har haft

taget højde for, og som kan bevirke større restmængder end acceptabelt. Af sådanne dyrkningsforhold, som bedst kan betegnes som "worst cases" (men som er hændelser der jo optræder engang imellem), kan nævnes manglende afvaskning af blade grundet tørke, manglende vækst grundet enten tørke eller lave vækstemperaturer.

I befolkningen er der en stigende uvilje imod anvendelsen af pesticider i den primære planteproduktion. Denne uvilje kommer tydeligt til udtryk når grænseværdierne overskrides. Lavere grænseværdier i EU er en sandsynlig udvikling i fremtiden, og det vil skærpe kravene til en mere målrettet indsats hen imod at undgå pesticidrester i afgrøderne ved høst..

Det er planlagt at foretage undersøgelser for at få belyst om der er behov for justeringer af GAP-værdierne, så de passer til en mere moderne form for anvendelse af pesticider i planteproduktionen. GAP-værdierne er i denne sammenhæng ikke kun et redskab til at få sænket grænseværdierne, *men også et koncept til rådighed for jordbrugerne der signalerer hvorledes en moderne anvendelse af pesticider kan foretages, og hvorledes man kan bidrage til at få reduceret uviljen i befolkningen mod brugen af pesticider.*

Det er vigtigt for markedsføringen og dermed for produktionen af grønsager i Danmark, at "dansk" gøres synonymt med kvalitet, også når det gælder restindhold af pesticider, at forbrugerne føler sig trygge ved at købe dansk, fordi det er ensbetydende med ingen eller kun meget beskedent restindhold af pesticider, som på ingen måde indeholder sundhedsmæssige risici.

Sideløbende med de omtalte undersøgelser af restforekomst vil undersøgelserne i høj grad også kunne bidrage til at reducere anvendelsen af mængden af pesticider. Dette opnås, fordi *der i undersøgelserne indgår fastsættelse af angrebsgrader, der berettiger til behandling med pesticider - skadetærskler* - og hvilke doseringer, som er nødvendige/tilstrækkelige for at opnå den ønskede bekæmpelseseffekt.

Ved analyse af de seneste 8 års overskridelser af MRL samt påvisninger af pesticider i frugt og grønt, kan konkluderes at der især bør iværksættes GAP-forsøg med dithiocarbamater i bærfrugt. I 1995 forekom der dithiocarbamater i 64% af de prøver som overskred MRL eller hvor pesticider kunne påvises. Endvidere manglede der forklaringer på de fundne restindhold af dithiocarbamater i bærfrugt.

Metodebeskrivelse

Forsøgene er planlagt udført som kontrollerede sprøjteforsøg under markforhold med intensiv registrering af forhold som klima, jordbund, afgrødeudvikling, angreb af sygdomme og skadedyr o.l.

Semifield-undersøgelser vil blive taget i anvendelse hvor enkeltfaktorer så som nedbørens virkning vil blive undersøgt.

Nedbrydningsforløb af pesticider samt interessante metabolitter vil blive foretaget fra sprøjtetidspunkt til høsttidspunkt.

Dansk Sammendrag

Det er planlagt at gennemføre kontrollerede sprøjteforsøg med pesticider med det formål at reducere indholdet af pesticider i frugt og grøntsager.

Forsøgene skal anlægges på en sådan måde at *dyrkningsbetingelsernes indflydelse på nedbrydning og restindhold af pesticider ved høst skal kvantificeres.* Ved hjælp af denne viden, kan der på avlerniveau foretages beslutninger der vil medføre lavere restindhold i afgrøderne på høsttidspunktet.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og Skadedyr

Mikrobielle præparater til bekæmpelse af jordboende svampe

Microbiology as control of soilborne pathogens

Lene Petersen
Dansk Erhvervsgartnerforening
Blomstervej 1, Tilst
DK-8381 Mundelstrup

Summary

Microorganisms are often used for control of soilborne diseases instead of fungicides, because a lot of the growers wish to use other products instead of the fungicides, and because the use of more and more fungicides is restricted by the Danish Government.

The application of *Trichoderma* sp and *Gliocladium* sp for control of soilborne pathogens to peat sphagnum before use was studied in 27 samples at The Danish Association of Horticultural Producers' Lab in 1996-1997 to see, how many cfu it's possible to find after a specified period of time. Plating techniques at potato-dextrose-agar (PDA-petridishes) were used to assess the growth and viability of the spores in the different products.

By this method it is possible to count the cfu of the microorganisms *Trichoderma* sp and *Gliocladium* sp, but it is uncertain whether these cfu are from the original product, they could be naturally occurring in the peat.

Undersøgelser 1996-1997

Ved revurderingen af alle pesticider er der gledet en del af de fungicider ud, som man traditionelt har anvendt i væksthuse til forebyggelse/bekæmpelse af jordbårne svampe.

Det har derfor været nødvendigt at tænke alternativt i forebyggelse af disse sygdomme for at undgå, at dele af kulturen blev ødelagt under dyrkningsperioden.

Der findes enkelte kommercielle præparater på det danske marked, som kan anvendes til forebyggelse af plantepatogene svampe i forskellige dyrkningsmedier som sphagnum, jord eller stenuld. Disse præparater har været anvendt før stikning, under tiltrækning og efter oppotning af kulturerne med vekslende succes.

Ved plantepatologiske undersøgelser har det ofte vist sig, at man fik udfald i kulturen på trods af tilsætningen af disse kommercielle produkter. I praksis viste det sig, at mange præparater var noget tid om at etablere sig og danne nye sporer, der kan konkurrere med de plantepatogene svampe og plads om næring i vækstmediet, og man løb derfor indimellem ind i problemer med angreb af patogener i kulturen.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 227-228

Fra mange gartnere blev der udtrykt ønske om at få tilsat mikrobielle præparater til sphagnum fra producentens side, således at de tilsatte nyttesvampe har mulighed for at etablere og formere sig, inden eventuelle patogener indfinder sig og udgør en risiko for udfald i kulturen.

Sphagnumproducenterne har alle været meget villige til at medvirke til denne praksis med stor succes, men efterhånden opstod der hos enkelte kunder et ønske om en større sikkerhed for produktets kvalitet – at der var tilsat den lovede mængde, at nyttesvampene etablerede sig, og at disse kunne genfindes et stykke tid inde i kulturperioden.

Dansk Erhvervsgartnerforenings Laboratorium begyndte derfor i 1996/97 at udføre undersøgelse af indholdet af de tilsatte nyttesvampe ved at foretage udvanding af dyrkningsmediet i forholdet 1:1 i en periode på 1 time, hvorefter vandet blev filtreret og efterfølgende blev der foretaget en pladespredning på kartoffeldextroseagar (KDA). Efter 2-4 dage blev antallet af kolonidannende enheder optalt.

Der er i denne periode undersøgt 27 prøver af sphagnum for forekomst af *Trichoderma* sp. og *Gliocladium* sp. (produkterne Binab T, Supressevit og Glio-Mix.

Prøveudtagningen er udført på forskellige tidspunkter i kulturperioden, og der er samtidigt undersøgt for eventuelle forekomster/angreb af patogener.

De tilsatte præparater er ikke mærket på nogen måde, så det kan ikke med sikkerhed vides, at det er de tilsatte mikroorganismer, vi alene finder, men at der muligvis også er tale om naturligt forekommende kolonier af disse mikroorganismer.

Ved disse undersøgelser er der konstateret et meget stort antal kolonidannende enheder af sporer fra henholdsvis *Gliocladium* sp. og *Trichoderma* sp., der viser, at nyttesvampene etablerer sig i sphagnum og opformerer sig i løbet af kulturtiden.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

Afdrift fra sprøjteudstyr til svampebekæmpelse i jordbær. Effekt af afskærmet jordbærbom og ledsageluft til almindelig marksprøjte

Drift from spray equipment used for control of diseases in strawberry. Effect of shielding row application kits and airassistance to traditional field sprayer

Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

In strawberries fungicides against grey mould and mildew have traditionally been applied with either a conventional hydraulic field sprayer or with an unshielded row application kit. The typical application variables are flat fan nozzles used at a high pressure in order to attain a liquid amount of 1000-1500 l/ha. In this paper results are presented from drift experiments where the unshielded row application kits are compared with shielded row application kits. Different combinations of shielded applications and nozzles with different atomization were also tested. The nozzles tested were Hardi S4110-16, TeeJet 8001 EVS, Lurmark SD015 and Lurmark TD01. Shielding of the row application kit reduced the drift and the combination of coarse lowdrift nozzles and shielding reduced the drift to a high extent compared to the traditional technique. The use of air assistance (Hardi Stream) reduced the drift from two nozzle types tested, a Hardi S4110-16 and a Hardi SL4110-16.

Indledning

Afdrift i forbindelse med marksprøjtning er en vigtig kilde til kontaminering af omgivelserne. Ved marksprøjtning er det nabokulturer til det sprøjtede areal der er mest udsatte. Afdrift skønnes dog også at være en væsentlig kilde til kontaminering af overfladevand og atmosfære. Som følge deraf fokuseres der generelt på afdriftsproblematikken for at kunne begrænse spredningen af pesticider i vores omgivelser. Miljøstyrelsens godkendelse af pesticider indebærer en vurdering af risikoen for vandlevende organismer og betyder at der for en række midler er fastsat afstandskrav til vandmiljøet. Også i andre europæiske lande arbejdes med afstandskrav til vandmiljøet ved marksprøjtning, eksempelvis i Tyskland og Holland. I Holland er afstandskravene differentieret således at afdriftsreducerende sprøjteteknik har kortere afstandskrav end traditionel sprøjteteknik (ifølge Jørgensen & Witt 1997). En sådan

DJF-rapport nr. 3 (1998), 229 -238

differentiering finder ikke sted i Danmark, hvor afstandskravet er uafhængigt af den anvendte sprøjteteknik.

