

DJF rapport



Markbrug nr. 99 ■ Januar 2004



Plantebeskyttelse 2
1. Danske Plantekongres

Crop Protection 2
1st Danish Plant Congress

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Indholdsfortegnelse

MaisTer[®] –

det mest bredspektrede majsmiddel i Danmark – nogensinde

MaisTer[®] –

the most broad-spectrum herbicide for maize in Denmark - ever

Oluf Juhl7

Grasp 40SC – nyt græsmiddel mod bl.a. flyvehavre og rajgræs i korn

Grasp 40SC – a new grass herbicide against wild oat and ryegrass in cereals

Henning Jensen15

Callisto[®] + Terbuthylazin – et nyt bredspektret ukrudtsmiddel til majs

Callisto + Terbuthylazine – a new broad-spectrum post-emergence herbicide in maize

Kristian Lybek Mariegaard Witt21

Två nye BASF graminicider i Danmark

Two new graminicides in Denmark from BASF

Ann-Kristin Nilsson27

Påvirker behandlingshyppigheden naturen?

Does the Frequency of Applications have any impact on the agro-ecosystem?

Niels Elmegaard & Hans Løkke35

Betydningen af reduceret pesticidanvendelse på fødekæder på markniveau

The effect of reduced pesticide use on food chains at field level

Jørgen Aagaard Axelsen, Mette Sønderkov, Knud Tybirk

& Marianne Bruus Pedersen.....43

ALMaSS simulation of the impact of removing pesticides

ALMaSS simulering af virkningen af at fjerne pesticider

Peter Odderskær, Chris Topping & Jane Uhd Jepsen57

Flora og insekter i hegn på økologiske og konventionelle bedrifter

Hedgerow flora and insect fauna on organic and conventional farms

Marianne Bruus, Erik Aude & Knud Tybirk59

Ranman til bekæmpelse af kartoffelskimmel

Ranman for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*)

Jørn Engvang77

Fenomen® – et nyt aktivstof til forebyggelse af svampeangreb i kartofler og grøntsager	
Fenomen® – A novel active ingredient for control of fungus in potatoes and vegetables	
<i>Oluf Juhl</i>	81
Monceren Extra - et nyt effektivt bejdsemiddel mod skadelige insekter og rodiltsvamp (<i>Rhizoctonia solani</i>) i kartoffelavl	
Monceren Extra - a new effective seed treatment product against harmful insects and black scurf (<i>Rhizoctonia solani</i>) in potatoes	
<i>Ivan Kloster & Mats Andersen</i>	91
Proline® – erfaringer fra afprøvningerne i 2003	
Proline® – experiences from testings in 2003	
<i>Klaus Heltbech</i>	103
Cruiser® - Et insektbejdsemiddel	
Cruiser® - A seed treatment insecticide	
<i>Hans Rasmussen</i>	115
Herbicidresistens – status	
Herbicide resistance – state of affairs	
<i>Per Kudsk & Solvejg Kopp Mathiassen</i>	127
Fungicidresistens - status	
Fungicide resistance - status	
<i>Lise Nistrup Jørgensen</i>	141
Insekticidresistens – dansk status	
Insecticide resistance – Danish statement	
<i>Lars Monrad Hansen</i>	151
Pesticidresistens - Rådgivning og forebyggende indsats, herunder mærkning af midler	
Pesticide resistance - Advisory and preventive efforts, including labelling of products	
<i>Jens Erik Jensen</i>	159

Epoxiconazol	
- basis i moderne kornfungicider	
Epoxiconazol	
- the basis in modern cereal fungicides	
<i>Stefan Ulrich Ellinger</i>	163
Boscalid – et aktivt stof med bredt virkningsspektrum mod svampe i korn, raps af specialafgrøder	
Boscalid – an active ingredient with broad-spectrum efficacy in cereals, oil-seed rape and special crops	
<i>Jørgen Lundsgaard</i>	169
Eget ansvar for planteværn giver kvalitet – og skaber merværdi	
Responsibility for crop protection generates quality crop – and creates value	
<i>Lars Byberg</i>	175
Hvordan DuPont håndterer resistensudfordringen	
How DuPont deals with the resistance challenge?	
<i>Erling Falch Petersen</i>	185
Pesticidplan 2004 – 2009	
The Pesticide Plan 2004 - 2009	
<i>Per Kristensen</i>	197
Effekt af pesticider i vandmiljøet og på randområder	
Effects of pesticides in the aquatic environment and nearshore areas	
<i>Hans Løkke, Torben Lauridsen, Annette Baatrup-Petersen, Nikolai Friberg & Helle Weber Ravn</i>	203

1. Danske Plantekongres 2004

MaisTer[®] –

det mest bredspektrede majsmiddel i Danmark – nogensinde

MaisTer[®] –

the most broad-spectrum herbicide for maize in Denmark - ever

Oluf Juhl

Bayer CropScience Nordic A/S

Nørgaardsvej 32

DK-2850 Kgs. Lyngby

Summary

MaisTer – containing the active ingredients foramsulfuron and iodosulfuron - gained a provisional approval on 20th of March 2003. Therefore, 2003 was the very first year where it again was possible to control grass and other difficult weed species in maize.

38,000 ha was treated with MaisTer in the first year. The experience of the farmers has been positive, and very good control was gained against broadleaved and grass weed.

An investigation – carried out by Bayer CropScience showed that 96% of all users in 2003 have decided that MaisTer will be a part of the weed strategy in 2004. Also counting the ones that did not use MaisTer in 2003, 84% expect that MaisTer will be used in 2004.

Sammendrag

MaisTer – indeholdende aktivstofferne foramsulfuron og iodosulfuron fik d. 20-03 2003 en provisorisk godkendelse. 2003 var således det første år, hvor MaisTer blev anvendt i Danmark, og hvor det blev muligt at bekæmpe kvik (*Agropyron Repens*) og andet græsukrudt i majs.

I 2003 er MaisTer anvendt på ca. 38.000 ha. Erfaringerne har i al overvejende grad været positive, og der er opnået særdeles gode effekter på både bredbladet ukrudt og græsukrudt.

En undersøgelse foretaget af Bayer CropScience viser således, at 96% af dem, der havde anvendt MaisTer i 2003, har besluttet, at MaisTer indgår i ukrudtsbekæmpelsen i 2004, og ud af samtlige besvarelser (inklusive dem der ikke havde anvendt MaisTer i 2003) har 84% svaret, at MaisTer skal anvendes i det kommende år.

Virkningsmekanisme

MaisTer virker som andre sulfonylureamidler ved at hæmme enzym acetolactat syntesen, der er nødvendig for dannelsen af de for planter essentielle aminosyrer Valin og Isoleucin.

Dannes disse aminosyrer ikke, standser celledelingen i vækstpunkterne, og planten standser i vækst og dør.

Optagelse og transport

MaisTer er systemisk og transporteres efter optagelse frem til vækstpunkterne, hvor virkningen sker. Optagelse af MaisTer sker i overvejende grad gennem bladene, og kun i mindre omfang sker der optagelse gennem ukrudtsplanternes rødder. Dog vil meget følsomme ukrudtsarter som eksempelvis sort natskygge ikke kunne fremspire de første dage efter behandling.

Synlig effekt

Væksten standser i løbet af få dage efter behandlingen, men synlig effekt, i form af lyse hjertesked, ses som regel først i løbet af 1 - 2 uger. Herefter visner planten væk i løbet af nogle uger.

Ved behandling af især græsukrudt samt stort ukrudt ses ofte, at dele af ukrudtsplanten forbliver grøn i en længere periode, dog uden at der sker nogen vækst efter behandlingen. Disse planter optager hverken næring eller vand fra jorden og konkurrerer således ikke med afgrøden og giver derfor heller ikke noget udbyttetab.

Afgrødetolerance

Afgrødens tolerance overfor MaisTer sikres på flere måder. Først og fremmest optages der væsentlig mindre MaisTer i majsens end i ukrudtet, samtidig med at majsens hurtigere kan nedbryde stoffet. Herudover øges selektiviteten ved tilsætning af en safener "isoxadifen-ethyl", der accelererer nedbrydningen af aktivstofferne i majsens. Denne safener virker ikke i ukrudtsplanterne, og effekten overfor ukrudt påvirkes derfor ikke af denne safener.

Der er nogen sortsforskelle i tolerancen overfor MaisTer, og en positivliste er derfor udarbejdet for de mest dyrkede sorter. Den eneste sort, der med sikkerhed IKKE skal behandles med MaisTer, er "Abraxas". Herudover er der enkelte andre sorter, hvor tilstrækkelig information ikke findes. Disse sorter dyrkes dog kun i meget begrænset omfang.

I modsætning til afprøvningsårene, er der i 2003 set nogen påvirkning af afgrøden en del steder, men generelt forsvandt både lysfarvning og vækststandsning i løbet af 3 - 4 uger (se venligst under erfaringer).

Sprøjtetidspunkt

MaisTer udsprøjtes, når ukrudtet er fremspiret, men inden ukrudtet begynder at konkurrere med majsens. Generelt anvendes en splitbehandling, hvor ca. 2/3 af den planlagte dosering udsprøjtes, når ukrudtet har 2 løvblade, eller græsset står med 2 - 3 blade, efterfulgt af den resterende

dosering 10 - 14 dage senere. Splitbehandling er især en fordel ved kvikbekæmpelse, samt hvor der erfaringsmæssigt er risiko for nyfremspiring (f.eks. sort humusrig jord). Når der anvendes andre midler til specifikke ukrudtsarter, udbringes disse enten alene eller som en tankblanding, når det pågældende ukrudt har en passende størrelse til det pågældende produkt.

MaisTer bør ikke anvendes senere end ved majsens 6. bladstadiet.

Sådan anvendes MaisTer

MaisTer's store fordel er den meget brede effekt. Således bekæmpes alle de græsukrudtsarter, der er et problem i Danmark, ligesom de allerfleste bredbladede ukrudtsarter bekæmpes med meget stor sikkerhed. Ligeledes bekæmpes de fleste rodokrudtsarter. Effekten på tidsel (*Cirsium arvensis*) og vandpileurt (*Polygonum amphibium*) kan dog svinge noget, afhængig af den anvendte dosering og behandlingsstrategi.

For at opnå 85% effekt kan nedenstående doseringer anvendes mod de pågældende ukrudtsarter. Ukrudt op til 4 - 6 blade.

50 g MaisTer/ha	50 g MaisTer + 50 g MaisTer/ha	100 g MaisTer + 50 g MaisTer/ha	50 g MaisTer + 100 g MaisTer/ha
Agerrævehale (<i>Alopecyrus myosuroides</i>)	Ital. Rajgræs (<i>Lolium multiflorum</i>)	Alm. Kvik (<i>Agropyron repens</i>)	Grøn skærmaks (<i>Setaria viridis</i>)
Alm. Rajgræs (<i>Lolium perene</i>)	Agersvinemælk (<i>Sochus spp.</i>)		Hanespore (<i>Echinochloa crus-galli</i>)
Flyvehavre (<i>Avena fatua</i>)	Alm. Brandbæger (<i>Senecio vulgaris</i>)		Agermynte (<i>Mentha arvensis</i>)
Enårig rapgræs (<i>Poa annua</i>)	Forglemmegej (<i>Myosotis arvensis</i>)		Tidsel* (<i>Cirsium arvensis</i>)
Hyrdetaske (<i>Capsella bursa pastoris</i>)	Hanekro (<i>Galeopsis spp.</i>)		Vandpileurt* (<i>Polygonum amphibium</i>)
Fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i>)		Følfod (<i>Tussilago farfara</i>)
Korsblomstret (<i>Brasica spp.</i>)	Kamille (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)		Agerstedmoder (<i>Viola arvensis</i>)
Sort natskygge (<i>Solanum nigrum</i>)	Kærgaltetand (<i>Stachys palustris</i>)		Bleg pileurt (<i>Polygonum lapathifolium</i>)
	Liden nælde (<i>Urtica urens</i>)		Burresnerre (<i>Galium aparine</i>)
	Pengeurt (<i>Thlaspi arvensis</i>)		Ferskenpileurt (<i>Polygonum persicaria</i>)
	Skræppe (<i>Rumex crispus</i>)		Svinemælde (<i>Atriplex patula</i>)

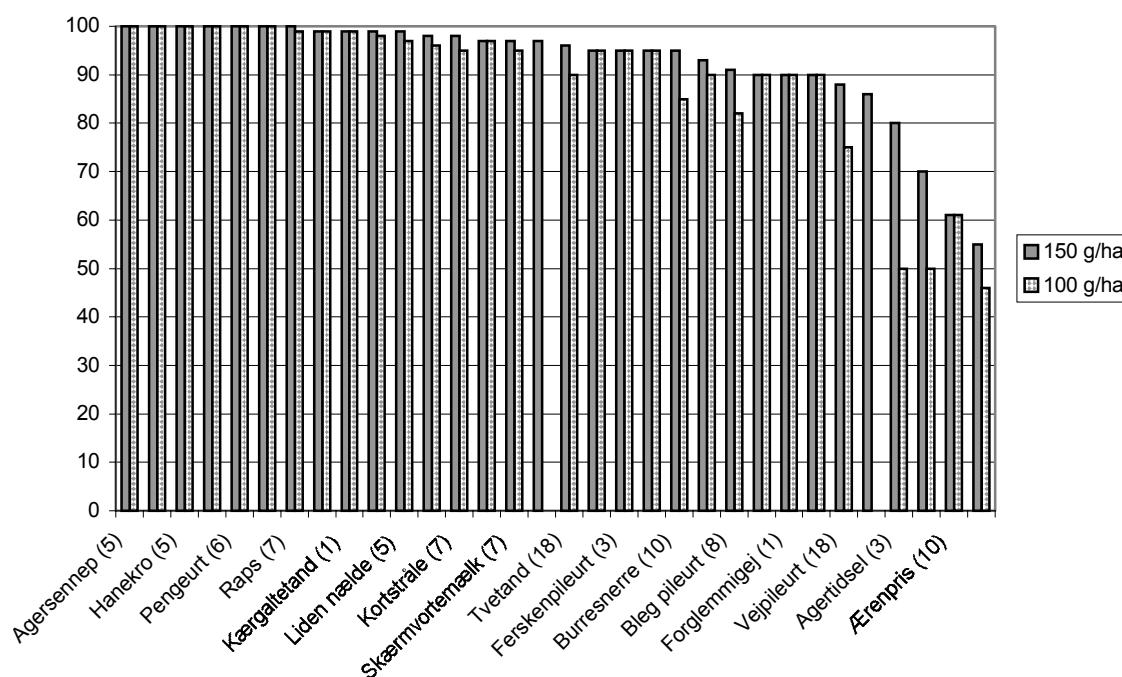
*)Svingende effekt

Almindeligvis anvendes MaisTer i tankblanding med, eller i en strategi med andre midler. Dette minimerer risikoen for resistens, ligesom effekten sikres imod snerle,- (*Polygonum convolvulus*) og vejpileurt (*Polygonum aviculare*), ærenpris (*Veronica spp.*) samt storkenæb (*Geranium spp.*), der er blevet blot lidt for store.

Er der behov for en højere effekt, f.eks. ved meget store ukrudtsmængder samt ved stort ukrudt, anvendes der en højere dosering (max. 150 g/ha), eller der tilsættes en egnet blandingspartner.

Bredbladet ukrudt

Udover den enestående græseffekt som MaisTer kan præstere, opnås der en sikker effekt på en meget bred ukrudtsflora. Ud af 32 afprøvede ukrudtsarter giver 150 g MaisTer fuldt tilstrækkelig effekt på de 28. Anvendes der 100 g MaisTer pr. ha opnås der fuldt tilfredsstillende effekt på ikke mindre end 23 almindeligt forekomne ukrudtsarter. MaisTer er dermed det middel, der tilbyder langt den bredeste effekt i majs – nogensinde.



Figur 1. MaisTer har en meget bred effekt. Således viser sammendrag fra effektivitetsdokumentationen fuld effekt på 28 af 32 forekomne ukrudtsarter. MaisTer has a very broad efficacy spectrum. A compilation from the biological assessment dossier showed very good control on 28 of 32 weed species.

Kvik

For at få en optimal effekt på kvik (*Agropyron Repens*) skal der foretages 2 behandlinger med

ca. 14 dages mellemrum. Første behandling skal foretages, når kvikken har 2 – 3 blade og således endnu ikke er begyndt at konkurrere med majs. Et par uger efter første sprøjtning vil der så komme lidt nyfremspiring, og denne nyfremspiring bekæmpes med endnu en sprøjtning.

Selvom MaisTer i nogen omfang transporteres ned i rødderne på kvikken, kan der efterfølgende nyfremspire få nye skud. Erfaringer fra 2003 viser, at der hvor forsøgene var placeret i 2002, var kvikmængden kraftig reduceret i 2003. Anvendes MaisTer derfor på samme areal flere år i træk, vil kvikmængden derfor falde, år for år.

Grøn skærmaks og hanespore

Disse vanskelige græsarter fremspirer fra frø over en længere periode. For at være sikker på at få en god effekt, er det vigtigt, at de er fremspiret på bekæmpelsestidspunktet, samt at den sidste sprøjtning lægges så sent som muligt, det vil sige på majsens 6. bladstadiet.

Rodukrudt

Gentagen majsdyrkning kan meget let resultere i stigende problemer med rodukruddt, men godkendelsen af MaisTer har givet dyrkerne et godt våben i kampen mod dette vanskelige ukrudt. Generelt er erfaringen fra det første års anvendelse, at imod rodukruddt skal der anvendes en relativ høj dosering, når ukrudtet er godt fremspiret.

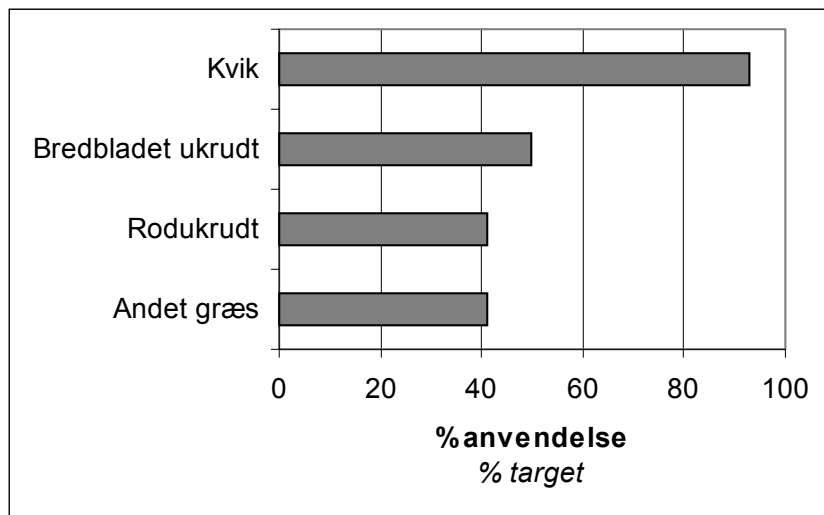
Resistens mod sulfonylurea

I uheldigste fald kan enkelte ukrudtsplanter danne resistens mod sulfonylureamidler. Dette er endnu kun i begrænset omfang kendt i Danmark. For at undgå at resistens bliver et problem, bør der anvendes et sædskifte eller en behandlingsstrategi, der omfatter midler med forskellige virkningsmekanismer.

Og hvad gav det første år så af lærdom?

– hvordan blev produktet anvendt, og hvad siger brugerne?

I 2003 er der opnået en del erfaringer. MaisTer er anvendt på ca. 38.000 ha, og hovedindikationen har været kvik.

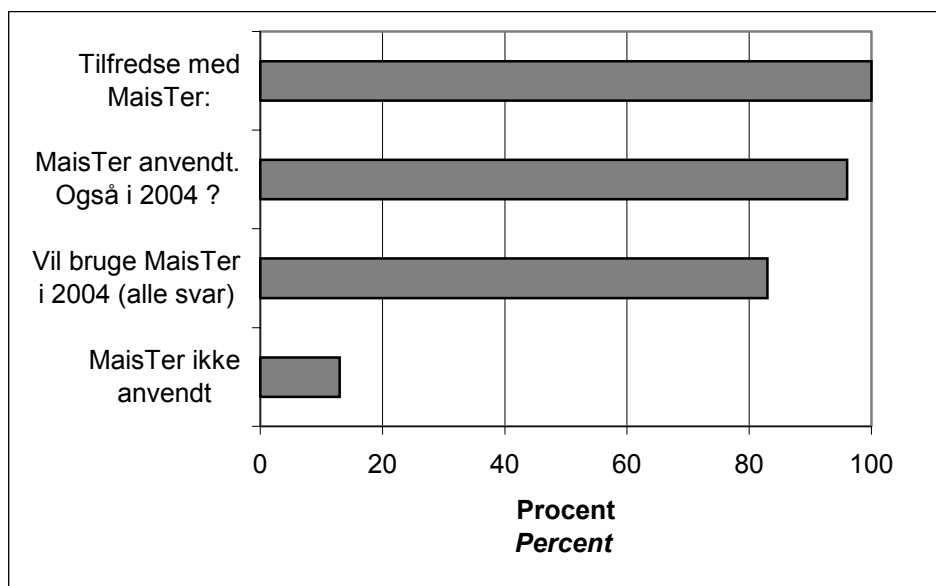


Figur 2. Mål for MaisTer anvendelse 2003. Target organism 2003.

Bayer CropScience har i 2003 udført en undersøgelse for at kortlægge anvendelsen. Således har 93% af anvendelsen været rettet imod kvik, medens 50% samtidig har haft bredbladet ukrudt som mål for bekæmpelsen. 41% har herudover angivet enten rodokrudt, og andre 41% har opgivet anden græs som mål for bekæmpelsen. Dette viser, at langt de fleste har draget fordel af den meget brede effekt, som MaisTer giver.

Erfaringer

Erfaringerne fra 2003 har helt overvejende været positive. I Bayer's spørgeundersøgelse blev der udsendt 389 spørgeskemaer, og 183 svarede tilbage. Figur 4 viser, at alle dem, der svarede, var tilfredse med produktet.



Figur 4. Erfaringer og forventninger til MaisTer. Experience and expectations for MaisTer.

94% af dem, der havde anvendt produktet i 2003, forventer således, at MaisTer også indgår i næste års sprøjteplan, medens 86% af alle besvarelser viste samme forventning. 13% havde ikke anvendt MaisTer.

Afgrødepåvirkning 2003

I modsætning til de seneste år, hvor MaisTer er afprøvet i Danmark, er der i 2003 set nogen påvirkning af afgrøden en del steder, men generelt forsvandt både lysfarvning og vækststandsning i løbet af 3 – 4 uger. Forklaringen på denne afgrødepåvirkning skal søges i det faktum, at en meget stor del af behandlingerne fandt sted i en periode med ekstremt varmt vejr. Således anbefales MaisTer ikke ved temperaturer over 25°C.

Flere forsøg har vist, at på trods af påvirkningen var udbyttet normalt ved høst.

Hvordan kan erfaringerne bruges til en endnu bedre strategi i 2004?

Erfaringerne fra 2003 har bekræftet, at den optimale anvendelse af MaisTer opnås ved en splitbehandling. Den anbefalede strategi vil derfor på mange punkter være som i 2003, men enkelte justeringer vil optimere anvendelsen yderligere. Således har flere landmænd og planteavlskonsulenter ved selvsyn konstateret, at splitbehandlingen var det optimale. Herudover har erfaringerne vist, at ved rodukrudt skal splitstrategien vendes, så den største dosering gives på godt fremspiret ukrudt. Ligeledes har flere peget på, at skærmaks og hanespore kan nyfremspire, hvis behandlingen lægges for tidligt.

Ny strategi 2004

Anbefalingerne vil derfor som helhed basere sig på splitbehandling. Doseringen i første behandling baseres på, om der er kvik (*Agropyron repens*) i marken eller ej, og doseringen i anden behandling fastlægges ud fra forekomsten af rodukrudt. Nedenfor ses et forslag til ukrudtsstrategi baseret på denne strategi.

Kvik

Første behandling med 80 – 100 g MaisTer udføres, når kvikken står med 2 – 4 blade, og det bredbladede ukrudt har op til et par løvblade. Der blandes med enten 1 ltr. Lido eller 0,3 ltr. Starane for at sikre den brede effekt, især ved den meget udbredte ukrudtsart snerlepileurt (*Polygonum convolvulus*) er dette vigtigt. Herefter ventes 10 – 14 dage, og når kvikken genfremspirer, behandles med 50 g MaisTer – eventuelt tilsat Lido eller Starane.

Ingen kvik

Første behandling med 45 – 50 g MaisTer + 1,0 ltr. Lido/0,3 ltr. Starane udføres, når det bredbladede ukrudt har op til et par løvblade. Dette sikrer den bredest mulige effekt, og MaisTer vil blandt andet sikre en god effekt på kamille (*Tripleurospermum inodorum*), der ellers kan være et generende ukrudt i majs.

Efter 10 – 14 dage skal den endelige strategi så fastlægges. Er der kun lidt græsukrudt eller bredbladet ukrudt, foretages anden behandling med 40-50 g MaisTer – eventuelt tilsat Lido eller Starane. Er der derimod også rodukrudt at tage hensyn til, øges doseringen til 90 – 100 g i sidste behandling. Denne strategi sikrer en ren majsmark under alle forhold.

Konklusion - MaisTer er med til at sikre majsens – også på langt sigt

Anvendes MaisTer som en fast del af ukrudtsbekæmpelse i majs, opnås flere fordele. Sikker effekt på vigtige ukrudtsarter som kvik og andre græsser. Meget høj effekt på focusarter som kamille, hundepersille og melde, og endelig en mulighed for at bekæmpe også de vanskelige rodukrudtsarter, agersvinemælk, kærgaltetand, agermynte med videre.

Lige så vigtigt som MaisTer er til løsning af specifikke ukrudtsproblemer, kan midlet anvendes til at forhindre, at mindre forekomster af disse problemukrudtsarter med tiden udvikler sig til at være et akut problem og derved kræve en mere målrettet bekæmpelse med meget høje doseringer. Derfor kan det anbefales, at MaisTer bliver en fast del af ukrudtsstrategien i majsens fremover.

Litteratur

Bayer CropScience Nordic. 2003. Spørgeundersøgelse MaisTer.

Jensen J. 2002. Biological assessment dossier MaisTer.

Kleffmann analyseinstitut. 2003. MaisTer.

1. Danske Plantekongres 2004

Grasp 40SC – nyt græsmiddel mod bl.a. flyvehavre og rajgræs i korn

Grasp 40SC – a new grass herbicide against wild oat and ryegrass in cereals

Henning Jensen

Syngenta Crop Protection A/S

Strandlodsvej 44

DK-2300 København S

Summary

Wild oat, rye grass and other grass weeds are major problem weeds in the cereal production. Grasp 40SC contains tralkoxydim 400g/l and is submitted for registration in Denmark and Sweden.

The product can be used in all cereals except oats and provides good control of wild oat, rye grasses, loose silky bent and black grass at rates of 0.5-0.75 l/ha. Grasp 40SC is absorbed by the leaves and inhibits fatty acid synthesis in growing points, which stops further growth of the grass weeds.

Indledning

Flyvehavre er som bekendt særdeles uønsket i kornafgrøder og bekæmpes konsekvent – manuelt eller kemisk - både for at overholde lovgivningen om flyvehavre og for at undgå fradrag og begrænsninger, når kornet skal sælges.

Også mange andre græsarter, herunder rajgræs, kan være meget tabsvoldende i korndyrkningen. Grasp 40SC er et effektivt middel mod både flyvehavre og rajgræs og har god virkning mod vindaks, alm. rapgræs, agerrævehale og grøn skærmaks i hvede, byg, rug og tritiale.

Produktet

Grasp 40SC er et bladmiddel og indeholder aktivstoffet tralkoxydim (400 g/l). For at opnå maksimal optagelse af produktet skal der tilsættes Aplus 463.

I Europa markedsføres Grasp p.t. I Finland, England, Skotland og Irland.

Anvendelse

Grasp 40SC kan anvendes i alle kornarter, dog ikke i havre samt på brakarealer. Grasp udviser stor afgrødetolerance i alle kornarter. Midlet anvendes om foråret, når der er god vækst i græsukrudt og afgrøde med 0,5-0,75 l/ha. Grasp 40SC bekæmper effektivt flyvehavre fra 2. bladstadiet og frem til st. 32 (2. knæ), hvilket medfører, at Grasp 40SC kan anvendes over en lang periode – fra afgrødens st. 21 (1. sideskud) og frem til st. 37 (faneblad netop synligt).

Virkemåde

Aktivstoffet tralkoxydim optages hurtigt af græsset og transporteres i phloemet til vækstpunkterne, hvor væksten stopper i løbet af få dage. Vækstpunktet visner så efter 2-3 uger, hvorefter planten visner. Bedst virkning opnås, når græsukrudtet er i god vækst, så der er god transport mod plantens skudspidser, hvor aktivstoffet virker. Modsat vil effekten være nedsat på stressede planter, der vokser dårligt, og der kan være risiko for skade på afgrøden.

Tralkoxydim forhindrer planten i at producere fedtstoffer (inhibering af enzymet acetyl-CoA carboxylase).

Effektspektrum

Grasp 40SC har virkning mod en række vigtige arter af græsukrudt. I tabel 1 ses virkningen af Grasp 40SC i hel og halv dosering under normale forhold.

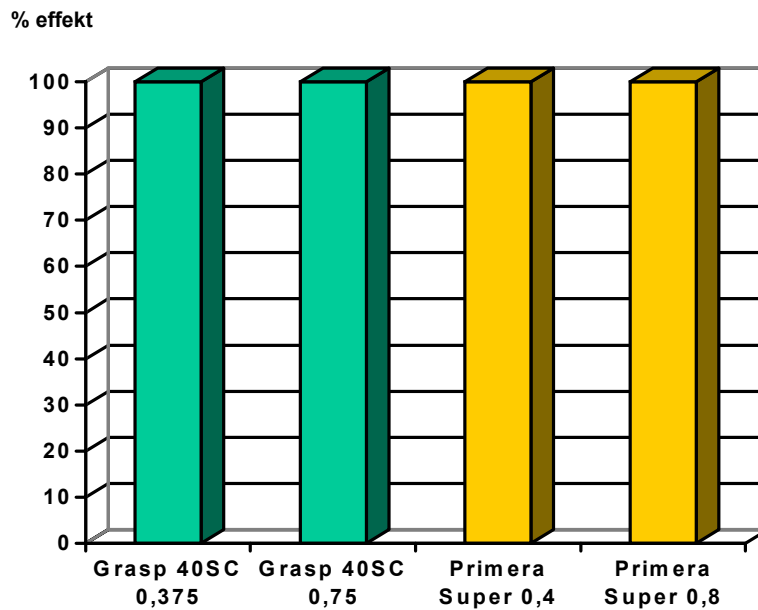
Tabel 1. Relativ virkning af Grasp 40SC mod forskellige græsukrudsarter baseret på afprøvninger i Nordeuropa. XXXXX > 95% effekt, XXXX > 85% effekt, XXX > 75% effekt, XX > 50% effekt, X – dårlig effekt. Relative effect of Grasp 40SC on different grass weed species based on trials in Northern Europe. XXXXX > 95% effect, XXXX > 85% effect, XXX > 75% effect, XX > 50% effect, X – poor effect.

Græsukrudt	Grasp 40SC 0,75 l/ha	Grasp 40SC 0,375 l/ha
Flyvehavre	XXXXX	XXXX
Ital. Rajgræs	XXXX	XXX
Alm. Rajgræs	XXXX	XXX
Vindaks	XXXX	XX
Agerrævehale	XXX	XX
Grøn skærmaks	XXXX	-
Alm. rapgræs	XXX	XX
Enårig rapgræs	X	X
Gold hejre	X	X
Kvik	X	X

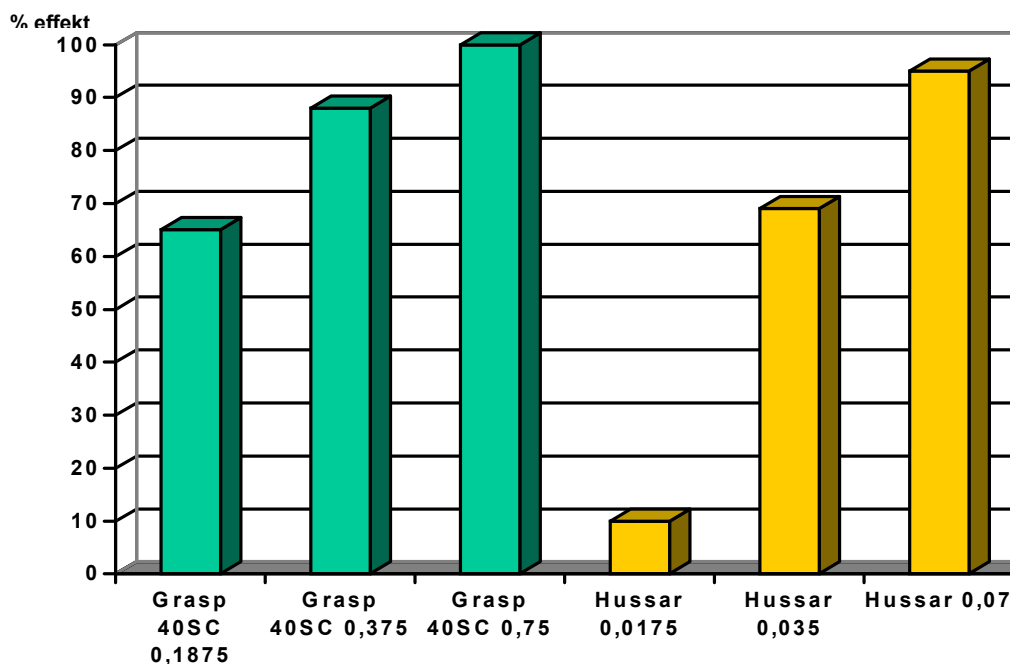
Forsøgsresultater

Der er udført en lang række forsøg med Grasp i Nordeuropa. Over 120 forsøg er udført med flyvehavrebekæmpelse og mere end 70 forsøg med bekæmpelse af andre græsser – så forsøgsmaterialet er omfattende.

I 2003 er Grasp 40SC afprøvet af Danmarks JordbrugsForskning mod flyvehavre og rajgræs i 2 forsøg. Resultaterne ses af nedenstående grafer:



Figur 1. Bekæmpelse af flyvehavre i vårbyg med Grasp 40SC + Aplus 463 i hel og halv dosering (standardprodukt Primera Super + Isoblette). 25 flyvehavre pr. m², sprøjtet st. 31 (27. maj), Visuel vurdering 17. juni. DJF fsg. 03077, 2003. Control of wild oats in spring barley with Grasp 40SC + Aplus 463 at full and half doses (reference product Primera Super + Isoblette). 25 plants of wild oats per m², treated at gs 31 (27 May). Visual assessment on 17 June. DIAS trial 03077, 2003.



Figur 2. Bekæmpelse af alm. rajgræs i vinterhvede med Grasp 40SC + Atplus 463 i hel, halv og kvart dosering (standardprodukt Hussar + Renol). 50-150 rajgræs pr. m², sprøjtet st. 30 (25. april). Visuel vurdering 25. juni. DJF fsg. 03238, 2003. Control of perennial rye grass in winter wheat with Grasp 40SC + Atplus 463 at full, half and quarter doses (reference product Hussar + Renol). 50-150 plants of rye grass per m², treated at gs 30 (25 April). Visual assessment on 25 June. DIAS trial 03238, 2003.

Diskussion

Grasp 40SC er indsendt til godkendelse hos Miljøstyrelsen. Når produktet bliver godkendt, vil der være nye muligheder for bekæmpelse af især flyvehavre og rajgræs i korn. Med Grasp vil man kunne opnå en sikker bekæmpelse af disse besværlige ukrudtsarter, også selv om græsserne er blevet store.

Mod rajgræsser, vindaks, agerrævehale og alm. rapgræs i vintersæd vil Grasp 40SC være et nyttigt middel, hvor der er behov for at supplere græsukrudtsbekæmpelsen fra efteråret. For at undgå resistensdannelse hos ukrudtsarterne er det vigtigt at udnytte flere typer ukrudtsmidler, samt inddrage kulturtekniske foranstaltninger i bekæmpelse af græsukrudt, så midlernes effektivitet bevares længst muligt.

Litteratur

Jensen PE. 2003. Control of *Avena fatua* and *Lolium* ssp. In spring barley and winter wheat using Grasp 40SC + Atplus 463.

Syngenta. 2003. Biological dossier of Grasp 40SC.

Callisto® + Terbuthylazin – et nyt bredspektret ukrudtsmiddel til majs

Callisto + Terbuthylazine – a new broad-spectrum post-emergence herbicide in maize

Kristian Lybek Mariegaard Witt

Syngenta Crop Protection A/S

Strandlodsvej 44

DK-2300 København S

Summary

Traditionally in Denmark, annual grasses and broad-leaved weeds are controlled with post-emergence applications. A mixture of a post-emergence herbicide with contact action with the addition of a residual herbicide like terbuthylazine is by far the pre-dominant programme for weed control.

The Callistemon plant (*Callistemon citrinus*) has been the source for which has in just 3 years become the biggest post emergence maize herbicide in Europe: Callisto®. The solo product has one weakness: insufficient control of *Poa annua*. Based on Callisto, a ready-to-use mixture containing also the well-known active ingredient terbuthylazine will soon be introduced on the Danish market. With the current weed spectrum on most maize growing areas in Denmark, this market introduction will provide all maize growers with the most relevant herbicide solution – including areas with triazine-resistant weeds.

Indledning

Callistemon planten (*Callistemon citrinus*) udskiller et stof, som sikrer plantens overlevelse uden konkurrence fra ukrudt. Callistemon planten har været kilden til dét, der på bare 3 år er blevet Europas største majs herbicid, Callisto. Baseret på Callisto introduceres i den nærmeste fremtid en færdigblanding indeholdende også det velkendte aktivstof terbuthylazin på det danske marked. Med den ukrudtsflora der er fremherskende på det danske majsareal fås med markedsintroduktionen den mest relevante løsning til alle majsdyrkere – inklusive arealer med triazin-resistente ukrudtsarter.

Produktet

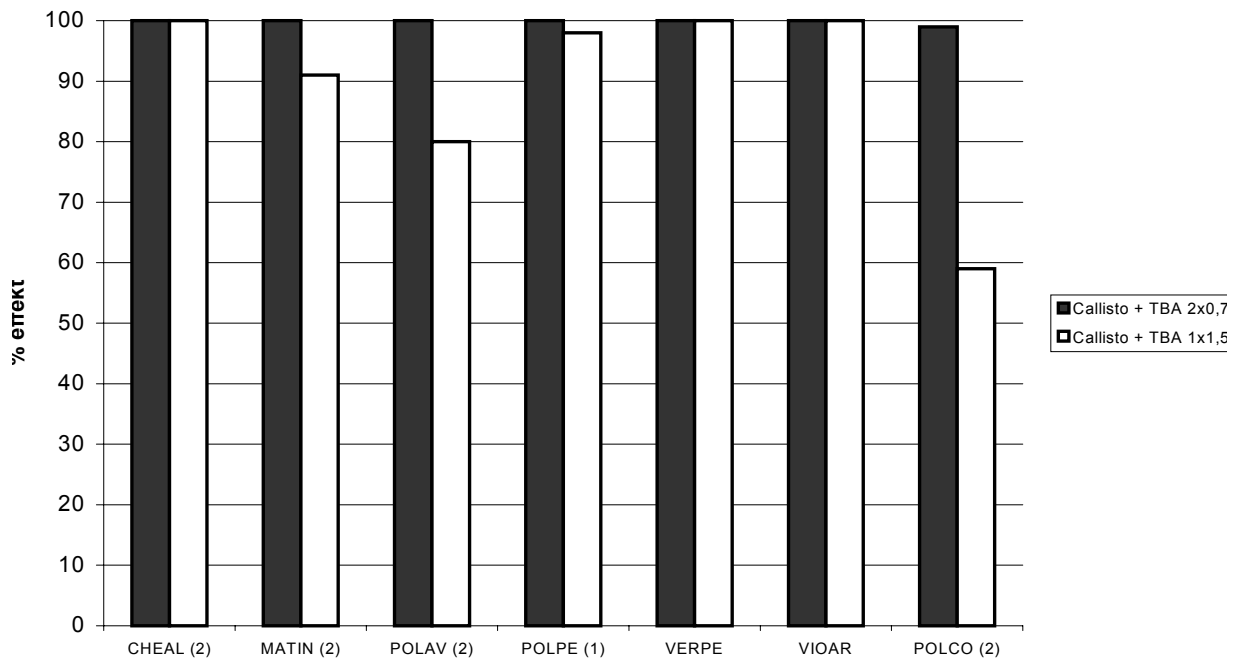
Produktet, som endnu ikke har et dansk navn, indeholder 70 g mesotrione + 330 g terbuthylazin pr. liter.

Anvendelse

Normaldoseringen bliver 1,5 l/ha hvorved max doseringen af de to aktivstoffer bliver henholdsvis 105 og 495 g/ha. Udbragt som en split sprøjtning med 2 x 0,75 l/ha fås den bedste effekt.