Denne afdriftsundersøgelse er del af et projekt hvis mål er at udforme en integreret dyrkningsstrategi for jordbær, hvor en række dyrkningsmæssige tiltag udnyttes for at mindske infektionstrykket og derved nedsætte behovet for kemisk bekæmpelse af gråskimmel og meldug. Projektet indeholder en sprøjteteknisk del, hvor der ses på mulighederne for at optimere effekten af de anvendte midler og hvor afdriften i forbindelse med sprøjtning undersøges. Der fokuseres specielt på om anvendelse af afdriftsreducerende udstyr kan tages i anvendelse uden at påvirke den biologiske effekt. Formålet med afdriftsdelen af projektet er at undersøge afdriften ved anvendelse af eksisterende afdriftsreducerende udstyr i forhold til den teknik der pt anvendes af jordbæravlere. Samtidig vil delprojektet skaffe viden om effekten af afdriftsreducerende udstyr, en viden der i givet fald vil kunne anvendes til at fastsætte afstandskrav til vandmiljøer med forskellige typer af sprøjteteknik.

Metode

Afdriftsundersøgelsen blev udført som markforsøg i september-oktober 1997 på Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse og Pesticidøkologi i Flakkebjerg. Forsøget blev udført på en mark hvor der til at simulere jordbærplanter var sået lucerne på 75 cm rækkeafstand. Hver række bestod af 2 rækker lucerne med 11 cm afstand som blev renholdt gennem sæsonen og klippet til en højde på ca 35 cm. Den 'beskæring' blev gentaget flere gange for at opnå en tæt og forholdsvis stiv bladmasse. Som standard blev der anvendt dels en konventionel marksprøjte dels en uafskærmet jordbærbom der blev opbygget ud fra TeeJet's rækkesprøjtningsudstyr (TeeJet 23770, Spraying Systems Co.). Denne jordbærbom blev udstyret med 3 dyser pr række, én over rækken samt en der pegede skråt ind på hver side af rækken. Der deltog to skærmede rækkesprøjter i forsøget. Den ene type fra Schaumann er en prototype, der principielt bestod af en jordbærbom med 3 dyser pr række placeret som det ovenfor er beskrevet med den uafskærmede jordbærbom. Hver rækkesektion er afskærmet med en kasse der har en åbning fortil hhv bagude hvor planterækken kan passere igennem. Åbningen for- og bagtil udgør kun en del af endefladerne. Afskærmningen på denne sprøjte er lufttæt.

Den anden skærmede rækkesprøjte der blev afprøvet var den svensk fremstillede JT-bandsprutan. Hver rækkesektion på denne sprøjte var udstyret med 4 dyser der var placeret i en halvcirkel over rækken. Det er således en modifikation i forhold til den udgave der anvendes til sukkerroer. Afskærmningen består af en tunnel, dvs med 100% åbne endeflader. Sprøjtetunnelen er udført i hulplade hvis hulprocent ikke er opgivet. Ved sprøjtning blev der anvendt 3 rækkesektioner for rækkeudstyret og med den almindelige marksprøjte et dyseantal der svarer til sprøjtning af 3 rækker. Hardi Stream blev afprøvet ligeledes med en bomsektion der dækkede 3 rækker. Hardi Stream har samme princip som Hardi Twin dvs at dyser og luft vinkles synkront, og luften ledsager dråberne det sidste stykke vej mod målet. Forskellen er at Hardi Twin har en kontinuert luftspalte i hele bombredden, mens Hardi Stream i spalten har

placeret en plade med cirkulære huller for at sikre en mere ensartet luftfordeling. En pladetykkelse på 3-4 mm skal sikre at luftens strømning bliver retningsbestemt.

Sprøjtning blev foretaget på dage hvor hovedvindretningen med en afvigelse på max 30^0 var vinkelret ind på rækkerne og i en længde på 75 m. Der blev foretaget 2 kørsler pr gentagelse for at reducere effekten af varierende vind. Forsøget indeholdt 3 gentagelser. Ved behandlingen blev der udsprøjtet 2*200 g/ha sporstof (natriumfluorescein) pr arealenhed i en sprøjtevæske der var tilsat 0,1% Lissapol Bio. Under en forsøgsbehandling blev der foretaget kontinuert måling af vindhastighed med en skålanemometer i ca 2 meters højde. Det var tilstræbt at middelvindhastigheden blev den samme inden for en gentagelse.

Sedimentation af afdrift i vindretningen blev opfanget på horisontale papirstykker med et areal på 100 cm^2, placeret i 10 cm højde over jord/afgrøde. Disse var placeret i 2,5 - 5 - 10 - 15 - 20 samt 25 m afstand fra det sprøjtede areal. Måling af svæveandelen af afdriften blev foretaget på master, placeret 5 meter fra det sprøjtede areal i højderne 0,25 - 0,75 - 1,25 - 1,75 - 2,25 og 2,75 m højde. I de angivne højder blev afdriften opsamlet på stålcylindre 6 cm i længden og med en diameter på 2 mm. I hver højde var der anbragt 2 stålcylindre. Der blev opstillet objekter og master i 3 rækker hver med en indbyrdes afstand på 3 meter. Nulpunkt for bestemmelse af afstandene fra forsøgsfladen var 1 dyseafstand fra den yderste dyse. Efter hver kørsel blev objekterne indsamlet og opbevaret mørkt indtil mængden af sporstof blev bestemt fluorimetrisk. Sporstoffet blev afvasket med 50 ml væske og detektionsgrænsen var 2 ppb. På de vandrette objekter med en overflade på 100 cm^2 svarer dette til at detektionsgrænsen er på 0,025% af den mængde sporstof der udsprøjtes pr arealenhed Som kontrol blev der udtaget tankprøver af sprøjtevæsken, hvor koncentrationen af sporstof ligeledes blev bestemt.

Kørslerne i marken var fordelt over 5 dage. Kørehastigheden var 4 km/t ved alle sprøjtninger, en kørehastighed der svarer til det der anvendes i praksis.

Tabel 1. Oversigt over dyseydelser og -tryk samt væskemængder pr ha for de anvendte sprøjtekombinationer. De angivne væskemængder er i rækkefølge for alm marksprøjte, båndsprøjte med 3 dyser pr række samt båndsprøjte med 4 dyser pr række ved en rækkeafstand på 75 cm. Summary of nozzle output, pressure and liquid amount pr ha in the technical combinations used. The liquid amount given in the table is in order traditional field sprayer, row application kit with 3 nozzles pr row and row application with 4 nozzles pr row and a row distance of 75 cm.

Dysetype Nozzle	**Dyseydelse** Nozzle output	**Tryk** Pressure	**Væskemængde (l/ha)** Liquid amount (l/ha)
Hardi S 4110-16	1,44	5	430 - 860 - 1148
TeeJet 8001 EVS	0,3	1,8	(90) - 180 - 240
Lurmark SD015	0,55	2,5	(165) - 330 - 440
Lurmark TD01	0,52	5	(156) - 312 - (416)

Hardi SL 4110-16 blev kun testet på Hardi Stream sprøjten med og uden luftledsagelse, og den blev anvendt med samme dyseydelse som Hardi S4110-16 dysen. I forsøgsled med luftassistance blev der anvendt en lufthastighed på 20 m/s.

Vindhastigheden de 5 forsøgsdage varierede fra 4-8 m/s. De enkelte sammenligninger i det følgende er dog udført ved variationer i middel vindhastighed på under 1 m/s.

Resultater

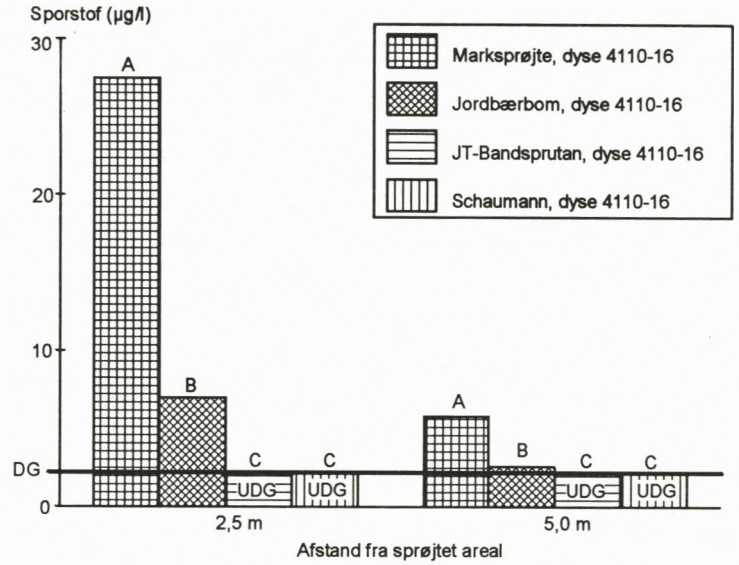
Med rækkesprøjtningsudstyr 'spildes' der ikke kemikalier på at sprøjte rækkemellemrum. Det betyder at doseringen pr ha sprøjtet bruttoareal er mindre end ved fladesprøjtning. Denne faktor er der ikke korrigeret for i de resultater der præsenteres her da kemikaliebesparelsen ved båndsprøjtning afhænger af den anvendte båndbredde og rækkeafstanden i kulturen.

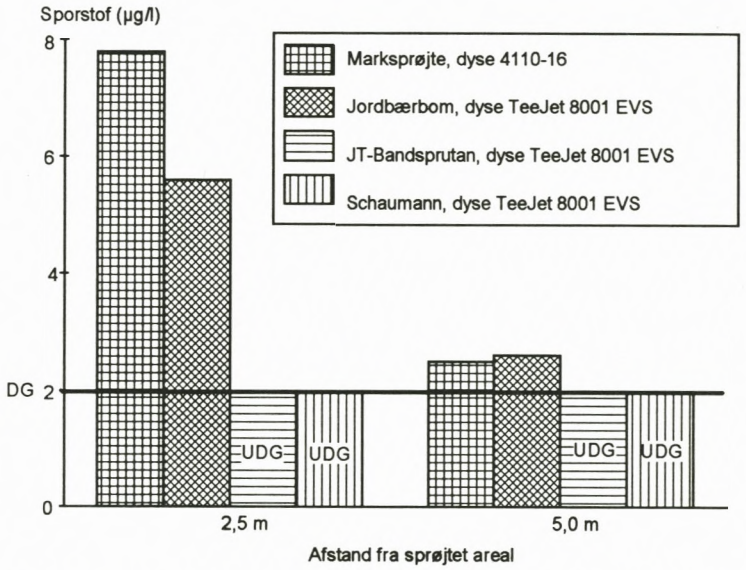
Forsøget blev inddelt i 5 kørsler i alt, hvor den traditionelle marksprøjte blev medtaget ved alle kørsler udstyret med en konventionel Hardi S4110-16 fladsprededyse ved et tryk på 5 bar (dyseydelse 1,44 l/min). Resultaterne fra de 5 delforsøg fremgår af figur 1-3, der viser den målte mængde sporstof på de vandret placerede papirobjekter. Afdriftsmålingerne i forskellige højder på master er ikke medtaget her, men disse resultater understøttede de resultater og konklusioner der kan uddrages af figurerne.

Ved første kørsel indgik de 3 jordbærbomme ligeledes, alle udstyret med S4110-16 dyse og samme tryk. Forskellen i væskemængde mellem de prøvede sprøjteteknikker (tabel 1) skyldes således forskellen i antal af dyser pr løbende meter spredebom. Afdriften fra den traditionelle marksprøjte var større end fra den uafskærmede jordbærbom. Afdriften fra de 2 skærmede rækkesprøjter, JT-bandsprutan og Schaumann prototype, var meget minimal, og der blev kun registreret enkelte værdier på størrelse med detektionsgrænsen. På de vandrette objekter i afstanden 2,5 m har de 2 skærmede rækkesprøjter således reduceret afdriften med over 90% i forhold til en traditionel marksprøjte og med over 70% i forhold til den uafskærmede jordbærbom.

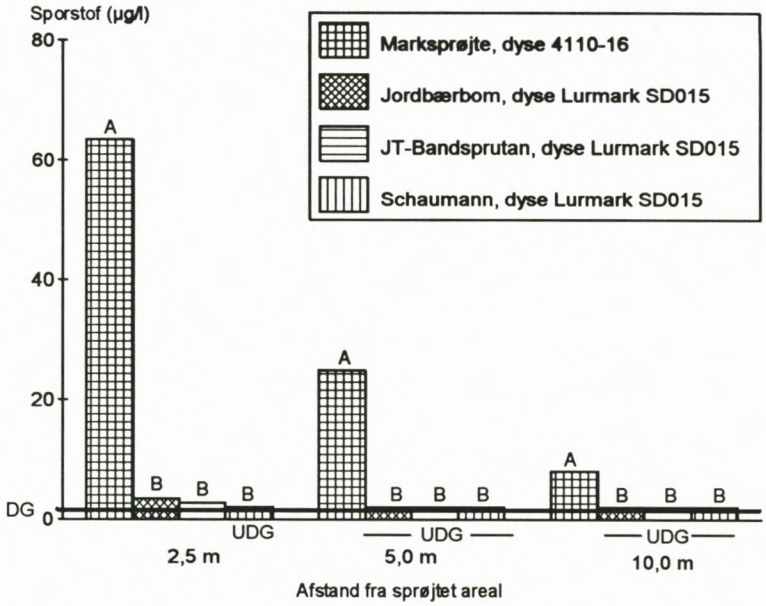
Ved den anden kørsel var de 3 rækkesprøjter udstyret med TeeJet 8001 EVS dyser. Vindstyrken var lidt lavere end ved de øvrige kørsler, og samtidig drejede vindretningen under kørslen så vindretningen ved sidste gentagelse afveg mere end de 30^0 fra det vinkelrette der anvendes som standard. Det har dels betydet at der har været en meget begrænset afdrift, og samtidig skal resultaterne tages med forbehold på grund af vindretningen. Rækkefølgen i afdrift er dog den samme som ved første kørsel på trods af at de 3 rækkesprøjter er udstyret med den finere TeeJet 8001 EVS dyse, mens den almindelige marksprøjte igen kørte med Hardi S4110-16 fladsprededyser.

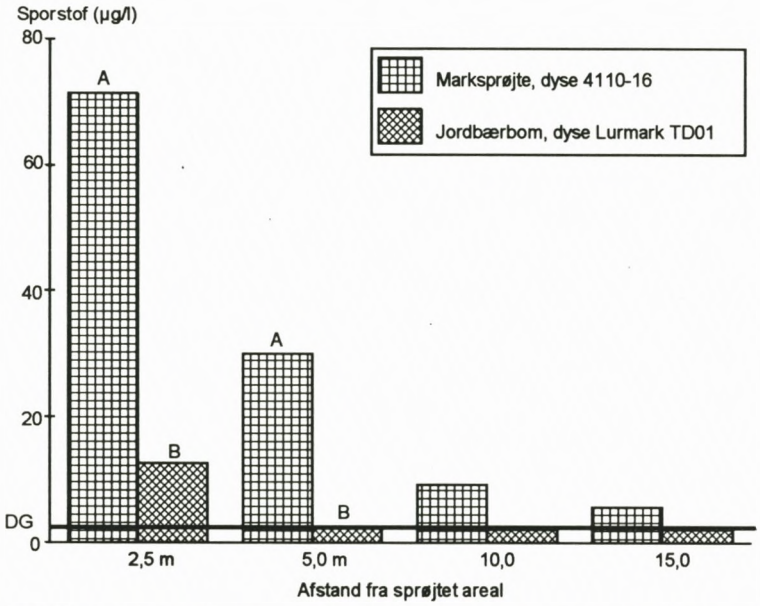
Ved tredje kørsel blev der monteret Lurmark SD015 lowdrift dyser på rækkesprøjterne. Sammenlignet med den almindelige marksprøjte med Hardi S4110-16 fladsprededyser har det reduceret afdriften meget markant (figur 2) og for alle rækkesprøjter, den uafskærmede medregnet, var afdriften under detektionsgrænsen i 5 meters afstand fra det sprøjtede areal. I 2,5 m afstand var afdriften fra den uafskærmede jordbærbom og JT-bandsprutan reduceret med ca 95% i forhold til marksprøjten. Med den skærmede Schaumann sprøjte var afdriften under detektionsgrænsen i 2,5 m afstand, dvs at afdriftsreduktionen var på minimum 97% med denne sprøjte.



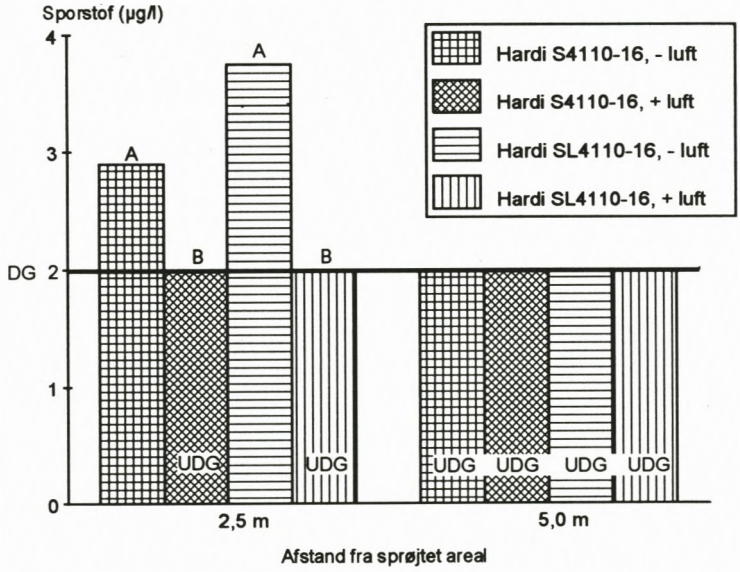


Figur 1. Afdrift ved sprøjtning med forskellige typer sprøjteudstyr, målt på papirobjekter i stigende afstand fra det sprøjtede areal. DG angiver detektionsgrænse og UDG måleværdier under detektionsgrænsen. Signifikante forskelle er angivet med bogstaver over barerne. Drift from different types of spray equipment measured in increasing distance from the treated area. DG and UDG refer to the limit of detection and values below the detection limit. Significant differences are given by letters above the bars.





Figur 2. Afdrift ved sprøjtning med forskellige typer sprøjteudstyr, målt på papirobjekter i stigende afstand fra det sprøjtede areal. DG angiver detektionsgrænse og UDG måleværdier under detektionsgrænsen. Signifikante forskelle er angivet med bogstaver over barerne. Drift from different types of spray equipment measured in increasing distance from the treated area. DG and UDG refer to the limit of detection and values below the detection limit. Significant differences are given by letters above the bars.