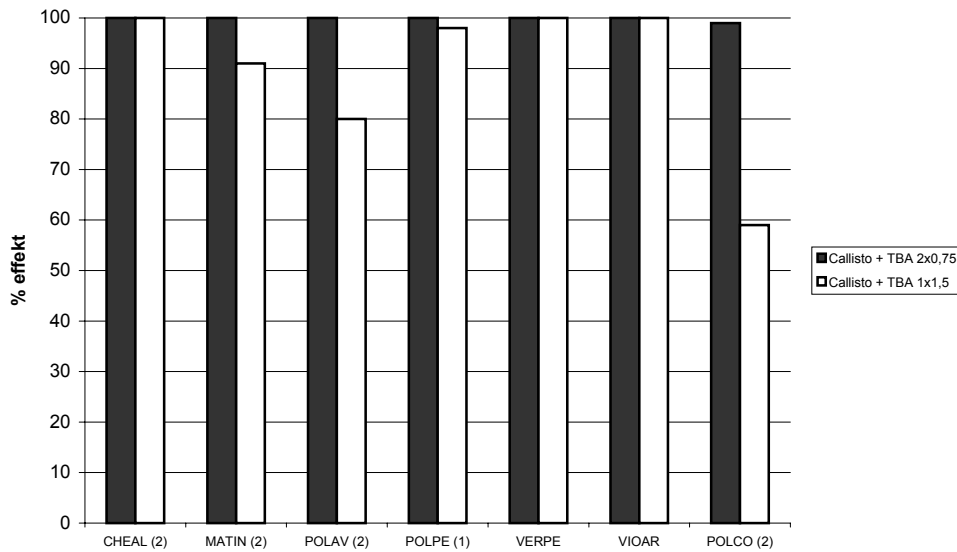
Effektspektrum

Som det fremgår af figur 1, giver produktet en sikker effekt på alt væsentligt 2-kimbladet ukrudt inklusive pileurterne ved 1 enkelt sprøjtning med 1,5 l/ha. Endvidere opnås kontrol med de vigtigste græsser (bl.a. en-årig rapgræs).



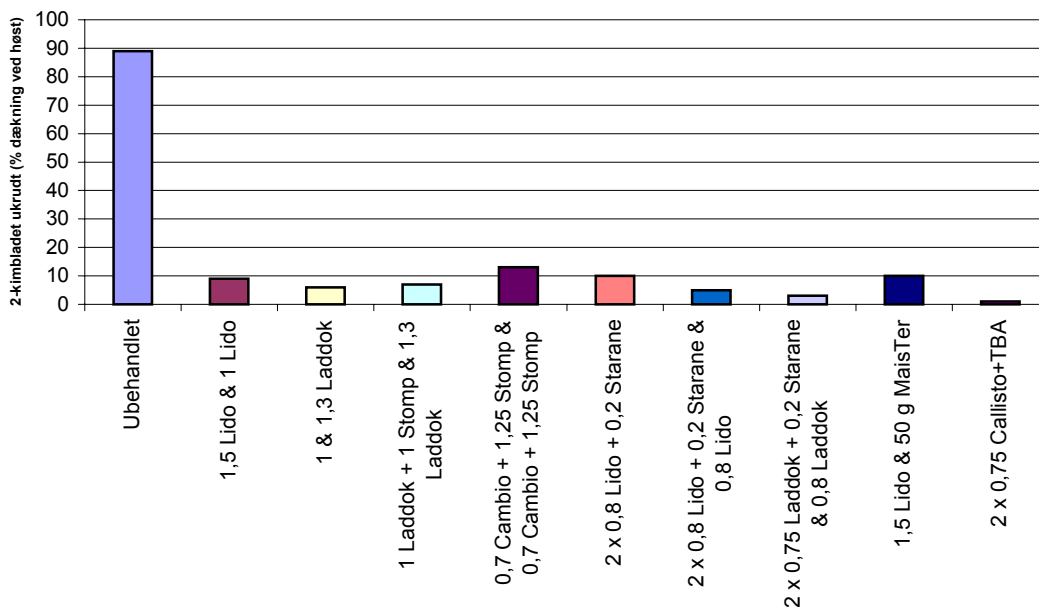
Figur 1. Effektoversigt af 1x1,5 l/ha Callisto+TBA (gns. af tyske forsøg 2002-03). Tal i parentes angiver antal forsøg. Efficacy overview of 1x1.5 l/ha Callisto+TBA (average of German trials in 2002-03). Numbers in brackets indicate number of trials.

Under danske forhold anvendes oftest en splitsprøjtning, og forsøg udført ved Agrolab i 2002 (figur 2) har demonstreret, at effektsikkerheden bliver væsentligt forstærket ved en split sprøjtning (2 x 0,75 l/ha).



Figur 2. Effektoversigt af 1x1,5 l/ha hhv. 2x0,75 l/ha Callisto+TBA (gns. af danske forsøg (Agrolab) 2002). Tal i parentes angiver antal forsøg. Efficacy overview of 1x1.5 l/ha and 2x0.75 l/ha Callisto+TBA, respectively (average of Danish trials (Agrolab) 2002). Numbers in brackets indicate number of trials.

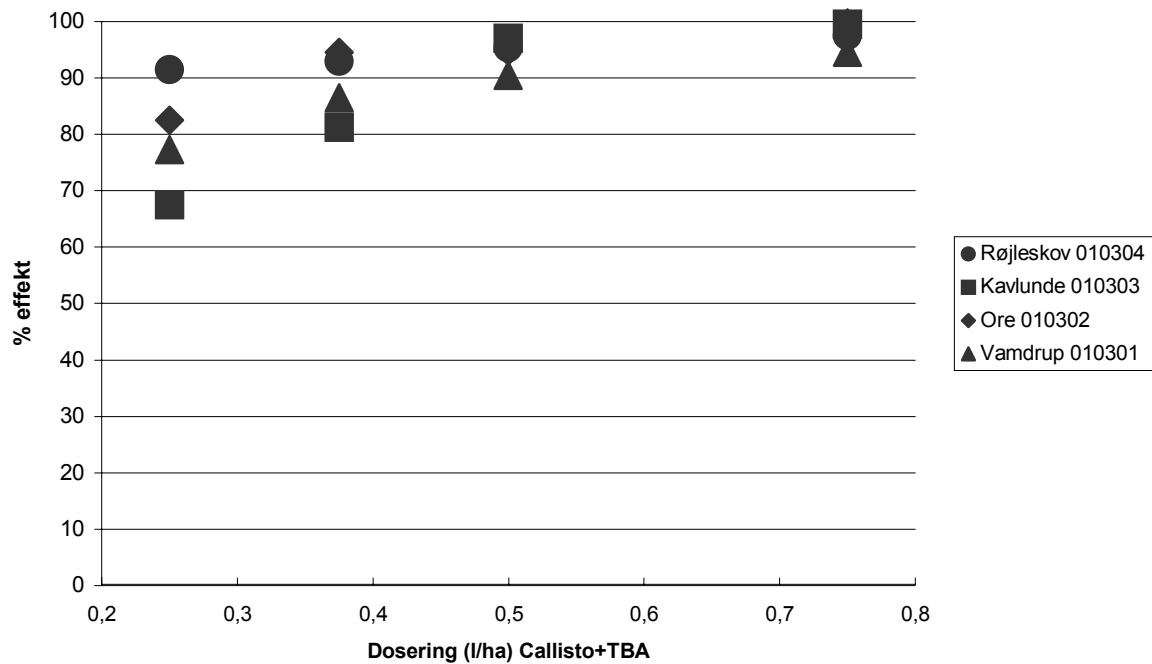
De forsøg, som er udført ved Dansk Landbrugsrådgivning i 2003, har vist den bedste ukrudtseffekt blandt de afprøvede løsninger (figur 3).



Figur 3. % dækning af 2-kimbladet ukrudt ved høst. Forsøgsserie 092310303 (gns. 5 forsøg 2003). % cover of broad-leaved weeds at harvest. Trial series 092310303 (average of 5 trials 2003).

Forsøg udført ved Agrolab i 2003 har desuden vist, at – afhængig af ukrudtsfloraen – er produktet særdeles fleksibelt med hensyn til dosering (figur 4), hvilket gør produktet yderligere interessant ikke mindst set i lyset af målindekset for behandlingshyppigheden i majs.

Produktet sætter en ny standard for ukrudtsbekæmpelse i majs.



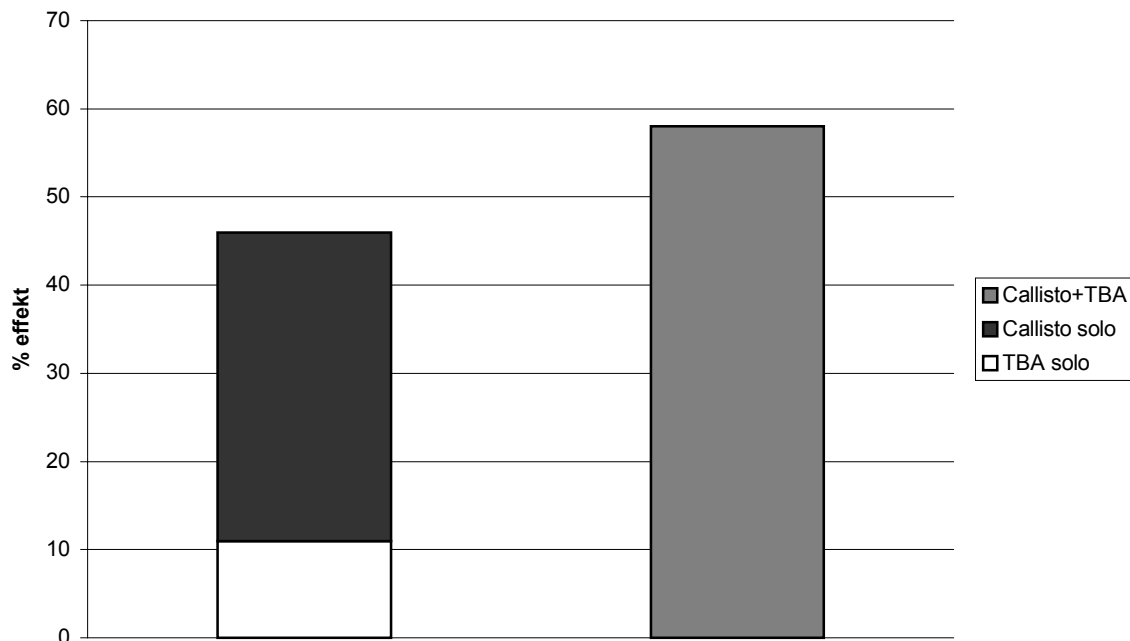
Figur 4. Dosis-respons ved split sprøjtning med forskellige doseringer (l/ha) af Callisto+TBA (gns. af 4 danske forsøg (Agrolab) 2003). Dose-response curves at split application of varying doses (l/ha) of Callisto+TBA (average of 4 Danish trials (Agrolab) 2003).

Afgrødetolerance

Produktet er særdeles skånsom overfor majs – i hverken danske eller udenlandske forsøg er der påvist afgrødeskader som følge af produktets anvendelse.

Synergi

På triazinresistente ukrudtsarter er påvist en synergi af de to aktivstoffer i produktet (figur 5).



Figur 5. Synergi-effekt af blandingen af TBA+Callisto overfor triazinresistent *Amaranthus retroflexus* i forhold til de to aktivstoffer hver for sig (Syngenta). Synergy effect of TBA+Callisto on triazine-resistant *Amaranthus retroflexus* compared with level of control of each separate active ingredient (Syngenta).

Diskussion

Den fremherskende ukrudtsflora i majsmarker under danske forhold bliver efter dagens standard bekæmpet ved en splitsprøjtning på kimbladstadiet med produkter som Lido[®] SC eller Laddok[®] TE. Splitsprøjtningen er at foretrække for at sikre effekt mod ukrudt, som spirer frem over en lang periode.

Et nyt bredspektret ukrudtsmiddel (færdigblandingen af Callisto+TBA) har vist sig at være effektiv overfor de væsentligste 2-kimbladede ukrudtsarter og de vigtigste græsser. Effektsikkerheden øges for visse ukrudtsarter ved en splitbehandling, som det er kendt efter dagens praksis.

Produktet åbner mulighed for at anvende reducerede doseringer (alt efter ukrudtsfloraens sammensætning) og byder på en sikker ukrudtseffekt kombineret med stor skånsomhed overfor afgrøden.

De to aktivstoffer i produktet udviser ægte synergieffekt, som det ses overfor triazinresistente ukrudtsarter.

Produktet vil ved lanceringen sætte en ny standard for ukrudtseffekt i majsdyrkning under danske forhold.

Sammendrag

Callistemon planten har været kilden til dét, der på bare 3 år er blevet Europas største majsherbicide, Callisto. Baseret på Callisto introduceres i den nærmeste fremtid en færdigblanding af Callisto og det velkendte aktivstof terbuthylazin på det danske marked. Med den ukrudtsflora, der er fremherskende på det danske majsareal, fås med markedsintroduktionen den mest relevante løsning til alle majsdyrkere.

Litteratur

Agrolab. 2002. Trial report 110201. Test of herbicides in Maize

Agrolab. 2003. Trial report 010300. Test of herbicides in Maize

Dansk Landbrugsrådgivning. 2003. Forsøgsserie 092310303: Ukrudt i majs

Syngenta. 2003. Biological dossier of A13726E Mesotrione and Terbuthylazine.

1. Danske Plantekonges 2004

Två nya BASF graminicider i Danmark

Two new graminicides in Danmark from BASF

Ann-Kristin Nilsson

BASF Agro Nordic/Baltic

Ved Stadsgraven 15

DK-2300 København S

Summary

BASF has put two new graminicides on the Danish market during 2003. Focus Ultra and Aramo have got the registration against grassweeds in agricultural crops and nurseries. The active ingredients are cycloxadim (100 g/l) in Focus Ultra and tepraloxidim (50 g/l) in Aramo. Focus Ultra is effective on quackgrass (*Agropyron repens*) and Aramo is effective on annual bluegrass (*Poa annua*). Against other grass weeds they are both very active. Aramo and Focus Ultra are systemic herbicides and belong to the chemical family Cyclohexen-dione.

Summering

BASF har under 2003 fått två nya ogräsmiddel, Focus Ultra och Aramo, registrerade mot gräsogräs i rad olika lantbrukskulturer och plantskolor.

Focus Ultra innehåller den aktiva substansen cycloxadim (100 g/l) med mycket god effekt mot både ett- och fleråriga gräs som kvickrot (*Agropyron repens*), spillsäd (volunteer cereal), flyghavre (*Avena fatua*), åkerven (*Apera spica venti*) samt kulturgräs förutom vitgröe (*Poa annua*) och rödsvingel (*Festuca rubra*) i tvåhjärtbladiga grödor. Aramo innehåller den aktiva substansen tepraloxidim (50 g/l) med mycket god effekt mot vitgröe (*Poa annua*) men även god effekt på andra gräs som flyghavre (*Avena fatua*), åkerven (*Apera spica venti*) spillsäd (volunteer cereal) samt sidoeffekt mot kvickrot (*Agropyron repens*).

Båda produkterna har ett systemiskt verknings sätt och tillhör den kemiska gruppen Cyclohexen-dione (dim-produkter) som är en grupp av aktiva substanser inom graminiciderna.

Indledning

Focus Ultra och Aramo har utvecklats av BASF AG i Tyskland och provats under nordiska förhållanden i fältförsök. Båda produkterna ingår i den kemiska familjen cyclohexenone-dione som tillhör gruppen graminicider. Focus Ultra har under många år varit godkänd i många länder i Europa med mycket goda erfarenheter. Den huvudsakliga och mycket framgångsrika användningen har varit mot kvickrot i en lång räckvidd av olika lantbruks- och trädgårdskulturer.

Aramo har till skillnad från Focus Ultra också mycket god effekt mot vitgröe, därför kommer det största användningsområdet förmodligen att bli mot vitgröe i specialgrödor. Danmark är det första skandinaviska land som får en registrering för Aramo.

Produktbeskrivning – Focus Ultra

Focus Ultra är godkänt i ärter (gula), rödsvingel till fröproduktion, potatis och sockerbeter. Focus Ultra tillhör gruppen Cyclohexiner med den aktiva substansen Cycloxydim 100 g/l. Man erhåller en mycket god effekt mot såväl perenna gräs tex kvickrot (*Agropyron repens*) som årenuella tex flyghavre (*Avena fatua*). Selektiviteten är mycket hög i alla tvåhjärtbladiga kulturer samt lök, liljeväxter, barrträdsväxter och rödsvingel.

Verkningsätt

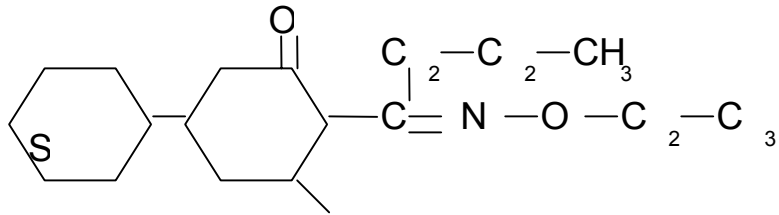
Focus Ultra har en systemisk verkan och den synliga effekten uppträder relativt långsamt. Produkten tas till största delen upp av gräsets ovanjordiska delar, därifrån sker transporten systemiskt (både uppåt och nedåt med saftströmmarna) till tillväxtpunkterna där fettsyra syntesen hindras. Detta leder till att uppbyggnad och funktion av cellmembranen blockeras och att celledelningen störs. Direkt efter behandling, redan efter 8 timmar hos känsliga gräs, avstannar tillväxten, symptom blir synlig efter ca 1 vecka då yngre blad börjar gulna och plantan får en rödviolett färg. Efter ett tag kan toppskottet dras loss, nekroser sprider sig till skotten och hela plantan dör.

Focus Ultra kan endast användas för bekämpning av uppkomna gräs.

Teknisk information

Aktiv substans:	Cycloxydim 100 g
Kemisk klass:	Cyclohexen-dione
Kemisk namn:	2-(1-(ethoxyimino)butyl)-3-hydroxy-5-(3-thianyl)-2-cyclohexene-1-one
Formel:	$C_{17}H_{27}NO_3S$
Molekylvikt:	325,5
Vattenlöslighet 20°C:	8,8 mg/l
Ångtryck 20°C:	$<1 \times 10^{-7}$

Strukturformel:



Toxikologiska data

Akut oral:	LD ₅₀ råtta > 5000 mg/kg
Akut dermal:	LD ₅₀ råtta > 2000 mg/kg
Akut inhalation:	LC ₅₀ > 5,3 mg/l
Hudirritation:	Ingen.
Ögonirritation:	Ingen.

Ekotoxikologiska data

Fågel:	LD ₅₀ > 5000 mg/kg
Daggmask (14d):	LC ₅₀ > 1100 ppm
Bi:	Ej toxisk.
Vattenlevande org.:	Måttligt toxiskt.

Focus Ultra har visat låg akut och kronisk toxicitet. Det är inte bifarligt och det klassas inte som fiskgiftigt. Cycloxydim bryts snabbt ner i jord även vid rätt låga temperaturer.

Halveringstiden beräknas till 5 dagar i utförda försök. Beroende på jordart hade efter 3 månader 40-60% av tillförd mängd aktiv substans omvandlats till koldioxid, ca 30% bundits till icke extraherbara nedbrytningsprodukter och resten brutits ned till betydelselösa metaboliter.

Behandlingstidpunkt

Focus Ultra bekämpar ettåriga gräs tex flyghavre (*Avena fatua*) bäst i ett tidigt stadium, optimalt är 2-4 blad. Äldre plantor tar upp mindre cycloxydim och bryter ned det snabbare vilket kan ge en mindre säker effekt.

Kvickrot (*Agropyron repens*) bekämpas också säkrast i ett tidigt stadium, dock inte för tidigt då eftersom en viss bladmassa måste ha utvecklats. Optimal behandlingstidpunkt 3-5 blad. Tillväxtbetingelserna bör vara goda dvs temperaturen > 10 grader, luftfuktighet >60% samt god jordfukt.

Behandlingseffekter

Effekten mot kvickrot varierar men enligt ett stort försöksmaterial från de andra nordiska länderna ligger effekten på 95% och högre i en rad olika grödor. Återväxt av nya kvickrotsskott kan förekomma i slutet av odlingsäsongen beroende på gröda, dos och tillväxtbetingelser.

Känsligheten för Focus Ultra hos ettåriga gräs (ex *Avena fatua*) är högre än hos fleråriga (ex *Agropyron repens*) se tabell nedan.

Tabell 1. Olika gräsartrs känslighet mot Focus Ultra.

Känslighet	Gräs	
*	Flyghavre	<i>Avena fatua</i>
*	Havre	<i>Avena sativa</i>
**	Hönshirs	<i>Echinochloa crus-galli</i>
***	Korn -höst	<i>Hordeum vulgare</i>
**	Korn - vår	<i>Hordeum vulgare</i>
****	Kvickrot	<i>Agropyron repens</i>
***	Lentätel	<i>Holcus mollis</i>
**	Losta	<i>Bromus diandrus</i>
**	Majs	<i>Zea mays</i>
*	Rajgräs Eng.	<i>Lolium perenne</i>
**	Rajgräs Ital.	<i>Lolium multiflorum</i>
***	Renkavle	<i>Alepecurus myosuroides</i>
**	Råg	<i>Secale cerealis</i>
*	Rörflen	<i>Phalaris spp</i>
**	Rörsvingel	<i>Festuca arundinacea</i>
***	Storven	<i>Argostis gigantea</i>
****	Taklosta	<i>Bromus tectorum</i>
**	Vete höst/vår	<i>Triticum aestivum</i>
***	Åkerven	<i>Apera spica venti</i>
**	Ängsgröe	<i>Poa pratensis</i>

* Hög Känslighet => lägre dos tillräcklig **** lägre känslighet => högre dos nödvändig

Anerkendelse i Danmark

Focus Ultra är ”anerkennt” av Danmarks JordbrugsForskning för bekämpning av kvickrot (*Agropyron repens*) i 3-4 bladstadiet med 1,5-2, l/ha Focus Ultra + 0,5 l Dash HC i sockerbetor, rödsvingel, och ärter och bekämpning av spillkorn(volunteer cereal) och

flyghavre (*Avena fatua*) i 3-4 bladstadiet i höstraps med 1,0-1,5 l/ha Focus Ultra + 0,5 l/ha Dash HC.

Rekommendation

Mot kvickrot (Agropyron repens)

2,0-3,0 l/ha Focus Ultra eller 1,5-2,0 l/ha Focus Ultra + 0,5 l/ha Dash HC när kvickroten har 3-5 blad. I öppna grödor som sockerbetor kan eventuellt behandlingen delas (splittbehandling). En viss återväxt av kan förekomma i slutet av säsongen men normalt uppnås även en god efterverkan i kommande grödor.

Mot spillsäd (volunteer cereal), flyghavre (Avena fatua) och andra annuella gräs(annual grassweeds)

1,0-1,5 l/ha Focus Ultra + 0,5 l/ha Dash HC när spillsäden eller gräset har 2-4 blad. Den lägsta doseringen endast vid optimala sprutbetingelser och mot spillsäd (vår och höstkorn) åkerven och flyghavre.

BASF har under det senaste årets fältförsök i de nordiska länderna provat att tillsätta Dash HC 0,5 l/ha (tillsatsmedel) för att öka upptagningshastigheten och därmed säkerställa effekten när man inte har optimala betingelser som ex kyligare väderlek. Resultaten visar god selektivitet med mycket bra ogräseffekter.

Produktbeskrivning – Aramo

Aramo är registrerat i sockerbetor, ärter, potatis, lök, morötter samt i plantskolor.

Aramo tillhör gruppen cyclohexiner med den aktiva substansen tepraloxymid 50 g/l. Aramo ger en speciellt god effekt mot vitgröe (*Poa annua*) men även god effekt på andra gräs som flyghavre (*Avena fatua*), åkerven (*Apera spica venti*), spillsäd (volunteer cereal) samt sidoeffekt mot kvickrot (*Agropyron repens*). Många olika lantruks och specialgrödor har ingått i den världsomfattande provningen av Aramo som visat en mycket god selektivitet i tvåhjärtbladiga kulturer.

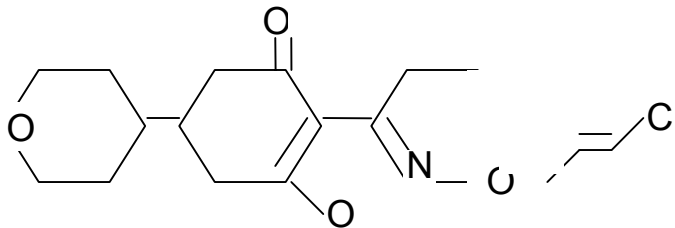
Verknings sätt

Aramo har en systemisk verkan dvs preparatet tas upp i plantan transporteras med saftströmmarna både uppåt och nedåt till plantans tillväxtpunkter. Tepraloxymid påverkar fettsyra syntesen som i sin tur leder till att cellmembranens funktion och uppbyggnad störs och att celledningen upphör. Plantans yngre blad absorberar Aramo snabbare än de äldre. Högre temperaturer och hög luftfuktighet optimerar upptagningsförmågan. Den synliga effekten uppträder relativt långsamt, tillväxten hos gräsen upphör några dagar efter behandling. Synliga nekroser med början på de yngre bladen sprider sig över plantan, den får en rödviolettfärg och vissnar helt ned ca 3-4 veckor efter behandling. Efter ca 1 timme har man uppnått regnfasthet. Aramo kan endast användas på uppkomna ogräs.

Teknisk information

Aktiv substans:	Terpaloxidim 50 g
Kemisk klass:	Cyclohexenone
Kemisk namn:	2-(1-(3-chloro-(2E)-propenyl-oxyimino) propyl)-3-hydroxy-5(tetrahydropyran-4-yl) cyclohex-2-enone
Formel:	C ₁₇ H ₂₄ Cl NO ₄ S
Molekylvikt:	341,82
Ångtryck 20°C:	1,1 x 10 ⁻⁷ mbar

Strukturformel:



Toxikologiska data

Akut oral:	LD ₅₀ råtta 5000 mg/kg
Akut dermal:	LD ₅₀ råtta > 2000 mg/kg
Akut inhalation:	LC ₅₀ > 5,1 mg/l
Hudirritation:	Ingen.
Ögonirritation:	Ingen.

Ekotoxikologiska data

Fågel:	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
Bi:	Ej toxisk.
Daphnia magna.:	LC50 >100mg/l

Aramo har visat låg akut och kronisk toxicitet. Det är inte bifarligt och det klassas inte som fiskgiftigt. Terpaloxidim bryts snabbt ner i jord, laborieförsök visar på en halveringstid mellan 1-9 dagar.

Behandlingstidpunkt

Aramo bekämpar vitgröe (*Poa annua*) och andra ettåriga gräs bäst i ett tidigt stadium, optimalt är när gräsen har 2-4 blad. Äldre plantor tar upp mindre terpaloxydim och bryter ned det snabbare vilket ger en lägre effekt. Effekten mot kvickrot kan vara otillräcklig men om behandling görs bör det ske när gräsen har 3-5 blad. Morgonsprutning är att föredra.

Behandlingseffekter

Effekten mot vitgröe (*Poa annua*) är god. Enligt ett stort försöksmaterial ligger effekten på 85% i en rad olika grödor, se tabell 2. Även mot andra ettåriga gräs erhåller man mycket goda effekter. Effekten mot kvickrot kan vara otillräcklig. För att förstärka effekten vid icke optimala tillväxtbetingelser som torra, stora ogräs eller användning av en lägre dos kan man tillsätta 0,5 l/ha Dash för att öka upptagningen av tepraloxymid. Även när tillsätter Dash HC har det visat sig att man behåller den höga selektiviteten.

Tabell 2. Effekt schema för Aramo.

<i>Effecacy</i> %	<i>Grassweed</i>	<i>Latin name</i>
80	Kvickrot	<i>Agropyron repens</i>
92	Renkavle	<i>Alepecurus myosuroides</i>
98	Flyghavre	<i>Avena fatua</i>
98	Havre	<i>Avena sativa</i>
100	Hönshirs	<i>Echinochloa crus-galli</i>
99	Korn -höst	<i>Hordeum vulgare</i>
95	Korn - vår	<i>Hordeum vulgare</i>
94	Rajgräs Ital.	<i>Lolium multiflorum</i>
85	Vitgröe	<i>Poa annua</i>
99	Vete	<i>Triticum aestivum</i>
100	Majs	<i>Zea mays</i>

Anerkendelse i Danmark

Aramo är ”anerkent” av Danmarks JordbrugsForskning för bekämpning av vitgröe (*Poa annua*) i lök, morötter och jordgubbar innan gräsens bestockningsfas är avslutad, dvs före stadium 30. Dosen är 2,0 l/ha.

Rekommendation

Mot vitgröe (Poa annua)

1,5-2,0 l/ha Aramo när vitgröen (*Poa annua*) har 3-5 blad dock senast vid avslutad bestockning. Efter gräsens blomning och axgång försämras effekten kraftigt.

Mot spillsäd (volunteer cereal)

1,5-2,0 l/ha Aramo när spillsäden 2-4 blad. Den lägsta doseringen endast vid optimala sprutbetingelser.

Mot kvickrot (Agropyron repens)

I full dosering, 2,0 l/ha Aramo, erhåller man en sidoeffekt mot kvickroten om man behandlar när kvickroten har 3-5 blad.

Sammanfattning

Två nya graminicider, Focus Ultra och Aramo, från BASF ger den Danska marknaden ytterligare möjligheter att bekämpa både annuella och perenna gräs effektivt och selektivt i special- och lantbrukskulturer. Produkterna tillhör samma kemiska familj cyclohexone vilket gör att de är båda systemiska med liknande effekter förutom mot kvickrot (*Agropyron repens*) där Focus Ultra är specialisten och mot vitgröe (*Poa annua*) är det Aramo som har den bästa effekten. Det är extra viktigt att man har tillgång till effektiva gräsogräsprodukter i dagens jordbruk då använder man sig av rationell och tidsbesparande odlingsteknik som ger goda förutsättningar för gräsogräsens överlevnad och uppförökning.

Litteratur

BASF AG Limburgerhof. Aramo - The new powerful postemergence grass herbicide selective in broadleaf crops.

BASF Svenska AB 1994. Focus Ultra bekämpar kvickrot och flyghavre.

BASF Svenska AB 1994. Focus Ultra – med kvickrotseffekt som vara.

Persson M. 1993. Focus Ultra – En ny gräsherbicid i tvåhjärtbladiga grödor.

Påvirker behandlingshyppigheden naturen?

Does the Frequency of Applications have any impact on the agro-ecosystem?

Niels Elmegaard & Hans Løkke
Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Terrestrisk Økologi
Vejlsøvej 25
DK-8600 Silkeborg

Summary

The Frequency of Application (FA) has been used as indicator and tool to set up goals for the use of pesticides in action plans agreed to by the Danish Parliament. The FA expresses the number of standard dosage applications carried out per ha cultivated land using total sales per year as figure for total use per year.

The FA has been criticised for being a poor indicator of environmental load or risk to flora and fauna. The authors argue that the FA is a suitable coarse indicator of risk to the agro-ecosystem in general based on available literature and in comparison with other indicators. The FA is related to the direct effects of pesticide use on plants (herbicides), fungi (fungicides) and insects (insecticides) and the indirect effects derived from the direct effects on these ecologically important groups of organisms.

Usually it is believed that the indirect effects are the most ecologically important, particularly in the upper end of food chains. This is supported by model simulations of the effect of a hypothetical insecticide on skylark (*Alauda arvensis*) population in a typical Danish landscape.

The relation between the FA and effect of pesticides is supported by studies on weeds, insects and birds on five estates.

However, the FA does not describe changes of intrinsic properties of the pesticides used other than field toxicity to target organisms.

A Norwegian Indicator (NI) integrates toxicity to birds, earthworms, bees, persistence and bioaccumulation. During the period from 1992 to 2002 the NI indicates a steeper reduction compared with the FA. Reduced persistence and bioaccumulation are the main cause of the difference. Together these two factors account for more than 75% of the variation of the NI

between years. The interpretation of the NI is difficult, and it is unclear if it is directly related to the risk to flora and fauna or the ecosystem in general. It does not include effects on plants and fungi, and the importance of persistence and bioaccumulation to the effect of modern pesticide use on flora and fauna is questioned. It is concluded that the FA for single pesticides groups, such as herbicides, fungicides and insecticides, is related to the risk to the target organisms and close relatives, and the indirect effect derived from the direct effects. As an indicator of risk to flora and fauna the FA is suited to identify trends over time on a national scale. On a smaller scale, such as individual fields, many factors may affect the relation between FA and the species biodiversity and make it less significant. The FA is simple and easy to understand, which has made it useful as a tool to set up reduction goals and to follow progression. It is also believed that the FA for a pesticide group is an indicator of the risk of pesticide use to hedgerows, neighbouring uncultivated habitats and freshwater bodies.

The FA cannot be used to track changes in the intrinsic properties of pesticides. Other simple indicators are available for that purpose. Often, it is advisable to use different indicators for different purposes.

Indledning

I en lang række samfundssammenhænge er det almindeligt at benytte indikatorer til at beskrive udviklingen af komplicerede forhold, hvori indgår mange faktorer. Indikatorer beskriver sjældent forholdene numerisk nøjagtigt men benyttes ofte til at beskrive udviklingstendenser, - går det op eller ned osv. På pesticidområdet har vi i Danmark anvendt det samlede salg (kg aktivt stof) som indikator for forbruget i en lang årrække. I begyndelsen af 1980'erne blev det almindeligt at anvende bekæmpelsesmidler, som var effektive i meget små doseringer, nemlig sulfonylureamidlerne og pyrethroiderne. På den baggrund blev behandlingshyppigheden udviklet som en indikator, der bedre kunne beskrive den biologiske effekt af de anvendte stoffer. Behandlingshyppigheden benyttedes sammen med det totale forbrug til at fastsætte mål i den første pesticidhandlingsplan i 1986.

Behandlingshyppigheden er blevet kritiseret som indikator for miljøbelastningen, idet den ikke tager hensyn til aktivstofferne individuelle miljø- og sundhedsmæssige egenskaber. Omvendt er der argumenteret for, at behandlingshyppigheden er relateret til pesticidanvendelsens indirekte effekter på ikke-mål organismer og den heraf følgende fødekædeeffekt.

I det følgende beskrives behandlingshyppighedens relation til belastning af naturen i agerlandet og dets omgivende arealer. Udviklingen af behandlingshyppigheden i Danmark i perioden 1992 –2002 beskrives og sammenlignes med en norsk indikator, der tager hensyn til nogle af de iboende egenskaber hos aktivstofferne.

Baggrund og materiale

Behandlingshyppigheden

Behandlingshyppigheden beskriver, hvor mange gange landbrugsarealet kan behandles med den årligt solgte mængde pesticider, hvis der anvendes standard doseringer i alle afgrøder. Da opgørelsen er baseret på salgstal og ikke forbrugstal, er metoden behæftet med fejl i det omfang den solgte mængde ikke er anvendt i det pågældende år. Dette kan dog delvist afhjælpes ved at beregne forbruget som gennemsnit af to eller flere års salg. Beregningen kan af gode grunde heller ikke indregne illegal import (og eksport). Behandlingshyppigheden kan beskrives matematisk som

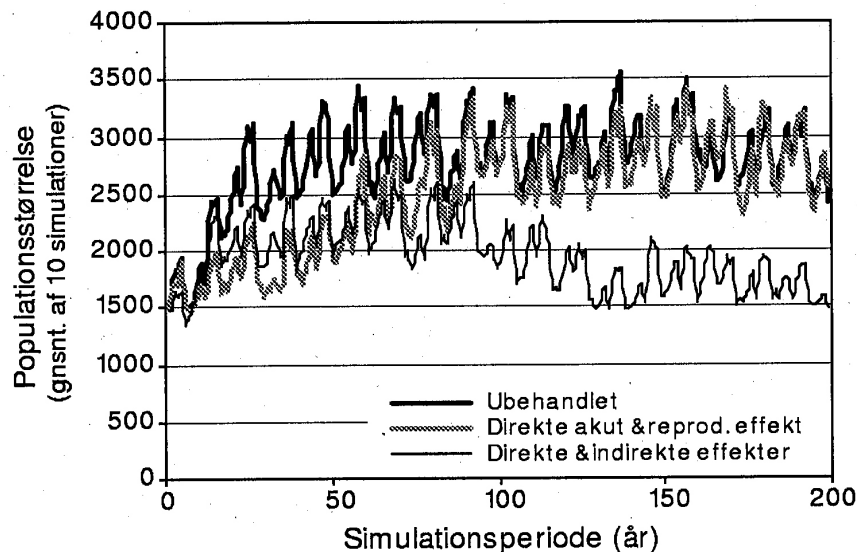
$$BH = \sum_{\text{alle-aktivstoffer}} \left(\frac{SM_{\text{aktivstof}}}{SD_{\text{afgrøde}} \cdot \text{Areal}_{\text{år}}} \right)$$

hvor $SM_{\text{aktivstof}}$ betegner solgte mængde pr. år af et aktivstof, SD betegner standarddoseringen i en afgrøde og Areal betegner det dyrkede areal i et givet år.

Risikoen for flora og fauna ved behandling med et pesticid er en sammensat funktion og afhænger blandt andet af stoffets giftighed over for de enkelte arter, arternes eksponering, deres habitat og tilstedeværelse på behandlingstidspunktet (timing). Arter, der ikke påvirkes direkte af det anvendte pesticid, kan påvirkes indirekte ved, at arter de lever i samspil med, er påvirkede. Samspil mellem arter kan for eksempel være rovdyr-byttedyr forhold, værtplante-planteæder-forhold eller konkurrence-forhold. Generelt er det sådan, at jo højere man bevæger sig op i fødekæden, des færre arter er direkte påvirkede af pesticiderne i Danmark, i hvert fald når man tænker på plante-insekt-fugle-fødekæden. Samtidigt øges betydningen af de indirekte effekter. Det er kendt, at fødegrundlaget for agerlandets fugle er påvirket af både herbicid- og insekticidbehandlinger. Esbjerg *et al.* (2002) registrerede således flere individer og arter af ukrudt, insekter og fugle ved lavere doseringer i marker på fem danske godser.

Ofte er det uhyre vanskeligt at skelne direkte og indirekte effekter i markforsøg. Ved at benytte modeller kan man imidlertid belyse betydningen af faktorer man vanskeligt kan belyse eksperimentelt. Ved Danmarks Miljøundersøgelser er udviklet en model, der beskriver lærkepopulationen i et typisk dansk landskab (Topping *et al.*, 2003). Ved hjælp af modellen kan man beregne effekten af et hypotetisk insektmiddel, der er giftigt over for fugle. I regnestykket er det forudsat, at midlet ved markdosering forårsager en akut dødelighed på 2,5% og reducerer reproduktionen med 12,5%. Det er antaget, at stoffet forsvinder fuldstændigt efter 14 dage. Et sådant middel ville næppe blive godkendt i Danmark men er her anvendt til at illustrere de indirekte effekters betydning i forhold til de direkte giftvirkninger. Modellen kan beregne, hvor stor betydning insektmidlet har på lærkens

fødegrundlag i yngleperioden, og hvilken betydning det har for ynglesuccesen. Det er især insekticidets effekt på reproduktionen, der påvirker bestanden, idet lærkebestandens vækst er reduceret (se figur 1) men efter ca. 75 år ses ingen tydelige forskelle på de to kurveforløb. Lægges de indirekte effekter på fødegrundlaget oven i, reduceres bestanden betydeligt og stabiliserer sig på et niveau ca. 40% lavere end ubehandlet. Det er således de indirekte effekter, som har den største effekt på lærkebestanden i modellens effektberegning, selv om der er tale om et giftigt stof.



Figur 1. Modelberegning af et giftigt insekticids virkning på en lærkebestand. Kurverne viser a) bestandsstørrelsen ved ingen behandling, b) bestandsstørrelsen ved indregning af insekticidets direkte akutte og reproduktions-effekter, c) bestandsstørrelsen ved indregning af både de direkte og de indirekte effekter på fødegrundlaget. Simulations of a skylark population in typical Danish landscape over 200 years (x-axis). A) Population sizes if untreated B) including direct acute (2.5%) and reproductive (12.5%) effects, C) (thin line) including direct and indirect effects on insect food sources.

Redrawn after Topping *et al.* 2003.

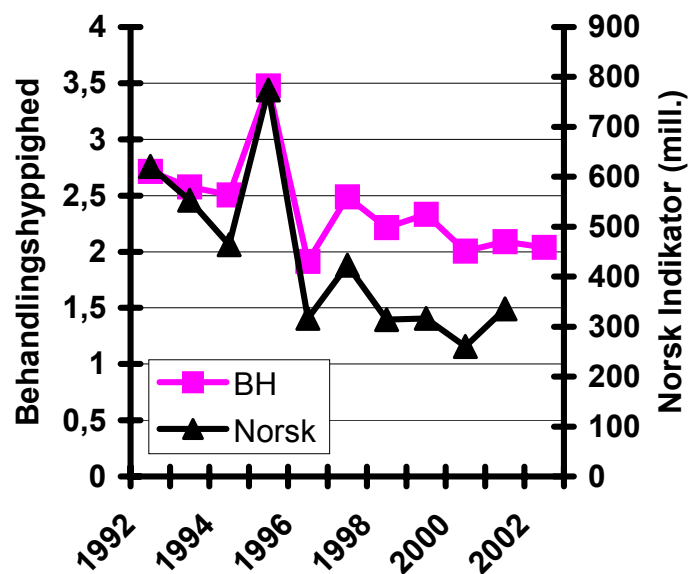
Sammenligning med Norsk Indikator

I Norge er udviklet en indikator til beskrivelse af pesticidanvendelsens miljøbelastning (Spikkerud, 2002). Her er kun beskrevet indikatorens terrestriske del og ikke den akvatiske del. I den norske indikator (*NI*) summeres de tilgængelige oplysninger om det enkelte aktivstofs miljøegenskaber. I den terrestriske indikator indgår mål for *persistens* (DT50), *bioakkumulation* (som funktion af DT50 og logPow), giftighed over for *fugle* via føden, giftighed over for *regnorme*, giftighed over for *bier*. I indikatoren indgår en beregning af, hvor stor en del af doseringen, der når jordoverfladen som funktion af plantedækket. For giftighedskomponenterne er der udført en beregning af de relevante miljøkoncentrationer, der

ikke inddrager stoffets iboende egenskaber. Disse er uden betydning for analyser af udviklingstendenser over tid, idet de kan betragtes som konstanter. De enkelte komponenter er tildelt en score på en skala fra 0 – 4, scorerne er lagt sammen, opløftet til 3. potens og multipliceret med det behandlede areal. Matematisk kan NI beskrives som følger

$$NI = \sum_{\text{alle-aktivstoffer}} \left[\sum_{\text{scoring}} (Fugl, regnorm, bi, persistens, bioakkumulation)^3 \right] \bullet \text{behandlet areal}$$

En analyse af delkomponenternes betydning for NI (Møhlenberg og Gustavson, 2003) viste, at bioakkumulation og persistens gennemsnitligt beskrev mere end 75% af variationen, hvorimod giftighed over for fugle og regnorme næsten ingen betydning havde. Ved analyse af data fra Danmark i en sammenligning af BH og NI (figur 2) ses et relativt større fald i perioden 1992 – 2002, hvilket afspejler, at NI både er reduceret som funktion af reduceret forbrug og et fald i de anvendte stoffers persistens og potentielle bioakkumulation. Kurvetoppen i 1995 skyldes øget salg og deraf følgende lageropbygning af pesticider i forventning om højere afgifter, efterfulgt af et lavt salg i 1996.