Figur 3. Afdrift ved sprøjtning med 2 dysetyper +/- luftledsagelse, målt på papirobjekter i stigende afstand fra det sprøjtede areal. DG angiver detektionsgrænse og UDG måleværdier under detektionsgrænsen. Signifikante forskelle er angivet med bogstaver over barerne. Drift from two types of nozzles +/- airassistance measured in increasing distance from the treated area. DG and UDG refer to the limit of detection and values below the detection limit. Significant differences are given by letters above the bars.

Den fjerde kørsel var alene en sammenligning af standardsprøjten og den uafskærmede jordbærbom, i dette tilfælde monteret med TD01 dyser, der er den mindste fra Lurmark's serie af turbodråbedyser. I forhold til standardsprøjten reduceredes afdriften med 80-90% med denne kombination.

Femtedagen var en afprøvning af Hardi Stream med 2 forskellige dyser, der blev sammenlignet med og uden luftledsagelse (figur 3). Der er generelt målt små afdriftsværdier og den reelle effekt af luftledsagelsen er derfor vanskelig at kvantificere da værdierne ligger tæt på eller under detektionsgrænsen. Det er påfaldende at der ikke er forskel i afdrift fra de 2 dysetyper, en konventionel Hardi S4110-16 i forhold til lowdrift dysen Hardi SL 4110-16. Generelt opnås de største fordele i afdriftsreduktion når små fladsprededyser omformes til lavdrift dyser, og med Hardi S4110-16 er der allerede tale om en fladsprededyse med relativt grov forstøvning. Luftledsagelse har derimod generelt reduceret afdriften fra de 2 dysetyper.

Diskussion

Ved bekæmpelse af skimmel og meldug i jordbær bruges der traditionelt store væskemængder for at få en god nedtrængning og afsætning i den store bladmasse, typisk anvendes der 1000-1500 l/ha. De store væskemængder opnås ved en kombination af lav kørehastighed, medium dysestørrelse (Hardi 4110-16 eller 4110-20 eller lignende) samt højt dysetryk. Hvorvidt denne sprøjteteknik er optimal for at opnå en høj bekæmpelse af de pågældende svampesygdomme, ligger uden for denne del af jordbærprojektet. Den nuværende sprøjteteknik er imidlertid basis når mulighederne for at reducere afdriften ved denne sprøjteopgave skal undersøges. Samtidig har en svensk undersøgelse (Nordmark *et al.* 1993) vist at der kan opnås et udmærket sprøjteresultat hvad angår afsætning (der blev ikke målt på effekt) selvom der anvendes en sprøjteteknik der indebærer en væskemængde på kun 200 l/ha med TeeJet 8001 EVS dyser på en skærmet rækkesprøjte. Det er derfor interessant at se hvordan afdriften er ved denne sprøjteteknik.

Forsøget har vist at afdriften kan reduceres når der anvendes rækkesprøjteudstyr i forhold til almindelig marksprøjte. Det skyldes primært at dysernes placering på rækkesprøjteudstyret muliggør en kortere afstand fra dyse til sprøjtemål end på den almindelige marksprøjte, hvor kravet til dobbelt overlapning med fladsprededyser medfører en væsentlig større afstand fra dyse til sprøjtemål. Den kortere afstand til sprøjtemålet betyder at en fraktion af dråber, som ellers ville være potentielt afdriftsfølsomme, når frem til sprøjtemålet med en del af deres udgangshastighed i behold (Elliott & Wilson 1983). Bomhøjdens væsentlige betydning for afdriftens omfang er ligeledes dokumenteret af Reichard *et al* (1992) og Miller (1988). En anden måde at opnå samme resultat er ved at anvende ledsageluft til en almindelig marksprøjte som det er prøvet her med Hardi Stream. Den afdriftsreducerende virkning af ledsageluft skyldes blandt andet at de små afdriftspotentielle dråber ved hjælp af ledsageluften bibeholdes i sprøjtedouchen og er påvist i flere undersøgelser (Lund 1997). Nærværende undersøgelse viser at ledsageluft med den nye luftspalteudformning efter Hardi Stream princippet reducerer afdriften, som det tidligere er opnået med Hardi Twin (Jensen & Kirknel 1997). Dråbernes evne til at trænge ind i en tæt plantebestand øges ligeledes når dråbehastigheden øges (Hislop *et al.* 1995) og såvel luftledsagelse (Elisson & Svensson 1987) som jordbærbom med dyser placeret tæt på sprøjtemålet (Nordmark *et al,* 1993) har vist tendenser til eller forbedret afsætning/effekt i jordbær i forhold til sprøjtning med almindelig marksprøjte.

Med samme dysetype reducerede de skærmede båndsprøjter afdriften markant i forhold til den uafskærmede jordbærbom, men det fulde potentiale kan ikke vurderes ud fra dette forsøg. Hvor det er nødvendigt at reducere afdriften til et minimum, kan to eller flere af de faktorer der er væsentlige for afdriftens størrelse inddrages. I dette forsøg blev kombinationen af skærmet rækkesprøjtning monteret med lowdrift dyser testet i forhold til en almindelig marksprøjte med traditionelle fladsprededyser. På trods af at der blev anvendt forholdsvis fint forstøvende lowdrift dyser blev der ved denne kombination opnået en afdriftsreduktion på

over 95% med de 2 skærmede båndsprøjter. På grund af de meget lave afdriftsværdier der generelt blev opnået med de 2 skærmede sprøjter kan undersøgelsen ikke anvendes til at drage konklusioner om forskelle mellem de 2 typer af afskærmning.

Sammendrag

Afdriften fra forskellige typer af sprøjteudstyr blev undersøgt i markforsøg. To skærmede båndsprøjter, JT-bandsprutan og en skærmet Schaumann båndsprøjte, blev sammenlignet med en uafskærmet jordbærbom. Der blev opnået en væsentlig afdriftsreduktion ved den skærmede båndsprøjtning. Ved en kombination af skærmet båndsprøjtning og anvendelse af lowdrift dyser (Lurmark SD015) blev der opnået over 90% afdriftsreduktion i forhold til en almindelig marksprøjte med Hardi S4110-16 fladsprededyser. Ved kombinationen uafskærmet jordbærbom monteret med en lille luftinjektionsdyse (Lurmark TD01) reduceredes afdriften med over 80% i forhold til marksprøjten. Anvendelse af luftledsagelse med Hardi Stream blev testet med 2 dyser, og for begge dyser blev afdriften reduceret når der blev anvendt luftledsagelse.

Erkendtlighed

Projektet er finansieret af Renere Teknologi med medfinansiering fra Bayer Danmark A/S og Dansk Erhvervsfrugtavl. Tak til alle der deltog i det praktiske forsøgsarbejde.

Litteratur

Elisson D. & Svensson S.-A. 1987. Fläktspruta i jordgubbsodling. Trädgård 332, Konsulentavdelningens rapporter, Swedish University of Agricultural Sciences, 50 pp.

Elliott J. G. & Wilson B. J. 1983 The influence of weather on the efficiency and safety of pesticide application. The drift of herbicides. Occasional Publication No. 3. BCPC Publications, London, 135 pp.

Hislop E. C. Western N. M. & Butler R. 1995. Experimental air-assisted spraying of a maturing cereal crop under controlled conditions. Crop Protection, 14, 19-26.

Jensen P. K. & Kirknel E. 1997. Sammenligning af afdrift fra konventionel sprøjte, Hardi Twin, Kyndestofte Airsprayer og Danfoil. 14. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, SP Rapport nr 7, 159-167.

Jørgensen M. K. & Witt K. L. 1997. Sprøjteteknik i relation til godkendelse og brugen af pesticider i Nordeuropa. 14. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, SP Rapport nr 7, 169-178.

Lund I. 1997. Analysering af afdriftspotentialet fra marksprøjter. 14. Danske Planteværnskonference - Ukrudt, SP Rapport nr 7, 149-157.

Miller P. C. H. 1988. Engineering aspects of spray drift control. Aspects of Applied Biology 17, Environmental aspects of applied biology, 377-384.

Nordmark L., Mattson B & Svensson S.-A. 1993. Förbättrad appliceringsteknik - minskad användning av bekämpningsmedel inom grönsaks- och bärodling. Trädgård 376, SLU Info/Trädgård rapporter, Swedish University of Agricultural Sciences, 60 pp.

Reichard D. L., Zhu H. Fox R. D. & Brazee R. D. 1992. Computer simulations of variables that influence spray drift. Transactions of the ASAE, 35, 1401-1407.

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme og skadedyr

FENIX (aclonifen) - et nyt ukrudtsmiddel i gulerødder, rodpersille (persillerod), pastinak, selleri, sætteløg, konservesærter, ærter og kartofler

FENIX (aclonifen) - a novel herbicide for use in carrot, parsley, (parsely root), parsnip, celery, set onion, green peas and potatoes

Ivan Brendstrup
Rhône-Poulenc Agro A/S
Gladsaxevej 378
2860 Søborg

Summary

FENIX – active ingredient aclonifen

Fenix is a novel herbicide, which can be used pre- as well as post-emergence of weeds. Fenix is currently registered in countries like Sweden, Norway, Finland, Germany, Holland and France. Compared to herbicides currently registered in Denmark, Fenix has a new mode of action. Fenix is a contact acting product, and is most effective on seedlings and small weeds. Uptake takes place via cotyledons and seed leaves. There is no root uptake, and consequently Fenix is quite independent of soil moisture and temperature at application.

On clay and sandy soils, Fenix can be applied pre- as well as post-emergence of weeds. On organic soils only post-emergence applications are recommendable.

Fenix is a specialist against weeds like SINAR, POLLA, GALAP, POLPE, MYOAR, STEME, CHEAL, CAPBP, PAPRH, THLAR, SILNO and POLAV

Fenix provides good control of weeds like VIOAR, POAAN, LAPCO, MATSS, URTUR, BRSNN, LAMPU, POLCO and VERSS.

Fenix has little effect on weeds like SENVU, GAESP, SOLNI etc.

In small crops, Fenix is a much-needed possibility for weed control. The broad spectrum of activity is important, and in particular the excellent control of GALAP, POAAN, CHEAL, and POLAV should be emphasised.

Fenix can be used straight or in sequence treatments in peas with Basagran M75/480. In onions follow-up treatments with Totril are possible. Thus it is possible to achieve a flexible weed control, adapted to the individual field. Rhône-Poulenc Agro A/S regards Fenix as an excellent tool, providing new prospects for weed control in carrots, parsley root, parsnip, celery, set onions and green peas.

DJF-rapport nr. 3 (1998), 239-248

Indledning

Fenix kan anvendes i en række afgrøder, bl.a. kartofler, ærter, løg, gulerødder og pastinak. Fenix er effektiv over for en lang række af både en- og tokimbladede ukrudtsarter, men effekten over for skærmplante- og natskyggefamilien er meget svag. Effekten imod kurvblomstrede er varierende.

Ud over en bred effekt imod mange ukrudtsarter skal Fenix' effekt imod specielt enårig rapgræs, burresnerre, fuglegræs, pileurter, hvidmelet gåsefod og agerstedmoder fremhæves.

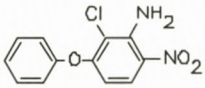
Kemiske og fysiske egenskaber

Kemisk navn: 2-Chloro-6-nitro-3-phenoxyanilin

Formulering: Aclonifen: 600 g/ltr som et suspensionskoncentrat

Registreringsnavne: Fenix, Challenge, Bandur

Strukturformel:



Molekylærformel: $C_{12}H_9ClN_2O_3$

Vandopløselighed: 2,5 mg/ltr ved 20 °C

Damptryk: 9 X 10^{-8} mbar ved 20 °C

Toksikologi og økotoksikologi

Fenix har både en flot toksikologisk og økotoksikologisk profil.

Akut Oral	LD_{50}	> 4.000 mg/kg	I planter	DT_{50}	10-15 dage
Akut Dermal	LD_{50}	> 5.000 mg/kg	I jord	DT_{50}	4-12 uger
Fugle	LD_{50}	> 15.000 mg/kg	I vand	DT_{50}	Ca . 15 dage
Fisk	LD_{50}	0,67-1,7 mg/ltr			
Daphnier	LD_{50}	1,2 mg/ltr	Der er kun svag forbigående irritation af hud og øjne.		
Bier	LD_{50}	>100.000 mg/bi			

Fenix bindes kraftigt i det øverste jordlag, har en lav vandopløselighed og ingen risiko for nedvaskning.

Virkningsmekanisme - Protox inhibering

Når Fenix udsprøjtes på bar jord, bliver aktivstoffet hos bredbladet ukrudt optaget af kimblade og kimstængel, mens den hos græsserne optages af kimblade, når ukrudtet spirer frem. På fremspiret ukrudt optages aclonifen også gennem sprøjtede blade. Derimod optages Fenix ikke via planterødderne.

Aclonifen tilhører den gruppe herbicider, som inhiberer porphyrin-syntesen (Protox). Herved blokeres både chlorofyl-dannelsen, cytochrome-b syntesen og åndingen. Aclonifen blokerer Mg og Fe optagelsen i chlorofyl. I samme gruppe produkter kan nævnes acifluorfen, bifenox, oxadiazon, oxadiagyl, oxyfluorfen m.m. Ingen af disse aktivstoffer er registreret i Danmark.

Virkningsbetingelser

Et fint såbed giver Fenix ideelle virkningsbetingelser. Kraftig regn og kølige vejrbetingelser kan give en forbigående gulfarvning af afgrøden, hvilket normalt ikke har betydning for udbytte og kvalitet.

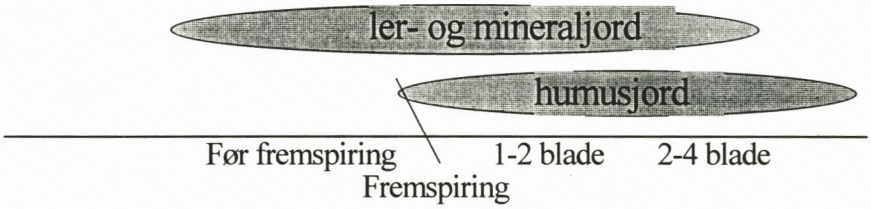
Fenix har en lav afhængighed af jordfugt, så længe jordfugten ikke begrænser væksten. Fenix' jordeffekt holder 2-4 uger, når jordskorpen ikke brydes.

Synlig virkning

Fenix virker både før og efter ukrudtets fremspiring ved kontaktvirkning. Ukrudt, som ikke er spiret frem på sprøjtetidspunktet, vil komme i kontakt med Fenix, når det bryder jordskorpen. Efter optagelsen af Fenix vil vækstpunkterne først farves hvide/gullige, hvorefter planten dør.

Jordtyper

Fenix har en sikker ukrudtseffekt på ler- og mineraljorde både før og efter ukrudtets fremspiring. På humusjorde bindes Fenix til de organiske forbindelser, og en nedsat effekt kan forventes. Derfor anbefales behandling på humusjorde kun efter ukrudtets fremspiring.



Figur 1. Behandling med Fenix på ler- og mineraljorde foretages før eller/og efter fremspiring, mens den på humusjorde kun bør foretages efter ukrudtets fremspiring. Application of Fenix on clay and mineral soils can be carried out pre- and/or post-emergence of weeds. On organic soils application should be carried out post-emergence of weeds.

Selektivitet

Fenix er afprøvet i en række landbrugs- og gartneriafgrøder - både før og efter afgrødens fremspiring.

Før fremspiring	**Før eller efter fremspiring**	**Efter plantning**
Kartofler Konservesærter Pastinak Persillerod	Gulerod Sætteløg Ærter	Selleri

Udviklingsarbejdet vil fortsætte i de kommende år med henblik på at udvide Fenix' registreringsområde.

Ukrudtseffekt

Fenix har en meget bred ukrudtseffekt.

Tabel 1. Fenix' effekt på forskellige ukrudtsarter før eller efter fremspiring er afhængig af doseringen. Efficacy of Fenix on different weeds, when applied pre- and post-emergence, is dose-rate dependent.

Behandlings-tidspunkt	**Specialist > 90%**	**Meget god effekt 85-90%**	**God effekt 70-85%**	**Utilstrækkelig effekt < 70 %**
Før Fremspiring	Agersennep Bleg pileurt Forglemmigej Hyrdetaske Kornvalmue Natlimurt Pengeurt	Burresnerre Ferskenpileurt Fuglegræs Haremad Hvidm. gåsefod Kamille Raps Rød tvetand	Enårig rapgræs Liden nælde Snerlepileurt Storkenæb Vejpileurt Ærenpris	Hanekro Sort natskygge Alm. brandbæger Gul okseøje Læge jordrøg Spergel Vortemælk
Efter Fremspiring	Agersennep Bleg pileurt Burresnerre Fersken pileurt Forglemmigej Fuglegræs Hvidm. gåsefod Hyrdetaske Kornvalmue Natlimurt Pengeurt Rød tvetand Vejpileurt	Enårig rapgræs Haremad Liden nælde Raps Snerlepileurt Ærenpris	Agerstedmoder Kamille	

Det fremgår af tabel 1, at kamille bekæmpes bedst med Fenix før ukrudtets fremspiring; mens f.eks. agerstedmoder, bleg pileurt, burresnerre, enårig rapgræs, fersken pileurt, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, liden nælde, snerlepileurt, vejpileurt og ærenpris bekæmpes bedst efter fremspiring. Imod agersennep, forglemmigej, hyrdetaske, kornvalmue, natlimurt, haremad, rød tvetand og raps er der ingen forskel på bekæmpelsen før eller efter fremspiring.

De enkelte afgrøder

Konservesærter

Fenix er afprøvet i Danmark ved Landbrugets Rådgivningscenter og Danmarks Jordbrugs-Forskning i doseringerne 0,865 ltr - 1,75 ltr - 3,5 ltr og 7,0 ltr pr. ha før fremspiring.

Når burresnerre forekommer, skal der mindst anvendes 1,5 ltr Fenix pr. ha. Hvis kamille/hanekro er problemet, bør der efterbehandles med Basagran 480/M75.

Tabel 2. Ukrudtsbekæmpelse i konservesærter med Fenix. Weed control in green peas with Fenix.

Ukrudtsarter		Før fremspiring	Efter fremspiring
Agersennep Bleg pileurt Ferskenpileurt Forglemmigej Fuglegræs	Hvidm. gåsefod Hyrdetaske Kornvalmue Natlimurt Pengeurt	Fenix 2,0 ltr	_
Enårig rapgræs Haremad Liden nælde Raps	Rød tvetand Snerlepileurt Vejpileurt Ærenpris	Fenix 2,0-2,5 ltr	_
Kamille		_	0,5-0,75 ltr Basagran 480
Hanekro		_	1,0-1,5 ltr Basagran M75

Bemærk: På humusjorde og jorde med kamille/hanekro kan en splitbehandling med Basagran 480/M75 være nødvendig. Den højeste dosering af Basagran 480/M75 anvendes under kølige forhold og ved stor ukrudtsbestand.