Figur 2. Behandlingshyppigheden og Norsk Indikator beregnet efter danske salgstal i perioden 1992-2002. Frequency of Applications (squares) and Norwegian Indicator (triangles) of pesticide risk to the terrestrial ecosystem for the period 1992 – 2002.

Diskussion

Behandlingshyppigheden afhænger udelukkende af forbruget og de anvendte stoffers giftighed i marken målt som effektivitet over for målorganismen. Som indikator for miljøbelastningen er den relateret til stoffernes effekt på målorganismerne og nært beslægtede ikke-målorganismer. Behandlingshyppigheden for herbicider er således et udtryk for belastningen af karplanter. Behandlingshyppigheden for fungicider er et udtryk for belastningen af den overjordiske svampeflora i marken. Behandlingshyppigheden for insekticider er et udtryk for belastningen af leddyr (insekter, edderkopper og krebsdyr). Behandlingshyppigheden for vækstregulerende midler er ikke undersøgt og er umiddelbart kun svagt relateret til belastningen af planter. Ofte er det rimeligt at antage, at indirekte effekter på økosystemets fødekæder er relateret til sprøjtefrekvensen for herbicider og insekticider. Eksempler fra danske undersøgelser og modelberegninger for en dansk lærkebestand underbygger dette. Vægtningen af behandlingshyppigheden for fungicider, herbicider, insekticider og vækstregulerende stoffer er vanskelig med den nuværende viden. En lige vægtning, som den foretages nu, er næppe korrekt men den simpleste model med de forhåndenværende data.

BH er en overordnet indikator for den landsdækkende belastning med pesticider. Den er som sådan en grov indikator, der er velegnet til at afspejle generelle udviklingstendenser for belastningen. BH er ikke tydeligt relateret til naturindholdet eller artsbiodiversiteten i den enkelte mark. Behandlingshyppigheden beskriver således ikke en række forhold af betydning for pesticidforbrugets effekt på naturindholdet i marken. Her kan nævnes fire: 1) Reducering af herbiciddoseringer i mange afgrøder har næppe haft en tilsvarende gavnlig effekt på artsrigdom og individtæthed af planter i markerne endnu, idet effektiviteten er fastholdt. 2) Det er usikkert om anvendelse af splitdoseringer medfører en forbedring af vilkårene for flora og fauna, selvom det resulterer i en samlet reduktion af pesticidanvendelsen. 3) Tidspunktet for behandlingen er af stor betydning for flora og faunas vilkår i marken. 4) Det antages, at de forskellige stoffer virker ens i marken og rammer arterne lige bredt.

Sammenhængen mellem behandlingshyppigheden og belastningen af flora og fauna er åbenlys i tilfælde, hvor der er tale om at behandle eller ikke behandle, og forbrugsreduktioner opnås ved at foretage færre sprøjtninger. Opnås reduktioner af BH ved at nedsætte doseringen eventuelt kombineret med flere behandlinger er det mere kompliceret.

BH's styrke er især, at den for de enkelte grupper af pesticider indikerer den gennemsnitlige indirekte virkning på økosystemerne og deres fødekæder. Den specifikke virkning af herbicider på floraen som det primære led i fødekæden plante – planteædende dyr – rovdyr eller virkningen af svampemidler på mikroorganismer – dyr som lever af mikroorganismer – rovdyr vil kun kunne afspejles i en meget kompliceret og datakrævende indikator, som baseres på matematiske modelberegninger, som vist i figur 1.

NI er specifikt afhængig af toksicitetsdata for tre dyregrupper men ikke af deres fødegrundlag eller planter og mikroorganismer. Desuden afhænger den af persistensen, som for de fleste moderne aktive stoffer er lav ($t_{1/2}$ mindre end 3 måneder) og af bioakkumulationen, som ligeledes er lav. Tendenser i indikatorværdierne forårsaget af ændringer i persistens- og bioakkumulations-komponenterne i indikatoren, er af mindre betydningen for belastningen af naturen, med de nuværende krav til pesticider. Ligesom i BH indgår det behandlede areal i NI.

BH eller behandlet areal er også indikatorer for risikoen for pesticidpåvirkninger af biotoper og økosystemer uden for den dyrkede mark, så som hegn og tilstødende naturarealer, samt vandløb og vandhuller.

BH for de enkelte stofgrupper er umiddelbart forståelig for fagfolk og folk i erhvervet. Det er en indikator-egenskab af stor betydning for anvendelighed og gennemslagskraft, hvilket illustreres af, at behandlingshyppigheden anvendes som redskab til at fastsætte reduktionsmål i pesticidhandlingsplanerne.

Til sammenligning er NI ikke anvendelig til at vurdere årsagen til ændringer over årene uden supplerende og omstændelige analyser. Dette problem er velkendt for sammensatte indikatorer og gælder også for den samlede BH af herbicider, fungicider, insekticider og vækstregulerende midler.

Når alt dette er sagt, skal der gøres opmærksom på, at det volder store vanskeligheder at relatere bestandsudviklingen af fugle på nationalt niveau til pesticidforbruget i Danmark og andre Europæiske lande. Det skyldes, at pesticiderne ikke er den mest betydende faktor for bestandenes fluktuationer. Afhængigt af arten betyder klimaet, afgrødesammensætningen, småbiotoper mm. nogle år mere. Det skal dog bemærkes, at den pesticidanvendelse, der anses for at udgøre den største risiko for fuglene, nemlig bejdsning og granulater, ikke indgår separat i opgørelserne fra de forskellige lande.

Ønsker man en indikator, der kan spore ændringer i pesticidernes iboende egenskaber, kan man benytte simple beregninger af pesticidernes gennemsnits egenskaber på samme måde, som Clausen (1998) beskrev udviklingen i pesticidernes egenskaber for perioden 1981 – 1996. Udviklingen i midlernes iboende egenskaber sker som følge af introduktion af nye stoffer, markedsmekanismer, samt myndighedernes revurdering af pesticiderne.

Dette understreger, at der er behov for forskellige indikatorer til forskellige formål.

Konklusion

- BH er en væsentlig bedre indikator for belastningen af natur og miljø end den solgte mængde aktivt stof.
- BH for de enkelte stofgrupper, (herbicider, fungicider...,) er let at forstå.
- BH kan anvendes som indikator for udviklingstendenser i pesticidanvendelsens miljøbelastning på et overordnet, generelt niveau.
- De indirekte effekter af pesticidanvendelsen afspejles af BH for de enkelte stofgrupper. Som samleindikator for alle typer af midler er der ikke en simpel sammenhæng mellem BH og belastningen af naturen.
- BH afspejler stoffernes giftighed i marken over for målorganismer og ikke ændringer i øvrige iboende egenskaber.

Litteratur

- Clausen H.* 1998. Ændringer i bekæmpelsesmidlernes egenskaber fra 1981 - 1985 frem til 1996, Faglig Rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 223. 63 s.
- Esbjerg P & Petersen BS, eds.* 2002. Effect of reduced pesticide use on flora and fauna in the agricultural fields, Danish Environmental Protection Agency, Pesticide Research No. 58. 203 pp.
- Møhlenberg F & Gustavsson K.* 2003. Pesticide Terrestrial Risk Indicators - an examination of terrestrial indicators developed by Norway, Holland and Denmark based on Danish sales data from 1992-2000. DHI, Water & Environment. Rapport til Miljøstyrelsen.
- Spikkerud E.* 2002. Norwegian Terrestrial Pesticide Risk Indicator, Norwegian Agricultural Inspection Service, Pesticides Section. Report to OECD working group TERI.
- Topping CJ, Sibly RM, Delorme R, Møller V, Fritz A, Elmegaard N & Munns WR.* 2003. Population-Level Risk Assessment of Pesticides Using A Tiered Model Procedure. Poster presented at SETAC conference, North America.

Betydningen af reduceret pesticidanvendelse på fødekæder på markniveau

The effect of reduced pesticide use on food chains at field level

Jørgen Aagaard Axelsen¹⁾, Mette Sønderkov¹⁾, Knud Tybirk²⁾ & Marianne Bruus Pedersen¹⁾

**¹⁾Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Terrestrisk Økologi
Vejlsøvej 25
DK-8600 Silkeborg**

**²⁾Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet
Grenåvej 12, Kalø
DK-8410 Rønde**

Summary

In this paper we describe some of the results of a monitoring and modelling project that aims to evaluate the effects of reduced pesticide use on flora and fauna in the Danish agricultural landscape. The data collection involves a detailed collection of arthropod and botanical data at 2-week intervals during the crop growth season. Arthropods were collected by D-vac suction concurrently with sampling of crop and weed biomass. These collections demonstrated a very low density of both weeds and arthropods in Danish agricultural fields.

The collected data were used for calibration and validation of simulations made by the food web model FieldEco. FieldEco is a multitrophic, stage structured, physiologically driven population dynamic model that is driven by the different organisms' temperature dependent food demand (Gutierrez, 1996). The trophic interactions determine how much supply the organism can acquire, and the population growth is controlled by the supply/demand ratio.

Preliminary results from the FieldEco simulations are presented.

Introduktion

På baggrund af Bicheludvalgets anbefalinger (Bicheludvalget, 1999) lancerede regeringen Pesticidhandlingsplan II, der har til formål at reducere miljøbelastningen fra pesticider. En af målsætningerne i denne handlingsplan er at nedbringe behandlingshyppigheden fra 2,3 til 2,0. Dette mål kan opnås ved både at reducere anvendte doser og antallet af behandlinger.

For at kunne registrere handlingsplanens effekt på agerlandets flora og fauna har Danmarks Miljøundersøgelser iværksat et projekt til vurdering af en reduceret behandlingshyppigheds betydning for naturen i agerlandet. Sammenhængen imellem behandlingshyppigheden og natur- og miljøeffekter kan være meget komplekse og variable afhængig af lokale forhold, driftspraksis, sædskifter mv. I dette projekt har vi derfor valgt ikke at forsøge at demonstrere eventuelle effekter eksperimentelt, men derimod fokusere på at indsamle detaljerede data fra daglig landmandspraksis og koble dette med avancerede modelsimuleringer.

Projektet består derfor af 1) et meget omfattende indsamlingsprogram med registrering af samhörende datasæt af vegetation, leddyr og pesticidforbrug i de mest almindeligt forekommende afgrøder fordelt over vækstsæsonen, og 2) anvendelse af simuleringssmodeller til at vurdere betydningen af reduceret pesticidanvendelse på en række "ikke mål-organismer". Der bliver anvendt to simuleringssmodeller til dette formål: Fødenetsmodellen FieldEco, der simulerer vækst og udvikling af afgrøden samt de mest almindeligt forekommende ukrudts- og insekter på en gennemsnitskvadratmeter i markerne, og ALMaSS der kan simulere de rumlige konsekvenser på landskabsniveau for tre udvalgte fuglearter (lærke, agerhøne og gulspurv).

I denne artikel vil vi kort præsentere nogle af resultaterne fra indsamlingsprogrammet og nogle af de allerede simulerede scenarier med FieldEco, mens resultaterne fra ALMaSS vil blive præsenteret andetsteds.

Metode

Feltindsamlinger

Metoderne, der blev anvendt i forbindelse med feltindsamlingerne i dette projekt er blevet beskrevet i forbindelse med Dansk Planteavlskonference 2003 (Tybirk *et al.*, 2003), og der vil derfor kun blive givet en overfladisk beskrivelse af de indsamlinger, der blev foretaget for at støtte op omkring fødenetsmodelleringen (FieldEco). Indsamlingerne blev foretaget i 2001 og 2002 i henholdsvis 13 og 10 marker, og omfattede afgrøden, de mest forekommende ukrudtsarter og de insekter, der kunne fanges med en D-vac (en slags støvsuger designet til indsamling af insekter).

Indsamlingerne blev i 2001 foretaget 1, 3 og 30 m fra markkanten. Der blev ved alle tre afstande indsamlet fra 4 transekter. I 2002 blev prøvetagningen ændret til kun at omhandle 1 og 30 m, da der i 2001 ikke var betydelig forskel på 1 og 3 m. Der blev i stedet foretaget indsamlinger langs 6 transekter.

Planteundersøgelserne bestod af indsamling af afgrøden og de fem mest almindelige ukrudtsplanter i kvadrater á 0,25 m². Før indsamlingen var disse planters højde blevet målt og deres dækningsgrad vurderet. De indsamlede planter blev ovntørret i 48 timer v. 80°C og vejte artsvis. Insekterne blev indsamlet ved 9 sug á 10 sekunder med en D-vac før planteindsamlingerne og dækkede i alt 1 m². De indfangne insekter blev puttet i poser og opbevaret i fryser indtil optælling og identifikation. Der blev foretaget identifikation af de mest almindeligt forekommende arter af insekter og edderkopper.

Simuleringsmodellen FieldEco

FieldEco er en detaljeret, artsbaseret, populationsdynamisk fødenetsmodel, der indeholder:

1. det jordlevende nedbryderøkosystem inkluderende organisk stof, nedbrydere (bakterier og svampe), regnorme, svampe- og bakterieædere og prædatorer
2. det overjordiske økosystem med planter, planteædere og prædatorer
3. forbindelsen imellem de to økosystemer

Grundlæggende består en simulering med FieldEco af to dele. Det er 1) simuleringen af populationsudviklingen hos de involverede arter og 2) simuleringen af interaktionerne imellem økosystemets forskellige arter. De forskellige interaktioner er:

1. Organisk stof – nedbryder (bakterier, svampe, regnorme)
2. Nedbryder – mikrobivorer (springhaler, mider)
3. Bytte - prædator
4. Kvælstof – kvælstofforbruger (planter, bakterier, svampe)
5. Plantekonkurrence.
6. Plante – herbivoer (planteæder)

Alle vekselvirkninger er i bund og grund det, der i den økologiske litteratur anses for prædator – byttedyrs vekselvirkninger. Her anses en prædator blot for en organisme, der æder eller optager noget andet, hvilket bliver anset for et bytte. Med disse definitioner kan en plante anses for en prædator, der æder lys (byttet). Tilsvarende kan en svamp anses for en prædator, der æder organisk stof som bytte.

I simuleringerne bliver de forskellige organismer (organisk stof anses også for en art) hæftet sammen i serier på forskellige trofiske niveauer. Disse serier er: organisk stof, nedbrydere, mikrobivorer (dyr, der lever af mikroorganismer), bytte, herbivorer

(planteædere), prædatorer, kvælstofforbrugere og planter. En art kan fint optræde i to eller flere af disse serier, f.eks. er mange herbivorer og mikrobivorer også bytter, og planter optræder både i serien af planter og i serien af kvælstofforbrugere. Disse serier af organismer optræder som elementer i de respektive interaktioner.

Alle organismer i FieldEco er stadiestrukturerede, det vil sige inddelt i livsstadier som f.eks. æg, 1. larvestadie, 2. larvestadie, 3. larvestadie, pupper, unge voksne (endnu ikke reproduktive) og voksne hos bl.a. biller. Organismerne er inkluderet på det fineste mulige taksonomiske niveau, hvilket for de fleste gruppers vedkommende er artsniveauet; men for mikroorganismer er det som regel nødvendigt at benytte funktionelle grupper.

FieldEco er af en modeltype, som oprindeligt blev skabt af Gutierrez *et al.* (1984) til at simulere tre-trofiske sammenhænge (plante – skadedyr – prædator/parasitoid) i markafgrøder. Denne modeltype (grundigt beskrevet af Gutierrez, 1996) har vist sig i stand til at simulere feltdata, der er uafhængig af de data, der blev brugt til kalibrering af modellen (Gutierrez *et al.*, 1985; Graf, 1991; Graf, 1992; Gutierrez *et al.*, 1994).

Modeltypen bygger på fire ”hjørneste”:

1. Brugen af fysiologiske tidsenheder, f.eks. graddage, hvilket betyder, at varierende temperaturer automatisk tages i betragtning.
2. Fødeoptagelse afhængig af fødeudbud og fødebehov.
3. Allokering af den optagne føde til forskellige fysiologiske behov såsom respiration, vækst og reproduktion.
4. Vækst og ældning af de involverede arter/populationer

Herbicidvirkning er blevet simuleret ved ligning (1)

$$VF_H = VF \times \exp(-F \times d.), d < Ct \quad (1)$$

hvor VF_H er en given væksthastighed efter herbicidsprøjtning, VF er væksthastigheden i den usprøjtede plante, F er en effektfaktor, d er dosering i % af anbefalet markdosis, og Ct er en tærskelværdi, hvorover væksthastigheden reduceres til 0. Hvilken væksthastighed (VF) herbicidet har indvirkning på varierer afhængig af det aktive stof. Metsulfuron methyl (aktivstoffet i Ally) virker f.eks. på vækstraten, og ioxynil og bromoxynil (aktivstofferne i Oxitril) virker på fotosyntese- og respirationsaktiviteten.

Virkningsmekanismen for de enkelte herbicider er simuleret efter tilgængelige dosis-responsforsøg bl.a. fra PC-Planteværn og producenternes oplysninger. Fungiciders virkning er simuleret ved, at der fjernes en procentdel af svampebiomassen i jorden, og insekticidsprøjtninger simuleres ved at ramme en procentdel af de eksponerede stadier af populationerne, det vil sige ikke stadier i jorden eller inde i planter.

Kalibrering af modellen

FieldEco er blevet programmeret til at medtage de mest almindelige insekt- og ukrudtsarter samt afgrøderne, og de indsamlede data er dels brugt til kalibrering af startdata og artskaraktistika for de forskellige arter. Startdata består af antal og aldersstruktur ved artens introduktion i simuleringen, samt tidspunktet for denne. Artskaraktistika er de biologiske og fysiologiske oplysninger, der skal til for at karakterisere en art. Artskaraktistika er i så vid udstrækning som muligt fundet i den videnskabelige litteratur, men da de fornødne oplysninger ikke altid eksisterer, er der i en del tilfælde som udgangspunkt brugt data fra nærtstående arter.

I de fleste tilfælde har det dog været muligt at simulere vækst/populationsudvikling i markerne ved blot at justere startdata, når parameteriseringen var fortaget efter ovenstående principper. Dette anses for et bidrag til validering af modellens simulering af en art.

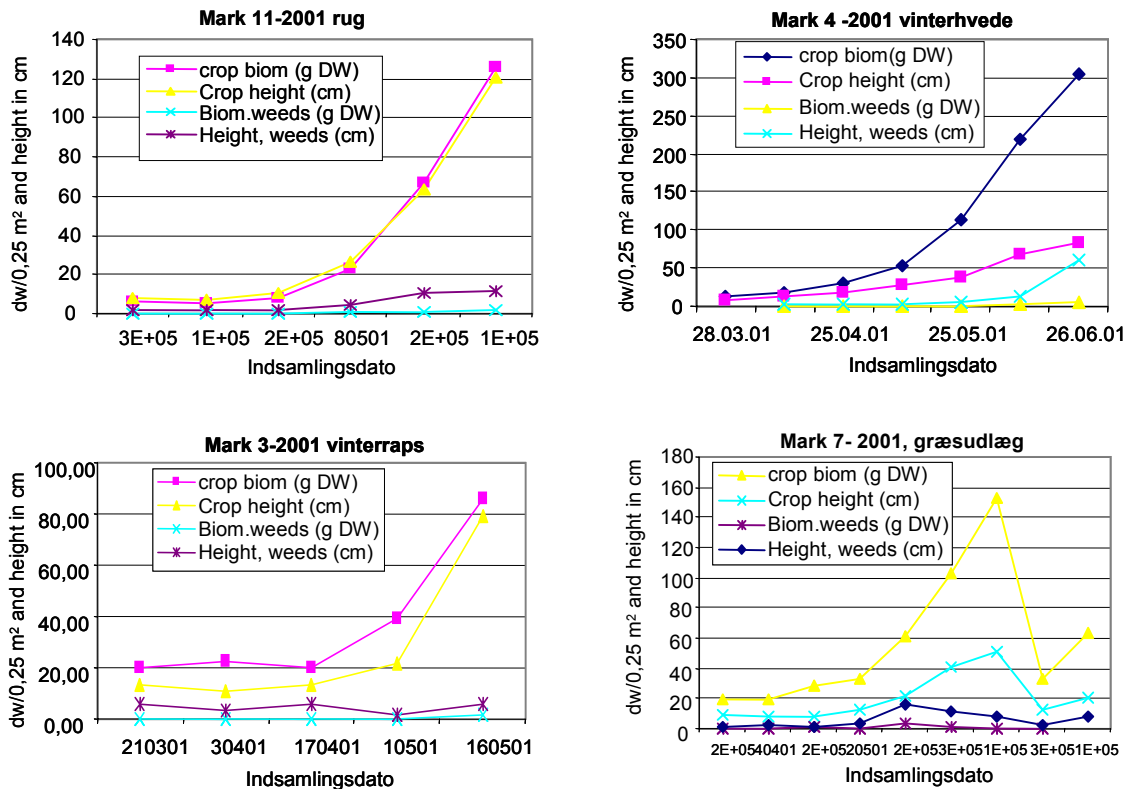
Så vidt muligt er data fra 2001 brugt til kalibrering og data fra 2002 til validering, dog fandtes nogle arter kun i 2001. I de tilfælde er data fra en mark brugt til kalibrering og data fra andre marker til validering.

Der er i dette projekt indsamlet datasæt fra tre (2001) eller to (2002) afstande fra markkanten fra henholdsvis 13 og 10 marker, hvilket har givet et meget omfattende materiale til kalibrering og validering af modellen.

Resultater

Indsamling af ukrudt

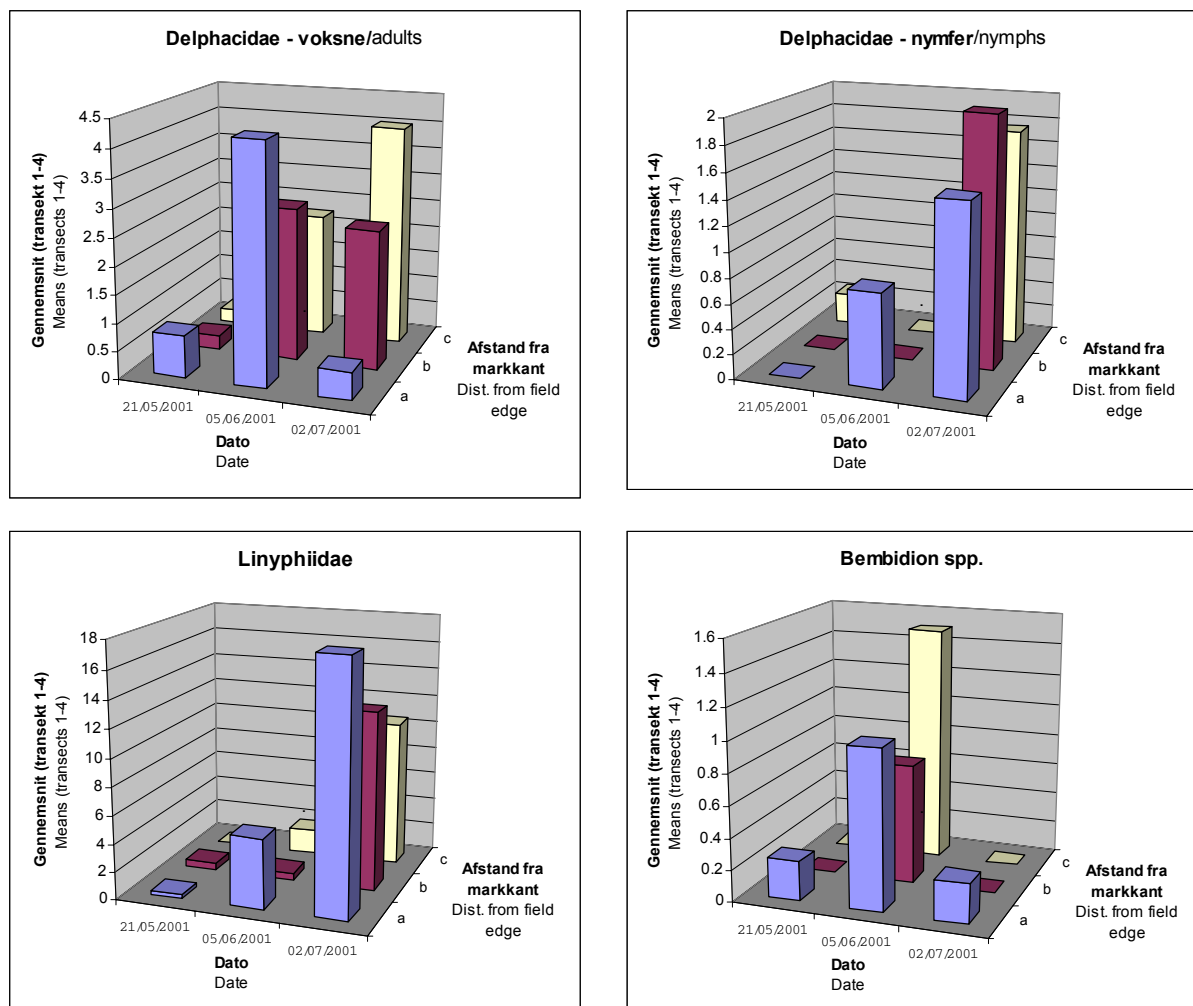
Der blev i de botaniske indsamlinger i 2001 fundet 36, 37, 31, 24 og 28 ukrudtsarter i henholdsvis vårbyg, vinterhvede, vinterraps, vinterrug og græs. Af disse arter forekom 22 så hyppigt, at de er blevet inkluderet i simuleringerne med FieldEco. Kendetegnende for alle markerne var, at landmændene var særdeles gode til at bekæmpe ukrudtet, idet det forekom i meget små mængder (figur 1). Det fremgår af figurerne, at ukrudtsbiomassen er meget begrænset i sammenligning med afgrødens, og at ukrudtets højde kun i græsmarken og på sidste indsamlingsdato i vinterhveden opnåede højder over 15 - 20 cm. Figur 1 viser resultater fra blot fire marker, men resultaterne er repræsentative for resultaterne fra de øvrige marker, også fra 2002.



Figur 1. Tørvægt og højde af afgrøder og ukrudt i marker med vinterraps, græs, rug og vinterhvede. Dry weight and height of crop and weeds in fields of winter oilseed rape, grass ley, rye and winter wheat.

Indsamling af insekter og edderkopper

Tætheden af insekter og edderkopper viste de højeste tal i vårbyg og de laveste i vinterhvede og rug. Der var også en klar tendens til flere dyr i marken igennem sæsonen, idet der var de laveste forekomster i forårsperioden. Der vises eksempler på resultaterne fra disse indsamlinger i figur 2, hvor populationsudviklingen af tæppespindende edderkopper og cikadefamilien Delphacidae igennem foråret og forsommeren 2001 i vårbyg er illustreret.



Figur 2. Tætheder (antal pr. prøve) af Delphacidae (cikader), Linyphiidae (tæppespindere) og løbebilleren *Bembidion* sp. i to vårbygmarker som funktion af tid og afstand fra markkant (a = 1 m, b = 3 m, c = 30 m). Abundance of Delphacidae, Linyphid spiders and the carabid beetle *Bembidion* sp. in two spring barley fields as functions of time and distance from field border (a = 1 m, b = 3 m, c = 30 m).

Kalibrering af FieldEco til at simulere de mest almindeligt forekommende arter af ukrudt, insekter og edderkopper

Parameterisering af ukrudtsarterne skete på forskellig måde. I de tilfælde, hvor det var muligt blev parameteriseringen baseret på vækstanalyser i den videnskabelige litteratur. Der var dog stort set ingen arter, hvor alle de nødvendige arts karakteristika var tilgængelige. Derfor er arterne tilpasset på grundlag af de eksisterende data og data fra så nærtstående arter som muligt. Der er blandt andet fundet vækstanalyser til parameteriseringen i Axelsen (1996), Boutin & Harper (1991), Dale & Causton (1992), Ellen (1993), Papanov *et al.* (1999), Röhrig & Stützel (2001), Sheng & Hunt (1991), Statens Planteavlsvforsøg (1993), Sønderkov (2002), Villegas *et al.* (2001) og Whaley *et al.* (2000).

Afgrødearter som byg, rug og hvede har mange fælles karakteristika og er som udgangspunkt ens. Parametre som højde, frøstørrelse og antal er dog artsspecifikke. De græsarter, der findes som ukrudt i markerne, er modificeringer af parameteriseringerne af kornarterne. Ligeledes er parameteriseringen af hyrdetaske en tilpasning fra en anden korsblomstret art, nemlig raps. Hvis en art i samme slægt ikke har været tilgængelig er en lignende art valgt efter vækstform.

Parameteriseringerne er som udgangspunkt foretaget efter 2001 datasættene, da flest arter var tilstede dette år. For de arter, der fandtes i 2002 er valideringen foretaget efter disse datasæt. Antallet af datasæt, der er involveret i kalibreringen af de forskellige marker varierer afhængig af, hvor mange marker de pågældende arter forekom i brugbare tætheder i. Af pladshensyn vises ikke sammenligninger imellem simulerede og observerede data i denne artikel.

Parameteriseringen af insekter og edderkopper blev ligeledes baseret mest muligt på eksisterende data fra litteraturen, hvor der eksisterer meget viden om især løbebilleren *Bembidion lampros*, rovbilleren *Tachyporus hypnorum* og den tæppespindende edderkop *Erigone atra* til simulering med FieldEco eller lignende modeller. Skimmelbillerne og cikaderne har i skrivende stund kun kunnet parameteriseres groft ud fra den meget begrænsede viden om deres livshistorier, der er publiceret i bestemmelsesnøglerne. Da projektet endnu ikke er afsluttet, arbejdes der på at skaffe mere detaljerede data.

Validering af FieldEco's simuleringer

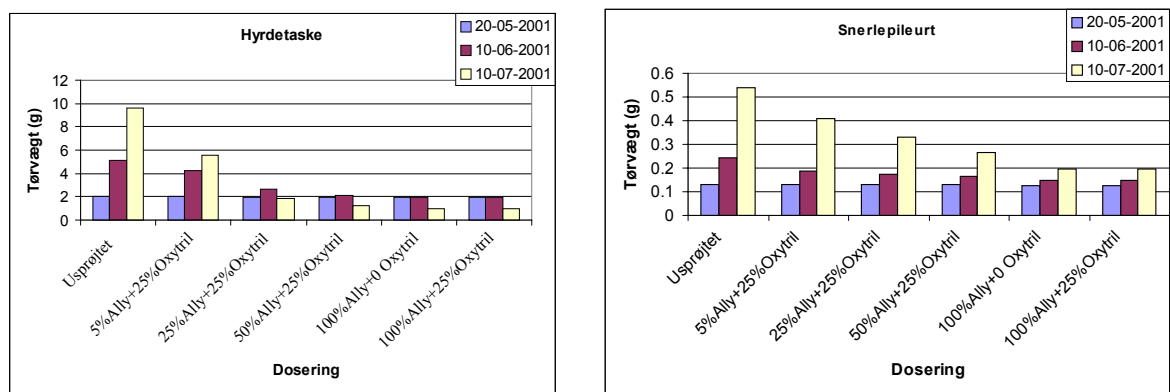
Data på ukrudt og insekter/edderkopper blev valideret imod data fra 2001 ved at justere på antallet af individer i simuleringen og deres spiringstidspunkt (som regel kort efter såning af afgrøden) eller indvandringstidspunkt (insekter og edderkopper). Dette betyder, at simuleringen af nogle arter er blevet valideret imod et ganske stort antal datasæt, da der blev foretaget undersøgelser i 13 marker med datasæt fra tre afstande fra kanten. Dette giver potentielt 39 datasæt, men da der er forskel på arterne i de forskellige afgrøder, er tallet dog klart mindre

Scenarier med reduceret sprøjtning

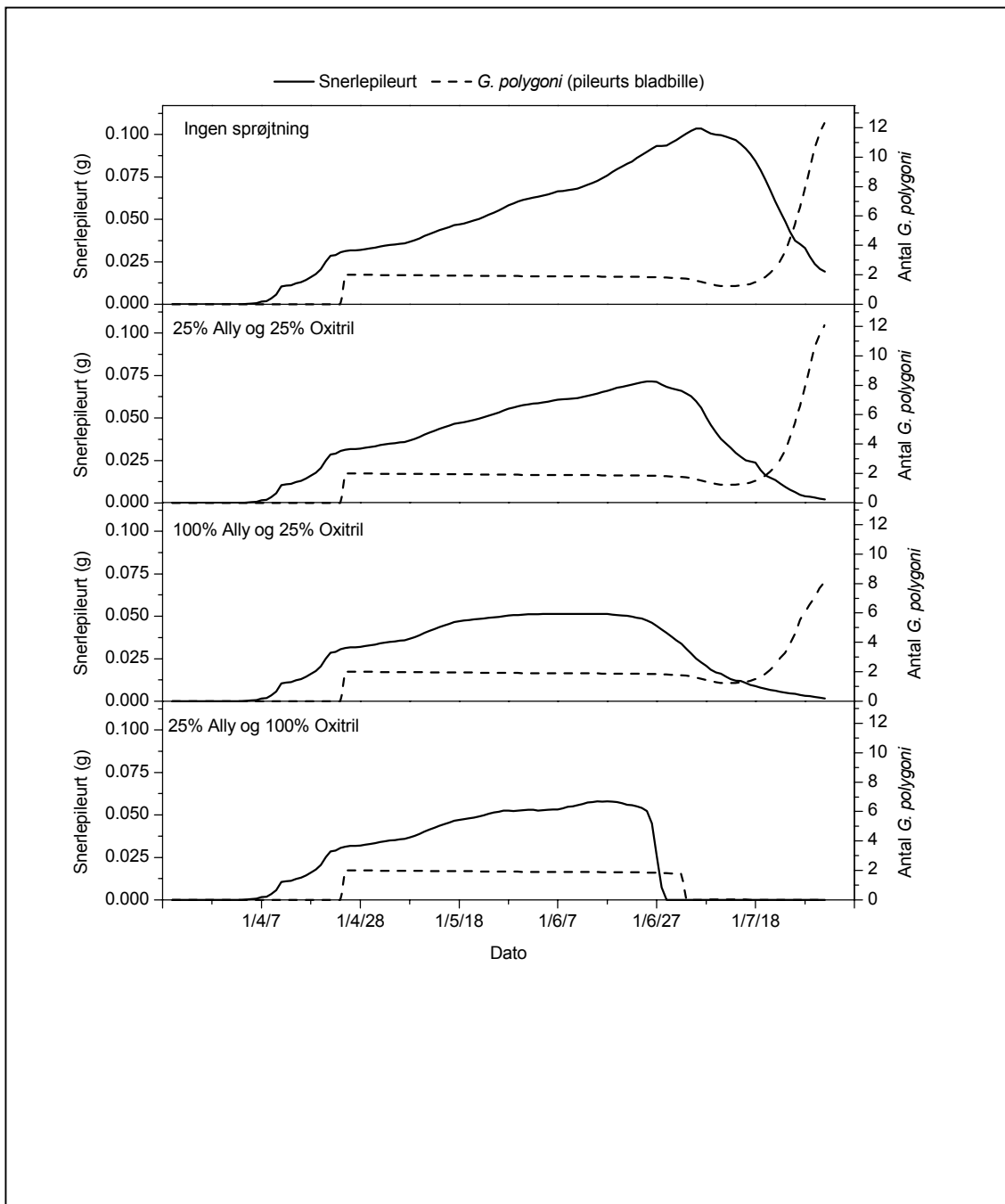
For at foretage simuleringer af effekterne af ændrede sprøjtemønstre er det nødvendigt først at definere et modeløkosystem. Det mest åbenlyse valg af økosystem, var at sammensætte det af de mest almindelige arter i indsamlingerne. Dette betød, at økosystemet kom til at bestå af afgrøden, en række almindelige ukrudsarter, tæppespindende edderkopper, rovbilleren *T. hypnorum*, løbebilleren *B. lampros*, cikaden *J. pallucida* og tre skimmelbiller. Denne samling af arter var der ikke meget økosystem i, da kun *J. pallucida* havde sit fødeemne (græsser, byg, hvede, rug) med i systemet. Det var derfor nødvendigt at supplere model-økosystemet med nogle fødeemner til skimmel-billerne, edderkopperne og billerne. Mikrosvampe og springhaler er derfor

medtaget. Dette gav et fødenet baseret på mikrosvampe som føde for springhalearterne, skimmelbillerne og *T. Hypnorum*, og springhalerne fungerer som føde for edderkopper og *B. lampros*. Hvad angår et fødenet i forbindelse med ukrudtet viste det sig mere problematisk, da der stort set ingen ukrudtstilknyttede insekter blev fundet i indsamlingerne. En undersøgelse af den videnskabelige litteratur for insekter tilknyttet nogle af ukrudtsarterne gav et ganske magert resultat. Vi kunne faktisk ikke finde oplysninger om så meget som én eneste insektart tilknyttet fuglegræs, ærenpris sp., hvidmelet gåsefod eller agerstedmoder. Der findes derimod oplysninger om insekter tilknyttet pileurter og hyrdetaske. Pileurtbladbillen (*Gastrophysa polygoni*) er velbeskrevet i den videnskabelige litteratur, hvorfor snerlepileurt og *G. polygoni* er blevet inkluderet i modeløkosystemet. Insekter på hyrdetaske er i skrivende stund ikke inkluderet, men det vil ske, inden de endelige scenarier i projektet simuleres.

Som et eksempel på, hvordan FieldEco kan benyttes til at vurdere effekterne af reduceret behandlingshyppighed, viser vi simuleringer med hyrdetaske, snerlepileurt og agerstedmoder i vårbyg. Der er i mange af de undersøgte marker anvendt 100% Ally og 25% Oxytril i slutningen af maj, og vi har lavet simuleringer med nedsatte doser af disse herbicider (figur 3). Simuleringerne viser, at reducerede doseringer medfører en større biomasse af ukrudtet, men at der først sker en markant forandring ved de laveste doseringer. Da der ikke ser ud til at være insekter knyttet til agerstedmoder, er der ingen fødekædeeffekter af herbicidbehandlingen på denne art, mens der er følgeeffekter af en herbicidbehandling af snerlepileurt. Figur 4 viser effekten af behandlingen med forskellige kombinationer af midlerne fra figur 3 på antallet af pileurtbladbiller i marken, og det ses, at billernes populationsudvikling påvirkes stærkt af herbicidbehandlingen. Årsagen er, at der ikke er føde til alle de klækkede larver på den mængde pileurt, der er tilbage efter sprøjtningen.



Figur 3. Simulerede tørvægte af hyrdetaske og snerle-pileurt i byg på tre datoer ved forskellige reduktioner i herbicid-behandlingen. Udgangspunktet var 25 frø af hver ukrudtsart. The simulated dry weights of Shepherd's purse and black bindweed in spring barley on three dates at different reductions in herbicide use. The starting point was 25 seeds of each weed species.



Figur 4. Simulerede fødenetseffekter af forskellige herbiciddoser. Alle simuleringer er lavet med 10 snerlepileurt, 2 indflyvende biller. Der er sprøjtet d. 20/5/1. Simulated food web effect of different herbicide dosages. All simulations were made with 10 seeds of black bindweed and 2 immigrating *G. polygona* (25/4/1). Spraying on 20 May.

Diskussion

Et markant resultat af denne undersøgelse er de meget lave forekomster af både ukrudt og insekter i markerne, hvilket i hvert fald viser, at ukrudtsbekæmpelsen generelt er meget effektiv. De meget begrænsede mængder af ukrudt er naturligvis meget medvirkende til, at der næsten ikke fandtes ukrudtstilknyttede insekter i markerne. Men det er også en betydningsfuld viden, at der ikke er ret mange insekter knyttet til en del af de almindeligt forekommende ukrudtsarter. Det tyder på, at disse arter er godt beskyttede af det, man kalder sekundære forsvarsstoffer. Sekundære forsvarsstoffer fungerer som et kemisk forsvar overfor insekter, og resultaterne fra både feltindsamlingen og litteraturundersøgelsen tyder på, at f.eks. fuglegræs og ærenpris indeholder sådanne stoffer. Hvidmelet gåsefod vides at indeholde stoffer, der er analoge til et hormon, der kontrollerer hudskiftet hos insekter (Dinan, 1992), hvilket betyder, at denne plante er godt beskyttet imod angreb fra insektædere. Denne naturlige kemiske beskyttelse betyder, at der ikke er betydelige direkte fødekædeeffekter af at fjerne disse arter fra markerne. Det er dog ikke alle ukrudtsarter, der er så godt beskyttede. Det drejer sig bl.a. om græsserne, mange korsblomstrede (heriblandt hyrdetaske) og pileurter. Græsserne tjener som fødeplanter for cikaden *J. pallucida*, de korsblomstrede har en lang række insekter tilknyttet, og pileurterne har den tidligere omtalte pileurtsbladbillen. Der vil, som figur 4 viser, være fødekædeeffekter af at fjerne disse arter fra markerne. Et springende punkt i en vurdering af effekten af reduceret sprøjtehyppighed på markernes naturindhold er, hvor meget ukrudt der skal være, og hvor længe for at de planteædende insekter kan gennemføre deres livscyklus. De meget lave forekomster (eller nærmere fraværet) af disse insekter i vore indsamlinger viser, at niveauet i markerne i dag ligger under denne grænse. Hvor denne grænse ligger kan være meget svært at sige, men vi forventer, at simuleringer med FieldEco kan være med til at give os en kvalificeret vurdering af det. Disse simuleringer er i skrivende stund ikke foretaget, men kan forhåbentlig fremlægges på konferencen. De foreløbige simuleringer i denne artikel antyder, at det f.eks. ikke flytter nok, at reducere dosis af Allyl til 25% af anbefalet markdosis (i hvert fald ikke, hvis der samtidig anvendes Oxytril i 25% af anbefalet markdosis). Endelig kan FieldEco også give en vurdering af, hvor meget reduceret behandlingshyppighed vil påvirke afgrøden og dermed eventuelle negative effekter for landmanden.