Fenix er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af fuglegræs, hvidmelet gåsefod, kamille, enårig rapgræs, raps og agersennep i ærter med 3,5 ltr/ha før fremspiring.

Rhône-Poulenc Agro A/S anbefaler at anvende 2,0-2,5 ltr Fenix i konservesærter før fremspiring.

Når hanekro/kamille er problemet efterbehandles med 1,0-1,5 ltr Basagran M75 / 0,5-0,75 ltr Basagran 480 pr. ha på ukrudtets kimbladsstadie.

Gulerødder

Fenix er nok det produkt i Skandinavien, som er mest intensivt afprøvet til ukrudtsbekæmpelse i gulerødder. Der har fra 1994-97 været et fælles Nordisk projekt omkring Fenix i gulerødder, hvor Fenix er afprøvet under mange klimaforhold og på mange forskellige jordtyper.

Fenix er i Sverige og Norge et centralt sprøjtemiddel i gulerødder til bekæmpelse af besværligt ukrudt. Fenix er her standardproduktet i gulerødder.

Tabel 3. Fenix - behovsbestemt ukrudtsbekæmpelse i gulerødder. Weed control strategies in carrot with Fenix.

Ukrudtsart		**Behovsbestemt dosering** (Der må max. anvendes 2,5 ltr Fenix pr. ha pr. år)		
		Sandjord**	**Lerjord****	**Humusjord****
Agersennep Burresnerre Forglemmigej Fuglegræs Hvidm. gåsefod Hyrdetaske	Pileurter Forglemmigej Liden nælde Pengeurt Raps Rød tvetand	**Før fremspiring:** 2,0 ltr Fenix+2 ltr Basta * **1. bladsprøjtning:** 0,5-0,75 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix	**Før fremspiring:** 2,0 ltr Fenix+2 ltr Basta * **1. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix	**Før fremspiring:** 2,5 ltr Basta** **1. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix
Agerstedmoder Kamille Enårig rapgræs Læge jordrøg	Snerlepileurt Spergel Vej pileurt	**Før fremspiring:** 2,0 ltr Fenix+2 ltr Basta* **1. bladsprøjtning:** 0,5-0,75 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75-1.,0 ltr Fenix	**Før fremspiring:** 2,0 ltr Fenix+2 ltr Basta* **1. bladsprøjtning:** 0,75 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix	**Før fremspiring:** 2,5 ltr Basta** **1. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **2. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix **3. bladsprøjtning:** 0,75-1,0 ltr Fenix

Der er stor forskel på anvendelsen af Fenix afhængigt af jordtyper, ukrudtsarter og ukrudtsstørrelse.
Behandling før fremspiring med Fenix/Basta sker inden "nakken" bryder jorden.

1. Bladsprøjtning sker, når første gulerodsblad er foldet ud.
2. Bladsprøjtning foretages, når guleroden har 2 fuldt udviklede blade.
3. Bladsprøjtning - alt efter behov - foretages på gulerodens 3-4 bladstadie.

* Basta tilsættes kun, når ukrudtet har mere end 3-4 blade.
** Til Basta tilsættes afspændingsmiddel.

Fenix kan løse nogle hidtil umulige ukrudtsproblemer i gulerødder. Det er nu muligt at bekæmpe ukrudt væsentligt senere end hidtil. Fenix giver mulighed for at bekæmpe burresnerre, vejpileurt, fuglegræs, forglemmigej, hvidmelet gåsefod, hyrdetasker m.m..

Den store fleksibilitet og høje tolerance med anvendelse både før og efter afgrødens fremspiring giver Fenix en central plads i bekæmpelse af ukrudt i gulerøder.

Rhône-Poulenc Agro A/S anbefaler en splitbehandling med Fenix mod ukrudt i gulerødder. Der anvendes fra 1,5-2,5 ltr Fenix før fremspiring, og fra 0,5-1,0 ltr Fenix efter fremspiring, afhængigt af jordtype og ukrudtstryk.

Rodpersille og pastinak

Fenix er afprøvet i rodpersille (persillerod) og pastinak før fremspiring, og i selleri efter plantning, i doseringer fra 0,865-7,0 ltr Fenix pr. ha.

Tabel 4. Ukrudtsbekæmpelse med Fenix i rodpersille, selleri og pastinak. Weed control in parsley root, celery and parsnip with Fenix.

Ukrudtsarter		**Ukrudt max. 2 løvblade før afgrødens fremspiring*.**	**Ukrudt max. 2 løvblade lige efter plantning af selleri**.**
Agersennep Bleg pileurt Burresnerre Ferskenpileurt Fuglegræs Hvidm. gåsefod	Hyrdetaske Kornvalmue Pengeurt Raps Rød tvetand	Fenix 2,0-2,5 ltr	Fenix 2,0-2,5 ltr
Agerstedmoder Enårig rapgræs Forglemmigej	Læge jordrøg Snerlepileurt Ærenpris	Fenix 2,5ltr	Fenix 2,5ltr

* Hvis ukrudtet er blevet større, blandes med Basta.

** Sellerierne skal være rodfæstede.

En godkendelse af Fenix til disse afgrøder vil åbne nye muligheder for ukrudtsbekæmpelse.

Rhône-Poulenc Agro A/S anbefaler at anvende 2,0-2,5 ltr Fenix pr. ha i rodpersille og pastinak før afgrødens fremspiring eller 2,0-2,5 ltr Fenix pr. ha i selleri efter plantning - når planterne er rodfæstede.

Sætteløg

Fenix er afprøvet efter sætning og efter fremkomst af sætteløg i doseringer fra 0,675-7,0 ltr Fenix pr. ha. Der er set særdeles gode resultater, specielt mod burresnerre og enårig rapgræs. 2 strategier kan anvendes mod ukrudt:

1. På jorde med lidt ukrudt og uden enårig rapgræs eller burresnerre behandles kun 1 gang med Fenix, der anvendes 1,5-2,0 ltr Fenix, når ukrudtet er på kimbladstadiet.
2. På jorde med mere ukrudt, enårig rapgræs og burresnerre deles behandlingen. Første gang behandles, når ukrudtet har kimblade og igen, når nyt ukrudt har nået kimbladstadiet.

Tabel 5. Ukrudtsbekæmpelse i sætteløg med Fenix. Weed control in set onions with Fenix

Ukrudtsarter			**Ukrudt på kimblade-stadium**
Agersennep Bleg pileurt Fersken pileurt Forglemmigej	Fuglegræs Hvidm. gåsefod Hyrdetaske Kornvalmue	Natlimurt Pengeurt Vej pileurt	Fenix 1,5-2,0 ltr
Enårig rapgræs Burresnerre Haremad	Liden nælde Raps Rød tvetand	Snerle pileurt Ærenpris	Fenix 0,5-1,0 ltr + Fenix 0,5-1,0 ltr

Behandling med Fenix kan eventuelt følges op med en Totril-behandling, dog tidligst 1 uge efter Fenix-behandlingen. *Der må max. anvendes 2,5 ltr Fenix pr. ha pr. år.*

Rhône-Poulenc Agro A/S anbefaler at anvende 1,5-2,5 ltr Fenix pr. ha i sætteløg, når det første ukrudt er på kimbladstadiet, og løgene er rodfæstede, samt en opfølgende behandling, når nyt ukrudt er på kimbladstadiet. Supplerende behandlinger med Totril kan udføres – dog tidligst 1 uge efter en Fenix-behandling.

Konklusion

Antallet af sprøjtemidler til specialafgrøder er stærkt faldende. Derfor er Fenix en længe ventet nyhed til dette område.

Fenix indeholder 600 g aclonifen pr. liter i en SC formulering. Produktet har en lav giftighed og nedbrydes mikrobielt i jorden.

Fenix optages gennem planternes kimstængel, kimblade og blade, men har ingen rodoptagelse. Effekt sikkerheden er stor også under tørre forhold.

Fenix' brede ukrudtseffekt er et godt supplement til ukrudtsbekæmpelse i gulerødder, rodpersille (persillerod), pastinak, selleri, sætteløg, konservesærter, ærter og kartofler (se landbrugssektionen).

Udviklingsarbejdet vil fortsætte målrettet for at optimere vores eksisterende vejledninger og udvide registreringsområdet.

Fenix er en længe ventet og særdeles god nyhed til ukrudtsbekæmpelse i en række specialafgrøder.

Sammendrag

FENIX - aktivstof aclonifen

Fenix er et nyt ukrudtsmiddel, der kan anvendes både før og efter ukrudtets fremspiring. I dag er Fenix godkendt i bl.a. Sverige, Norge, Finland, Tyskland, Holland og Frankrig. Fenix har i forhold til de registrerede ukrudtsmidler i Danmark en ny virkningsmekanisme. Fenix er et kontaktmiddel, der virker bedst på småt ukrudt, hvor det optages af kimstængel og kimblade; der er ingen rodoptagelse. Derfor er Fenix relativt uafhængig af jordfugt og temperatur på sprøjtetidspunktet.

På sand- og lerjorde kan Fenix udsprøjtes både før og efter, at ukrudtet er spiret frem, mens den på humusjorde kun bør anvendes efter ukrudtets fremspiring.

Fenix er specialist imod agersennep, bleg pileurt, burresnerre, ferskenpileurt, forglemmigej, fuglegræs, hvidmelet gåsefod, hyrdetaske, kornvalmue, pengeurt, nat limurt og vejpileurt.

Fenix har god effekt imod agerstedmoder, enårig rapgræs, haremad, kamille, liden nælde, raps, rød tvetand, snerlepileurt og ærenpris.

Der er ringe effekt imod alm. brandbæger, hanekro, sort natskygge m.m.

I specialafgrøder er Fenix en tiltrængt nyhed. Fenix´ brede ukrudtseffekt er her vigtig, men specielt Fenix´ effekt imod burresnerre, enårig rapgræs, hvidmelet gåsefod, snerlepileurt, fuglegræs og vejpileurt skal fremhæves.

Fenix kan bruges alene eller i sekvensbehandling i ærter med Basagran M75/480, og der kan i løg suppleres med Totril. Det er derfor muligt at opnå en behovsbestemt ukrudtseffekt, som passer til den aktuelle mark.

Rhône-Poulenc Agro A/S anser Fenix for et godt værktøj, som åbner nye muligheder for ukrudtsbekæmpelse i gulerødder, rodpersille, pastinak, selleri, sætteløg og konservesærter.

APPENDIX

Liste med danske navne, latinske navne og Bayer koder.

Dansk navn	***Latinsk navn***	**Bayer code**
Gulerod	*Daucus carota*	DAUCA
Kartoffel	*Solanum tuberosum*	SOLTU
Konservesærter	*Pisum satium*	PISSA
Pastinak	*Pastinaca sativa*	PAVSS
Agersennep	*Sinapsis arvensis*	SINAR
Agerstedmoder	*Viola arvensis*	VIOAR
Alm. brandbæger	*Senico vulgaris*	SENVU
Bleg pileurt	*Polygonum lapathifolium*	POLLA
Burresnerre	*Galium aparine*	GALAP
Enårig rapgræs	*Poa annua*	PAAAN
Fersken pileurt	*Polygonum persicaria*	POLPE
Forglemmigej	*Myosotis arvensis*	MYOAR
Fuglegræs	*Stellaria media*	STEME
Gul okseøje	*Chrysanthemum segetum*	CHYSE
Hanekro	*Galeopsis spp*	GALSP
Haremad	*Lapsana communis*	LAPCO
Hvidm. gåsefod	*Chenopodium album*	CHEAL
Hyrdetaske	*Capsella bursa-pastoris*	CATBP

Dansk navn	***Latinsk navn***	**Bayer code**
Persillerod	*Petroselinum tuberosum*	PARCT
Selleri	*Apium graveolens*	APUGV
Sætteløg	*Allium cepa*	ALLCE
Ærter	*Pisum sativum*	PISSA
Kamille	*Tripleurospemum inodorum*	MATIN
Kornvalmue	*Papaver spp*	PAPSP
Liden nælde	*Urtica urens*	URTUR
Læge jordrøg	*Fumaria officinalis*	FUMOF
Natlimurt	*Siline noctiflora*	SILNO
Pengeurt	*Thlaspi arvense*	THLAR
Raps	*Brassica napus*	BRSNN
Rød tvetand	*Lamium purpureum*	LAMPU
Snerlepileurt	*Polygonum convolvulus*	POLCO
Sort natskygge	*Solanum nigrum*	SOLNI
Spergel	*Spergula arvensis*	SPRAR
Storkenæb	*Geranium spp*	GERSP
Vortemælk	*Euphorbia spp.*	EPHSP
Ærenpris	*Veronica spp.*	VERSP

15. Danske Planteværnskonference 1998
Sygdomme/skadedyr, havebrug

Pesticider til små kulturer

Pesticides for minor uses

Klaus Paaske
Afdeling for Plantebeskyttelse
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Control of weeds and pests in minor crops is an increasing problem in Denmark as well as in other European countries. The reason is that the revaluation of old products have removed several products from the market. The more rigorous demands on documentation for registration have the consequences that very few new products are being developed and registered for minor crops. A way to overcome this is use of off-label registrations financed by grower organisations. Another possibility is use of a prescription or contract scheme but this will only provide a short term dispensation for products which otherwise are prohibited.

Indledning

Betegnelsen "små kulturer" ("minor uses") har sin baggrund i EU-direktiv 91/414, hvor der i artikel 9 gives mulighed for at medlemslandene kan tillade en udvidelse af anvendelsesområdet for et allerede godkendt plantebeskyttelsesmiddel, når dette er til almen nytte, og en række forudsætninger er opfyldt.

Hvilke kulturer, der falder under betegnelsen "minor uses" varierer fra land til land, men er generelt områder, hvor anvendelsen af plantebeskyttelsesmidler er af et omfang hvor de agrokemiske firmaer af økonomiske eller andre årsager undlader at udvikle og registrere potentielle nye aktivstoffer og måske samtidig fjerner allerede godkendte midler fra markedet.

Bekæmpelsesmiddelsituationen for små kulturer

Med revurderingen i Danmark, der blev iværksat i 1987 som en konsekvens af Miljøministerens handlingsplan for nedsættelse af forbruget af bekæmpelsesmidler i Danmark (Bekendtgørelse nr. 791 af 10. dec. 1987), er et stort antal aktivstoffer forsvundet fra det danske marked. I henhold til bekendtgørelsen skulle alle aktivstoffer, der var godkendt af det tidligere Giftnævn, d.v.s. før 1980, revurderes efter kriterierne i bekæmpelsesmiddelloven fra 1987 og i løbet af en 5-årig periode skulle firmaerne indsende ansøgning for alle produkter med indhold af de aktivstoffer, der skulle revurderes. Revurderingen blev en længerevarende

DJF-rapport nr. 3 (1998),249-254

proces der, bl.a. på grund af flere ændringer i lovgivningen undervejs, først er blevet afsluttet i 1997.

I alt skulle 214 aktivstoffer revurderes, hvoraf de 180 indgik i produkter godkendt til landbrugsformål. Af disse 180 stoffer har kun 77 overlevet revurderingen, de 56 er godkendt som hidtil, og 21 er godkendt med indskrænkede vilkår. For 45 aktivstoffer blev der ikke indsendt ansøgninger om revurdering, og 20 aktivstoffer blev afvist pga. mangelfuld dokumentation. Blandt disse to grupper er der en del stoffer, der er forsvundet, enten fordi den fornødne dokumentation ikke fandtes eller var mangelfuld, eller fordi man på forhånd vurderede at den ikke kunne leve op til kravene. Man kan ligeledes have skønnet, at markedspotentialet for stoffet var for lille til at dække omkostningerne til nye undersøgelser. Blandt disse midler var der et forholdsvis stort antal af de anvendte midler inden for små kulturer.

Siden 1980 og frem til udgangen af 1997, har Miljøstyrelsen godkendt produkter med 42 nye aktivstoffer til landbrugsformål. Disse godkendelser er tidsbegrænsede og flere af midlerne har derfor været til fornyet vurdering med det resultat at enkelte er blevet forbudt, fordi de ikke har kunnet opfylde de i mellemtiden skærpede krav til dokumentationen.

Forbudsloven

For at lette afslutningen af revurderingen vedtog Folketinget i 1994 den såkaldte forbudslov, hvorefter en række aktivstoffer er opført på forbudslisten. Dette betyder at salg og anvendelse er forbudt efter en i bekendtgørelsen anført dato. Med den seneste udgave af forbudslisten (Bekendtgørelse nr. 673 af 20. august 1997) er 29 aktivstoffer omfattet, de seneste med salgsforbud pr. 31/12 1997 og anvendelsesforbud pr. 1/8 eller 1/10 1998.

Konsekvenserne af forbudsloven og revurderingen medfører at der til en række områder inden for små kulturer kun vil være få, et enkelt eller slet ingen godkendte bekæmpelsesmidler til rådighed efter 1998 sæsonen.

Tabel 1. Eksempler på områder hvor bekæmpelse vil blive vanskeliggjort efter 1998-sæsonen. Examples of pests and diseases where control will be difficult after the 1998 season.

Væksthus	Frilandsgrønsager	Frugtavl
minérfluer	kålfluer	skurv
saintpauliatrips	gulerodsfluer	meldug
tobaks- og agurkbladlus	gråskimmel	frugttrækræft
Alternaria	løgskimmel	
Gråskimmel	storknoldet knoldbægersvamp	
Rhizoctonia		
Pythium/Phytophtora		
jorddesinfektion		

Som det fremgår af tabel 1, er der en række skadevoldere, hvor følgerne af revurderingen og forbudsloven vil give problemer med bekæmpelsen, såfremt der ikke registreres nye produkter, opnås off-label registreringer eller dispensationsordninger i løbet af 1998.

Disse problemer forstærkes af en anden konsekvens af de meget restriktive krav til registrering af bekæmpelsesmidler i Danmark. For flere aktivstoffers vedkommende bliver der af producenten ikke søgt om registrering til små kulturer i Danmark. Enten fordi det forhånd vurderes at markedspotentialet for produktet er for lille i forhold til udviklingsomkostningerne eller fordi firmaet af andre årsager ikke ønsker at registrere produkter til små kulturer i Danmark.

Tabel 2. Eksempler på bekæmpelsesmiddelsituationen for udvalgte skadevoldere. Examples of the situation for pesticides for control of certain pests.