Når man anvender simuleringsmodeller, er det vigtigt at holde sig for øje, hvad de kan bruges til, og hvad de ikke kan bruges til. Endelig skal det også vurderes, hvor pålidelige resultaterne er. Det sidste baseres normalt på, hvor godt modellen er i stand til at simulere uafhængige data, det vil sige data der ikke er brugt til kalibrering af modellen. Dette kaldes normalt validering. I dette tilfælde er simuleringerne af de fleste af ukrudtsarterne blevet valideret imod et usædvanligt stort antal datasæt. Så selv om de biologiske data til karakterisering af nogle af ukrudtsarterne var ret beskedne, må

simuleringerne af deres vækst i foråret og forsommeren, i de her anvendte afgrøder, anses for ret pålidelige.

For insekternes vedkommende gør det sig gældende, at flere af dem er godt parameteriserede med data fra litteraturen, og FieldEco har da også været i stand til at simulere deres populationsudvikling tilfredsstillende i forhold til de fleste datasæt. Også i flere af insekternes/edder-koppernes tilfælde er der tale om validering imod et usædvanligt stor antal datasæt.

Litteratur

- Bicheludvalget*. 1999. Rapport om Miljø og Sundhed.
- Boutin C & Harper J*. 1991. "A comparative study of the population dynamics of five species of veronica in natural habitats." *Journal of Ecology* 79: 199-221.
- Dale MP & Causton DR*. 1992. "Use of the chlorophyll a/b ratio as a bioassay for the light environment of a plant." *Functional Ecology* 6: 190-196.
- Dinan L*. 1992. The Analysis of Phytoecdysteroids in Single (Pretlowering Stage) Specimens of Fat Hen, *Chenopodium-Album*. *Phytochemical Analysis*, 3 (3), 132-138
- Ellen J*. 1993. "Growth, Yield and Composition of 4 Winter Cereals. 1. Biomass, Grain-Yield and Yield Formation." *Netherlands Journal of Agricultural Science* 41(2): 153-165.
- Graf B*. 1991. A simulation model for the dynamics of rice growth and development: III. Validation of the model with high-yielding varieties. *Agricultural Systems*, 36, 329 – 349.
- Graf B*. 1992. Modelling the competition for light and nitrogen between rice and *Echinochloa Crus-galli*. *Agricultural Systems*, 40, 345 – 359.
- Gutierrez AP*. 1996. Applied population ecology. A supply - demand approach. New York, John Wiley & sons, Inc., pp 300.
- Gutierrez AP, Baumgärtner JU & Summers CG*. 1984. Multitrophic models of predator-prey energetics. *Canadian Entomologist*, 116, 923 – 963.
- Gutierrez AP, Williams DW & Kido H*. 1985. A model of grape growth and development - the mathematical structure and biological considerations. *Crop Science* 25(5), 721-728.
- Gutierrez AP, Mariot EJ, Cure JR, Wagner Riddle CS, Ellis CK & Villacorta AM*. 1994. A model of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth types I -III: Factors affecting yield. *Agricultural Systems*, 44, 35 – 63.
- Kristensen H, Jensen PK, Nielsen GC, Jørgensen LN & Friis K*. 2000. Vejledning i planteværn. Danmarks JordbrugsForskning. Landskontoret for Planteavl.

- Papanov IA, Lebedinskai S & Koshkin EI.* 1999. "Growth analysis of Solution Culture-grown Winter Rye, Wheat and Triticale at different Relative Rates of Nitrogen Supply." *Annals of Botany* 84: 467-473.
- Röhrig M & Stützel H.* 2001. "Dry Matter Production and Partitioning of *Chenopodium album* in contrasting Competitive Environments." *Weed Research* 41: 129-142.
- Sheng Q & Hunt LA.* 1991. "Shoot and Root Dry-Weight and Soil-Water in Wheat, Triticale and Rye." *Canadian Journal of Plant Science* 71(1): 41-49.
- Statens Planteavlfsforsøg.* 1993. Ukrudtsbekæmpelse i landbruget, Landbrugsministeriet, Statens Planteavlfsforsøg, Planteværnscentret, Afd. for Ukrudtsbekæmpelse.
- Tybirk K, Axelsen JA, Topping CJ, Bruus Pedersen M & Odderskær P.* 2003 Effekter af reduceret pesticidanvendelse på planter, insekter og fugle. Beretning fra 20. Danske Planteavlskonference 2003.
- Villegas D, Aparicio N, Blanco R & Royo C.* 2001. "Biomass accumulation and main stem elongation of durum wheat grown under Mediterranean conditions." *Annals of Botany* 88(4): 617-627.
- Whaley JM, Sparkes DL, Foulkes, Spink JH, Semere T & Scott RK.* 2000. "The physiological response of winter wheat to reductions in plant density." *Ann. Appl. Biol.* 137: 165-177.

ALMaSS simulation of the impact of removing pesticides

ALMaSS simulering af virkningen af at fjerne pesticider

Peter Odderskær, Chris Topping & Jane Uhd Jepsen

Danmarks Miljøundersøgelser

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Grenåvej 12

DK-8410 Rønne

ALMaSS was used to evaluate the impact of removing all pesticides on five animal species. Results showed that toxicity was of secondary importance to crop choice.

The ALMaSS simulation system is designed for evaluation of the impacts of changes in land-use, and management on populations of terrestrial animals could be used for risk assessment of pesticides. Its major advantages are that the spatial pattern and timing of impacts together are simulated together with spatio-temporal realism in the dynamics and ecology of the animals modelled. Thus interactions that are spatially or temporally dependent will be explicitly simulated by the system, whereas this would not be possible with population or less comprehensive spatial models.

To demonstrate the system, a hypothetical scenario was constructed whereby all pesticides were banned, together with a reduction in cereal crops, especially winter wheat, and an increase in forage crops and rotational grass. The impact of these changes was investigated for five species: roe deer (*Capreolus capreolus*), field vole (*Microtus agrestis*), skylark (*Alauda arvensis*), *Bembidion lampros*, a common agricultural carabid beetle, and *Oedothorax fuscus*, a common agricultural spider.

All five species reacted in different ways to the scenario, either by changing population size and/or by altering their distribution in space. The pesticides used in the baseline scenario were only toxic to the beetle and spider, therefore any responses by other species were related to changes in management or to indirect effects. The roe deer increased in abundance and was more aggregated indicating that the quality of some areas of habitat had increased but that it was not a general improvement over the whole landscape. By contrast, the field vole population increased uniformly over the whole landscape, as did the spider. The beetle increased and became less aggregated suggesting that areas it was excluded from before had become suitable. The skylark decreased in numbers and was excluded from some areas despite an increase in its food items (beetles and spiders). The main conclusion from these observations is that the toxic effects of pesticides (at least at today's relatively low application

rates) is often less important than other management activities and crop choice. In the case of the skylark, the negative result was a balance of the effects of increased food with increased mechanical weeding and increased unsuitable habitat due to silage cuts and grazing of cattle.

The results indicate that spatial positioning had a large impact on the results of the risk assessment. It is also clear that the species react in different ways depending on their response to the impact and to the associated changes. These effects must be important in terrestrial risk assessment since toxicant applications rarely impact the whole population of a species and often occur separated in space and time. In addition, the impact of reduced toxicity, which is often the object of study, may not be as important as other co-varying factors.

Flora og insekter i hegn på økologiske og konventionelle bedrifter

Hedgerow flora and insect fauna on organic and conventional farms

Marianne Bruus¹, Erik Aude² & Knud Tybirk²

¹Danmarks Miljøundersøgelser

Terrestrisk Økologi

Vejlsøvej 25

DK-8600 Silkeborg

²Danmarks Miljøundersøgelser

Vildtbiologi og Biodiversitet

Grenåvej 12, Kalø

DK-8410 Rønde

Summary

The aim of the project was to compare flora and insect fauna of organic and conventional hedgerows and to study whether the drift of herbicides into hedgerows alone or in combination with differences in fertiliser application may explain any differences. The project consequently consisted of two parts, viz. collection of flora and insect data in existing hedgerows (multi-row hedgerows, age 10-15 years) on two soil types and an experiment in which a sown grassland vegetation was treated with combinations of glyphosate (0-25% label rate) and nitrogen (0-100 kg N/ha/year) as a simulation of the most important agricultural conditions having an effect on flora and insect fauna in different agricultural systems. In the experiment flora and insect fauna were studied for three years. In the hedgerows clear differences in the floral composition were found, with more plant species in hedgerows at organically grown fields than at conventionally grown fields, on both sandy and loamy soils. The insect fauna was correlated with the flora, but no clear differences were found between the two agricultural systems. Apart from the hedgerow flora, also the type of crop grown on the adjacent fields affected the abundance of herbivorous insects, especially bugs and weevils. In the experiment the effects of glyphosate and nitrogen treatments interacted strongly. In unfertilised plots the number of plant species decreased at increasing glyphosate dosages, whereas plant biomass was virtually unaffected, and litter biomass decreased. For plant and litter biomass the glyphosate effect increased at increasing fertiliser levels, i.e. there was a severe decrease in both plant and litter biomass as a consequence of glyphosate treatment. For numbers of plant species the interactive effect was opposite, as the glyphosate effect

decreased at increasing fertiliser levels. Insect abundance and species numbers followed the picture seen for plant biomass, but with differences between insect groups.

Indledning

To væsentlige faktorer har påvirket naturindholdet i landbrugslandskabet meget gennem de seneste 40 år, nemlig øget gødnings- og herbicidanvendelse. Der er lavet ganske mange undersøgelser herhjemme og især internationalt af påvirkninger af f.eks. ammoniakafdrift fra landbruget på skoves sundhedstilstand, skovbundsflora, halvkulturarealer og naturarealer (se sammenfatning i Bak *et al.*, 1999). En meget bred viden om påvirkninger af herbicider på natur og miljø er systematisk opsamlet i Bicheludvalgets rapport om Miljø og Sundhed fra 1999. Bicheludvalget konkluderer, at afdrift af herbicider kan have betydning for floraen i hegn og småbiotoper, men at der mangler systematiske undersøgelser af, hvorledes pesticider påvirker vilde planter og dertil knyttede dyr i hegn og andre småbiotoper (Bicheludvalget 1999, side 72).

Behovet for viden om naturindholdet i landbrugslandskabet er meget stort for at sikre en afbalanceret forvaltning og understøtte nationale politiske beslutninger som f.eks. Pesticidhandlingsplan II og III, Ammoniakhandlingsplan, Wilhjelmudvalgets rapport og kommende Biodiversitetshandlingsplan samt Vandmiljøplan III. Endvidere vil fremtiden byde på meget store udfordringer for at opfylde Habitatdirektivet og Vandrammedirektivet, hvor landbrugs påvirkninger af internationalt værdsatte naturtyper er meget central. Effekterne af både herbicider og kvælstof hver for sig er veldokumenteret i en række tilfælde, mens der i særlig grad savnes undersøgelser af kombineret virkning af herbicider og gødning i marknære arealer, hvilket er en meget aktuell og relevant problemstilling. Et tilbagevendende spørgsmål er, hvorvidt gødskning eller pesticider har medvirket mest til forarmningen af naturen.

Sammenstillinger af resultater fra økologisk jordbrugs påvirkning af naturen i agerlandet har generelt vist positive tendenser sammenlignet med konventionelt landbrug (Stolze *et al.*, 2000). Langt de fleste studier er fra markfladerne, mens studier af effekter af driftsformer på agerlandets småbiotoper er meget sparsomme. Effekter på flora og insektfauna ved fravær af herbicidafdrift på økologiske bedrifter kan potentielt ændre fødegrundlaget for fugle og andre smådyr, der finder deres føde i og omkring marker, og dermed påvirke ynglesuccesen (f.eks. Braae *et al.*, 1988; Odderskær *et al.*, 1997; Esbjerg & Petersen, 2002).

Dette studie består af to dele: 1) Undersøgelser af vegetation og insekter i sammenlignelige, relativt unge tre-rækkede hegn på henholdsvis konventionelle og økologiske bedrifter. Formålet var at teste, om driftsformen (økologisk/konventionel) påvirker plantesammensætningen og den tilhørende insektdiversitet i danske læhegn og dermed bidrage til at belyse, om indførelsen af økologisk jordbrug vil kunne forbedre habitatkvaliteten af marknære

småbiotoper. 2) En eksperimentel del, hvor er under kontrollerede forhold er foretaget en kvantificering af separate og kombinerede effekter af lave herbiciddoser og ammoniak på en standardiseret vegetation og den dertil knyttede overjordiske insektfauna. Dette eksperiment havde til formål at belyse, hvilken af de to faktorer, der har haft størst betydning for forekomsten og fordelingen af planter og insekter i hegnene. Del 1 er allerede præsenteret på Planteværnskonferencen 2003 (Tybirk *et al.*, 2003). Derfor vil denne artikel især fokusere på resultaterne fra del 2.

Metoder

Læhegnsundersøgelserne år 2001 og 2002

Med henblik på at sikre maksimal sammenligning har en række kriterier været gældende for udvælgelsen af læhegn. Kriterierne for de undersøgte læhegn i 2001 var, at hegnene skulle

- indeholde 3-5 rækker træer/buske og har en fodpose på min. 0,5 m bredde
- have en alder på 10-15 år og domineres af løvtræer
- have en minimumslængde på 100 m
- have mark i omdrift som naboareal
- ligge i den samme geo-klimatiske region

De økologiske hegn skulle desuden have været anlagt økologisk, og landbrugsdriften på begge sider have været økologisk i mindst 10 år.

I 2001 blev 13 økologiske og 13 konventionelle hegn undersøgt på bedrifter syd og vest for israndslinien (dvs. JB 1-3(4)). De økologiske hegn blev udvalgt først, og derefter blev tilsvarende konventionelle hegn i samme postdistrikt udvalgt. I 2002 blev udvalgt 2 x 15 hegn efter de samme kriterier, blot med den forskel at hegnene skulle findes nord og øst for israndslinien (JB 3-7).

Vegetationsanalyse og insektindsamling blev gennemført i august 2001 og 2002. Der blev i 2001 indsamlet prøver systematisk parvist hhv. centralt i hegnene og i fodposen, i alt 3 x 2 prøver pr. hegn, mens prøverne i 2002 er indsamlet 5 x pr. hegn i fodposen. Prøvefeltets størrelse er 0,5 m x 20 m (10 m²) med indbyrdes afstand på 20 m. Fodposefeltet ligger 0,2 m fra afgrødekant, og centrale prøvefelter i 2001 er placeret mellem række 1 og 2 i hegnene. I alt er der undersøgt 306 prøvefelter, heraf halvdelen på økologiske hegn.

For detaljer om prøvetagning og databehandling henvises til Tybirk *et al.* (2003).

Eksperimentel undersøgelse af kombinerede effekter af N og glyphosat

Den eksperimentelle kombination af herbicidbehandling og N-tilførsel afspejler til en vis grad et successionsstudie under forskellig påvirkninger af N og herbicid. Formålet med

undersøgelsen har dog ikke været at belyse ændringerne over tid, så der vil blive fokuseret på resultaterne efter tredje år.

Forsøgsetablering

En eksperimental vegetation er etableret på nærings- og kalkfattig tør sandjord ved Ebdrup på Djursland. Marken havde tidligere været anvendt til korndyrkning men havde ligget brak et år. Jorden blev dybdepløjet (60 cm dybt), harvet og tromlet for at begrave eksisterende frøbank fra pløjelaget. 120 permanente plots á 7 x 7 m med 1,4 m mellem plottene blev udlagt med 9 m bufferzone rundt om eksperimentet, der er omgivet af trævækst på alle fire sider. 10 replikater af 12 unikke behandlinger blev etableret i et randomiseret blokdesign.

Behandlingerne var 0, 1, 5 og 25% af markdosis af glyphosat og 0, 25 og 100 kg N/ha/år. For at undgå begrænsning af andre næringsstoffer fik alle felter hvert år i maj tilført 53 kg fosfor, 141 kg kalium, 50 kg svovl og 0,7 kg kobber /ha/år. Glyphosat blev første gang udbragt efter etablering af tæt vegetation. Anden og tredje glyphosat dosering fandt sted i april 2002 og 2003. Anbefalet markdosis er 4-6 l/ha (RoundupBio, glyphosat-isopropylaminsalt). Vi valgte at bruge 4 l/ha som udgangspunkt for 0, 1, 5 og 25% markdosis, som resulterede i henholdsvis 0, 4, 20 og 100 ml glyphosat pr. 15 l vand.

Artssammensætning af eksperimentel vegetation

I alt blev 30 arter med forskellige funktionelle egenskaber udsået. Denne sammensætning blev suppleret med enkelte kendte herbicid- og/eller nitrogenfølsomme arter, arter i tilbagegang i agerlandet og en sjælden art. Endvidere har aktuel forekomst i læhegn/græsland og tilgængelighed af kommercielle frø spillet en rolle.

Ud fra en bruttoliste på 255 arter blev der indhentet information om arternes livsstrategier. Karplanternes livsstrategier kan forklares med tre funktionelle syndromer som betegnes CSR-strategier (Konkurrence-, Nøjsomheds- og Pionersyndromet): C for konkurrence (competition) tolerance og S for stresstolerante og R for ruderal/pionertilpassede eller forstyrrelsestolerante arter (Grime 1988, 1997; Ejrnæs, 2000). Der findes "rene" C-strategier som f.eks. alm. kvik, men de fleste arter er en kombination af to eller tre syndromer. CSR-strategierne gives en værdi fra 0-12 for alle tre syndromer, hvor den maksimale sumværdi er 12.

Jordbundsdata

Der blev indsamlet jordprøver i oktober 2001 og i august 2003 fra hver af de 120 felter. Kornstørrelsesfordeling blev kun foretaget i 2001-prøverne, mens kemiske analyser blev foretaget på 01 og 03-prøver. Seks delprøver jord taget 0-10 cm under A₀ horisonten blev puljet til én prøve. Jorden blev sigtet i laboratoriet gennem 2 mm sigte for at fjerne rødder, sten, mv. Prøverne for 2001 og 2003 blev analyseret for pH_{H2O}, ledningsevne, glødetab samt total N og P.

Vegetationsundersøgelse

Vegetationen blev i 2001 registreret før og efter udbringning af glyphosat (henholdsvis juli og oktober). I 2002 og 2003 blev vegetationen registreret i august måned. Efter tre vækstsæsoner blev vegetationen endvidere høstet i 9 systematisk placerede Raunkjær cirkler (0,1 m²) i alle 120 prøvefelter. Alle levende karplanter (såvel såede som indvandrede) blev sorteret på artsniveau, tørret ved 70° i min. 48 timer og vejjet. Dødt plantemateriale (førne) i cirklerne blev indsamlet og behandlet tilsvarende. Mosser blev indsamlet og artsbestemt ved mikroskopi, mens mos-forekomsten blev bestemt ved frekvens i de 9 cirkler.

Indsamling af insektdata

Insekter blev indsamlet en gang hvert år, henholdsvis 19. september 2001, 9.-10. juli 2002 og 8.-10. juli 2003. Til prøveindsamlingen blev brugt en insektstøvsuger (d-vac, Dietrick 1961). Hver prøve bestod af ti sug à 10 sekunder (prøveareal i alt 0,9 m²) tilfældigt fordelt i hvert 7 m × 7 m prøvetagningsfelt. Efter indsamling blev dyrene frosset ned og senere bestemt til arts- eller gruppeniveau.

Databehandling

Flora

Der blev foretaget en variansanalyse af datasættet (antal plantearter, mosfrekvens, CSR-værdier, total biomasse og førne biomasse). Bloknummer blev testet som tilfældig variabel, mens glyphosat- og N-tilførsel indgik som systematiske variable. Biomassen er opdelt i arter og deres CSR strategi-værdi er udregnet som et vægtet gennemsnit (af biomasse) af de tilstedeværende planter i de enkelte felter. Der er testet med et signifikansniveau på 5%.

DCA-analysen af den eksperimentelle vegetation er anvendt til at analysere vegetations-sammensætningen, med udeladelse af sjældne arter og plot med få arter som anbefalet. Kendall Tau-korrelationer er beregnet for diskrete variable og produkt-moment korrelationer for kontinuerte variable. CCA analyse er lavet med samme datamatrice med CANOCO version 4.02 efterfulgt af fortløbende udvælgelse og Monte Carlo permutationstest for at vise den relative betydning af de enkelte variable (Sokal & Rohlf, 1995). For at teste responsen af enkeltarter blev der lavet en indikator-arts analyse (INSPAN) (Dufrêne & Legendre, 1997) i PC-ORD. INSPAN blev udført på tre undergrupper af data, hvor enten herbicidbehandling eller N-tilførsel blev holdt konstant på grund af signifikante interaktionseffekter af de to faktorer i variansanalysen.

Insektdata

Variansanalyser er foreløbig kun udført på overordnede grupper af insekter (summer), det vil sige ikke på artsniveau. Det samlede datasæt for alle tre år er testet med glyphosat, kvælstof og glyphosat×kvælstof som systematiske variable og blok og år som tilfældige variable. Data fra 2003 er desuden testet alene, med glyphosat og kvælstof som systematiske variable og blok som tilfældig variabel.

Det fulde datasæt, hvor tæger, jordlopper og snudebiller er bestemt til art, er undersøgt ved hjælp af den multivariate programpakke PRIMER version 5.2.9 (Plymout Routines In Multivariate Ecological Research) (f.eks. Clarke, 1993; Clarke & Ainsworth, 1993). Data for jordbunds- og planteparametre blev inddraget som forklaringsvariable. På baggrund af similaritetsmatricen (artssammensætningen i de enkelte prøvetagningsfelter omregnet til Bray-Curtis similaritetsindeks) blev korrelationen mellem artssammensætningen og de udvalgte miljøparametre (relateret til jordbund og planter) undersøgt ved hjælp af BIOENV. Proceduren MDS blev brugt til at frembringe plots af artssammensætningen i relation til behandlingsparametrene (glyphosat og kvælstof). To-vejs ANOSIM blev anvendt til at teste, om artssammensætningen af insekterne var signifikant forskellig mellem plots behandlet med forskellige doser glyphosat og kvælstof. Ved hjælp af proceduren SIMPER blev de enkelte arters bidrag til forskelligheden i artssammensætningen mellem prøvetagningsfelter med forskellig behandling undersøgt.

Alle tests er vurderet på et 5% signifikansniveau.

Resultater

Læhegnsundersøgelserne

De fleste resultater fra hegnsundersøgelserne er beskrevet i Tybirk *et al.* (2003), hvorfor de kun vil blive omtalt kort her.

For floraens vedkommende var der tydelige forskelle mellem læhegn på økologiske og konventionelle bedrifter, og effekterne fandtes på såvel sandjorder som mere lerede jorder. Der var således flere plantearter i de økologiske hegn end i de konventionelle (33,6 mod 23,6 i gennemsnit pr. hegn for de to år slået sammen til et datasæt), og det samlede antal plantearter fundet i økologiske hegn var 162 mod 115 i de konventionelle hegn.

De dominerede insektgrupper var i 2001 cikader, tæger, rovbiller (som jo ikke er herbivorer), snudebiller og Clavicornia (skimmelbiller m.fl.). Der var i læhegnene på sandede jorder ikke signifikante forskelle mellem dyrkningsformerne på forekomsten af udvalgte arter og grupper. Antal arter pr. prøve, antal dyr pr. prøve og diversiteten (Shannon-Wiener index) var heller ikke signifikant påvirket af dyrkningsformen. Derimod var der signifikante forskelle mellem prøver taget inde i hegnet og prøver taget i fodposen, idet der gennemsnitligt var flere dyr i prøverne taget i fodposen end i prøverne fra midten af hegnet.

I 2002, på de lerholdige jorder, var skimmelbillelarver og trips langt de talrigeste, men også sommerfugle, cikader, visse tægearter, bladbiller, snudebillen *Apion flavipes*, rovbiller, mariehøns, glimmerbøsser (*Meligethes*) og voksne skimmelbiller forekom i rimelige antal. Der var i gennemsnit 240 dyr pr. prøve i økologiske hegn og 218 dyr pr. prøve i

konventionelle hegn. Det gennemsnitlige artsantal pr. prøve var højere i økologiske hegn end i konventionelle (henholdsvis 31 og 17).

Insekterne i hegnene fordelte sig generelt efter de samme parametre som planterne, og desuden var afgrøden på nabomarkerne afgørende for forekomsten af enkelte insektarter.

Den eksperimentelle undersøgelse af effekter N og glyphosat

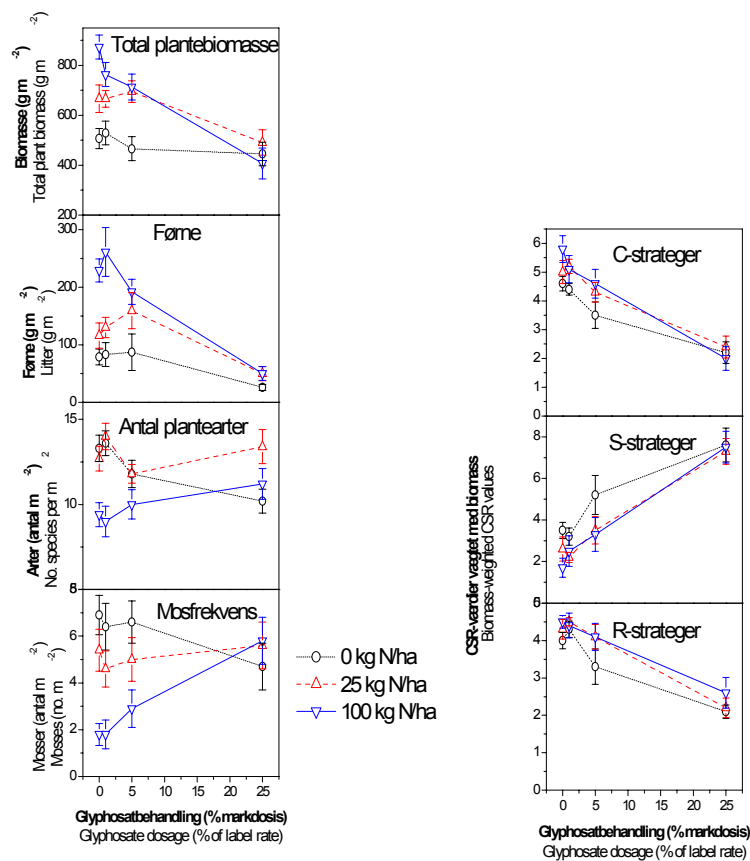
Af pladshensyn vil der i denne artikel blive fokuseret på resultaterne for flora og insekter efter 3 vækstsæsoner.

Flora

Fire måneder efter såning i 2001 var 23 ud af de 30 (77%) udsåede arter etableret. Efter 3 vækstsæsoner var over 90% af de udsåede arter etableret og alle fire grupper (C, S, R og blandet) af plantestrategier var vel repræsenterede. Kvik (*Elytriga repens*) blev dog dårligt etableret. Dette blev delvist kompenseret ved en kraftig etablering af stortoppet hvene (*Agrostis gigantea* med en CR strategi), der var iblandet frø af alm. hvene (*A. capillaris*). De tre dominerende græsser udgjorde 86% af den totale høstede biomasse, så græslandsvegetationen blev som forventet domineret af græsser. 31 arter indvandrede til prøvelsstederne, heraf 11 mosser, men ingen af de indvandrede dominerede vegetationen (99,5% af biomassen stammer fra de udsåede arter).

Resultater af variansanalysen på vegetationsdata viste en signifikant, interaktiv effekt af N-tilførsel og glyphosatbehandling på total plantebiomasse, førnebiomasse, antal plantearter og tætheden af mosser. For den totale plantebiomasse steg herbicideffekten med N-tilførslen (figur 1). For førnemængden var der en markant stigning i førneproduktionen med øget N-tilførsel ved lave herbicidtilførsler, og ligesom for den totale biomasse øgedes herbicideffekten ved stigende N-tilførsel (figur 1). Antallet af plantearter faldt med øget N-tilførsel, når der ingen herbicidtilførsel var, mens N-effekten faldt ved øget herbiciddosering, eller sagt på en anden måde var der en negativ effekt af øget herbiciddosering i de ugødede felter, mens der ved 25 kg N/ha stort set ingen herbicideffekt var, og ved 100 kg N/ha var der en positiv effekt af øget herbiciddosering på antallet af karplantearter. Mostæthed var signifikant påvirket af N-tilførsel, med signifikant interaktion af herbiciddoseringen (figur 1), idet der i de ugødede felter var en negativ effekt af øget herbicidpåvirkning (især 25% markdosis), mens der ved 25 kg N/ha ingen herbicideffekt var, og ved 100 kg N/ha var der en positiv effekt af herbiciddoseringen på mosfrekvensen.

For de tre hovedgrupper af plantestrategier blev der fundet en signifikant effekt af både herbicidbehandling og N-tilførsel på den fremherskende plantestrategi. Herbicideffekten var for alle grupper uafhængig af N-tilførslen. Den biomassevægtede C- og R-værdi faldt med øget herbiciddosering, mens S-værdien steg (figur 1). Uden herbicidpåvirkning var R-værdien næsten konstant ved øget N-tilførsel, mens C-strategierne udkonkurrerede S-strategierne ved højere N.



Figur 1. Effekter af glyphosatbehandling på totalbiomasse, førneproduktion, antal karplanter og mostæthed samt effekter på konkurrenceplanter (C-strateger), nøjsomhedsplanter (S-strateger) og ruderatplanter (R-strateger) beregnet som vægtet biomasse ved tre niveauer af N-tilførsel (0, 25 og 100 kg N/ha/år). Effects of glyphosate treatment on total plant biomass, litter production, no. of plant species, moss frequency, competitive plants (C-strateger), stress tolerant plants (S-strateger) and pioneer plants (R-strateger) at three nitrogen levels (0, 25 and 100 kg N/ha/year). CSR-values are weighted with plant biomass.

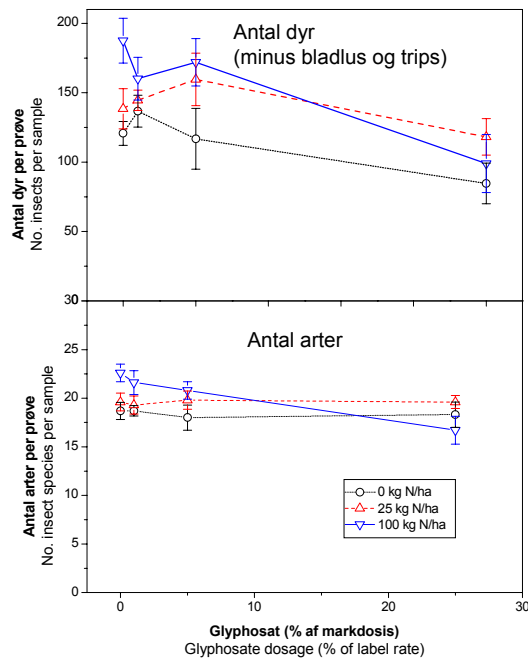
DCA-analysen af floraens artssammensætning afspejlede også påvirkning af både N-tilførsel og glyphosatbehandling. Prøvefelter behandlet med 0 og 1% markdosis glyphosat lignede hinanden meget i artssammensætning, mens felter behandlet med 5% og især 25% markdosis klart skilte sig ud. Tilsvarende adskilte prøvefelter, der ikke blev tilført kvælstof, sig klart fra felterne, der modtog 25 og 100 kg N/ha/år. Denne effekt blev bekræftet af CCA-analysen, som viste, at både herbicidbehandling og N-tilførsel forklarede en signifikant del af variationen i artssammensætning.

Insekter

Blandt de grupper af insekter, der er sorteret (det vil sige herbivore grupper, løbebiller og rovbiller), var tæger de talrigeste, med i gennemsnit 67 dyr pr. prøve i 2003, hvoraf de fleste var blomstertæger (48 pr. prøve), efterfulgt af frøtæger (12 pr. prøve). Cikaderne var også talrige (gennemsnitligt 56 pr. prøve), rovbiller forekom med et gennemsnit på 7 pr. prøve, Clavicornia-gruppen (skimmelbiller, mariehøns og glimmerbøsser) havde et gennemsnit på 4 pr. prøve, hvoraf 3 var skimmelbiller, og de øvrige grupper (bier/hvepse, svirrefluer, sommerfugle, bladlopper, løbebiller, smeldere, bladbiller, jordlopper og snudebiller) forekom alle i et gennemsnitligt antal under 1 pr. prøve.

Antallet af insekter steg fra 2001 til 2002 og fra 2002 til 2003 (henholdsvis 94, 129 og 136 i gennemsnit pr. prøve). Antallet af arter/grupper steg fra 2001 til 2002, men ikke fra 2002 til 2003 (henholdsvis 13, 21 og 20 arter/grupper i gennemsnit pr. prøve). De dominerende insektgrupper varierede ikke meget mellem årene; dog var antallet af tæger meget lavere (16 pr. prøve) i 2001 end de to følgende år, mens der samme år var mange sommerfuglelarver, og i 2002 var der mange skimmelbiller (11 pr. prøve) og glimmerbøsser (4 pr. prøve) sammenlignet med de to øvrige år.

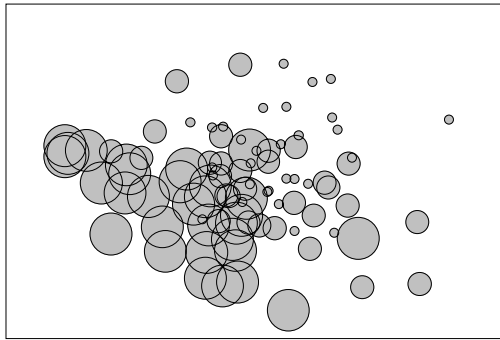
I 2003 var der for frøtæger, blomstertæger, tæger i alt, store løbebiller, små rovbiller, skimmelbiller, antal dyr og antal arter en signifikant effekt af glyphosatbehandlingen. For cikader, Scutelleridae-/Pentatomidaetægenymfer, nymfetæger, blomstertæger, små rovbiller, rovbillelarver, skimmelbiller, Clavicornia i alt, antal dyr og antal arter var der en signifikant forskel mellem felter tilført forskellig mængde kvælstof. Af figur 2 ses, at antal arter og antal dyr pr. prøve er reduceret ved den højeste glyphosatosering. Felterne, der modtog 100 kg N/ha, havde flere dyr og arter i den usprøjtede situation end de andre kvælstofniveauer, men faldet i antal dyr og arter som funktion af stigende pesticiddosering var også størst i 100 kg N-felterne (figur 2). Den pesticideffekt, der ses for antal dyr i alt, går igen for de øvrige grupper med signifikant pesticideffekt, undtagen bier/hvepse, for hvilke der ikke var nogen klar tendens, store løbebiller (for få dyr), og skimmelbiller, som forekom i mindre antal ved 1 og 5% markdosis end i de usprøjtede plots, men i højest antal i plots behandlet med 25% af markdosis (middelværdier henholdsvis 3,1; 2,3; 1,8 og 4,1). Antallet af de forskellige grupper steg generelt med stigende kvælstoftilførsel, med undtagelse af Scutelleridae-/Pentatomidaetægenymfer, som forekom i faldende antal med stigende kvælstoftilførsel.



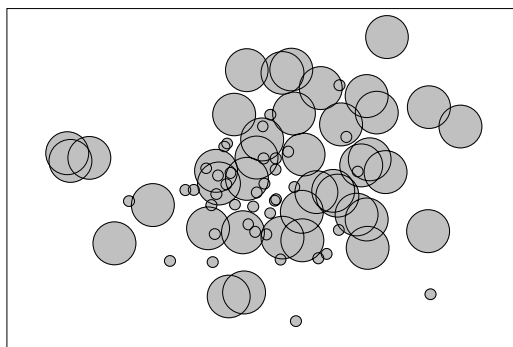
Figur 2. Antal insekter (minus bladlus og trips) og antal insektarter/-grupper pr. prøve (0,9 m²) i 2003 som funktion af glyphosatdosis ved de tre forskellige gødskningsniveauer. Punkterne repræsenterer middelværdier af 10 prøver, de vertikale linjer er standardfejlen på middeltallet. Numbers of insects (minus aphids and thrips, top) and insect species/groups (bottom) per sample (0.9 m²) in 2003 as a function of glyphosate dosage at the three nitrogen levels. Data points represent means of ten samples, vertical lines are standard errors of means.

De multivariate analyser viste, at glyphosatbehandlingen og kvælstoftilførslen også havde en signifikant effekt på artssammensætningen af insekterne, men yderligere analyser (BIOENV) og en grafisk afbildning (figur 3) viser, at insektarterne fordelte sig mere efter glyphosatgradienten end efter kvælstofgradienten, samt at insekternes artssammensætning også hang sammen med plantebiomassen.

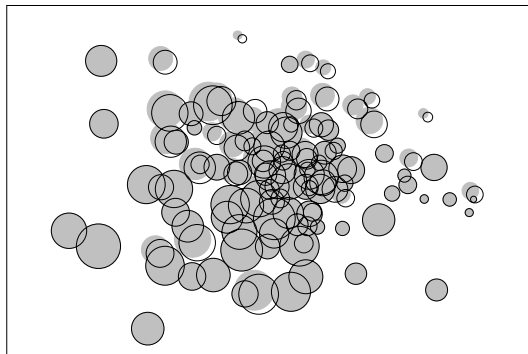
Insekter i relation til glyphosatbehandling



Insekter i relation til kvælstoftilførsel



Insekter i relation til total plantebiomasse



Figur 3. Multidimensionel scalings-plots for artssammensætningen af insekter med henholdsvis pesticidbehandling (øverst), gødskning (midterst) og total plantebiomasse (nederst) lagt over, det vil sige afstanden mellem boblerne er proportional med forskellen i artssammensætning mellem prøvelfelter, og størrelsen af boblerne svarer til behandlingsintensiteten/plantebiomassen i de samme prøvelfelter. Multi-dimensional scaling plots of insect species compositions with overlay of glyphosate treatment (top), nitrogen addition (centre) and total plant biomass (bottom), i.e. the distance between bubbles is proportional with differences in species composition between plots, and bubble size shows size of glyphosate dosage, nitrogen load and plant biomass, respectively, in the same plots.

Diskussion

Der er klart flere arter af karplanter og mosser i de undersøgte hegn på økologiske bedrifter sammenlignet med de konventionelle både på de sandende vestjyske jorder og på de nord-øst danske jorder, så vi kan tillade os at generalisere denne viden. Der er tidligere fundet flere arter på økologiske marker (Reganolds *et al.*, 1993; Stolze *et al.*, 2000; Mäder, 2002), men der er ikke tidligere konstateret så klare forskelle mellem konventionelle hegn og økologiske hegns vegetation (Boutin & Jobin, 1998, 2001). Andre studier har undersøgt markdriftens indflydelse på hegnsvegetationen over en meget kort årrække (Hald, 1998; Marshall *et al.*, 2002), men da hegnsvegetationen har vanskelige vilkår for spredning og etablering i et fragmenteret landskab, kan man ikke forvente effekter på få år (Milchunas & Lauenroth, 1995). Dette studies 'langtidseffekter' på sammenlignelige hegn giver os derimod så klare og signifikante resultater, at vi kan konstatere, at herbicidfravær/økologisk drift har signifikant indflydelse på hegnsvegetationens sammensætning. Forskellene mellem dyrkningsformerne skyldes større artsantal i fodposerne i de økologiske hegn (jf. undersøgelsen for 2001), hvorimod der ikke kan konstateres forskelle i antal arter centralt i hegnet. Det stemmer overens med forventningen om, at herbicidafdriften på konventionelle bedrifter især påvirker fodposen.

En række studier har vist, at landbrugsdriften har indflydelse på hegnsvegetation (Boatman *et al.*, 1994; Cummins & French, 1994; Hegarty *et al.*, 1994; McAdam *et al.*, 1994; Le Coeur *et al.*, 2002), således at mere ekstensive driftsformer giver højere diversitet. De vigtigste påvirkninger er afdrift af pesticider og ammoniak samt fejlplaceret kunstgødning på konventionelle bedrifter (Baudry *et al.*, 2000). I nærværende studie har antagelsen været, at der ikke er mangel på næringsstoffer i de inkluderede hegn, så de alle forventedes at være domineret af nitrofil vegetation, som resultaterne viste. Driftsformerne er i princippet lige intensive i dette studie med hensyn til næringsstofanvendelse, men er forskellige med hensyn til anvendelsen af pesticider gennem minimum 10 år, så det vi ser er langtidseffekter af pesticidfravær.

Der kunne ikke for læhegnene på sandjorder (2001) påvises signifikante effekter af dyrkningsformen på insekterne, mens der på lerjorder var betydeligt flere insektarter i hegn på økologiske bedrifter end på konventionelle. De multivariate analyser viste, at variationen i insektmaterialet kunne forklares lige så godt eller bedre end variationen i plantedata. Det faktum, at dyrene fordeler sig nogenlunde efter samme miljøvariable som planterne, inklusive dyrkningsformen, er formentlig udtryk for, at dyrene som forventet fordeler sig efter planterne og ikke efter jordbundsparemetrene i sig selv.

Den eksperimentelle del af undersøgelsen har klart påvist interaktioner mellem herbicid og glyphosatpåvirkningen for plantebiomasse, førne, karplantediversitet, mosfrekvenser og dominansen af konkurrencesterke plantearter. For plantebiomasse og førne er der en meget markant reduktion ved 25 og 100 kg N i kombination med 25% herbicid, men denne effekt

udebliver ved 0 kg N. Det skyldes sandsynligvis, at fåresvingel er relativt glyphosat-tolerant, og at den på trods af 25% markdosis kommer ind og dominerer felterne og opnår en rimelig biomasse. For mosserne er der en markant interaktion, idet frekvensen ved høje kvælstofniveauer er klart højere ved 25% end ved lavere glyphosat-doser, mens det omvendte er tilfældet ved lavere kvælstofdoser (figur 1). Med hensyn til artsrigdommen af planter ses en negativ effekt af glyphosat ved 0 kg N, men en positiv effekt ved 100 kg N. Dette skyldes formentlig, at glyphosaten tilsyneladende rammer konkurrencestrategierne hårdest, således at deres tilbagegang giver nicher til relativt mere herbicidtolerante R og S strategier. Det kan også forklares ved, at øget N tilførsel giver lavere diversitet som følge af konkurrencerelateret uddøen (competitive exclusion) ved, at de dominerende nitrofile arter bortskygger små og lave arter. Denne konkurrencerelateret uddøen undgås ved selv små mængder herbicid, hvorved vegetationen åbnes for mindre konkurrencesterke arter. Med de multivariate analyseteknikker har det været muligt at bekræfte betydningen af herbicid som den væsentligste parameter til ændringer i vegetationssammensætningen.

For insekterne var der i markeeksperimentet signifikante effekter af herbicidbehandlingen på en lang række grupper, på antal dyr og på diversiteten. Specielt 25% herbicid slår kraftigt igennem på insekterne. Eftersom glyphosat formentlig ikke er giftigt for insekterne, må der være tale om en indirekte effekt via effekten på planterne, førnen og (indirekte) mikroklimaet. Dette underbygges af, at artsammensætningen af insekterne i høj grad er korreleret med plantebiomasse og førnebiomasse. Den overvejende negative effekt af herbicidbehandlingen på insekterne stemmer overens med f.eks. resultaterne i Reddersen *et al.* (1998).

Der er næppe tvivl om, at effekterne af øget N-tilførsel på de undersøgte insektgrupper, som jo primært består af herbivore arter, er afledt af den øgede plante- og førnebiomasse og faldende plantediversitet ved øget N, idet de fleste arter har gavn af den øgede mængde tilgængelig føde, bedre mikroklima og mere stratificerede vegetationsstruktur, der opstår ved øget vækst, mens nogle få arter kan tænkes at være negativt påvirkede i kraft af, at plantediversiteten falder. I nærværende studie ses kun et konsekvent fald for en type tæger (Scutelleridae/Pentatomidae), som lever på græs, hvilket ikke umiddelbart kan forklares af ovenstående argumentation. Den overvejende positive effekt i dette eksperiment kan meget vel hænge sammen med, at vegetationen endnu ikke var fuldt udviklet, og biomassetilvæksten derfor har været den mest betydende faktor for insekterne. En sådan effekt stemmer overens med resultaterne i Esbjerg & Petersen (2002), som finder en positiv korrelation mellem plantebiomasse og insektbiomasse for visse herbivore grupper. Man kan sagtens forestille sig, at den forarmning af floraen, der sker ved længere tids N-påvirkning, på langt sigt vil resultere i en tilsvarende forarmning af insektfaunaen. Andre studier (Koricheva *et al.*, 2000; Siemann, 1998; Haddad *et al.*, 2000) tyder imidlertid på, at kun meget stationære insekter vil påvirkes af en lokal forarmning af floraen som følge af f.eks. N-tilførsel. I et studie af kvikdomineret flora sammenlignet med en artsrig "naturlig" flora fandt Lagerlöf & Wallin (1993), at der godt nok var flere insektarter i plots med "naturlig" flora, men kvik viste sig også at have en stor betydning som skjul for mange insektgrupper, primært rovlevende insekter.

Afdriften har i forsøg vist sig at ligge på omkring 1-16% af markdosis i en afstand af 1 m fra den yderste dyse (Marrs *et al.*, 1989; Hald *et al.*, 1988), så mængderne anvendt i dette forsøg synes rimelige. Det synes derfor rimeligt at antage, at de mekanismer, der ses i markeksperimentet, kan simulere, hvad der sker i hegn på konventionelle bedrifter, når der sprøjtes med glyphosat (og måske også, når der sprøjtes med andre herbicider). Under etableringen af nye hegn vil herbiciddoseringen endda ofte være endnu højere.

Størrelsen af afdriften af ammoniak fra markflader og fejlplaceret gødsning er meget dårligt dokumenteret, men derimod er effekten af gødsning undersøgt meget grundigt i en lang række undersøgelser (Se reviews af Waide *et al.*, 1999; Bobbink *et al.*, 1997). De fleste er enige om, at produktivitet påvirker diversitet, men de underliggende mekanismer og mønstre er man ikke generelt enige om (Waide *et al.*, 1999).

Et specialestudie finansieret af Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) bidrager med helt nye resultater, som bør inddrages i denne perspektivering. Petersen (2003) har ved en sammenligning af økologiske skel og hegn på kvægbedrifter påvist, at der er signifikante effekter meget hurtigt efter omlægning til økologisk jordbrug. Effekterne viser sig allerede efter 3½ år og forstærkes for planternes vedkommende efter 7 års økologisk drift. Øget andel af nøjsomhedsarter ses på bekostning af ruderarter på de økologiske bedrifter. Effekterne er både på diversiteten og på artssammensætningen af vegetation samt på fluer. Således var der en højere artsdiversitet af planter og fluefauna på økologiske bedrifter efter 3½ år.

Data indsamlet i nærværende studier har endvidere godtgjort, at en række af de arter, der findes signifikant mere frekvente i økologiske hegn, er arter, der er konstateret i tilbagegang i britiske overvågningsdata for hegn (Aude *et al.*, 2003). Det tyder altså på, at økologiske hegn kan fungere som refugier og som levesteder for truede plantearter i agerlandet, og at vi kan medvirke til, at agerlandets småbiotoper får en højere kvalitet ved at omlægge til økologisk jordbrug – og formentlig også ved at reducere herbicidafdriften væsentlig ved at etablere sprøjte- og gødningsfrie randzoner. For insekternes vedkommende (ud over fluerne) kan det ikke ud fra de inkluderede hegnsundersøgelser dokumenteres, at der vil være en væsentlig forbedring af artsdiversiteten i hegnene ved omlægning til økologisk drift, idet der ikke blot med hensyn til signifikansniveau, men også i absolutte tal er meget små forskelle mellem de økologiske og konventionelle hegn i undersøgelsen. Dette hænger formentlig sammen med, at fodposens flora i begge tilfælde domineres af græsser, og ikke indeholder mange urter, som kunne tiltrække mere specialiserede herbivore insekter. På den anden side kan man ikke på baggrund af denne undersøgelse udelukke, at enkelte specialister vil kunne etablere sig, hvis netop deres værtsplante får plads i fodposen. I og med, at der er en stor udveksling af dyr mellem hegn og mark, og mange marklevende insekter overvintrer i hegnene (Hald *et al.*, 1998), vil en ændring af levevilkårene for insekterne i hegnene potentielt kunne have en stor betydning for agerlandets insektfauna.

Sammendrag

Formålet med projektet var at sammenligne flora og insektfauna i økologiske og konventionelle hegn samt at undersøge, om afdriften af ukrudtsmiddel til hegnene alene eller i kombination med forskelle i gødskning kan forklare eventuelle forskelle. Projektet bestod derfor af to dele, nemlig flora- og insektindsamling i eksisterende hegn (flerrækkede læhegn, 10-15 år gamle) på to jordtyper samt et eksperiment, hvor en udsået græslandsvegetation blev behandlet med forskellige kombinationer af glyphosat (0-25% markdosis) og kvælstof (0-100 kg N/ha/år) i et forsøg på at simulere de vigtigste dyrkningsmæssige forhold, der bestemmer såvel flora som fauna i hegn i forskellige dyrkningssystemer. I eksperimentet blev flora og insektfauna undersøgt gennem tre år. For hegnenes vedkommende var der tydelige forskelle i floraens sammensætning mellem hegn ved økologisk og konventionelt dyrkede marker, idet der bl.a. var flere plantearter i hegn ved økologiske marker, både på sandjord og på lerjord. Der var en sammenhæng mellem insekternes artssammensætning og floraen, uden at der dog var tale om de store forskelle mellem dyrkningsformerne. Ud over floraen i hegnene viste også afgrøden på de tilstødende marker sig at have betydning for forekomsten af nogle typer planteædende insekter, specielt tæger og snudebiller. I eksperimentet var der en kraftig interaktion mellem effekten af kvælstoftilførsel og effekten af glyphosatbehandling. I de ugødede felter faldt antallet af plantearter med stigende glyphosatomdosering, mens plantebiomassen var stort set uændret, og mængden af dødt organisk materiale (førne) faldt tydeligt. For plantebiomassen og førnemængden øgedes glyphosateffekten som følge af gødskning, det vil sige der var et kraftigt fald i såvel plantebiomasse som førnemængde som følge af glyphosatbehandling. For antallet af plantearter sås det omvendte billede, idet glyphosateffekten faldt under gødskede forhold. Antallet og artsrigdommen af insekterne fulgte billedet for plantebiomassen, men der var dog forskelle i effekten for forskellige insektgrupper.

Litteratur

- Aude E, Tybirk K & Pedersen MB. 2003. Vegetation and diversity of conventional and organic hedgerows. Agriculture, Ecosystems & Environment 99 (1-3): 135-147*
- Bak J, Tybirk K, Gundersen P, Asman WAH, Jensen JP & Conley D. 1999. Natur- og miljøeffekter af ammoniak. Ammoniakfordampning – redegørelse nr. 3. DJF/DMU rapport, 66 pp.*
- Baudry J, Burel F, Thenail C & Le Coeur D. 2000. A Holistic Landscape Ecological Study of the Interactions Between Farming Activities and Ecological Patterns in Brittany, France. Landscape and Urban Planning 50, 119-128.*
- Bicheludvalget. 1999. Rapport om Miljø og Sundhed.*

- Boatman ND, Blake KA, Aebisher NJ & Sotherton NW.* 1994. Factors affecting the herbaceous flora of hedgerows on arable farms and its value as wildlife habitat. In *Hedgerow management and nature conservation*, eds. T. A. Watt & G. P. Buckley, pp. 33-46. Wye College Press, London.
- Bobbink R, Hornung M & Roelofs JGM.* 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* 86 (5): 717-738.
- Boutin C & Jobin B.* 1998. Intensity of agricultural practices and effects on adjacent habitats. - *Ecological Applications* 8:544-557
- Braae L, Nøhr H & Petersen BS.* 1988. Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug. Sammenlignende undersøgelser af fuglefaunaen, herunder virkninger af bekæmpelsesmidler. Miljøprojekt nr. 102, Miljøstyrelsen.
- Clarke KR.* 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes on community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Clarke KR & Ainsworth M.* 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92:205-219.
- Cummins RP & French DD.* 1994. Floristic diversity, management and associated land use in British hedgerows. In *Hedgerow management and nature conservation*, eds. T. A. Watt & G. P. Buckley, pp. 95-106. Wye College Press, London.
- Dietrick EJ.* 1961. An improved backpack motorised fan for suction sampling of insect populations. *Journal of Economic Entomology* 54 (2): 394-395.
- Dufrene M & Legendre P.* 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67, 345-366.
- Ejrnæs R, Aude E, Nygaard B & Münier B.* 2002. Prediction of conservation value using ordination and neural networks. *Ecological Application* 12, 1180-1187.
- Esbjerg P & Petersen BS.* 2002. Effects of reduced pesticide use on flora and fauna in the agricultural fields. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen Nr. 58 2002.
- Grime JP.* 1988. *Comparative Plant Ecology. A functional approach to common British species* Unwin Hyman, London.
- Grime JP.* 1997. Ecology - Biodiversity and ecosystem function: The debate deepens. *Science* 277, 1260-1261.
- Haddad NM, Haarstad J & Tilman D.* 2000. The effects of long-term nitrogen loading on grassland insect communities. *Oecologia* 124, 73-84.
- Hald AB.* 1998, Sustainable agriculture and nature values - using Vejle county as study area, NERI, Roskilde, 222.
- Hald AB, Nielsen BO, Samsøe-Petersen L, Hansen K, Elmegaard N & Kjølholt J.* 1988. Sprøjtefri randzoner i kornmarker. Miljøprojekt nr. 103, Miljøstyrelsen.
- Hegarty CA, McAdam JH & Cooper A.* 1994. Factors influencing the plant species composition of hedges - implications for management in environmentally sensitive areas. I: Boatman, N. Monograph No 58, 227-234. Surrey, BCPC Publications. Field margins: integrating agriculture and conservation.

- Koricheva J, Mulder CPH, Schmid B, Joshi J & Huss-Danell K.* 2000. Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulation of plant diversity in grasslands. *Oecologia* 125, 271-282.
- Lagerlöf J & Wallin H.* 1993. The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 43, 141-154.
- Le Coeur D, Baudry J, Burel F & Thenail C.* 2002. Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 89, 23-40.
- Mäder P, Fliessbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P & Niggli U.* 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.
- Marrs RH, Williams CT, Frost AJ & Plant RA.* 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environ. Pollut.* 59, 71-86.
- Marshall J, Baudry J, Burel F, Joenje W, Gerowitt B, Paoletti M, Thomas G, Kleijn D, Le Coeur D & Moonen C.* 2002. Field boundary habitats for wildlife, crop, and environmental protection. ed. *Landscape ecology in agroecosystems management*, pp. 219-247. CSR Press.
- McAdam JH, Bell AC & Henry T.* 1994. Field margin flora and fauna changes in response to grassland management practices. Boatman, N. Monograph No 58, 153-158. 1994. Surrey, BCPC Publications. *Field margins: integrating agriculture and conservation.*
- Milchunas DG & Lauenroth WK.* 1995. Inertia in plant community structure: State changes after cessation of nutrient-enrichment stress. *Ecological Applications* 5, 452-458.
- Odderskær P, Prang A, Elmegaard N & Nørmark Andersen P.* 1997. Skylark reproduction in pesticide treated and untreated fields. *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 32.*
- Petersen S.* 2003. Effekten af økologisk jordbrug på vegetation og fluefauna i læhegn og skel. Specialrapport, Botanisk Institut, Københavns Universitet.
- Reddersen J, Elmholt S & Holm S.* 1998. Indirect Effects of Fungicides and Herbicides on Arthropods. Response to treatment-induced variations in leaf fungi weeds in winter wheat 1994-1995. *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen, no. 44 1998.*
- Reganold JP, Palmer AS, Lockhart JC & Macgregor AN.* 1993. Soil Quality and Financial Performance of Biodynamic and Conventional Farms in New Zealand. *Science* 260, 344-349.
- Siemann E.* 1998. Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. *Ecology*, 79(6), 2057-2070.
- Sokal RR & Rohlf FJ.* 1995. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Stolze M, Piorr A, Häring A & Dabbert S.* 2000. The environmental impact of organic farming in Europe. I: Dabbert, S., Lampkin, N, Michelsen, J, Nieberg, H., and Zanolli, R. 6, 1-125. 2000. Stuttgart-Hohenheim, University of Hohenheim. *Organic farming in Europe: Economics and policy.*

Tybirk K, Aude E & Bruus Pedersen M. 2003. Naturindholdet i hegn på økologiske og konventionelle bedrifter = Plants and arthropods in organic and conventional hedges. I: Danmarks JordbrugsForskning: 20. Danske Planteværnskonference. Korn, kartofler, skadedyr, miljø og postere. Danmarks JordbrugsForskning. - DJF rapport - Markbrug 89: 213-226.

Waide RB, Willig MR, Steiner CF, Mittelbach G, Gough L, Dodson SI, Juday GP & Parmenter R. 1999. The relationship between productivity and species richness. Annual Review of Ecology and Systematics 30: 257-300.

Ranman til bekæmpelse af kartoffelskimmel

Ranman for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*)

Jørn Engvang

Nordisk Alkali

Anemonevænget 2

DK-4330 Hvalsø

Summary

Ranman (cyazofamid 400 g/l) has been registered in Denmark in November 2003. The product is highly effective against late blight and shows better performance against foliar and tuber attack than the standard product mancozeb. Ranman is sold together with an adjuvant. This secures optimum efficacy and is also adding to the very good rain fastness of Ranman. As cyazofamid is a single site inhibitor a strategy against resistance has been developed. The maximum number of applications is 3 in a row and not more than 6 applications in total per crop per year.

Indledning

I november 2003 blev Ranman godkendt til brug i Danmark. Produktet er allerede godkendt i en lang række Nordeuropæiske lande, herunder Sverige og Tyskland, og aktivstoffet, cyazofamid, er optaget på EU's liste over godkendte aktivstoffer (Annex 1).

Ranman indeholder cyazofamid, som tilhører en ny kemisk gruppe. For særligt interesserede i kemiske, toksikologiske og økotoksikologiske detaljer henvises til tidligere præsentation (Mitani *et al.*, 1998). Cyazofamid er opfundet af Ishihara Sangyo Kaisha i Japan og udviklet i Europa af ISK Biosciences Europe. Nordisk distributør er Nordisk Alkali.

Ranman er et meget effektivt kontaktmiddel, som skal anvendes forebyggende for at sikre effekten. Angrebepunktet for virkning er svampens energitransport, og da der erfaringsvis kan blive problemer med resistensdannelse, hvis man anvender denne type produkt uhæmmet, er der fastlagt en strategi for anvendelsen, som sikrer muligheden for at anvende produktet mange år frem.

Ranman har været undersøgt i talrige forsøg i det nordlige Europa. Det generelle billede af virkningen er en overbevisende god effekt mod skimmel på både blade og knolde. En del af

effekten skyldes et meget effektivt tilsætningsstof, Additiv til Ranman. Additivet sikrer den nødvendige gode dækning af bladene og er også med til at opnå en hidtil uset god regnfasthed. Additiv til Ranman leveres sammen med Ranman i en sampak.

Produktet

Ranman indeholder 400 g cyazofamid pr. liter og er formuleret som et suspensions koncentrat (SC). Med en normaldosering på 0,2 l Ranman pr. ha giver det 80 g virksomt stof pr. ha – altså en meget potent virkning. Den optimale virkning opnås i blanding med et spredemiddel. I den forbindelse leveres Ranman sammen med et højeffektivt additiv, som sikrer en god dækning af bladene og en meget effektiv regnfasthed. Ranman har i forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning vist god regnfasthed selv ved kraftig regn med op til 50 mm nedbør.

Det forhold, at additivet leveres i sampak med Ranman, betyder at risikoen for at blande med forkert partner minimeres. En pakning indeholder 1 l Ranman og 0,75 l Additiv til Ranman – nok til 5 ha ved normaldosering.

Virkning

Det virksomme stof, cyazofamid, virker ved at blokere for energitransporten i svampens mitokondrier. Dette er et centralt sted for svampens livsproces, og cyazofamid virker derfor på mange steder i livscyklens. Der er således virkning mod både myceliespiring og -vækst samt dannelse og spiring af zoosporer.

Siden 1998 er Ranman afprøvet i adskillige forsøg i det nordlige Europa. Det generelle billede er, at Ranman skal anvendes forebyggende og med 7-10 dages intervaller. Hvis afgrøden er i kraftig vækst, og der er gunstige smitteforhold for kartoffelskimmelen, bør intervallet ikke overstige 7 dage, hvorimod det kan strækkes noget, når den vegetative vækst hos kartoflerne er klinget af.

Forsøgene har også vist, at der praktisk taget ikke er virkning på kartoffelbladplet (*Alternaria solani*).

Ranman er også afprøvet i danske forsøg. Ved Danmarks JordbrugsForskning er der bl.a. udført 4 anerkendelsesforsøg i 2001-2002 (tabel 1).

I forhold til den gammelkendte standard har Ranman en væsentlig bedre effekt på både blad- og knoldskimmel – en effekt som også afspejler sig i udbytterne. Det er også værd at bemærke, at effekten holder sig relativt høj, selv om doseringen reduceres.

Tabel 1. Anerkendelsesforsøg med Ranman. 4 forsøg 2001-2002 ved DJF. Approval trials with Ranman. 4 trials 2001-2002 at DIAS.

Produkt Product	Dosering kg-l/ha Dose rate kg-l/ha	% angreb af skimmel i toppen¹ % attack of late blight ¹	% knold- skimmel % tuber blight	Udb. og merudb. hkg/ha Yield and yield increase hkg/ha
Dithane	2,0	17	16	505
Dithane	1,0	35	10	-66
Dithane	0,5	45	9	-111
Ranman	0,2	10	4	+27
Ranman	0,1	14	7	+32
Ranman	0,05	20	11	-4

7 dages sprøjteinterval. I gennemsnit 12,25 behandlinger.

7 days spray interval. On average 12.25 treatments.

¹) **Gennemsnitlig angrebsprocent fra begyndende angreb til høst.**

¹) Mean of percent attack from start of attack until harvest.

Resistens

Da virkningen af cyazofamid er begrænset til ét sted i svampens livsproces, er der risiko for udvikling af resistens hos kartoffelskimmelen. Ingen undersøgelser eller observationer tyder på, at der umiddelbart er risiko for resistensdannelse, men da der også i dette tilfælde kun er mulighed for at forebygge og ikke helbrede, er der udformet en strategi for resistensforebyggelse:

- Anvend Ranman forebyggende.
- Sprøjt maksimalt 3 gange i træk med Ranman.
- Ranman må maksimalt anvendes 6 gange pr. afgrøde pr. år.
- Indsæt midler med forskellig virkemåde som f.eks. Dithane, Shirlan, Acrobat og Tattoo i sprøjteprogrammet.
- Følg anvisninger om dosering og interval mellem sprøjtningerne.

Specielt punktet med forebyggende anvendelse er vigtigt. Først og fremmest er det nødvendigt for at opnå god effekt, men derudover er erfaringerne med resistensdannelse overfor metalaxyl et skræmmende eksempel. Her var overdrevent brug som kurativt (helbredende) middel en væsentlig årsag til hurtig resistensudvikling.

Konklusion

Med godkendelsen af Ranman har danske kartoffelavlere fået adgang til et meget effektivt middel mod blad- og knoldskimmel. Sammenlignet med andre markedsførte kontaktmidler klarer Ranman sig særdeles godt. Dette gælder også regnfastheden, som betyder, at Ranman kan modstå både kraftig regn og vanding uden tab af effekt.

På grund af resistensrisiko må Ranman maksimalt anvendes 3 gange i træk og ikke mere end 6 gange på en sæson.

Litteratur

Mitani S, Araki S, Matsuo N & Camblin P. 1998. IKF-916. A novel systemic fungicide for control of oomycete plant diseases. The 1998 Brighton Conference – Pest & Diseases: 351-358.

Nielsen BJ. 2002. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Pesticidafprøvning 2001. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug nr. 63, 89-96.

Nielsen BJ & Højby M. 2003. Bekæmpelse af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). Pesticidafprøvning 2002. Landbrugsafgrøder. Danmarks JordbrugsForskning Rapport, Markbrug nr. 85, 107-119.

1. Danske Plantekongres 2004

Fenomen® –

et nyt aktivstof til forebyggelse af svampeangreb i kartofler og grøntsager

Fenomen® –

A novel active ingredient for control of fungus in potatoes and vegetables

Oluf Juhl

Bayer CropScience Nordic A/S

Nørgaardsvej 32

DK-2850 Kgs. Lyngby

Summary

Fenomen® (registered trademark for the active ingredient “fenamidone”) is a novel active ingredient relating to the new group “imidazolinone” and is synthesised and patented by Bayer CropScience. Fenomen® controls a range of Phycomycete pathogens including the downy mildews and diseases caused by *Phytophthora* spp. Also *Alternaria solani* could be suppressed by Fenomen®, and this broad spectrum gives a wide potential for uses.

Fenomen® containing products is being tested in many crops all over the world. The main usage will be vine, potatoes, vegetables, cotton, tobacco and ornamentals.

Indledning

Fenomen® (registreret varemærke for aktivstoffet “Fenamidon”) er et nyt aktivstof tilhørende den relativt nye gruppe “imidazolinone” og er opfundet og patenteret af Bayer CropScience. Fenomen® er et fungicid, der forebygger angreb af især Oomycetsvampe, men en god effekt på *alternaria* giver udbredte anvendelsesmuligheder. Fenomen® holdige produkter er således under udvikling i en lang række afgrøder over hele verden. Hovedanvendelser på verdensplan vil være vin, kartofler, grøntsager, bomuld, tobak og planteskolekulturer.

Aktivstof

Virkemekanisme

Fenomen® virker ved at hæmme åndingen og blokere elektrontransporten i mitochondrierne. Der findes 2 isomere af fenamidon, hvoraf kun den ene er biologisk interessant. Den aktive

isomer, RPA407213, er således mere end 10 gange mere aktiv end den “inaktive isomer”, og alle salgsprodukter er derfor af den razemiske type, kun indeholdende den aktive isomer.

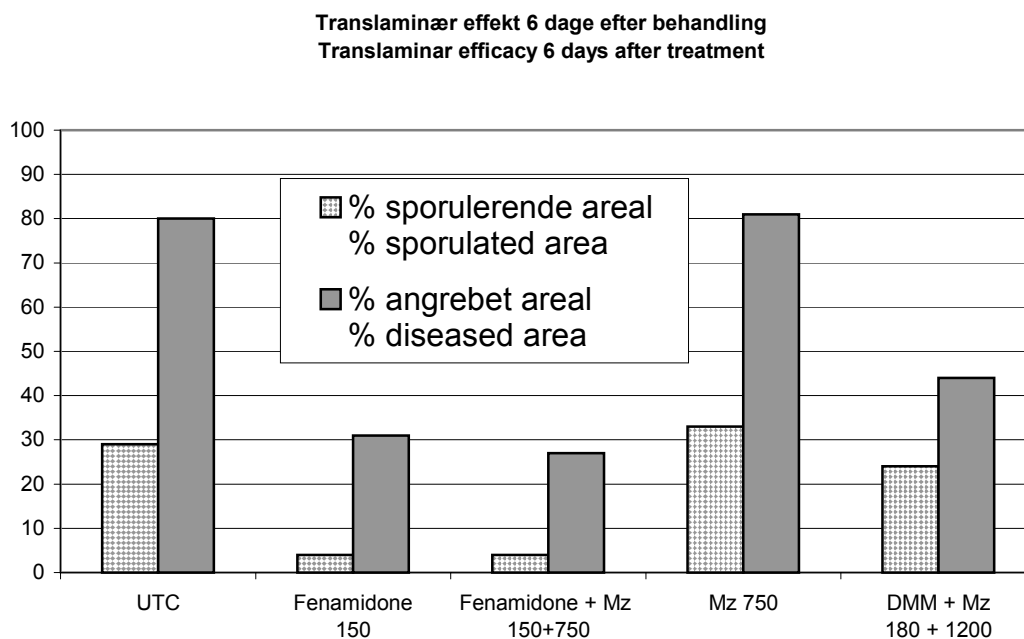
Fenomen® virker i flere af svampenes livsstadier. Således hæmmes zoosporefrigivelse, mycelievækst, sporulering samt cystedannelse og giver sammenlagt en sikker forebyggelse imod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) og andre svampe. Der ses også en kurativ effekt (effekt i perioden fra smitte til synlige angreb kan erkendes) men ingen eradikativ effekt (effekt på synlig smitte).

Optagelse og transport

Efter udsprøjtning trænger Fenomen® gennem afgrødens bladoverflade og transporteres gennem bladet og har således også effekt på svampesporer, der lander på behandlede blades underside – også selvom sprøjteteknikken ikke har sørget for direkte afsætning på undersiden.

Eftersom Fenomen® transporteres ind i og gennem bladene, opnås også en hæmmende effekt på svampe, der er vokset ind i bladet.

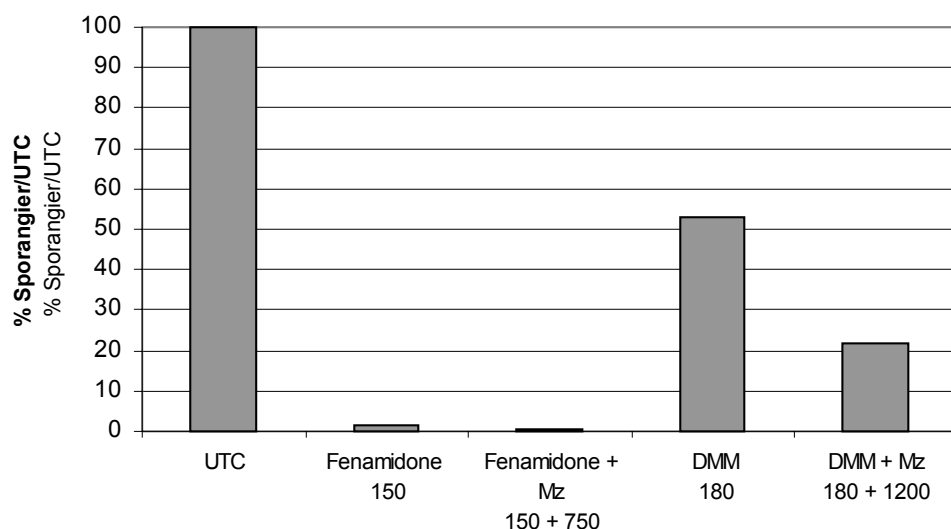
Den translaminære effekt er vist i figur 1 og er opgjort som % angrebet og % sporulerende bladareal.



Figur 1. Translaminær effekt 6 dage efter behandling. Translaminar efficacy 6 days after treatment.

Fenomen® har en særdeles effektiv antisporende effekt, der vises i figur 2. Forsøgene er udført ved, at bladoversiden smittes, og der så behandles 2 dage senere på bladets underside. Effekten opgøres 2 døgn efter ved tælling af sporehuse.

Kraftig antisporende effekt Efficient antispore efficacy



Figur 2. Inokulering på kartoffelbladets overflade. Behandling af bladets underside 2 dage efter inokulationen. Opgørelse 48 timer efter smitte. Contamination of potato leaf discs on the upper surface. Application on the lower surface after 2 days incubation. Assessment at T + 48 h.

Resistens

Fenomen® tilhører gruppen QoI fungicider, og da disse er ”singlesite” fungicider med kun et virkningssted i svampen, er der risiko for, at svampene kan mutere og danne resistente stammer. For at undgå resistensdannelse, sælges Fenomen® derfor kun i blanding med andre aktivstoffer, der vil kunne medvirke til at reducere denne resistensdannelse. Samtidig anbefales det at anvende Fenomenholdige produkter i en strategi, der indeholder midler med anden virkemekanisme. Der anbefales maksimalt at behandle 6 gange pr. år og kun med 3 behandlinger i træk med Fenomen® holdige produkter og aldrig mere end 50% af samtlige behandlinger.

I samme gruppe findes også produkter indeholdende famoxadone (p.t. ikke registreret i Danmark) og strobilurin midlerne. Strobilurinerne er i øjeblikket ikke registreret i de afgrøder, hvor der søges om godkendelse af Fenomen® holdige produkter.

Afgrøder og anvendelse

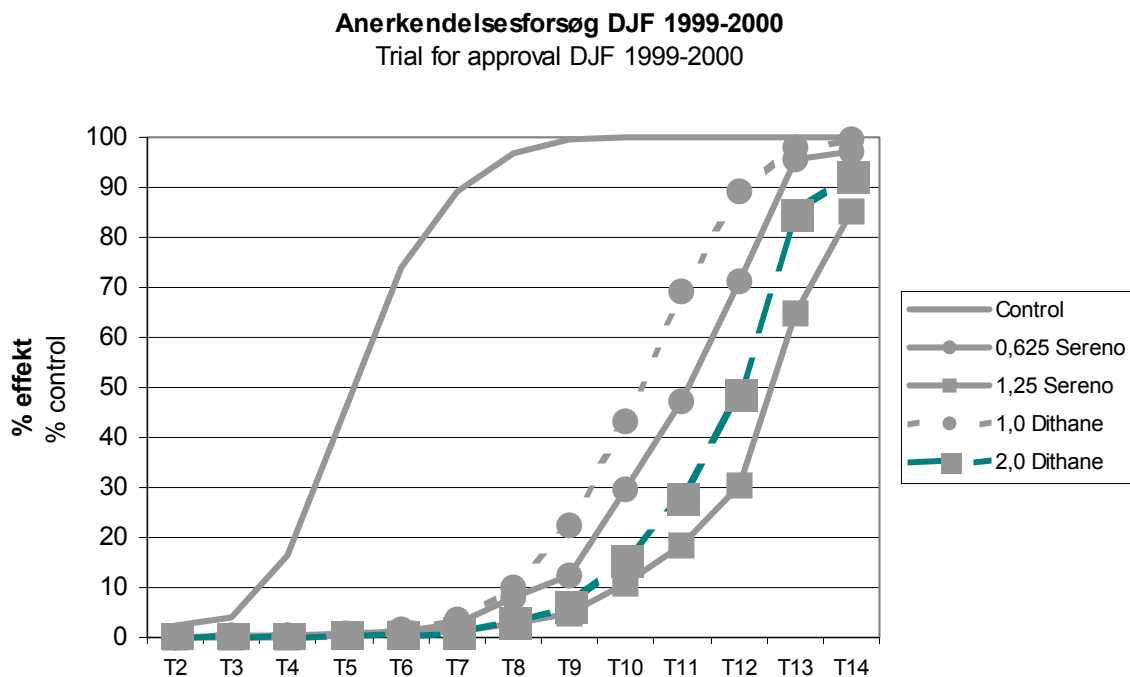
Under danske forhold vil hovedanvendelsen være kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) og kartoffelbladplet (*Alternaria solanie*). Af afgrøder, der kan være af interesse under danske forhold, kan nævnes kål (bladkål, hovedkål og blomsterkål) samt løg og porre.

Produkter

I Danmark forventes registrering og markedsføring af 2 produkter - hver med sit målområde, Sereno, der er en blanding af 100 g Fenomen® + 500 g mancozeb/kg i en WG formulering, og Tyfon, der er en blanding af 75 g Fenomen® og 375 g propamocarb/ltr. i en SC formulering.

Sereno

Da Sereno er en blanding af et translaminært og et kontaktfungicid, giver produktet en god beskyttelse imod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) i perioder uden kraftig ny-tilvækst samt i lavrisikoperioder. Herudover opnås en god beskyttelse imod kartoffelbladplet (*Alternaria solani*).



Figur 3. Grafen viser effekten af normal og halv dosering af Sereno (Fenomen®+ Mancozeb) sammenlignet med standardmidlet Dithane (Mancozeb). Som det fremgår, har der været 10-20% mindre skimmel i de Serenobehandlede parceller. The graph demonstrates that the Sereno treated plots have been 10-20% more healthy than the standard treatment Dithane.

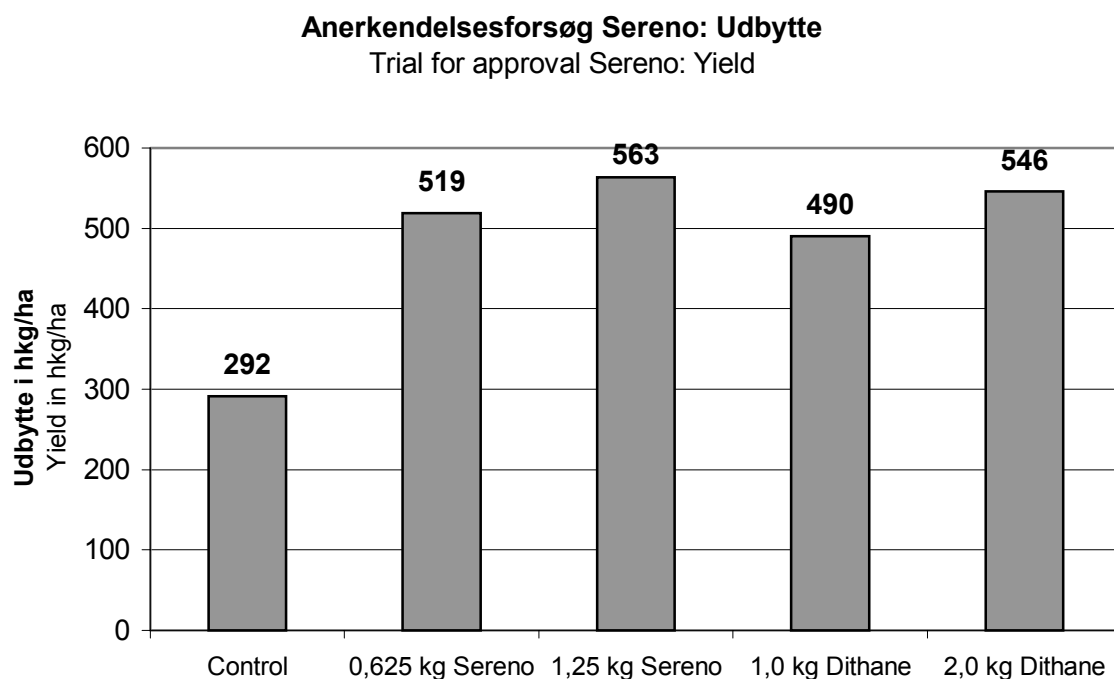
Anvendt mod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) anvendes Sereno gennem hele sæsonen, dog undtaget de tidligste behandlinger samt i højrisikoperioder, hvor der anbefales

et systemisk middel. Anvendt mod kartoffelbladplet (*Alternaria solani*) målrettes anvendelsen ved at indlægge 2 – 3 behandlinger i slutningen af juli.

Anerkendelse - Sereno

Sereno er anerkendt af Danmarks JordbrugsForskning til bekæmpelse af kartoffelskimmel. Som figur 3 viser, opnås en væsentlig forsinkelse i forhold til standardmidlet, der har været Dithane.

Sammenholdes Sereno med Dithane, er der opnået et merudbytte på 17 hkg/ha i normal dosering og 29 hkg/ha ved anvendelse af halv dosering. Merudbytteerne har været signifikante i 3 af de 6 forsøg.



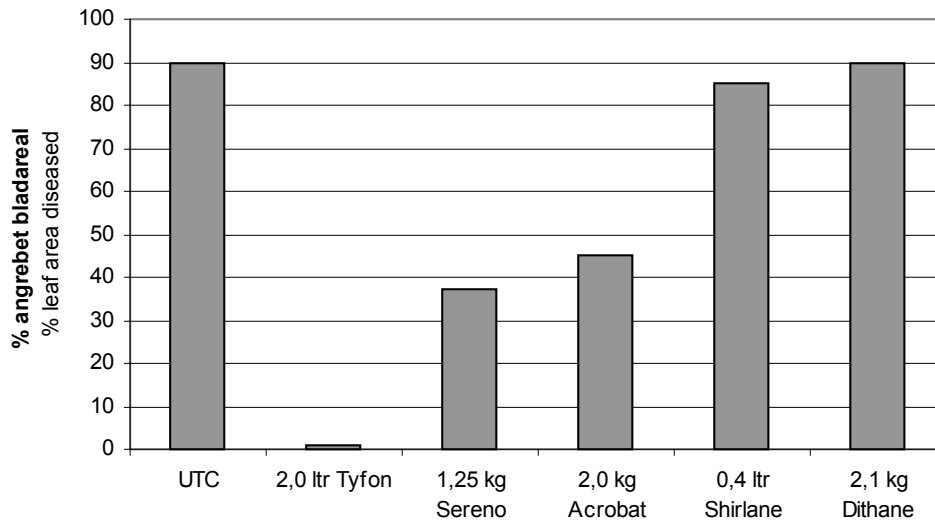
Figur 4. Udbytte og merudbytte i anerkendelsesforsøg. Yield and yield increase in approval trial.

Tyfon

Tyfon anvendes imod kartoffelskimmel (*Phytophthora Infestans*), og indholdet af propamocarb giver produktet systemisk effekt.

Tyfons kombination af translaminær effekt (Fenomen®) og systemisk effekt (propamocarb) gør produktet særligt velegnet i perioder med kraftig nytilvækst og i perioder med høj risiko for smitte.

Præventiv effekt opnået gennem translaminær effekt
Preventive efficacy by translaminær effect

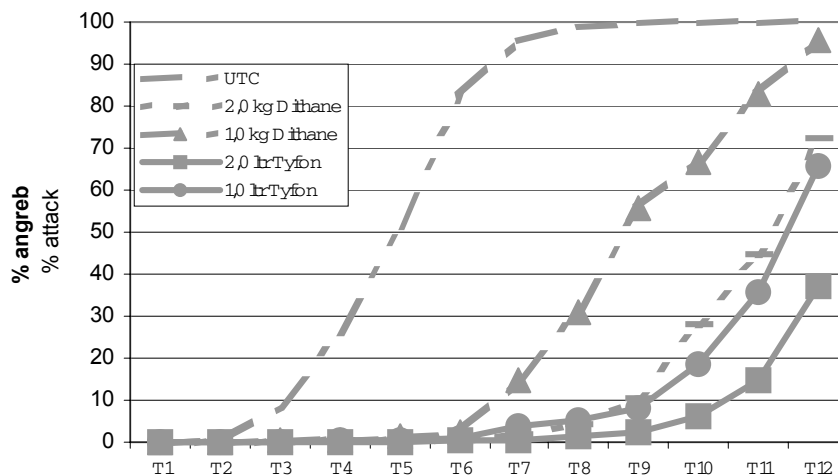


Figur 5. Behandling på oversiden af bladet. Inokulering på undersiden 3 dage senere. Effekt vurdering 7 dage senere. Treatment of upper surface of the leaf. Inoculation of the lower surface 3 days after. Assessment 7 days later.