Skadevolder	Middel	Status
Gråskimmel	Rovral	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/10 1998
friland og vækst-	Ronilan	anvendelsesforbud pr. 1/1 1998
hus	captan	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/11 1998
	Euparen Multi	kun godkendt i væksthus
	Octave	kun godkendt i champignon, kirsebær og prydplanter
	Daconil	
Mulig nyt produkt	*Scala*	*registreringsansøgning for jordbær indsendt*
Løgskimmel	Ridomil MZ	registrering trukket af firma, restlagre må anvendes
	Daconil	
	mancozeb	
Mulige nye	*Tattoo*	*godkendt i kartofler, dispensationsansøgning indsendes før 98-sæson*
produktet	*Amistar*	*godkendt i korn, endnu ikke ansøgning om godkendelse i løg da restkoncentrationsundersøgelser mangler*
Æbleskurv	Baycor	
	Saprol	ny godkendelse!
	captan	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/8 1998, dispensation til 1/11-98
	Rubigan	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/8 1998
	thiram	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/8 1998
	Antracol	
Mulige nye	*Candit*	*registreringsansøgning indsendt*
produkter	*Delan*	*registreringsansøgning indsendt*
Saintpauliatrips	Lannate	trukket af firma, restlagre må anvendes
	Vapona	salgsforbud, anvendelsesforbud pr. 1/8 1998
	Mesurol	kun godkendt til prydplanter i væksthus
	Admiral	kun godkendt til prydplanter i væksthus
Mulig nyt produkt	*Regent*	*registreringsansøgning indsendt*
Kålfluens larve	Basudin	anvendelsesforbud udendørs, dispensation givet for begrænset kvantum
	Birlane	sprøjteformulering trukket af firma, granulatformulering stadig til rådighed men indstillet til forbud
Mulige nye	*dimethoat*	*godkendt i kål men ikke mod kålfluens larve*
produkter	*chlorpyrifos*	*frø bejdset i udlandet med chlorpyrifos må indføres og anvendes i Danmark. Sprøjtemiddel kun godkendt til prydplanter i væksthus*

Off-label godkendelse

Ifølge Bekendtgørelse om bekæmpelsesmidler nr. 722 af 12. september 1997 er der mulighed for at midler kan godkendes til andet anvendelsesområde end det, der fremgår af etiketten. En sådan off-label godkendelse kan gives, når der er tale om et begrænset anvendelsesområde, som er af vital betydning for dyrkning af den pågældende kultur. Off-label godkendelsen kan søges af erhvervsorganisationer, offentlige eller videnskabelige institutioner inden for landbrug, gartneri mv. samt af erhvervsmæssige brugere.

En ansøgning om off-label godkendelse skal redegøre for de miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser ved den ansøgte udvidelse samt for midlets effektivitet til det ansøgte anvendelsesområde. Er der tale om afgrøder til foder eller konsum, skal der fremlægges restkoncentrationsundersøgelser. Endelig skal der redegøres for, hvordan brugere vil blive oplyst om midlet og anvendelsen. Off-label anvendelse sker på brugerens eget ansvar.

Recept- og kontraktmodeller

I forbindelse med forbudsloven er der givet mulighed for at Miljøstyrelsen i ganske særlige tilfælde kan give dispensation til anvendelse af forbudte midler. Dette kan ske efter en recept- eller kontraktmodel. Ved receptordningen skal en uvildig rådgiver vurdere behovet, ved kontraktordningen skal der foreligge en bindende kontrakt mellem avler og aftager.

For begge ordninger gælder, at der er tale om afviklingsordninger for små kulturer, hvor en skadevolder ikke kan bekæmpes uden anvendelse af et forbudt middel. Skadevolderen skal, udbytte- eller handelsmæssigt, udgøre en essentiel trussel for dyrkningen af den pågældende kultur, ligesom det er et krav at dyrkningen foretages på en måde, hvor behovet for anvendelse af det pågældende middel er reduceret mest muligt ved forebyggende foranstaltninger, ændret sædskifte, sortsvalg mm.

Ordningerne er afviklingsordninger, der maksimalt kan gives for 3 år og forbruget af midlet må kun udgøre en mindre del at det tidligere forbrug. Samtidig kræves det at erhvervsorganisationen iværksætter udvikling og afprøvning af alternativer.

Erhvervsfinansieret afprøvning

Kravet ved recept/kontraktordninger om udvikling af alternativer samt off-label godkendelsers krav om dokumentation for effektivitet, har for erhvervene medført et behov for at få udført forsøg efter retningslinier, der gælder for afprøvning af bekæmpelsesmidler.

Til opfyldelse af dette behov har en række erhvervsorganisationer indgået en aftale med Danmarks JordbrugsForskning om udførelse af afprøvningsforsøg med såvel gamle produkter som med nye ikke-godkendte produkter. Formålet hermed er dels at undersøge om der for gamle midler er potentielle anvendelsesområder, man ikke tidligere har være klar over samt at undersøge nye midler, som endnu ikke er og måske slet ikke vil blive afprøvet af firmaet til den pågældende anvendelse i Danmark.

Et andet formål med den erhversfinansierede afprøvning er at opretholde et videnberedskab inden for Danmark JordbrugsForskning inden for de berørte områder, da de agrokemiske firmaers interesse for at få udført udviklings- og anerkendelsesforsøg i små kulturer i Danmark er faldet betydeligt.

Aftalen dækker små kulturer inden for områderne væksthusgartneri, frugtavl, planteskole samt frilandsgrøntsager og finansieres via GAU-midler. Forsøgsopgaverne aftales mellem DJF og de respektive konsulenter i avlerorganisationerne.

Tabel 3. Erhversfinansierede forsøgsopgaver udført ved Danmarks JordbrugsForskning. *Grower financed trials carried out at the Danish Institute of Agricultural Sciences.*

Væksthuskulturer	Frugtavl	Planteskole	Frilandsgrønsager
Potteplanter: - *Phythophtora* - *Rhizoctonia* - meldug - gråskimmel - F*usarium* - saintpauliatrips - tobaksbladlus - bomuldsmellus - bladnematoder Grønsager: - meldug - gråskimmel - bladlus	Kernefrugt: - *Gloesporium* - meldug - bladtæger - pæregalmyg Stenfrugt: - blommehvepslarver - grå monilia på Kirsebær Buskfrugt: - stikkelsbærdræber på solbær Jordbær: - gråskimmel - meldug	- Meldug på eg - Gråskimmel - *Fusarium* på frøbede af nåletræer - Spindemider - Bøgebladlus	- Kålfluelarver - Gulerodsfluelarver - Løgskimmel - *Alternaria* på kinakål - Papirplet i porrer

Der har foreløbig være udført forsøg i 1996 og 1997, og i tabel 3 er vist de forsøgsopgaver, der er arbejdet med inden for svampesygdomme og skadedyr. Tilsvarende opgaver er udført med ukrudtsbekæmpelse inden for frugtavl, planteskole og frilandsgrønsager.

Den i forsøgene frembragte dokumentation kan anvendes af erhvervsorganisationerne til dokumentation ved en eventuel ansøgning om off-label godkendelse eller som del af en handlingsplan i forbindelse med dispensationsansøgning for en recept- eller kontraktordning. Resultaterne er desuden et godt værktøj for organisationens konsulenter i det daglige rådgivningsarbejde. Forsøgsresultaterne kan findes i de årlige oversigter over forsøgsresultater fra Danmarks JordbrugsForskning (Noyé 1996, Noyé 1997, Rasmussen 1996 og Paaske & Rasmussen 1997).

Internationalt samarbejde

Det er ikke kun Danmark, der oplever de stigende problemer med bekæmpelse af skadevoldere i små kulturer. Selv i større markeder som Tyskland og England er problemet stigende. På initiativ af Tyskland arbejdes der på EU-plan på udvikling af et samarbejde vedrørende "minor uses". Der har i 1993 og i 1996 været afholdt symposier vedrørende "minor uses", hvor mulighederne for samarbejde på tværs af grænserne er blevet diskuteret, og dette har medført to konkrete initiativer (*Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 1993, *Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 1996)

Det ene er et projekt for etablering af en database vedrørende "minor uses" med registrering af godkendte produkter, anvendelsesområde, behandlingsfrist mm., Desuden skal der for hvert land indgå en liste over kulturer og skadevoldere, hvortil der nationalt ikke er godkendte midler og om der er iværksat tiltag for at afhjælpe problemet. Det er desuden målsætningen, at databasen skal indeholde oplysninger om udførte effektivitetsforsøg og restkoncentrationsdata med oplysning om hvorvidt disse er tilgængelige for andre.

Det andet er nedsættelse af en ekspertgruppe for udarbejdelse af forslag til frivillig gensidig godkendelse af off-label godkendelser i EU. Der foreligger på nuværende tidspunkt et udkast, som er sendt til medlemslandene for kommentarer. Hvornår gruppens arbejde kan udmøntes i et konkret forslag til Kommissionen er vanskeligt at sige, men forhåbentlig kan det ske inden for en overskuelig fremtid.

Litteratur

Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1993, International Symposium on Minor Uses, Heft 291

Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1996, 2. International Symposium on Minor Uses, Heft 324

Lovbekendtgørelse nr. 438 af 1. juni 1994

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 791 af 10. dec. 1987

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 673 af 20. aug. 1997

Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 722 af. 12.sep. 1997

Noyé G., Hartvig P., og Rubow T. 1996, Resultater fra Afprøvnings- og Udviklingsforsøg. Bind 3, Havebrug og Skovbrug, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Noyé G., Hartvig P., og Rubow T. 1997, Resultater fra Afprøvnings- og Udviklingsforsøg. Bind 3, Havebrug og Skovbrug, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse

Paaske K. og A.N. Rasmussen 1997, Resultater af forsøg 1997, Bekæmpelse af svampesygdomme og skadedyr i frugttræer, frugtbuske, jordbær, væksthus- og planteskolekulturer samt frilandsgrønsager. Afdeling for Plantepatologi og Jordbrugszoologi.

Rasmussen A.N. 1996, Resultater af forsøg 1996, Bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme i frugttræer, frugtbuske, jordbær, væksthus- og planteskolekulturer. Afdeling for Plantepatologi og Jordbrugszoologi

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. 65 99 17 66. Fax. 65 99 25 98.

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 19 61 41. Fax. 58 19 01 66.

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