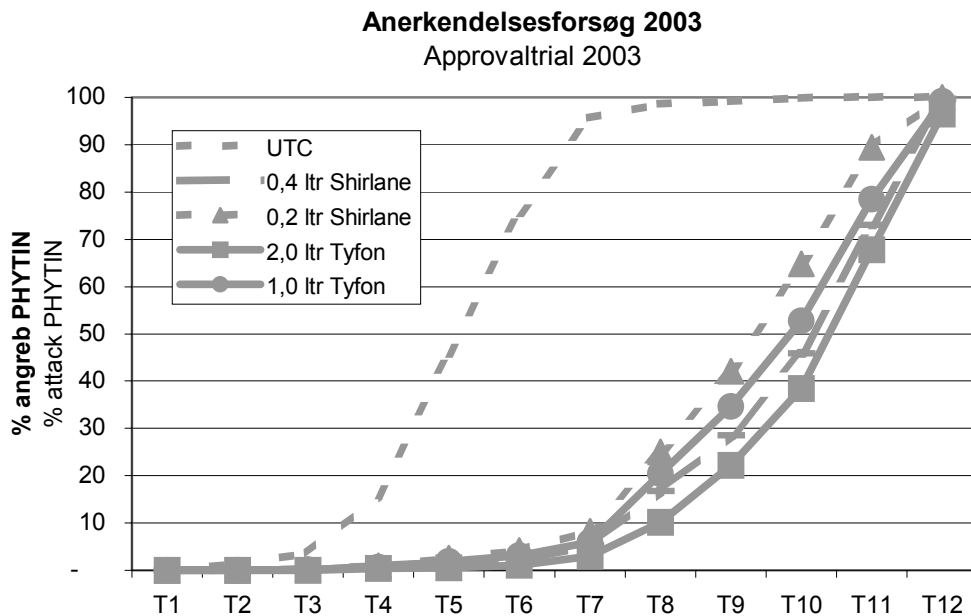
Anerkendelsesforsøg Tyfon

Tyfon er afprøvet ved Danmarks JordbrugsForskning med henblik på anerkendelse. I forsøgene har Tyfon vist særdeles god effekt mod kartoffelskimmel. Som figur 6 viser, har Tyfon forsinket skimmelen med ca. 2 uger i forhold til Dithane.

Anerkendelsesforsøg Tyfon 2002
Trial for approval Tyfon 2002



Figur 6. Anerkendelsesforsøg med Tyfon sammenlignet med standardmidlet Dithane. Trial for approval of Tyfon compared with the standard treatment Dithane.



Figur 7. Anerkendelsesforsøg med Tyfon sammenlignet med standardmidlet Shirlane.
Trial for approval of Tyfon compared with the standard treatment Shirlane.

I 2003 har standardmidlet været Shirlane, og der er udført i alt 6 forsøg. 2 er udført af Danmarks JordbrugsForskning Flakkebjerg, og de øvrige 4 er udført af GEP forsøgsenheden i Bayer CropScience. Alle er udført efter den samme forsøgsplan og de samme guidelines, således at en sammenstilling af forsøgene kan foretages. Som det kan ses i figur 7, er kurverne for de afprøvede midler stort set sammenfaldende, dog har Tyfon generelt forsinket skimmeludviklingen i nogle dage til en uges tid i gennemsnit. Denne forskel er dog kun statistisk sikker i et enkelt af de 6 forsøg.

Udbyttensniveau Tyfon

Vurderet på udbyttensniveau, har der været et merudbytte i 2002 på 60 hkg/ha i forhold til Dithane (statistisk sikkert), og et mindre merudbytte i forhold til Shirlane i 2003.

Anvendelse af Tyfon i kartofler

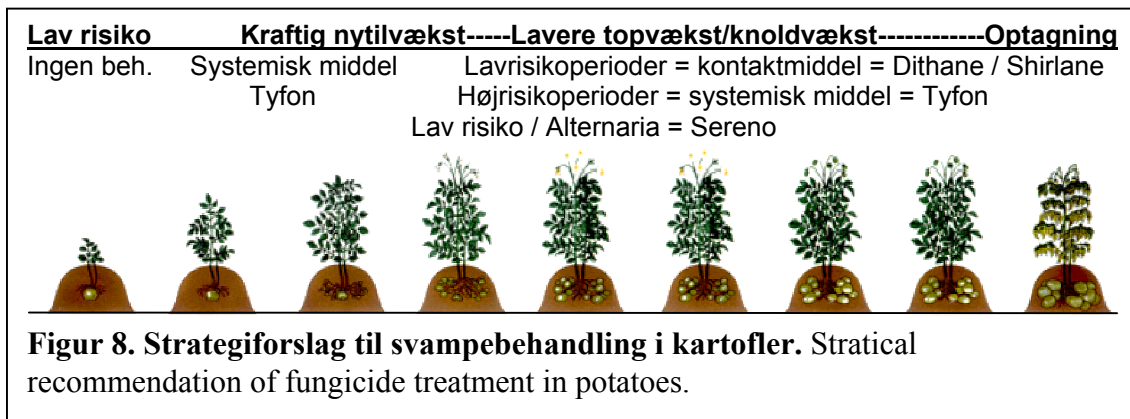
Selvom afprøvnings forsøgene er udført som en test, der er forløbet gennem en hel sæson, vil den anbefalede anvendelse afvige fra dette.

Tyfons stærke side er kombinationen af et systemisk og et translaminært aktivstof. Dette udnyttes bedst i begyndelsen af sæsonen, hvor en beskyttelse af ny tilvækst er meget vigtig, samt i perioder hvor smitterisikoen er meget høj, enten på grund af smittede nabomarker eller rigtigt godt "skimmelvej".

Anbefalet strategi med Fenomen®-holdige produkter

Den anbefalede strategi i kartofler vil være 2 – 3 sprøjtninger i begyndelsen af sæsonen med 1,5 – 2 ltr. Tyfon/ha. Herefter skiftes til et kontaktmiddel i lavrisikoperioder –

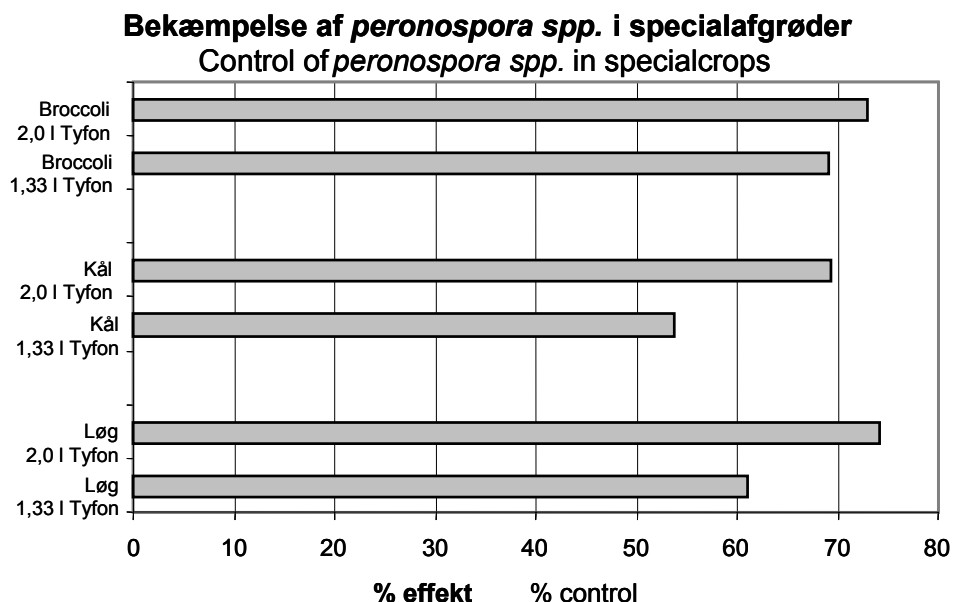
Shirlane/Dithane eller eventuelt Sereno kan anvendes. I perioder med høj infektionsrisiko skiftes tilbage til Tyfon med 1 – 2 behandlinger afhængig af smitterisikoen.



Grøntsager/specialafgrøder

Endelig beslutning om dansk registrering i grøntsager er endnu ikke truffet. Afgørelsen vil baseres på hvilke afgrøder, der vil blive omfattet af europæiske restkoncentrationsanalyser.

Tyfon's 2 aktivstoffer, og deraf flerdobbelte virkningsmekanisme betyder, at der kan opnås gode effekter imod flere af de betydende sygdomme i specialafgrøder.



Figur 9. Effekt af Tyfon imod *Peronospora spp.* i specialafgrøder. Control of *Peronospora spp.* in special crops.

Registrering

Sereno er registreret i en række europæiske lande på nuværende tidspunkt.

I Danmark er der indsendt ansøgning om godkendelse i maj 2002, og Sereno er ligeledes indsendt i Norge og Finland. Tyfon (der i udlandet skal sælges under navnet Consento) er ikke registreret nogen steder endnu, men registrering forventes i de kommende år flere steder i Europa. Ansøgning om godkendelse i de nordiske lande forventes at blive indsendt i begyndelsen af 2004.

Konklusion

Fenomen®, og de produkter, der følger af opdagelsen og udviklingen af aktivstoffet, vil give nye muligheder for at sikre en god forebyggelse af svampesygdomme i kartofler og specialafgrøder. Translaminar effekt samt påvirkning flere forskellige steder i svampenes livscyklus betyder, at der opnås en meget god præventiv effekt samt en væsentlig kurativ effekt. Fenomen® anvendes i kartofler og en række specialafgrøder, og udviklingen af Fenomen® vil derfor være med til at give danske landmænd endnu et værdifuldt værktøj til forebyggelse af svampesygdomme.

Litteratur

- Lacroix G.* 2003. Technical bulletin EXP 11081 A.
- Lacroix G. & Mercer R.* 2003. Technical bulletin Fenomen®
- Madsen E.* 2003. Internal Bayer Development and registration GEP trials.
- Mercer R.* 2000-2002. Agronomic Development Bayer CropScience.
- Nielsen B.* 1999. Control of late blight in Potatoes Forsøgsserie 99561-01-03.
- Nielsen B.* 2000. Control of late blight in Potatoes Forsøgsserie 00562-01-03.
- Nielsen B.* 2002. Control of late blight in Potatoes Forsøgsserie 02561-01-02.
- Nielsen B.* 2002. Control of late blight in Potatoes Forsøgsserie 02565-01.
- Nielsen B.* 2003. Control of late blight in Potatoes Forsøgsserie 0356-01/02.
- Tafforeau S.* 2003. Agronomic Development Bayer CropScience.

Monceren Extra - et nyt effektivt bejdsemiddel mod skadelige insekter og rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*) i kartoffelavl

Monceren Extra - a new effective seed treatment product against harmful insects and black scurf (*Rhizoctonia solani*) in potatoes

Ivan Kloster & Mats Andersen

Bayer CropScience

Nørgaardsvej 32

Postboks 2090

DK-2800 Kgs. Lyngby

Summary

Monceren Extra is a new seed treatment product in potatoes for effective control of insects such as leafhoppers, aphids, bugs and black scurf (*Rhizoctonia solani*). The product is a combination of two active ingredients, imidacloprid (Gaucho) and pencycuron (Monceren). Imidacloprid has both a contact and a systemic control of the insects and pencycuron has a contact control of black scurf. Monceren Extra is a liquid based formulation specially designed for seed treatment in potatoes. The treatment is done at planting.

Insect damages are an increasing problem in potatoes. The attacks from especially leafhoppers are detected earlier than before, and it is very difficult to find the optimal application timing. Aphids are also increasing in potatoes, and for growers of seed potatoes aphids as carriers of virus diseases are a big problem. *Rhizoctonia* is today the second most important fungal disease in potatoes and causes problems with germination, uneven plant stand and larger quality and yield losses every year.

Monceren Extra gives the potato growers a new possibility of controlling these important problems by treating the seed tuber instead of spraying 2-3 times with pyrethroides. Official and internal trails with Monceren Extra have shown very good insect control. The control of *Rhizoctonia* is also at the same level as with Monceren DS 12.5 or Monceren FS 250. A seed treatment with Monceren Extra is a selective treatment, which also protects the beneficial insects.

Sammendrag

Monceren Extra er et nyt bejdsemiddel til kartofler, som effektivt beskytter mod angreb af insekter såsom cikader, bladlus, samt rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*). Produktet er en kombination af to aktivstoffer, imidacloprid (Gaucho) og pencycuron (Monceren). Imidacloprid har både en kontakt- og en systemisk effekt på insekter, og pencycuron virker som kontaktmiddel mod rodfiltsvamp. Monceren Extra er en flydende formulering specielt udviklet til bejdsning af kartofler. Bekæmpelsen foretages i forbindelse med lægning. Insektangreb er et stadigt stigende problem i kartofler. Angreb af især cikader ses tidligere end før, hvilket gør det meget svært at finde et optimalt behandlingstidspunkt. Bladlus er også et stigende problem i kartofler, og specielt i læggekartofler kan angreb være et dyrt bekendtskab, idet lusene kan overføre virussygdomme. Rodfiltsvamp er i dag den næst vigtigste svampesygdom i kartofler og forårsager hvert år problemer med spiredygtighed, ujævn størrelsesfordeling samt store tab i udbytter og kvalitet.

Monceren Extra giver kartoffelavlerne en ny mulighed for at bekæmpe disse vigtige skadevoldere ved bejdsning af læggeknoldene frem for at bejdse med Monceren DS 12,5 eller Monceren FS 250 og efterfølgende sprøjte 2-3 gange med pyrethroider i vækstperioden. Officielle og interne forsøg har vist en meget god insekt- og *Rhizoctonia* bekæmpelse på samme niveau som opnået med Monceren DS 12,5 eller Monceren FS 250 med efterfølgende insekticidsprøjtninger. Bejdsning med Monceren Extra er tillige en selektiv insektbekæmpelse, som er skånsom over for nytteinsekterne.

Indledning

Hvert år forårsager angreb af skadelige insekter, såsom cikader og bladlus, samt svampesydommen rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*) store tab for kartoffelavlerne.

Flere arter af bladlus kan forårsage skade i kartoffelavlens som f.eks. ferskenbladlus (*Myzus persicae*) og kartoffelbladlus (*Aulacorthum solani*). Udover den direkte skade ved at suge næringen fra planten kan bladlus også være smittebærere for vira og dermed overføre sygdomme, som yderligere forstærker skaderne.

Også cikader påfører skader gennem sugning af næring specielt på bladens underside og ofte fra bladnerverne. Der forekommer flere cikadearter (*Empoasca spp.*). Sugeskaderne medfører, at cellerne i bladvævet kollapser samt medfører et næringsbrist i planten, som giver nekroser, hvilket hovedsageligt optræder i småbladens spidser. Ved stærke angreb visner planten tidligt.

Angreb af rodfiltsvamp giver ofte store problemer i form af afbrændte spirer/stoloner, som forårsager dårlig vækst, ujævn størrelsesfordeling samt misdannede og grønne knolde.

Monceren Extra er et bejdsemiddel, som effektivt bekæmper både skadelige insekter og angreb af rodfiltsvamp. I såvel forsøg som i praksis har bejdsning med Monceren Extra givet et lige så stort eller større merudbytte sammenlignet med bredsprøjtning med et insekticid + bejdsning mod rodfiltsvamp. Bejdsning med Monceren Extra kan desuden betragtes som en selektiv insektbehandling, der er skånsom mod nytteinsekter.

Produktbeskrivelse

Sammensætning og formulering

Monceren Extra er et bejdsemiddel med både insekticid og fungicid virkning.

Produktet er en kombination af to aktive stoffer:

Imidacloprid	120 g/liter	og
Pencycuron	250 g/liter	

Imidacloprid indgår også i bejdsemidlet Gaucho WS 70, som anvendes i sukkerroer og pencycuron i bejdsemidlerne Monceren FS 250 og Monceren DS 12,5, som anvendes mod rodfiltsvamp i kartofler.

Monceren Extra er formuleret som et vandbaseret suspensionskoncentrat til anvendelse i bejdseudstyr til kartoffelbejdsning beregnet for flydende bejdsemidler.

Præparatet er afprøvet under flere forskellige benævnelser. Følgende produkter er identiske med Monceren Extra: Prestige M FS 370, Amigo FS 370, Monceren G og BAY 13590 FIB.

Virkemåde og virkningsspektrum

Imidacloprid er et insekticid med udpræget systemisk virkning. Aktivstoffet optages via kartoffelplantens rødder og transporteres med saftstrømmene til dets overjordiske dele, hvor det beskytter mod angreb af betydende sugende og bidende skadedyr såsom bladlus og cikader. Behandlingen modvirker også angreb af tæger, kornsmældere og colorado biller.

Imidacloprid tilhører den nye gruppe af aktivstoffer kaldet ”chloronicotinyl insekticider” (CNI’er). Disse er systemisk virkende midler med æde- og kontaktvirkning har en virkningsmekanisme, der påvirker insekternes nervesystem. Selvom virkningen er den samme som med organiske fosforforbindelser, karbamater og pyretroider (blokering i nervesynapserne), er virkeorganismene ikke ens, og der ses ingen krydsresistens mellem imidacloprid og de andre grupper af insekticider.

Imidacloprid udviser god tolerance i de behandlede kulturer.

Pencycuron er et kontaktvirkende svampemiddel med specifik virkning mod rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*).

Pencycuron virker ved at stoppe svampens mycelvækst. Aktivstoffet er lipofil og trænger ind gennem plantens kutikula, hvor den forbliver uden nogen sekundær redistribution. Pencycuron er dermed et særdeles velegnet bejdsemiddel mod rodfiltsvamp.

Pencycuron udviser god tolerance i de behandlede kulturer.

Anvendelsesområde

I fremtiden vil det som noget nyt i Danmark være muligt at bekæmpe vigtige skadedyr i kartofler, som f. eks. bladlus og cikader, gennem bejdsning med Monceren Extra. Disse skadegørere bekæmpes normalt med en eller flere gentagende bredsprøjtninger med insekticider af typen pyretroider. Monceren Extra vil kunne erstatte bekæmpelse med disse insekticider.

Bejdsning mod rodfiltsvamp forårsaget af *Rhizoctonia solani* er nærmest standard i kartoffelavlen. Et bejdsemiddel mod skadedyr i kartoffelavlen bør derfor også have en effekt mod denne sygdomme, hvorfor Monceren Extra er løsningen.

Anvendelse

Monceren Extra er formuleret som et flydende bejdsemiddel, der anvendes i forbindelse med lægningen.

Doseringen er 60 ml Monceren Extra pr. 100 kg læggekartofler.

Anvendes eksempelvis 2500 kg læggekartofler pr. hektar anvendes 1,5 liter Monceren Extra pr. ha.

Der findes forskellige måder at udføre bejdsning med Monceren Extra:

1. Bejdsning med specialudstyr i læggeren samtidig med lægning.
2. Bejdsning med sprøjteudstyr på faldende knolde under lægningen.

Ved al bejdsning er det vigtigt med en jævn fordeling og dækning på knoldene for at sikre en god effekt.

Væskemængde (præparat + vand) tilpasses efter respektive bejdsemetoder og udstyr.

Effektivitetsvurdering

Forsøgsmetodik

De her specificerede markforsøg er udført i årene 1998, 1999 og 2000 i Danmark, Sverige og Tyskland. Samtlige forsøg er udført i overensstemmelse med GEP-retningslinier af officielt godkendte forsøgsorganisationer.

Forsøgene i Danmark er udført i Jylland på Brande egnen. Foruden normaldoseringen på 60 ml Monceren Extra pr. 100 kg knolde prøvede man også 30 ml (1/2N), 45 ml (3/4N) og 120 ml (2/1N). Virkningen var hovedsageligt rettet mod cikader. Effekten blev sammenlignet med to bladsprøjtninger med pyretroidet Sumi-alpha 5 FW (esfenvalerat 50 g/l).

De svenske forsøg havde i første omgang til hensigt at belyse virkningen af Monceren Extra mod skadegørende arter af bladlus og cikader i stivelseskartofler. Som sammenlignelige standardbehandlinger anvendtes bejdsning med Monceren FS 250 (pencycuron 250 g/l) mod rodfiltsvamp, som blev suppleret med en til tre sprøjtninger hovedsageligt med pyretroidet Sumi-alpha 5 FW (esfenvalerat 50 g/l). Forsøgenes placering og den anvendte forsøgsmetodik vises i tabel 1 respektive tabel 2.

Tabel 1. Specifikation over markforsøg, deres placering og skadevoldere samt referencenummer i bilag over individuelle forsøgsrapporter. Specification of field trials, their location and pest, diseases and weeds and reference number in supplements to individual trial reports.

Forsøgsnr.	Udført af*	Område	Land	År	Skadegørere
R13-7012, 14/00	SLU	Näsum	S	2000	Bladlus, cikader
R13-7012, 16/00	SLU	Skepparslöv	S	2000	Bladlus, cikader
R13-7012, 13/00	SLU	Nymö	S	2000	Bladlus, cikader
R13-7012, 15/00	SLU	Everöd	S	2000	Bladlus, cikader
R13-7013, 17/00	SLU	Skepparslöv	S	2000	Bladlus, cikader
R13-7013, 18/00	SLU	Näsum	S	2000	Bladlus, cikader
DAE-00-03111	Bayer AS	Brande	DK	2000	Cikader
DAE-00-03112	Bayer AS	Brande	DK	2000	Cikader
DAE-00-03113	Bayer AS	Brande	DK	2000	Cikader
D-990391	LK	Weser-Ems	D	1999	Bladlus
D-990755	LK	Hannover	D	1999	Bladlus
D-990344	LAP	Stuttgart	D	1999	Bladlus
D-990851	LAP	Stuttgart	D	1999	Bladlus
D-990435	LEP	Frankfurt	D	1999	Rhizoctonia
D-990725	LK	Hannover	D	1999	Rhizoctonia
D-990595	LK	Münster	D	1999	Rhizoctonia
D-990333	LK	Weser-Ems	D	1999	Rhizoctonia
D-990345	LAP	Stuttgart	D	1999	Rhizoctonia
D-980852	LAP	Stuttgart	D	1998	Rhizoctonia
D-980597	LK	Münster	D	1998	Rhizoctonia

* Udført af SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet), LK (Lantwirtschaftskammer), LAP (Landesanstalt für Pflanzenschutz) & LEP (Landesamt für Ernährung und Landwirtschaft)

I Tyskland har man i fire forsøg undersøgt virkningen mod bladlus og i andre syv forsøg virkningen mod rodfiltsvamp forårsaget af svampen *Rhizoctonia solani*. I forsøgene mod sygdomsangrebene har bejdsning med Monceren Extra været sidestillet med bejdsning med Monceren FS 250 (pencycuron 250 g/l). Ved vurderingen af Monceren Extra's insekticid effekt mod bladlus og eventuelle reduktion af virusoverførsel er gjort sammenligning til en bejdsning med Monceren FS 250 mod svampeangreb, som efterfulgtes af 6-12 sprøjtninger med bladnsekticider som pyretroider og organiske fosforbindelser, svarende til den lokale standard.

Samtlige forsøg er udført som parcellforsøg med fire gentagelser og med en parcelstørrelse på 20-72 m² med undtagelse af de anlagte storparcellforsøg, to i Sverige og et i Tyskland. Se mere i tabel 2.

Tabel 2. Specifikation af forsøgsmetodik, dosering og applikationsmetoder i det respektive land. Specification of trial methods, doses and application method in the respective countries.

Land	Forsøgsmetode/ antal gentagelser	Parcelstørrelse m ²	Dosering Monceren Extra	Applikations- metode
Sverige	blok / 4	72	60 ml/ 100 kg	Sprøjtebejdsning i læggeren
Sverige	blok / 2 storparcel	300	60 ml/ 100 kg	Sprøjtebejdsning i læggeren
Danmark	blok / 4	36	30, 45, 60, 120 ml/ 100 kg	Sprøjtebejdsning i læggeren
Tyskland	blok / 4	20 – 54	60 ml/ 100 kg	Sprøjtebejdsning i læggeren
Tyskland	blok / 4 storparcel	500	60 ml/ 100 kg	Sprøjtebejdsning på rullebånd eller dypning

Resultater

Virkning mod bladlus

I de svenske forsøg forekom en kombination af bladlus og cikader. På en af forsøgslokaliteterne, Näsund, var angrebet af bladlus noget større. Bejdsning med Monceren Extra havde en meget høj effekt (>95%) i hele forsøgsperioden. Effekten var langt bedre end 3 pyretroid sprøjtninger. Diagram 3.

I gennemsnit var effekten af bejdsning med Monceren Extra ligestillet med eller bedre end 2-3 sprøjtninger med insekticid. Målt i antal "bladlusedage" var effekten af Monceren Extra 99% i parcellforsøg og 98% i forsøg med store parceller. Modsvarende effekttal for 3 respektive 2 sprøjtninger med bladnsekticider var 91% respektive 75%.

I de tyske forsøg gav bejdsningen en god effekt mod bladlus, uanset bladlusart. Virkningen var på linie med et større antal sprøjtninger med insekticider.

Virksomheden mod cikader

Der var cikader på 3 af de fire forsøgslokaliteter i Sverige. Angrebene var størst på Hellegården, hvor forekomsten af bladlus samtidigt var meget lav. Bejdsning med Monceren Extra gav her en høj og langvarig effekt ligestillet med 2 pyretroid sprøjtninger.

Effekten mod cikader i form af antal af ”cikadedage” var i gennemsnit 90% i storparcel forsøg og noget lavere, 77%, i parcelforsøg.

I de danske forsøg var der hovedsageligt cikader. Virkningen af normaldoseringen har gennemsnitligt været 82%. Der ser ud til at være en god overensstemmelse mellem dosis (30-120 ml/hkg) og effekt (49->86%).

Nedvisning

Bejdsning med Monceren Extra eller sprøjtninger med et pyretroid har i de svenske forsøg, trods moderate forekomster af skadedyr, medført, at planterne har holdt sig friske betydeligt længere, og vækstperioden er blevet forlænget med ca. 14 dage. Dette har bidraget til de relativt store merudbytter for behandlingerne.

Virksomheden mod *Rhizoctonia solani*

Virksomheden af Monceren Extra mod rodfiltsvamp er blevet belyst i de tyske forsøg. Det kan konkluderes, at virksomheden af Monceren Extra mod rodfiltsvamp fuldt ud kan sammenlignes med virksomheden af Monceren FS 250, hvilket var forventet, da mængden af pencycuron pr. 100 kg læggeknolde er den samme (15 g a.i./hkg). Også merudbytterne er ens.

Selektivitet

Såvel danske, svenske som tyske forsøg viser, at bejdsningen med Monceren Extra er skånsom. I samtlige forsøg er der ikke set nogen form for selektivitetsproblemer eller fytotoxicitet.

Udbytte

I de danske forsøg medførte behandlingen mod de sugende skadedyr, hovedsageligt cikader, et betydeligt merudbytte. Bejdsningen med normaldoseringen af Monceren Extra 60 ml/hkg gav i gennemsnit et merudbytte på 7,01 ton/ha, hvilket svarer til en forøgelse af udbyttet på 24%. En forøgelse af doseringen fra 30->120 ml/hkg har medført en dosis-respons i forøgelsen af merudbyttet fra 5,07->9,19 ton/ha (13%-> 24%).

Antal lus pr. blad i ubehandlet led Number of aphids /leaf in untreated plots

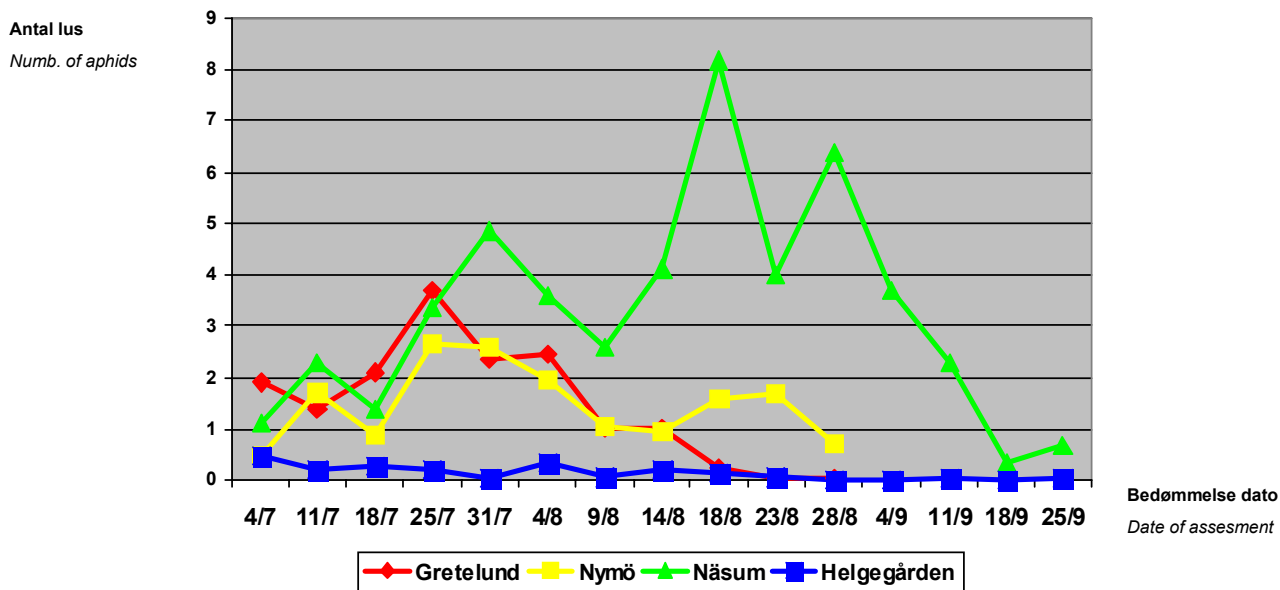


Diagram 1

Antal lus pr. blad i ubehandlet led, Näsum Number of aphids /leaf in untreated plots, trail Näsum

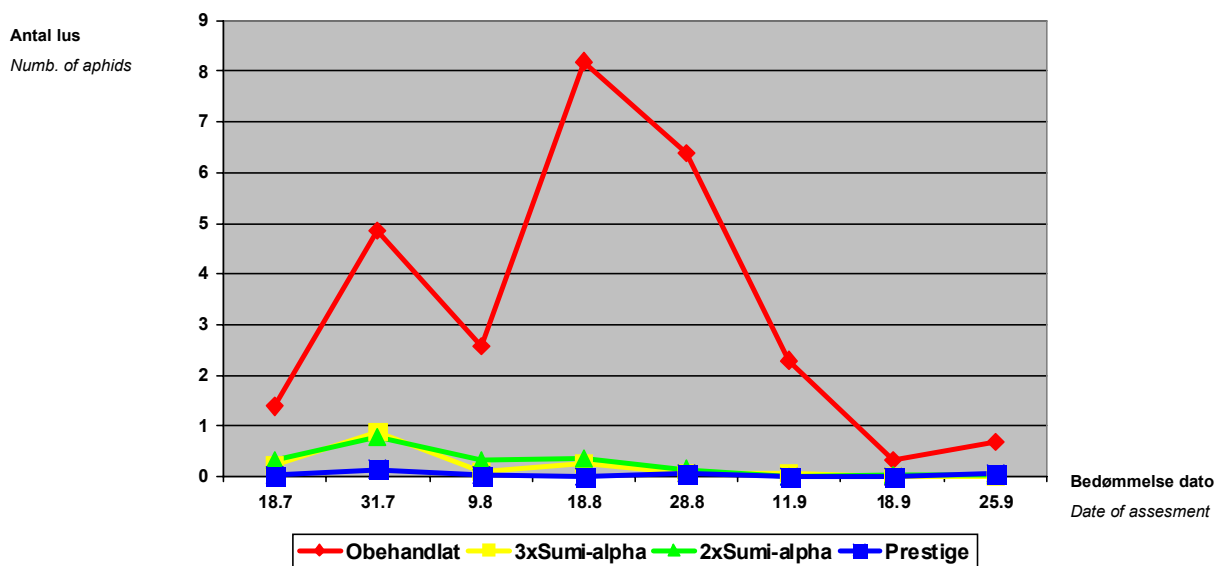


Diagram 2

Antal cikader pr. blad i ubehandlet led
 Number of jassids in untreated plots

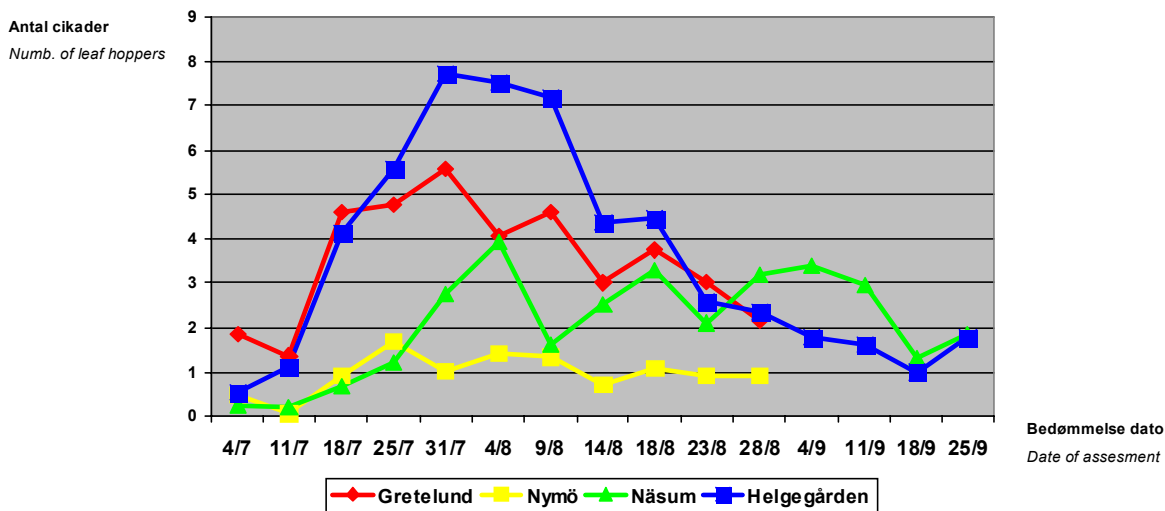


Diagram 3

Antal cikader pr. blad i ubehandlet led, Helgegården
 Number of jassids/leaf in untreated plots, trail Helgegården

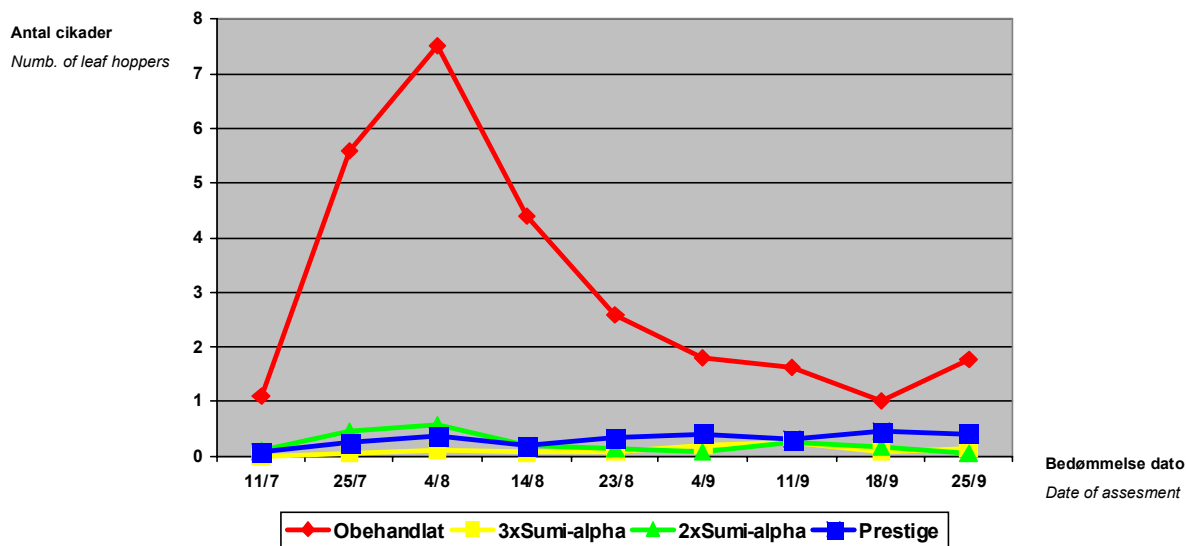


Diagram 4

Bekæmpelse af lus og Cikader i kartofler – 2000.

Gennemsnit af 3 forsøg. Control of aphids and jassids in potatoes 2000.

Average of 3 trials.

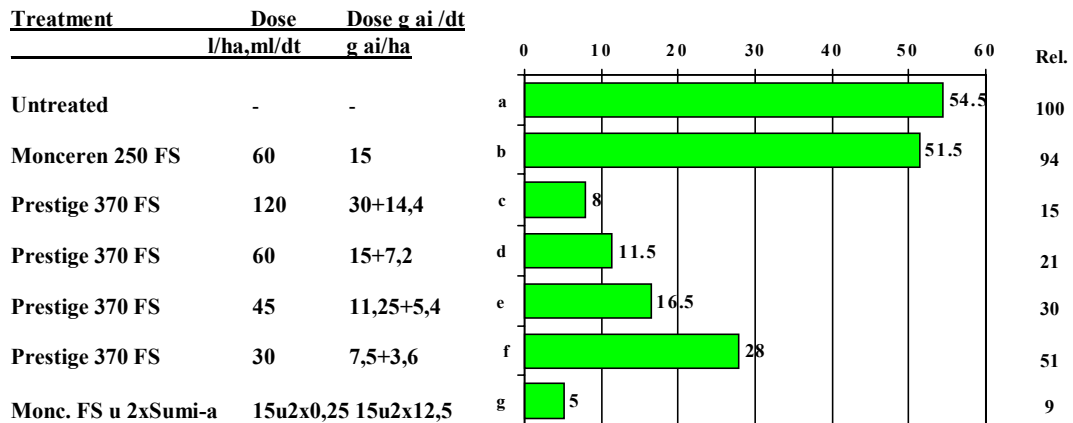
Cikader, antal pr. 10 blade. Jassids, number per 10 leaves,
08.08.00, BBCH 81.

Diagram 5

Sammendrag

Monceren Extra har i officielle og i interne forsøg vist en særdeles god effekt mod skadelige insekter samt rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*) i kartofler. Produktet er en kombination af 2 aktiv stoffer, som effektivt kontrollerer vigtige skadegørere i kartoffelavlens gennem bejdsning af læggekartoflerne. Den unikke systemiske effekt af imidacloprid (Gaucho) sikrer beskyttelse under plantens opvækst og giver samtidig en god langtidseffekt mod skadelige insekter.

Pencycuron (Monceren) har en god effekt mod rodfiltsvamp.

Cikader, bladlus samt tæger er et stigende problem i kartoffelavlens, og angrebene dukker stadig tidligere op år for år. Det er derfor ofte meget svært at finde et optimalt behandlingstidspunkt for en effektiv bekæmpelse af skadelige insekter med pyretroider. En bejdsning med Monceren Extra har den fordel, at produktet er ”på plads” uanset, hvornår angrebet kommer. Dette betyder, at populationen af skadelige insekter hele tiden holdes på et meget lavt niveau. En insektbekæmpelse gennem bejdsning har desuden den fordel, at det er en selektiv behandling, som skåner nytteinsekterne i kartoffelmarken.

Litteratur

Individuelle försøgsrapporter.

Larsson H. 200. Rapport. Insekter i kartofler 2000. SLU, Institutionen för Växtvetenskap.

”Sammanställning av parcell- och storparcellförsök, plan R13-7012 och R13-7013, 2000”.

Redegørelse for prøve af bekæmpelsesmiddel. SLU, Institutionen för Växtvetenskap.

”Prestige FS 370 i potatis mot bladlöss och stritar. Plan R13-7012, 2000”.

Redegørelse for prøve af bekæmpelsesmiddel. SLU, Institutionen för Växtvetenskap.

”Prestige FS 370 i potatis mot bladlöss och stritar, storparcellförsök. Plan R13-7012, 2000”.

Specifikation af försøgsresultater i grafisk form.

Proline[®] – erfaringer fra afprøvningerne i 2003

Proline[®] – experiences from testings in 2003

Klaus Heltbech

Bayer A/S

Bayer CropScience

Nørgaardsvej 32

DK-2800 Kgs. Lyngby

Summary

Proline[®] is a new systemic fungicide from Bayer CropScience. The active ingredient Prothioconazole belongs to the chemical class Triazolinthione, which represents a further development of traditional triazole-chemistry. Proline is a sterol-biosynthesis-inhibitor (SBI) characterised by an extraordinarily broad spectrum of activity showing high efficacy against important cereal fungal diseases on stem base as well as on leaf and ear. With the high level of control and yield increase, also demonstrated by trials in 2003, Proline holds the potential of becoming an important part of flexible fungicide strategies in cereals. The current discussion of strobilurin resistance highlights the need for SBI alternatives.

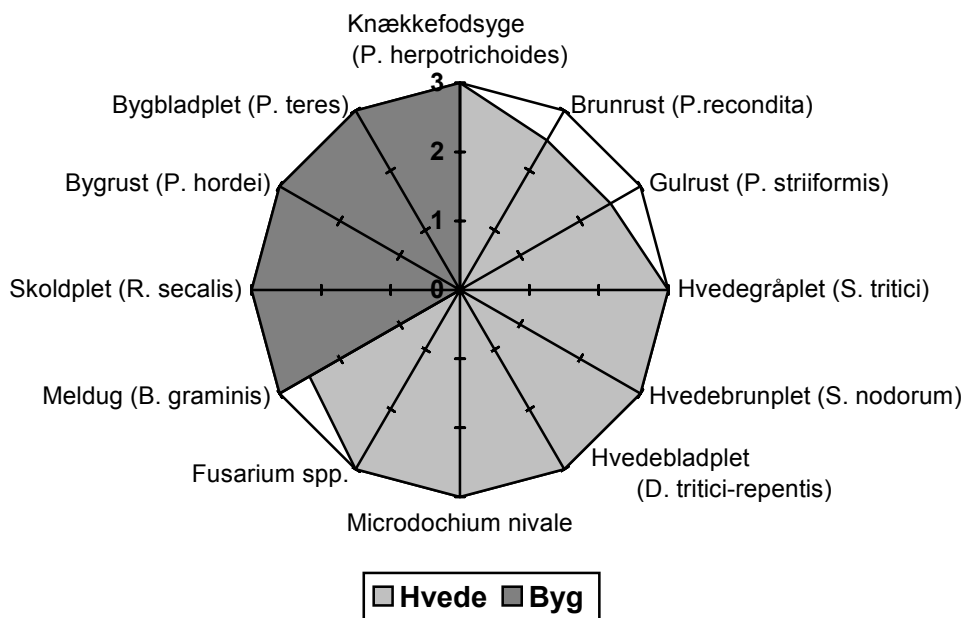
Indledning

Proline EC 250 er et nyt ergosterolhæmmende svampemiddel fra Bayer CropScience (BCS). Proline er et bredspektret systemisk fungicid med det aktive stof prothioconazole, som er en triazol-lignende forbindelse tilhørende den kemiske klasse triazolinthione. Der er opnået høje effekter over for svampesydomme på korn både på stængelbasis, blad og aks. For tiden behandles ansøgning om optagelse på Annex I med Storbritannien som rapportørland. Ansøgning om godkendelse er indsendt til myndighederne i Sverige og Danmark i 2003. I Norden er Proline under udvikling i korn, hvor produktet har givet særdeles god effekt mod de fleste betydende svampesydomme. Desuden er udvikling påbegyndt i raps, hvor Proline ligeledes har vist gode effekter mod væsentlige svampesydomme. På europæisk plan indgår prothioconazole desuden i færdigblandede produkter med en række andre aktivstoffer fra Bayer CropScience, herunder strobiluriner.

Proline har været intensivt afprøvet i Bayer CropScience forsøg i Norden siden 1998. De foreliggende forsøgsresultater bekræfter indtrykket af Proline som et interessant produkt med merudbytter, som ligger højere end Folicur og på niveau med Opus.

Anvendelsesområde

Proline har vist høje effekter mod et bredt spektrum af væsentlige svampesygdomme i korn og raps. Med baggrund i en række Vesteuropæiske afprøvninger i hvede og byg er Prolines virkning sammenlignet med de bedste markedsførte ergosterolhæmmende fungicider. De fleste sygdomme på såvel stængelbasis som blad og aks er blevet bekæmpet ligeså godt eller bedre med Proline, se figur 1. Indtrykket af et bredspektret produkt med høje effekter er blevet bekræftet af afprøvningerne udført i de nordiske lande.



Figur 1. Effekt af Proline sammenlignet primært med andre ergosterolhæmmende fungicider. Baseret på Vesteuropæiske forsøg. 3 = Effekt lig med eller bedre end bedste markedsførte standard. 2 = God effekt. 1 = Nogen effekt. (Bayer CropScience, 2002). Efficacy of Proline compared mainly with other SBI fungicides. From European trials. 3 = Same or better efficacy compared with best commercial standards. 2 = Good efficacy 1 = Some effect.

Proline har desuden demonstreret god virkning mod sygdomme i raps, hvor hovedsagelig bekæmpelsen af storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) og skulpesvamp (*Alternaria spp.*) har interesse under danske forhold.

Afprøvninger i Norden 2003

Proline er et velafprøvet produkt, der siden 1998 er blevet testet i nordiske Bayer CropScience forsøg i hvede og byg. Siden 2001 har Danmarks JordbrugsForskning udført forsøg med henblik på anerkendelse af Proline i korn. I 2003 blev Proline anerkendt til bekæmpelse af skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) og bygbladplet (*Pyrenophora teres*) i byg samt skoldplet i rug og triticale med 0,8 l/ha. Ved årets afprøvninger arbejdes hen imod en anerkendelse i hvede med virkning fra januar 2004, ligesom der udføres forsøg i havre. Foruden at teste Prolines virkning over for de gængse bladsvampe i korn, har forsøg i Norden 2003 til formål at belyse virkningen mod knækkefodsyge (*Pseudocercospora herpotrichoides*), aksfusarium (*Fusarium spp.*), hvedebladplet (*Drechslera tritici-repentis*) og Ramularia (*Ramularia collo-cygni*) samt fysiologiske bladpletter (*physiological spotting*). De foreliggende forsøgsresultater bekræfter indtrykket af Proline som et interessant produkt, der udbyttømæssigt ligger højere end Folicur og på niveau med Opus.

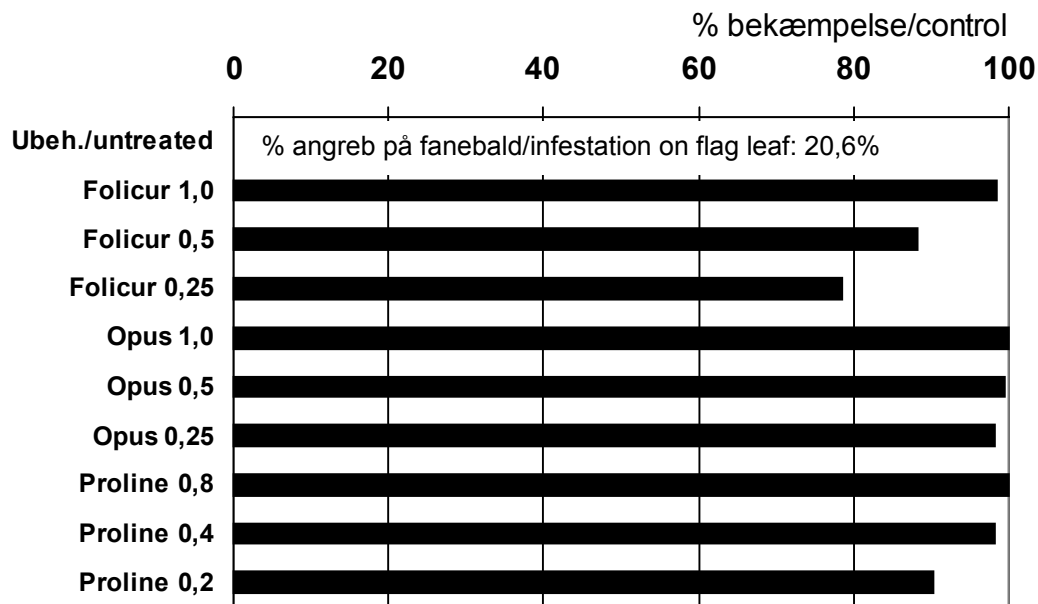
På Planteværnskonferencen 2003 blev der præsenteret en grundig gennemgang af nordiske Bayer CropScience forsøg (Højer *et al.*, 2003). Proline blev sammenlignet med strobilurinnet Amistar og triazol-morpholin-færdigblandingen Tilt top, og det blev demonstreret, at Proline klarede sig glimrende i både hvede og byg med hensyn til såvel opnåede merudbytter som bekæmpelseeffekter. I det følgende gennemgås en del af årets forsøg i korn, ligesom også forsøg i raps omtales. De viste figurer gengiver relevante uddrag af forsøgsresultater.

Vinterhvede

I forsøgsåret 2003 blev markforsøg udført ved forskellige forsøgsenheder i Norden. Her omtales resultater fra Bayer CropScience's egen GEP-forsøgsenhed, Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og Växtskyddscentralen (VSC) i Linköping/Östra SverigeFörsöken (ÖSF).

Hvedegråplet (Septoria tritici)

Under danske forhold er det relevant at jævnføre Proline med de dominerende triazolprodukter. Til formålet kan anvendes 2 forsøg fra DJF, som sammenligner Folicur, Opus og Proline anvendt to gange med 1/1, 1/2 og 1/4 dosering. Betragtes fanebladet 24-29 dage efter sidste sprøjtning fremgår det, at Folicur udviser en tydelig doseringsrespons. Opus holder en høj effekt selv ved lave doseringer, mens Proline blot har givet lidt lavere effekt end Opus (figur 2).



Figur 2. Bekæmpelse af hvedegråplet (*Septoria tritici*) i vs. 72-77, 24-29 dage efter behandling. 2 forsøg. 2 sprøjtninger på vs. 30-32 og 45-55 (DJF, 2003a). Control of *Septoria tritici* at GS 72-77, 24-29 days after treatment. 2 trials. 2 sprayings at GS 30-32 and 45-55.

Resultaterne fra BCS forsøgene i 2003 bekræfter til fulde de tidligere konklusioner, at Proline i fuld dosering bekæmper hvedegråplet på niveau med 1,0 l Amistar/ha. I sæsonens 2 forsøg er der sågar en tendens til bedre effekter ved anvendelse af Proline (BCS, 2003a).

Gulrust (Puccinia striiformis)

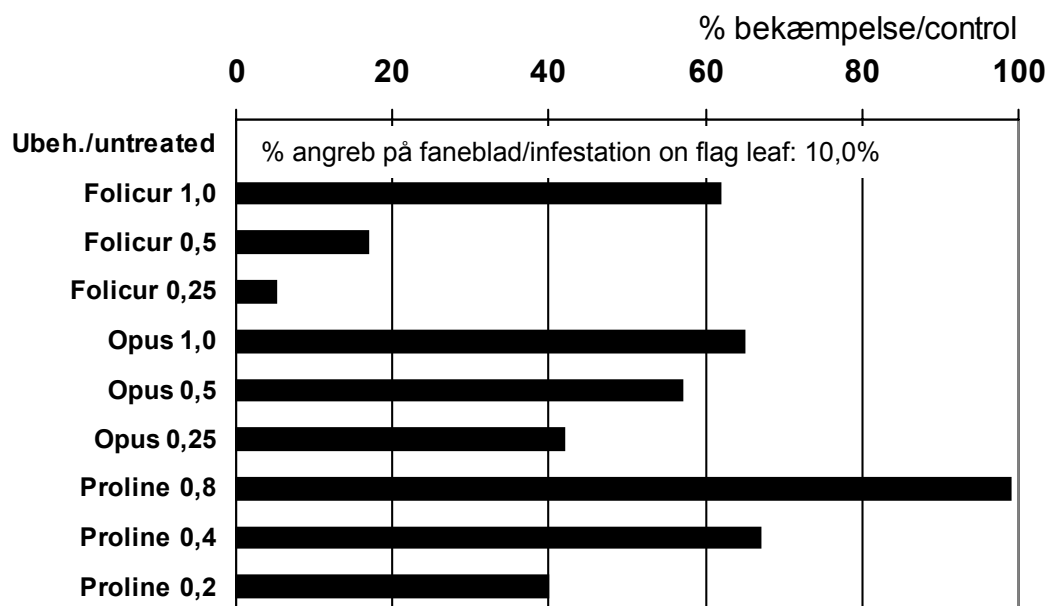
Gulrust har kun optrådt i få forsøg med relativt små angreb i tidligere års forsøg under nordiske forhold. I 2003 findes et enkelt forsøg ved DJF med 40% angreb af gulrust bedømt på to blade i vs. 72, 29 dage efter sidste sprøjtning (DJF, 2003b). Her har Proline klaret sig med ligeså høj virkning som Folicur og Opus, idet alle behandlinger uanset dosering har givet fuld effekt.

Hvedemeldug (Blumeria graminis f.sp. tritici)

Heller ikke denne sygdom har tidligere været fremtrædende i de lokale forsøg. Forekomsten af meldug i DJF's forsøg i 2003 var ligeledes relativt svag, og datagrundlaget vurderes at være utilstrækkeligt til at bedømme Prolines muligheder som meldugmiddel (Jørgensen, 2004).

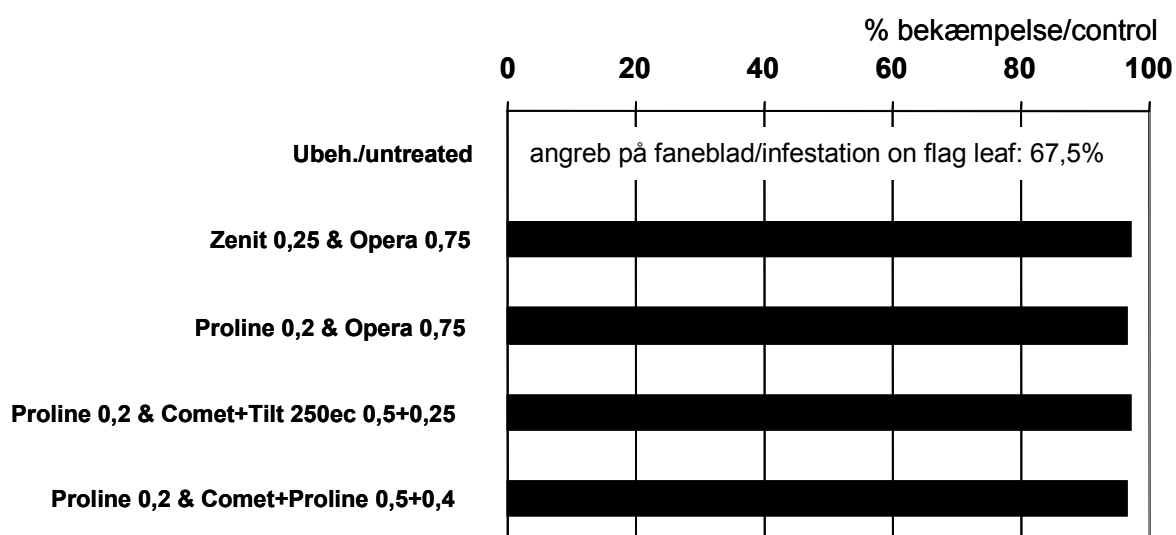
Hvedebladplet (Dreschlera tritici-repentis)

Prolines effekt mod hvedens bladplet kan sammenlignes direkte med de mest anvendte triazolprodukter i et enkelt DJF-forsøg fra 2003. Med 10% angreb på fanebladet i ubehandlede led gav Proline 99% bekæmpelse med 0,8 l/ha, hvilket er langt bedre end både Folicur og Opus. Ved lavere doseringer falder effekten imidlertid betydeligt (figur 3).



Figur 3. Bekæmpelse af hvedebladplet (*Dreschlera tritici-repentis*) i vs. 69-71. 1 forsøg. 2 sprøjtninger på vs. 30-32 og 45-55 (DJF, 2003c). Control of tan spot at GS 69-71. 1 trial. 2 sprayings at GS 30-32 and 45-55.

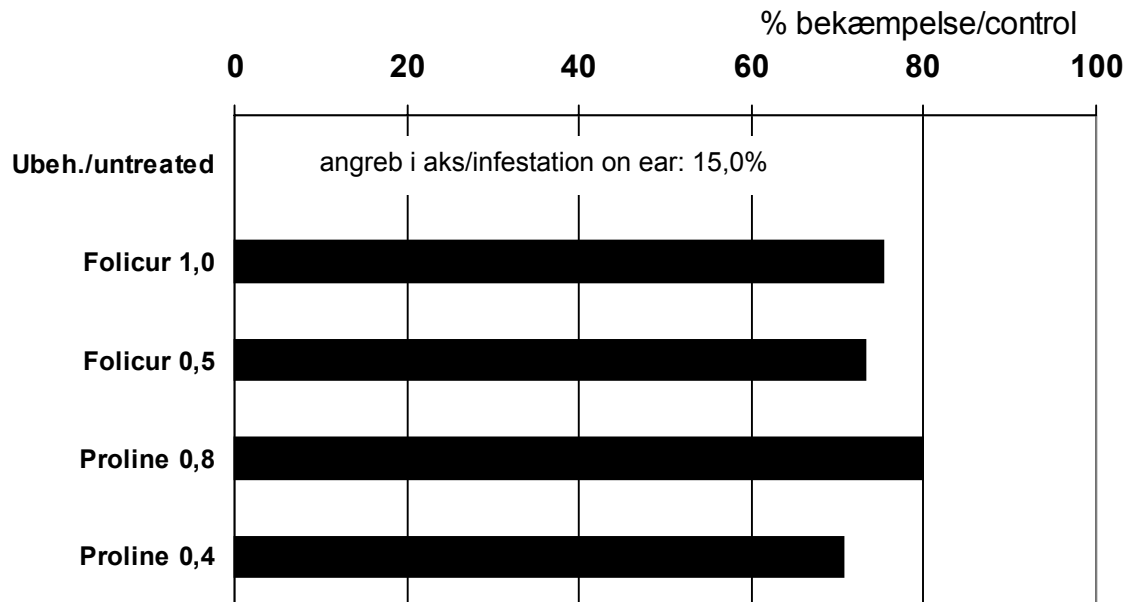
På baggrund af to forsøg, der belyser strategier til bekæmpelse af hvedens bladplet, angives det, at Prolines effekt ligger noget under Opera i halv dosering af begge produkter. Sidstnævnte vurderes som et af de stærkeste midler (DJF, 2003d). Af disse to forsøg ses det ligeledes, at Proline ved kraftige angreb klarer sig fuldt ud så godt som propiconazol-holdige produkter anvendt såvel tidligt som sent i en behandlingsstrategi med strobilurinprodukter (figur 4).



Figur 4. Strategier til bekæmpelse af hvedebladplet (*Dreschlera tritici-repentis*) i vs. 77, 27-29 dage efter behandling. 2 forsøg. Sprøjtninger på vs. 31-32 og 51-55 (DJF 2003d). Strategies for control of tan spot at GS 77, 27-29 days after treatment. 2 trials. Sprayings at GS 31-32 and 51-55.

Aksfusarium (Fusarium spp.)

En række europæiske forsøg udført af BCS har vist, at Proline gav bedre effekt mod *Fusarium spp.* end det etablerede standardmiddel mod disse svampesygdomme, Folicur (Højer *et al.*, 2003). Under danske forhold har Proline givet effekter på linie med Folicur i et DJF-forsøg, hvor hvede er smittet med *Fusarium spp.* i vs. 65 og sprøjtet 1-2 dage efter (figur 5).



Figur 5. Bekæmpelse af aksfusarium (*Fusarium spp.*) i vs. 77, 29 dage efter behandling. 1 forsøg. Sprøjtning på vs. 65 (DJF, 2003e). Control of Fusarium head blight at GS 77, 29 days after treatment. 1 trial. Spraying at GS 65.

Behandlingstidspunktet i vs. 65 er et af de kritiske punkter, når det gælder bekæmpelse af aksfusarium. Resultater fra udlandet tyder på, at Proline er mindre følsom end Folicur med hensyn til placeringen af optimalt sprøjtetidspunkt.

Knækkefodsyge (Pseudocercospora herpotrichoides)

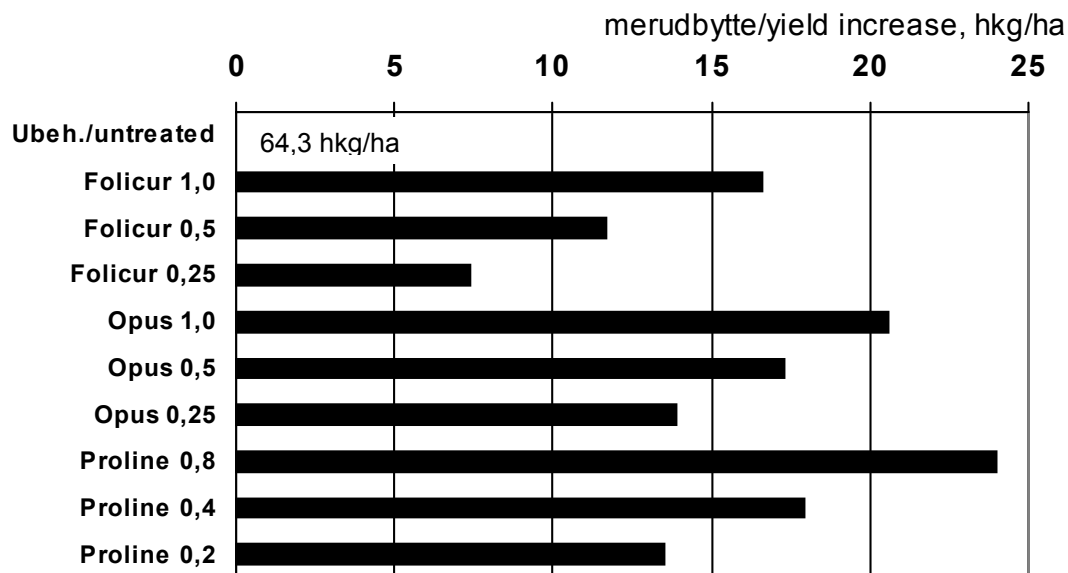
I 2003 blev udført 5 forsøg til vurdering af mulighederne for at bekæmpe knækkefodsyge under svenske forhold ÖSF (2003). Resultaterne stemmer overens med konklusioner fra europæiske forsøg, hvor 0,8 l Proline/ha gav bedre effekter end fuld dosis af standardmidlet Unix (figur 6).



Figur 6. Bekæmpelse af knækkefødsyge (*Pseudocercospora herpotrichoides*) i vs. 75-83, 49-51 dage efter behandling. 5 forsøg. Sprøjtning på vs. 31-32 (ÖSF, 2003). Control of eyespot at GS 75-83, 49-51 days after treatment. 5 trials. Spraying at GS 31-32.

Udbytte

En direkte sammenligning af Proline med de nuværende standardprodukter i triazolgruppen viser merudbytter, der ligger klart højere end Folicur og på niveau med Opus ved alle doseringer af produkterne (figur 7).



Figur 7. Merudbytter i vinterhvede. 3 forsøg (DJF, 2003f). Yield increase in winter wheat. 3 trials.

Byg

Med DJF's anerkendelse af Proline til bekæmpelse af skoldplet og bygbladplet er det veldokumenteret, at produktet er fuldt på højde med de gældende standarder.

Forsøgs materialet fra 2003 angives at være for spinkelt til den endelige bedømmelse af Prolines potentiale til bekæmpelse af bygmeldug (*Blumeria graminis f.sp. hordei*) og bygrust (*Puccinia hordei*) (DJF, 2004). Derfor omtales her danske forsøg til vurdering af Prolines effekt over for forskellige ”pletsymptomer” på byg.

Ramularia (Ramularia collo-cygni)

Gennem de seneste år har *Ramularia* tiltrukket sig stadig mere opmærksomhed, også i Danmark. Det er opfattelsen, at den mest effektive bekæmpelse opnås med en løsning indeholdende et strobilurinholdigt produkt (Burke *et al.*, 2001). I 2003 blev en række fungicider testet i et enkelt vårbygforsøg (DJF, 2003g) med henblik på vurdering af effekter over for denne sygdom. Bekæmpelseeffekterne har generelt ligget på et relativt lavt niveau. Proline er afprøvet i 2/3 og 1/3 dosering og klarer sig bedre end såvel de afprøvede trialzoldholdige produkter som kombinationer af Amistar og Stereo henholdsvis Unix (figur 8.). Ved sammenlignelige doseringer har Proline givet lavere effekter end Opera.

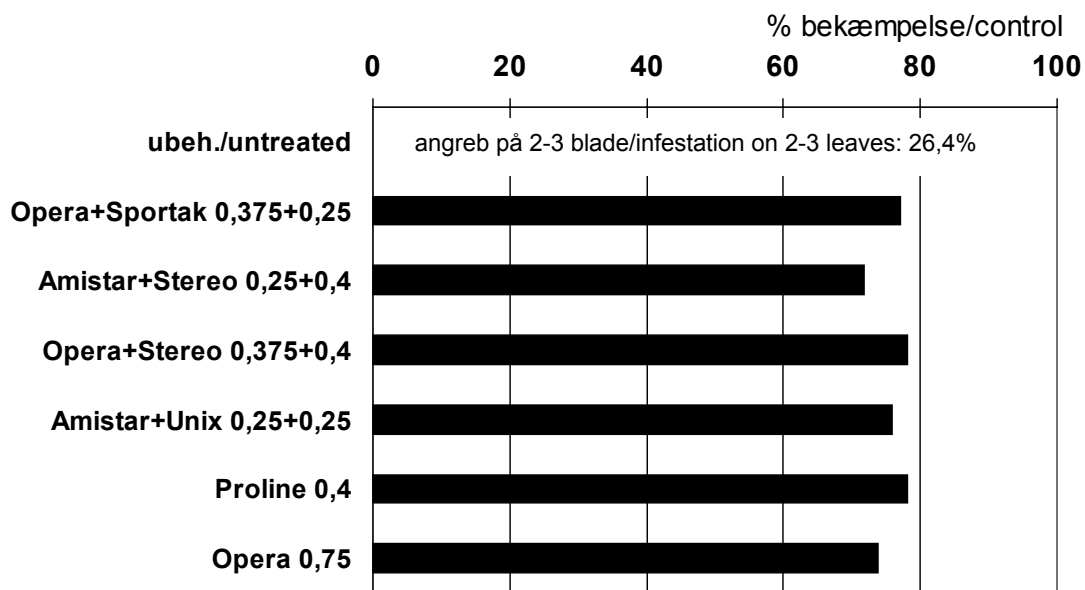


Figur 8. Bekæmpelse af *Ramularia (Ramularia collo-cygni)* i vs. 77, 40 dage efter behandling. 1 forsøg. Sprøjtning på vs. 45-51 (DJF, 2003g). Control of *Ramularia* GS 77, 40 days after treatment. 1 trial. Spraying at GS 45-51.

Fysiologiske bladpletter (physiological spotting)

Årsagen til fysiologiske bladpletter kan ofte være vanskelig at fastslå. Pletterne kan skyldes en række stressfaktorer bestemt af klima eller næringsstofmangel. Også sekundære svampe, herunder *Ramularia*, opgives at kunne udløse fysiologiske pletter (Jørgensen *et al.*, 2002). Det

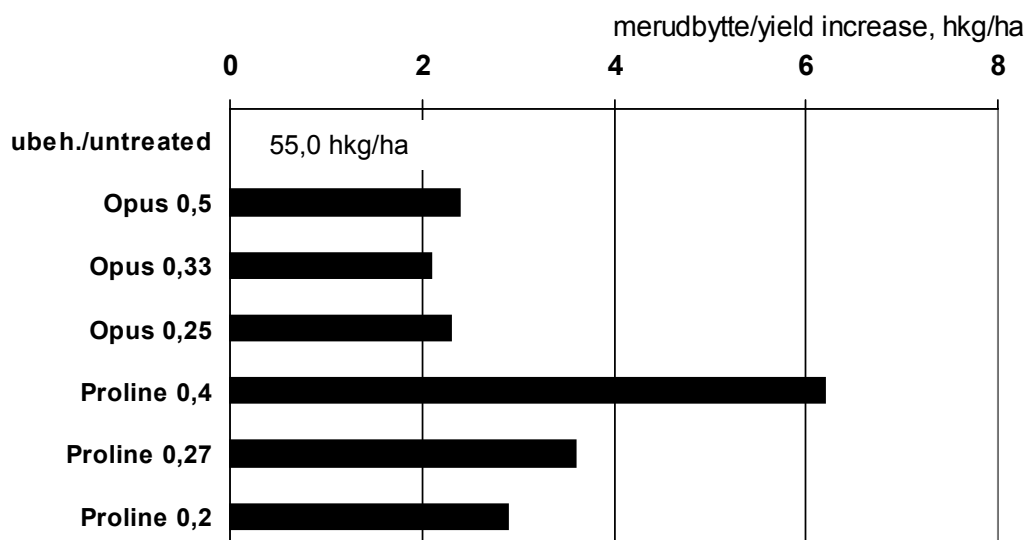
er tidligere vist, at både strobiluriner og triazoler kan reducere forekomsten af pletter på markniveau. 3 DJF forsøg i vinterbyg viste, at Proline klarer sig fuldt på højde med kendte markedsførte strobilurinholdige løsninger (figur 9).



Figur 9. Bekæmpelse af fysiologiske bladpletter i vs. 71-75, 29-34 dage efter behandling. 3 forsøg. Sprøjtning på vs. 39-51 (DJF, 2003h). Control of physiological spotting at GS 71-75, 29-34 days after treatment. 3 trials. Spraying at GS 39-51.

Udbytte

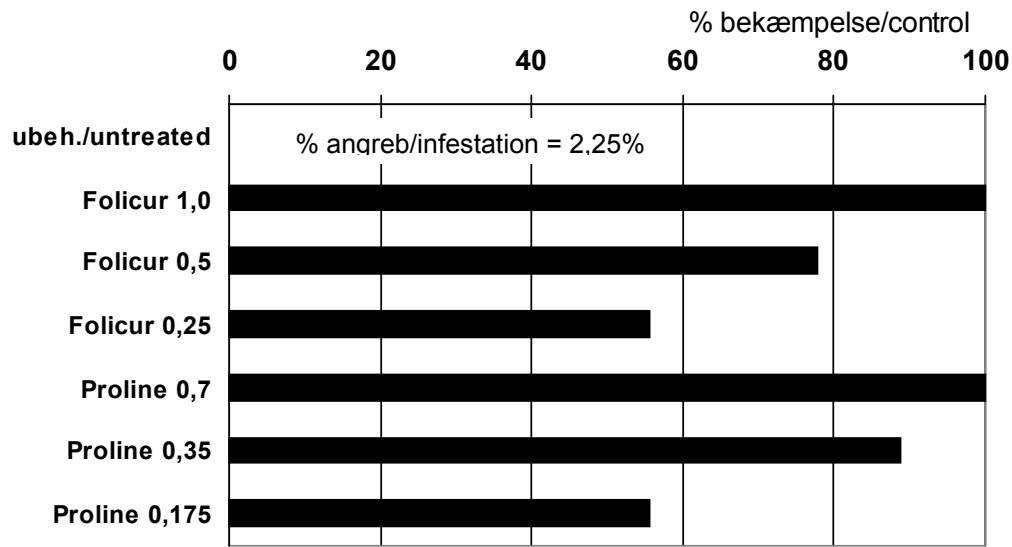
Proline er afprøvet i forsøg uden strobiluriner og har givet højere merudbytte i både vårbyg (DJF, 2003i) og vinterbyg (BCS, 2003b) sammenlignet med Folicur og andre triazoler.



Figur 10. Merudbytter i vinterbyg. 1 forsøg. (BCS, 2003b). Yield increase in winter barley. 1 trial.

Raps

Den nordiske udvikling af Proline i BCS- regi blev påbegyndt i 2003. I Sverige er gennemført to forsøg med lave angrebsniveauer af storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*). I det ene af forsøgene blev registreret under 1% angreb, hvorfor det ikke omtales her. Det andet forsøg giver dog en indikation af Prolines virkning over for knoldbægersvamp, da der ses høje effekter ved både 1/1 (0,7 l/ha) og 1/2 dosering. Dette bekræfter erfaringerne fra andre europæiske forsøg, men yderligere afprøvninger vil blive udført.



Figur 11. Bekæmpelse af storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) i vs. 81, 54 dage efter behandling. 1 forsøg. Sprøjtning på vs. 65 (BCS, 2003c). Control of stem rot at GS 81, 54 days after treatment. 1 trial. Spraying at GS 65.

Konklusion

Resultaterne fra de nordiske afprøvninger af Proline i 2003 stemmer overens med indtryk fra tidligere års forsøg og giver anledning til følgende konklusioner:

- Proline er et bredtvirkende produkt
- Proline er yderst effektiv mod en række betydende sygdomme
- Proline er fleksibel med hensyn til anvendelsestidspunkt og blandingspartner
- Proline giver merudbytter fuldt på højde med de bedste ergosterolhæmmere
- Proline er en vigtig del af resistensstrategier

Proline® = reg. af Bayer CropScience

Litteratur

- Bayer CropScience*. 2002. JAU 6476 – a new dimension DMI fungicide. Præsentation ved 36th BCPC Pests & Diseases Conference, Brighton.
- Bayer CropScience*. 2003a. Forsøgsnr. FD03SWE: 2032031, 2032032.
- Bayer CropScience*. 2003b. Forsøgsnr. 02FUN0403001.
- Bayer CropScience*. 2003c. Forsøgsnr. FD03SWE2142141.
- Burke JJ, Hackett R & O'Sullivan E*. 2001. The Barley Leaf Spot Problem – Causes and Control. Irish Agriculture and Food Development. www.teagasc.ie/publications/2001/tillageconference/paper03.htm.
- Højer P, Heltbech K & Madsen E*. 2003. Proline[®] – et nyt fungicid fra Bayer CropScience. DJF rapport nr. 89 (2003), 303-311.
- DJF*. 2003a. Forsøgsnr. 03323-1, 03323-3.
- DJF*. 2003b. Forsøgsnr. 03323-1.
- DJF*. 2003c. Forsøgsnr. 03323-2.
- DJF*. 2003d. Forsøgsnr. 03330-1, 03330-2.
- DJF*. 2003e. Forsøgsnr. 033321-1.
- DJF*. 2003f. Forsøgsnr. 03323-1, 03323-2, 03323-3.
- DJF*. 2003g. Forsøgsnr. 03346-1.
- DJF*. 2003h. Forsøgsnr. 03335-1, 03335-2, 03335-3.
- DJF*. 2003i. Forsøgsnr. 03341-1, 03341-2.
- Jørgensen LN*. 2004: Svampesygdomme i korn. I DJF rapport vedr. Pesticidafprøvningen 2003.
- Jørgensen LN, Nielsen GC & Sindberg S*. 2002. Fysiologiske bladpletter i korn. DJF-rapport nr. 64, 33-42.
- ÖSF*. 2003. Plan 15-1040A-03 2 forsøg, 15-1040B-03 2 forsøg, L15-1040C-03 1 forsøg.

Cruiser® - Et insektbejdsemiddel

Cruiser® - A seed treatment insecticide

Hans Rasmussen

Syngenta Crop Protection A/S

Strandlodsvej 44

DK-2300 København S

Summary

Cruiser® is the Syngenta tradename of insecticide seed treatment formulations based on the active ingredient thiamethoxam. Thiamethoxam is the first a.i. of a new chemical subclass of the neonicotinoides called thianicotinyl. This subclass offers a broader activity and a higher control potential. Thiamethoxam is registered worldwide or under registration in a wide range of crops. In the Scandinavian countries, Cruiser products have been thoroughly tested in official field trials for use in sugar beets and oilseed rape. Cruiser 70 WS was registered in sugar beets in Finland in 2001 and registration of Cruiser in Sweden is expected in 2004. Cruiser OSR 322 FS was registered in oilseed rape in Finland in 2001 and registrations in Sweden and Denmark are expected in 2004. The favourable environmental properties and good biological performance secured Cruiser a quick market penetration in Finland. Cruiser RAPS 70 WS was registered in winter oilseed rape in Denmark in 2003 and replaced the previous standard Promet 400 CS. Cruiser RAPS is the only seed treatment product applied for and registered for use on rapeseed in Denmark.

Indledning

Cruiser® er handelsnavn for insektbejdsemidler baseret på thiomethoxam. Thiomethoxam er et nyt bredspektret insektbejdsemiddel, der udvikles og markedsføres verden over af Syngenta. Thiamethoxam er et anden generations neonicotinoid insektmiddel, som tilhører den kemiske underklasse thianicotinyl med unikke kemiske egenskaber. Thiamethoxam påvirker specifikt nikotin-acetylkolin receptor området i insekternes nervesystem. Thiamethoxam er effektiv mod et bredt udsnit af sugende og bidende insekter. Thiamethoxam fordeles tilstrækkeligt på jorden og optages og fordeles godt i planter under meget tørre såvel som fugtige forhold. Her vises enkelte af de grundlæggende tekniske undersøgelser samt de vigtigste resultater fra udviklingsarbejdet i Finland, Sverige og Danmark.

Metodebeskrivelse

Optagelse og distribution

Rapsfrø blev bejdsset med ¹⁴C thiamethoxam formulering. Dosering omkring 4 µg. Kvantitativ fordeling i frø, kimstængel, kimblade og blade blev bestemt ved måling af radioaktivitet i acetonitril filtratet (LSC) samt ved TLC teknik. Fordeling/koncentration i de enkelte plantedele og pottejord blev bestemt ved autoradiografi på tørrede planter og tværsnit af pottejord med Fuji Bio-Image analyser.

Markforsøg

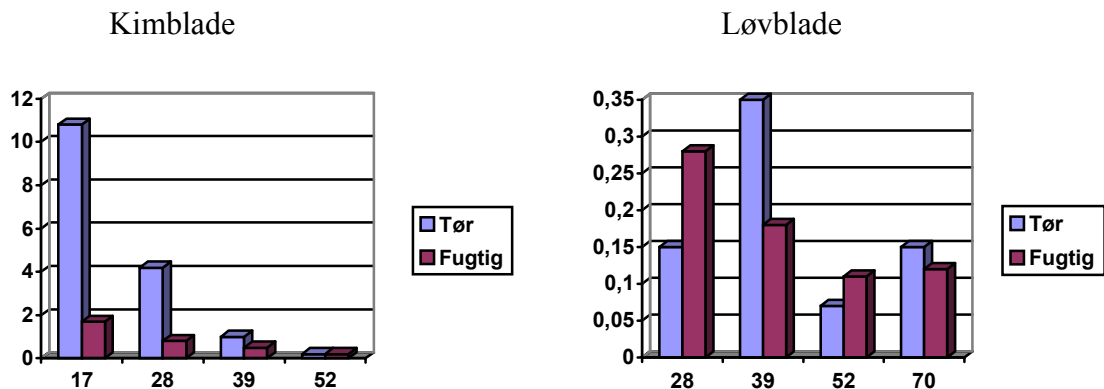
Cruiser® er blevet omfattende afprøvet i markforsøg i flere afgrøder i Skandinavien siden 1997. Forsøgene i sukkerroer blev udført med doseringerne 15, 30, 45 og 60 g a.i. pr. unit og sammenlignet med gældende standarder i de respektive lande. Bejdsningen blev udført som led i pelleringsprocessen af Syngenta Seed Landskrona eller Danisco Seed Holeby. Formuleringerne 70 WS, et vand dispergerbart pulver og den nyere 600 FS en flydende formulering blev anvendt i roeforsøgene. I vårraps og vinterraps blev forsøgene udført med 2,1, 3,15 og 4,2 g a.i. pr. kg frø i formuleringerne 70 WS og den flydende Cruiser® OSR 322 FS, der også indeholder svampemidlerne mefenoxam og fludioxonil. Alle forsøg er udført i samarbejde med officielle eller anerkendte skandinaviske forsøgsinstitutioner.

Resultater og diskussion

Thiamethoxams fysiske kemiske egenskaber fremmer hurtig og effektiv optagelse og xylem transport. Anvendt som bejdsmiddel optages thiamethoxam af kim og rødder og fordeles med den opadgående saftstrøm. Relativ langsom nedbrydning i planten sikrer god langtidsvirkning.

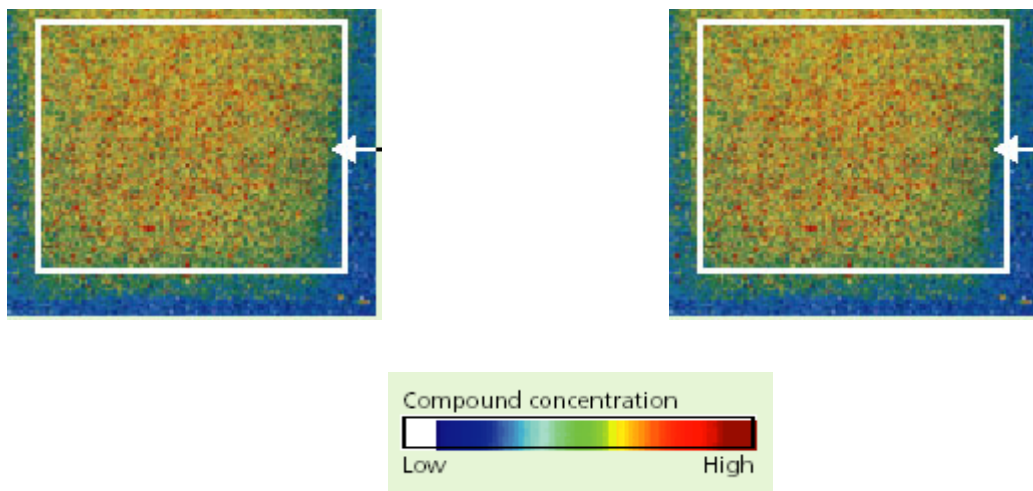
Optagelse og distribution

Cruiser-bejdsede rapsfrø blev udsået i sandig lerjord (klimakammerforsøg, 5000 Lux, 60% relativ luftfugtighed, 5°C nat 12 timer og 10°C dag 12 timer) justeret til jordfugtighed på henholdsvis 30% markkapacitet svarende til tørre forhold og 50% markkapacitet svarende til normale fugtige forhold. Indhold af thiamethoxam i kimblade og blade blev bestemt på forskellige tidspunkter efter fremspiring (figur 1), og fordelingen i jorden vist ved autoradiografi på tørret tværsnit af pottejorden (figur 2) (W. Fischer & H. Widmer, 2001).

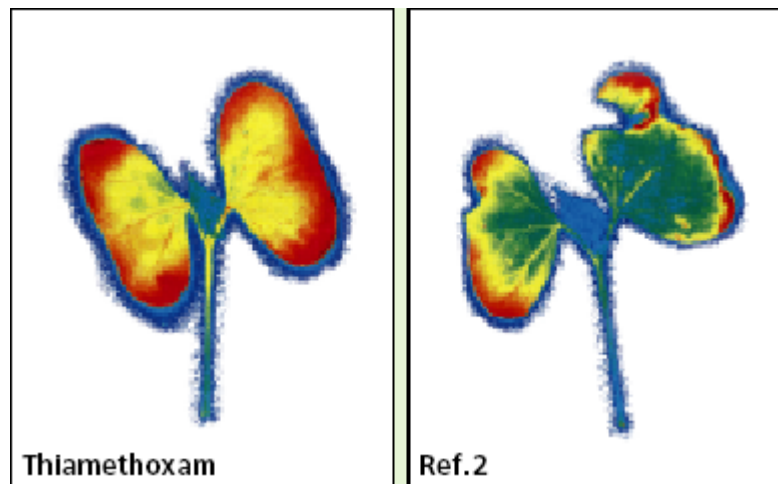


Figur 1. Koncentration ppm af thiamethoxam i kimblade af raps 17 – 52 dage efter såning og løvblade 28 – 70 dage efter såning dyrket under tørre og fugtige forhold. Concentration of ppm of thiamethoxam in oilseed rape cotyledons 17-52 days after sowing and in foliage leaves 28-70 days after sowing grown under dry and moist conditions.

Optagelse og koncentration i kimbladene var størst under tørre forhold frem til omkring 50 dage efter fremspiring, hvor forskellen udjævnes. Den største koncentration var umiddelbart efter fremspiring. Koncentrationen i løvbladene var på samme niveau for tørre og fugtige forhold. Dette skyldes sandsynligvis, at midlet fordeles ensartet i jorden som vist i figur 2 og dermed er ensartet til rådighed for optagelse.



Figur 2. Fordeling af thiamethoxam i jord under tørre og fugtige forhold. Distribution of thiamethoxam in soil under dry and moist conditions.



Figur 3. Koncentration af thiamethoxam og et andet neonicotinoid ved normale fugtighedsforhold. Concentration of thiamethoxam and another neonicotinoid at normal moisture conditions.

D. Höfer *et al.* (2001) viste optagelse og koncentration af thiamethoxam i sammenligning med et andet neonicotinoid bejdsemiddel i bomuld (figur 1). Billedet illustrerer thiamethoxams ensartede og hurtige optagelse. Hurtig optagelse og god fordeling i planterne kan være afgørende for effektiv beskyttelse mod de tidlige og for planten mest alvorlige angreb.

Markforsøg sukkerroer

Efter indførelse af Gaucho blev 60 g a.i. imidacloprid pr. unit hurtigt standard i Finland og Danmark og Montur 15 g imidachloprid + 4 g tefluthrin pr. unit i Sverige.

Tabel 1. Plantetal pr. meter, skade af bedejordlopper og planter med skadet hjertesku i 6 forsøg. Agricultural Research Centre Finland 1997-1999. Number of plants per metre, damage by *Chaetocnema concinna*, and plans with damage to the main shoot in 6 trials.

	Planter, antal pr. meter række	Jordlopper skade 0 – 10	Tæger, planter med skadet hjertesku, %
Ubehandlet	5,0	1,82	29,4
Gauco - 30	5,7	0,42	17,7
Cruiser - 45	5,7	0,47	11,5
Cruiser - 60	5,4	0,53	10,3
Gauco - 60	5,7	0,45	13,1
Gauco - 90	5,3	0,50	15,6

I Finland er bladtæger (*Lygus rugulipennis*) og bedejordlopper (*Chaetocnema concinna*) de alvorligste skadeinsekter. Det er især de tidlige angreb af bladtæger, der er alvorlige for udbyttet. Bladtæger bekæmpes bedst ved effektiv bejdsning. Cruiser 70 WS blev testet i officielle forsøg ved Sugar Beet Research Centre 1997-1999 og prøvet på 250 ha i 2000. Resultaterne viste, at 45 og 60 g a.i. thiamethoxam matchede 60 og 90 g a.i. imidacloprid. Dette, samt thiamethoxams gunstige nedbrydningsprofil, sikrede Cruiser en dominerende markedsandel hurtigt efter registreringen i 2001.

I Sverige tilsigter bejdsningen primært bekæmpelse af jordboende skadedyr som springhaler (*Onychiurus spp*, *Collembola*), Symphylider (*Scutigera spp*) m.fl. samt tidlige angreb af bladlus. Cruiser er prøvet i flere år ved Sockernäringsens BetodlingsUtveckling i doseringer på 15, 30 og 60 g a.i. pr. unit alene og i kombination med Force 20 CS. Prøvede formuleringer er 70 WS (pulver) og den flydende 600 FS, der ventes registreret i 2004. Nedenfor vises resultater fra tre forsøg år 2003.

Tabel 2. Bekæmpelse af jordboende skadedyr og bladlus. 3 forsøg SBU 2003. Control of soilborne pests and aphids. 3 trials.

Behandling	Roesundhed juni 0 – 100	Bladlus, juli % angrebne planter	Plantetal ved høst, 1.000	Polsukker tons/ha
Ubehandlet	79	35	83,0	12,8
Montur (15 + 4)	84	26	89,4	13,2
Cruiser (30)	83	20	85,2	12,9
Cruiser+Force (15+6)	83	24	87,2	13,2
Cruiser+Force (30+6)	83	21	89,2	13,0

Blandingen med Force (tefluthrin) undersøges for at klarlægge, hvorvidt det er muligt at kompensere for en lavere dosering af Cruiser mod jordboende skadedyr. Som det fremgår af resultaterne, er Cruiser med en dosering på 30 g a.i. alene eller 15 g a.i. + tefluthrin fuldt på højde med standardmidlet.

I Danmark tilsigter insektbejdsning af roefrø et effektniveau, der kan erstatte bladsprøjtninger og derved undgå belastning af behandlingsindekset. Hertil kræves god effekt mod bedebbladlus (*Aphis fabae*), ferskenbladlus (*Myzus persicae*), thrips (*Thrips angusticeps*), runkelroebille (*Atomaria lineatus*), bedejordlopper (*Chaetocnema concinna*) og bedefluens larve (*Pegomya hyoscyami*) samt springhaler (*Onychiurus spp*, *Collembola*) og Symphylider (*Scutigera spp*). Overflødigsgørelse af bladsprøjtninger kræver en biologisk effekt mod bladlus frem til begyndelsen af juli, og til hindring af urentabel sprøjtning mod bedebbladlus gerne en til to uger mere.

Cruiser har været prøvet ved Fondet for Forsøg med Sukkerroedyrkning (FFS) Alstedgård fra 1997 og ved Danmarks JordbrugsForskning (DJF) i 2000. Anvendte doseringer er 15, 30, 45 og 60 g. Grundet ønsket om langtidsvirkning er standarddosering valgt til 60 g a.i. svarende til standardmidlet. Cruiser har i disse forsøg vist samme effekt mod thrips og bedefluens larve og lidt lavere effekt (90%) mod runkelroebiller. Effekten mod runkelroebiller forbedres ved tilsætning af Force 20 CS. (4-12 g a.i.). Cruiser har som Gauco god effekt mod bladlus frem til begyndelsen af juli. Herefter er der tendens til, at virkningen af Cruiser aftager lidt hurtigere. Nedenfor vises foreløbige resultater fra forsøg i 2003 ved FFS.

Tabel 3. Plantetal og thrips 4 forsøg FFS 2003. Number of plants and thrips, 4 trials.

	Planter/ha 4 fsg.		Thrips 2 fsg.			
	19 april	13 maj	% angrebne planter		Roe sundhed 1-10	
			2 maj	12 maj	2 maj	12 maj
Ubeh.	36809	94671	29	20	7	9
C 30	29605	99178	2	3	9	10
C 60	22039	95329	0	4	9	10
C30+F6	29309	99276	0	2	9	10
G 60	26151	96612	1	7	9	10

C 30 = Cruiser 30 g a.i., C30+F6 = Cruiser 30 g a.i. + Force 6 g a.i., G 60 = Gaucho 60 g a.i.

Tabel 4. Bekæmpelse af bedebladlus 4 forsøg FFS 2003. Control of *Aphis fabae*, 4 trials.

	Bedebladlus 24 juni				Bedebladlus 30 juni				Bedebladlus 7 juli			
	% planter med			Antal/ plante	% planter med			Antal/ plante	% planter med			Antal/ plante
	0	1-9	>9		0	1-9	>9		0	1-9	>9	
Ubeh.	93	3	4	14	88	6	6	31	82	4	14	35
C 30	99	1	0	0	100	0	0	0	95	2	3	1
C 60	98	1	1	0	96	3	1	0	98	0	2	0
C30+F6	99	1	1	0	100	0	0	0	98	1	1	2
G 60	99	1	0	0	100	0	0	0	99	1	0	0

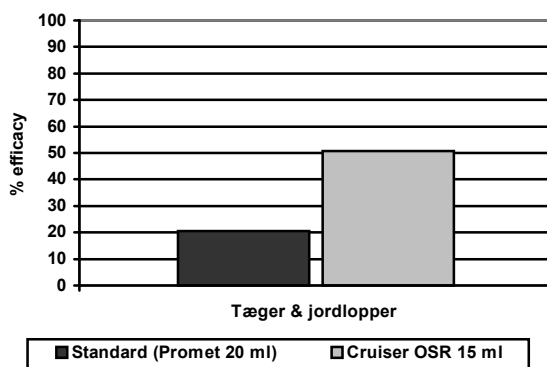
C 30 = Cruiser 30 g a.i., C30+F6 = Cruiser 30 g a.i. + Force 6 g a.i., G 60 = Gaucho 60 g a.i.

De specielle danske krav i relation til grundvandsbeskyttelse hindrer en umiddelbar registrering af Cruiser i sukkerroer i den ønskede dosering.

Markforsøg raps

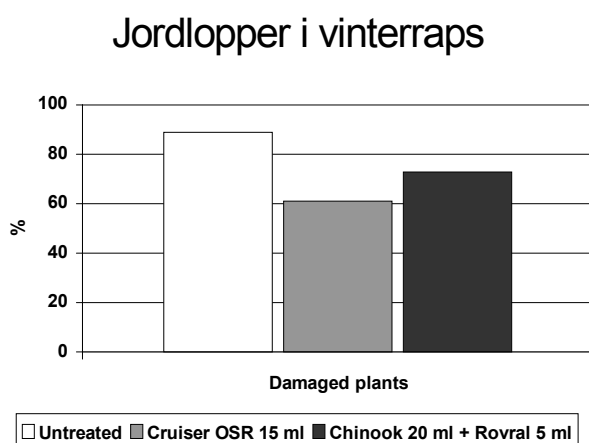
Cruiser er udviklet til bejdsning af vår- og vinterraps som et bedre alternativ til de tidligere standardmidler Promet og Oftanol. De første forsøg blev udført med 70 WS formuleringen. Denne blev hurtigt erstattet af Cruiser OSR 322 FS, der er en specialformulering udviklet til raps til bekæmpelse af både insekter og svampesygdomme. Standard dosering for Cruiser OSR er 15 ml/kg frø. Hermed anvendes 4,2 gram thiamethoxam, 0,12 g fludioxonil og 0,5 g mfenoxam. Tilsvarende thiamethoxam dosering opnås med 6 g Cruiser 70 WS.

I Finland blev Cruiser OSR registreret i 2001 og er i dag standard. Figur 4 viser effekten mod de mest betydende skadeinsekter i Finland, tæger og jordlopper.



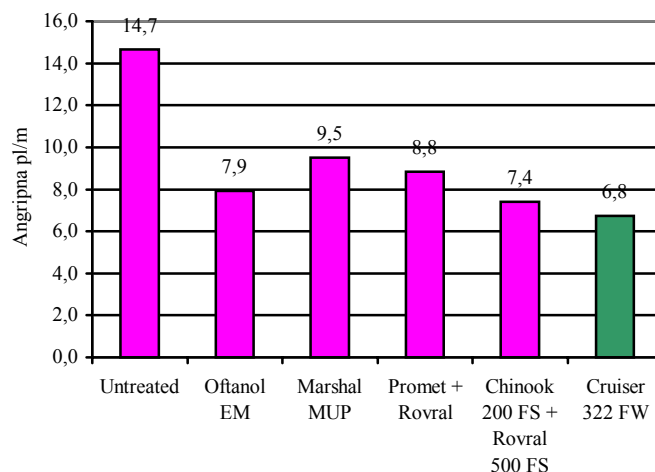
Figur 4. Effekt mod skade af tæger (*Lygus rugilipennis*) og jordlopper (*Phyllotreta spp.*) i vårrybs. Agricultural Research Centre, Finland. Effect against damage by bugs (*Lygus rugilipennis*) and flea beetles (*Phyllotreta spp.*) in spring turnip rape.

I Sverige er Cruiser OSR færdigudviklet og forventes registreret i 2004 med standard dosering på 15 ml/kg frø. Der bejdses primært mod jordlopper (*Phyllotreta spp.*), rapsjordlopper (*Psylliodes chrysocephala*), thrips (*Thrips angusticeps*) og kålskimmel (*Peronospora parasitica*). Cruiser OSR har konstant haft bedre effekt eller ligeværdig effekt i forhold til reference produkterne. Eksempler herpå i figur 5 og figur 6.



Figur 5. Bekæmpelse af rapsjordlopper i vinterraps på kimbladstadiet. Tre forsøg Sverige 2000 OS240. Control of cabbage stem flea beetles in winter oilseed rape at the cotyledon stage. Three trials. Sweden 2000.

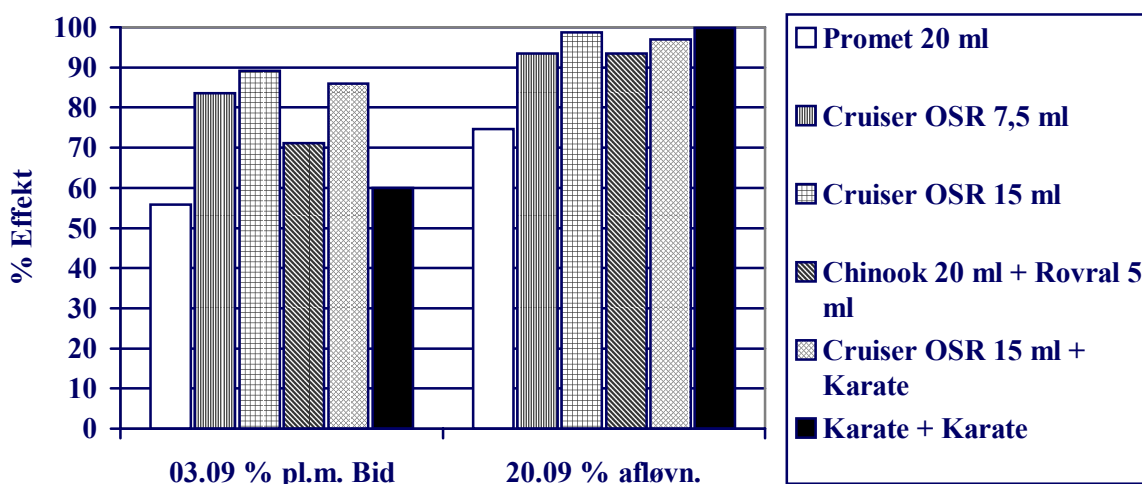
Bejdsning af vårraps mod skadedyr og svampesygdomme



Figur 6. Bekæmpelse af sygdomme og skadedyr i vårraps. 4 forsøg Sverige 1999, OS 240. Control of diseases and pests in spring oilseed rape. 4 trials, Sweden 1999.

I Danmark bejdses vår- og vinterraps mod de samme skadegørere som i Sverige. Især rapsjordloppen (*Psylliodes chrysocephala*) har øget betydning i vinterrapsen, der udgør hovedparten af rapsarealet. Cruiser OSR er færdigudviklet og forventes registreret i 2004. I

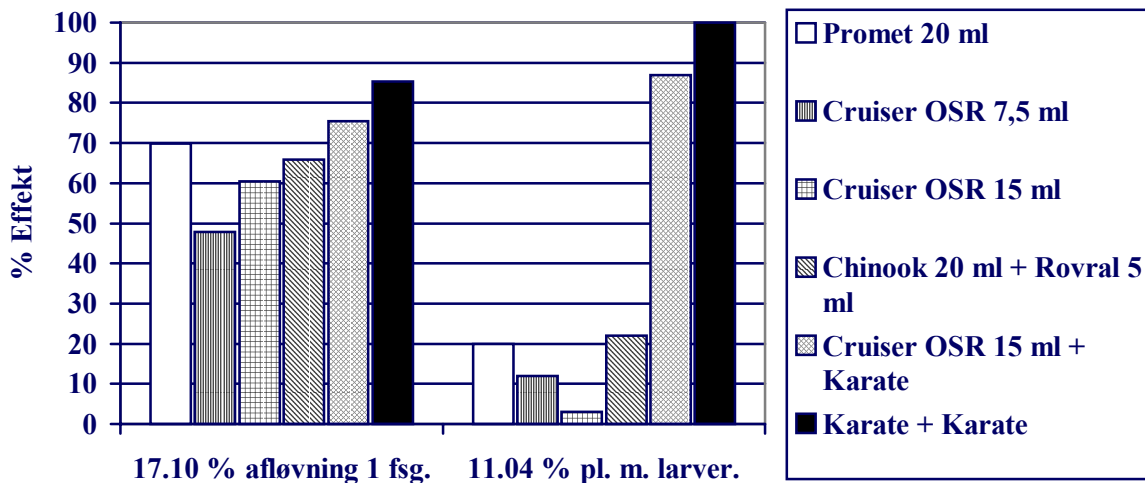
Rapsjordlopper i vinterraps



Figur 7. Cruiser OSR mod rapsjordlopper i hel og halv dosering. Tidligt efterår. 2 forsøg 2002 DJF 02785. Cruiser OSR against cabbage stem flea beetles at full and half doses. Early autumn. 2 trials 2002.

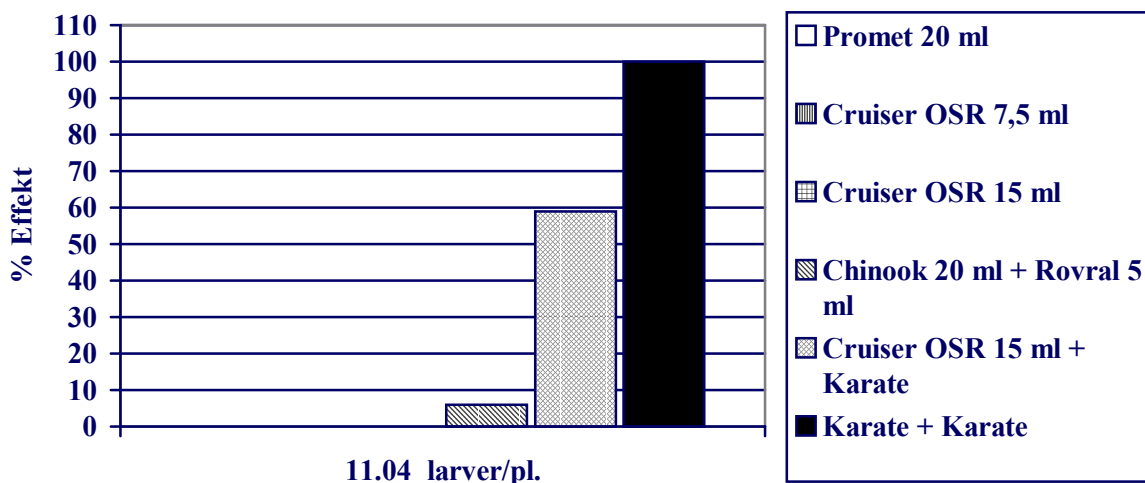
DJF's effektivitetsvurdering anbefales Cruiser OSR med 15 ml/kg frø mod kålskimmel, rodhalsråd, *Pythium spp.*, skulpesvamp, thrips, og jordlopper samt tidlige angreb af rapsjordlopper. Senere og kraftigere angreb af rapsjordlopper kræver opfølgning med pyrethroidsprøjtning. Nedenfor resultater fra DJF forsøg.

Rapsjordlopper i vinterraps



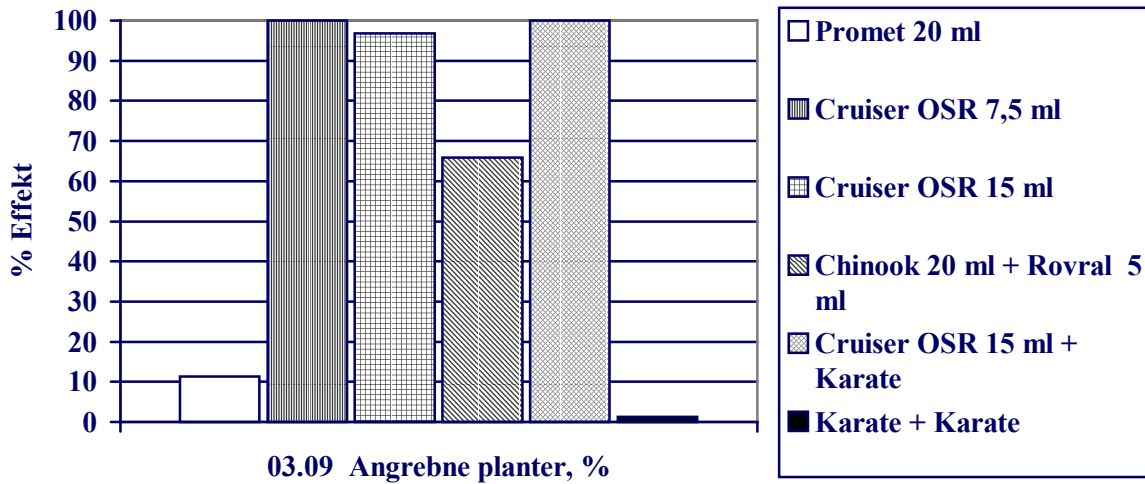
Figur 8. Cruiser OSR mod rapsjordlopper i hel og halv dosering. Samme 2 forsøg sent efterår og tidligt forår. 2002 DJF 02785. Cruiser OSR against cabbage stem flea beetles at full and half doses. The same 2 trials in late autumn and early spring. 2002.

Rapsjordlopper i vinterraps



Figur 9. Antal larver pr. plante forår. Samme 2 forsøg 2002 DJF 02785. Number of larvae per plant in the spring. The same 2 trials 2002.

Kålbladskimmel i vinterraps



Figur 10. Angreb af kålbladskimmel tidligt efterår. Samme 2 forsøg 2002 DJF 02785.
Attack of crucifer downy mildew in the early autumn. The same 2 trials. 2002.

Den danske registrering af Cruiser OSR var forventet til 2 kvartal 2003, sammenfaldende med afregistreringen for Promet 400 CS, der var det eneste dansk registrerede bejdsemiddel til raps. Forskellige forhold umuliggjorde rettidig vurdering af Cruiser OSR, hvorfor det blev besluttet at registrere Cruiser RAPS 70 WS som en overgangsløsning. De specielle danske grundvandskrav bevirkede, at det umiddelbart var muligt at registrere en thiamethoxam med 2,1 g a.i./kg frø svarende til halvdelen af den internationale standard dosering på 4,2 g.

DJF vurderer effekten af Cruiser Raps 70 WS med 2,1 g a.i. = 3 g produkt/kg frø som værende bedre end den tidligere standard Promet mod jordlopper og tilsvarende mod thrips. Som det fremgår af ovenstående resultater, kan effekten mod rapsjordlopper beskytte planterne i fremspiringsfasen, medens tilstrækkelig langtidsvirkning kun opnås ved sprøjtning med et effektivt pyrethroid.

Sammendrag

Cruiser er Syngentas handelsnavn for bejdsemidler indeholdende aktivstoffet Thiamethoxam, der er et anden generations neonicotinoid i den kemiske undergruppe thianicotinyl. Thiamethoxam udmærker sig ved hurtig optagelse og god fordeling i planter og jord under såvel tørre som fugtige forhold. Hurtig systemisk optagelse kombineret med bred insekticid virkning giver Cruiser produkterne et stort potentiale som insektbejdsemiddel i en lang række afgrøder verden over. Cruiser 70 WS og Cruiser 600 FS er i Skandinavien udviklet til

bejdsning af sukkerroer. Cruiser 70 WS er på få år blevet markedsledende i Finland og forventes registreret i Sverige i 2004. I Danmark kan den ønskede dosering ikke registreres på det nuværende grundlag.

Cruiser OSR er færdig udviklet i Skandinavien til bejdsning af vårraps, vårrybs og vinterraps. Som Cruiser 70 WS er Cruiser OSR blevet standard i Finland. Registrering i Sverige forventes i 2004. I Danmark blev Cruiser RAPS 70 WS registreret til brug i vinterraps i 2003 og blev anvendt på over halvdelen af den udsåede vinterraps. Cruiser RAPS er registreret som en overgangsløsning, indtil Cruiser OSR bliver registreret, hvilket formodentlig sker i 2004.

Cruiser RAPS er i dag det eneste bejdsmiddel, der er søgt og blevet registreret til brug i raps i Danmark.

Litteratur

- Eronen L et al.* 2001. Thiamethoxam – a new sugar beet seed treatment in Finland. Seed Treatment Symposium 26 –27 February 2001. British Crop Protection Council. Papers & Posters.
- Fischer W & Widmer H.* 2001. Chemodynamic behaviour of the new insecticide thiamethoxam as seed treatment. Seed Treatment Symposium 26 –27 February 2001. British Crop Protection Council. Papers & Posters.
- Hansen L.* 2003. Bejdsforsøg mod skadedyr. Foreløbige resultater 2003, Alstedgård.
- Höfer D et al.* 2001. Thiamethoxam (CGA 293'343) A novel insecticide for seed delivered insect control. Seed Treatment Symposium 26 –27 February 2001. British Crop Protection Council. Papers & Posters.
- Olsson Å.* 2003 Nya betningsmedel mot skadeinsekter i sockerbetor. Sockernärings BetodlingsUtveckling, Sverige.
- Paaske K* 2002. Danmarks Jordbrugsforskning. Bejdsning mod Rapsjordlopper Trial 02785.

Herbicidresistens – status

Herbicide resistance – state of affairs

Per Kudsk & Solvejg Kopp Mathiassen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Herbicide resistance is an ever-increasing problem worldwide with resistance to ALS, photosystem II and ACCase inhibitors being most common. Recently, however, the occurrence of glyphosateresistant weed biotypes has attracted most attention. Focus in Denmark has been on resistance to sulfonylurea herbicides and the selective graminicides belonging to the “fops” and “dime”. The first occurrence of resistance to sulfonylurea herbicides in Denmark was recorded in *Stellaria media* in 1991 being also the first case of sulfonylurea resistance in Europe. Since then, the number of cases of resistance to sulfonylurea herbicides has increased dramatically in other European countries but not in Denmark. Only within the last few years have new cases not only in *S. media* but also in *Galeopsis sp.* been reported. The sulfonylurea resistant *S. media* biotypes examined hitherto have not shown cross-resistance to florasulam, a triazolopyrimidine herbicide with the same mode of action as the sulfonylurea herbicides. In 2001 the advisory service and agrochemical companies collected 20 seed samples of *Alopecurus myosuroides* from regions where this weed is dominant. A screening of the seed samples surprisingly revealed that 7 of the 20 seed samples were resistant to fenoxaprop-p-ethyl. Additional experiments revealed that 6 of the 7 resistant biotypes expressed targetsite resistance while one expressed multiple resistance. A similar survey of 11 samples in 2002 revealed that 2 seed samples expressed targetsite resistance. Subsequent studies with one of the biotypes possessing targetsite resistance and the biotype with multiple resistance revealed that the former was resistant to tralkoxydim but susceptible to clodinafop-propargyl, pendimethalin and flupyrsulfuron-methyl while the latter was fully resistant to tralkoxydim, clodinafop-propargyl and pendimethalin and partially resistant to flupyrsulfuron-methyl. Susceptibility of targetsite-resistant biotypes to clodinafop-propargyl was expressed at early (2- to 3-leaf stage) as well as later (5- to 6-leaf stage) growth stages. A proper assessment of resistance requires information on the variation in sensitivity of susceptible biotypes the so-called baseline sensitivity. Such a study is currently being carried out for one of the most important weed species in Denmark, *Apera spica-venti*, to herbicides recently registered for the control of this weed species.

Indledning

Herbicidresistens er et stigende problem verden rundt, og i de seneste år er herbicidresistens også blevet mere udbredt i Danmark. Herbicidresistens kan defineres som ”en ukrudtsplantes nedarvede egenskab til at overleve doseringer, som tidligere var tilstrækkelige til at bekæmpe den pågældende art”. Det vil sige, at modsat de tilfælde, hvor en ukrudtsart kan overleve behandling med et herbicid fra det tidspunkt herbicidet introduceres, så er der med herbicidresistens tale om en udvikling fra, at en ukrudtspopulation har været følsom til, at den kan overleve behandling med et herbicid. Denne udvikling skyldes ikke genetiske ændringer i ukrudtsplanterne men derimod en selektion af de mindst følsomme biotyper, som følge af længere tids anvendelse af det pågældende herbicid.

Formålet med nærværende artikel er at give en status over resistenssituationen på globalt plan med fokus på de seneste års udvikling samt at præsentere resultaterne fra de senere års danske undersøgelser.

Herbicidresistens globalt og resistensmekanismer

I følge hjemmesiden ”International Survey of Herbicide Resistant Weeds” (www.weedscience.org), som løbende opdateres ved, at forskere fra hele verden indrappporterer nye fund af herbicidresistente ukrudtsbiotyper, var der den 1. december 2003 fundet 284 forskellige resistente ukrudtsbiotyper. Disse 284 tilfælde repræsenterer 171 forskellige arter, hvoraf 102 er tokimbladede arter, og 69 er enkimbladede arter. Der er ikke nogen tendens til, at specifikke plantefamilier er hyppigere repræsenteret end andre bedømt i forhold til deres andel af den samlede ukrudtsflora måske med undtagelse af ukrudtsarter tilhørende græsserne.

Langt de fleste tilfælde af herbicidresistens er rapporteret inden for de sidste 20 år, hvor der har været en næsten lineær stigning i antallet af tilfælde af herbicidresistens. Opgjort på basis af herbicidernes virkemåde er gruppen af herbicider, der virker ved at blokere for acetolactat syntase (ALS) (f.eks. sulfonylurea herbiciderne), de hyppigst repræsenterede med 82 tilfælde efterfulgt af fotosystem II inhibitorer (f.eks. atrazin og terbuthylazin) med 65 tilfælde og acetyl-coenzym-A carboxylase (ACCCase) inhibitorer (f.eks. fenoxaprop-p-ethyl og tralkoxydim) med 33 tilfælde. Stigningen i antallet af resistenstilfælde over for acetolactat syntase har været eksplosiv inden for de seneste 10 år. Herbicidresistens er særlig udbredt i USA, Canada og Australien. I Europa er problemerne størst i Frankrig, Spanien og Storbritannien.

I langt de fleste tilfælde af herbicidresistens er der tale om såkaldt *target-site* resistens. Denne type resistens skyldes som regel en mutation i et enkelt gen, hvilket resulterer i, at herbicidet ikke kan binde sig til det protein, hvor det normalt udøver sin effekt. Billedligt talt er der tale

om, at nøglen (= herbicidet) ikke længere passer i låsen (= bindingsstedet i planten). Target-site resistens forårsages i de fleste tilfælde af et enkelt dominerende gen, det vil sige, enten er en plante følsom eller også er den resistent. Udbredelsen af resistens afhænger af det pågældende gens andel i populationen. Ved et stort selektionstryk kan der ske en meget hurtig opformering, som det er observeret i flere tilfælde med bl.a. sulfonylurea herbiciderne, hvor 3-4 års kontinuerlig anvendelse har været tilstrækkelig til at forårsage udbredt resistens hos visse ukrudtsarter. I praksis opleves target-site resistens ofte, som om resistens opstår fra det ene til det andet år.

I de fleste tilfælde af target-site resistens vil ukrudtsbiotyperne foruden det herbicid, som er årsagen til selektionen af den resistente biotype, også være resistente over for andre herbicider fra samme kemiske gruppe. F.eks. var den resistente biotype af fuglegræs, som blev fundet ved Ringsted i 1991, og som var blevet selekteret som følge af flere års anvendelse af chlorsulfuron, også resistent over for andre sulfonylurea herbicider (Kudsk *et al.*, 1995). Derimod kan der være tale om store forskelle i resistensen over for andre kemiske grupper med samme virkemåde. Således var resistensniveauet hos den ovenfor nævnte fuglegræsbiotype betydeligt lavere over for herbicider tilhørende gruppen af imidazolinoner, som ligeledes virker ved at blokere for acetolactat syntase (Kudsk *et al.*, 1995). Tilsvarende udviser græsser, som er resistente over for fenoxaprop-ethyl, fluazifop-butyl eller andre herbicider tilhørende gruppen af aryloxyphenoxy-propionater (fop) herbicider, meget varierende grad af resistens over for gruppen af cyclohexadioner (dim) herbicider, som f.eks. clethodim og tralkoxydim på trods af, at disse to grupper af herbicider har samme virkemåde. Resistens over for herbicider med samme virkemåde fra samme eller andre kemiske gruppe, betegnes *krydsresistens*. Over for herbicider med andre virkemåder er der i de fleste tilfælde tale om en uændret følsomhed, det vil sige ingen krydsresistens.

Den anden type af resistens skyldes, at de resistente biotyper besidder en større kapacitet til at nedbryde eller inaktiverer herbicider. De fleste tilfælde af denne type resistens er fundet hos græsser f.eks. agerrøvehale, hanespore og *Lolium rigidum*. Disse biotyper er karakteriseret ved, at de foruden den herbicidgruppe, som har forårsaget selektionen, også udviser resistens over for herbicider med andre virkemåder. Årsagen til dette er, at mange herbicidgrupper nedbrydes eller inaktiveres af de samme mekanismer i planterne. Denne type resistens kaldes ofte *multipl resistens*. Multipl resistens er et potentielt større problem end target-site resistens, da der ofte vil være meget begrænsede muligheder for kemisk bekæmpelse. Multipl resistens er mest udbredt hos *L. rigidum* i Australien og agerrøvehale i Storbritannien, Frankrig og Tyskland.

Multipl resistens formodes at være polygent nedarvet, og i en ukrudtspopulation vil de derfor være alle niveauer af respons fra følsom til resistens over for et herbicid. Gentagen anvendelse af det samme herbicid vil medføre et gradvis skift i ukrudtspopulationen mod højere grad af resistens, men denne udvikling vil være mere progressivt fremskridende end for target-site

resistens og opleves i praksis derfor ikke som et pludseligt skift i ukrudtspopulationens følsomhed.

Den mest interessante udvikling i de senere år er fremkomsten af glyphosatresistente ukrudtsbiotyper. Situationen i slutningen af 2003 er, at der nu er fundet glyphosatresistens hos 6 forskellige ukrudtsarter (www.weedscience.org). Det første tilfælde blev rapporteret i 1996 i Australien i arten *Lolium rigidum*. Efterfølgende er der fundet glyphosatresistens hos ital. rajræs, *Eleusine indica*, canadisk bakkestjerne og senest i 2003 to endnu ikke endeligt konfirmerede tilfælde i Sydafrika i arterne *Conyza bonariensis* og lancet-vejbred (*Plantago lanceolata*). Fælles for disse tilfælde af resistens er, at de er fundet i plantager o.l., hvor glyphosat er anvendt flere gange årligt. Derimod er der endnu ikke rapporteret om resistens som følge af dyrkningen af transgene glyphosattolerante afgrøder.

Herbicidresistens i Danmark

Med baggrund i udviklingen i herbicidresistens på globalt plan samt det faktum, at sædskiftet og herbicidforbrugsmønstret i de senere år er blevet mere ensidigt end tidligere, blev det i foråret 2001 besluttet at gennemføre en systematiseret indsamling af frøprøver i Danmark for at monitere forekomsten af herbicidresistens. De første resultater fra denne monitoring blev præsenteret ved den 20. Danske Planteværnskonference (Mathiassen & Kudsk, 2003). I denne artikel vil resultaterne fra de opfølgende undersøgelser blive præsenteret.

Metodebeskrivelse

Indsamlingen af frøprøver er dels foregået ved at opfordre konsulenter, der observerer svigtende bekæmpelse, og hvor man med baggrund i historiske oplysninger om herbicidforbruget i de pågældende marker kunne formode, at der var tale om resistens, til at indsende frøprøver. De fleste frøprøver af fuglegræs med formodet resistens over for sulfonylurea herbicider er indkommet på denne måde. Endvidere har der i samarbejde med Landscentret været gennemført en mere systematisk indsamling af frøprøver af agerrævehale fra egne, hvor denne ukrudtsart har været et problem i mange år. Endelig har der ligeledes i samarbejde med Landscentret været gennemført en indsamling af frøprøver af vindaks med henblik på at fastlægge variationen i denne ukrudtsarts følsomhed over for nyere herbicidgrupper, som ikke tidligere har været anvendt til bekæmpelse af vindaks.

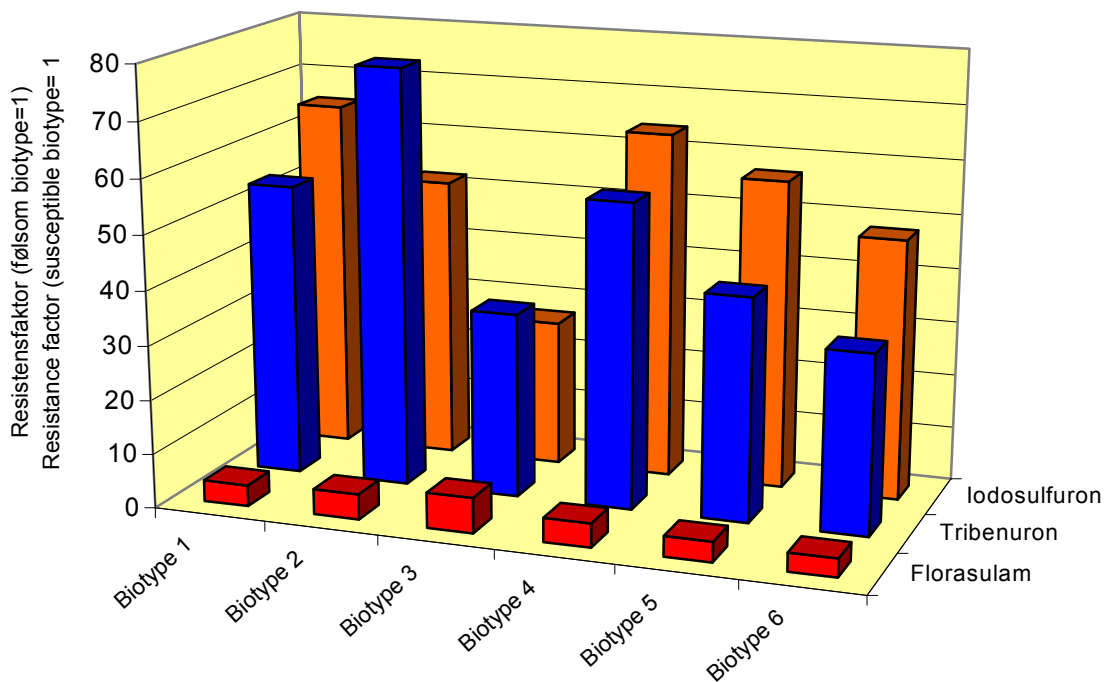
I flere tilfælde var frøprøvernes spireevne meget lav, og det var nødvendigt at eftermodne frøene i varmeskab. I andre tilfælde modtog vi så få frø, at det var nødvendigt først at opformere visse biotyper for at kunne gennemføre forsøgene.

Frøene blev sået i 0.3, 1 eller 2 l potter i enten markjord eller et dyrkningsmedium bestående af markjord, sand og sphagnum afhængig af ukrudtsart og herbicid. Planterne blev behandlet på de udviklingstrin, hvor herbiciderne typisk anvendes under markforhold. Planterne blev behandlet med 3-6 doseringer af de aktuelle herbicider i en pottesprøjte med en sprøjteteknik, som var typisk for det pågældende herbicid. Ca. 3-4 uger efter sprøjtning blev planterne høstet, og der blev målt frisk- og tørvægt. Effekten af behandlingerne er opgjort som procent effekt i forhold til ubehandlede planter af samme biotype. I enkelte forsøg var det muligt at estimere doseringskurver, og i disse forsøg er effekten opgjort ved at estimere ED₅₀ og/eller ED₉₀ doseringer. For fuglegræs' vedkommende har vi anvendt følsomme biotyper fra Forskningscenter Flakkebjerg, KVL og Storbritannien som reference. For agerrævehales vedkommende har vi foruden en følsom dansk biotype fra Forskningscenter Flakkebjerg anvendt følsomme og resistente biotyper fra Storbritannien.

Resultater og diskussion

Sulfonylurearesistens

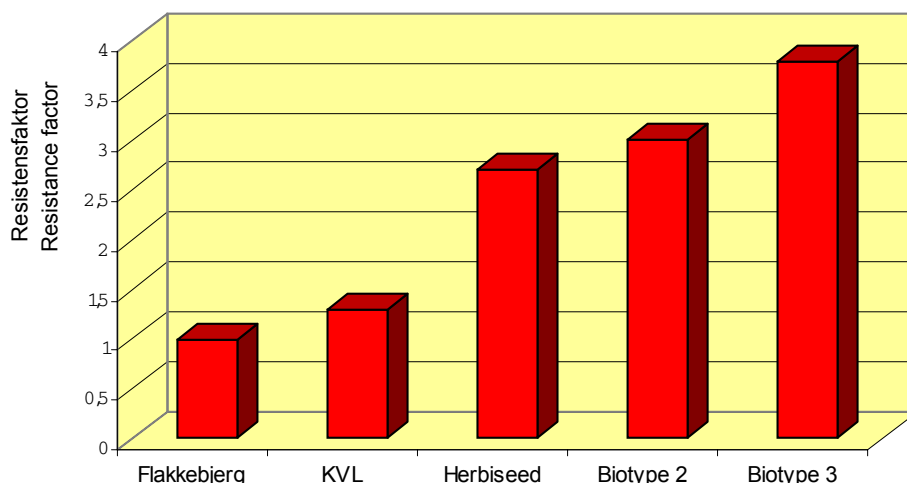
I figur 1 er vist nogle af resultaterne fra en undersøgelse af 6 formodede sulfonylurearesistente fuglegræs biotyper. Frøprøverne var indsamlet i marker, hvor der var observeret svigtende bekæmpelse med tribenuron-methyl og/eller iodosulfuron-methyl Na. I forsøget indgik begge disse sulfonylurea herbicider, florasulam, som har samme virkemåde som sulfonylureaherbiciderne men tilhører gruppen af triazolopyrimidiner, fluroxypyr samt ioxynil+bromoxynil. Forsøget viste, at alle 6 biotyper var resistente over for begge sulfonylurea herbicider med resistensfaktorer varierende fra 27 til 77. Resistensfaktoren er et udtryk for, hvor mange gange, det er nødvendigt at øge doseringen, for at opnå samme effekt på de resistente som på den følsomme biotype. I figur 1 er ligeledes vist resistensfaktoren over for florasulam, som varierede fra 3.4 til 6.5. For alle 6 biotyper var der tale om en signifikant lavere følsomhed over for florasulam, end tilfældet var med den sulfonylureafølsomme biotype. Som det også fremgår, var resistensniveauet over for florasulam markant lavere end over for de to sulfonylurea herbicider. Der blev ligeledes observeret en nedsat følsomhed hos de 6 sulfonylurearesistente biotyper over for fluroxypyr. For fluroxypyr's vedkommende varierede resistensfaktoren mellem 1.3 og 1.7, men for ingen af biotyperne var der tale om statistisk signifikante forskelle. Ioxynil+bromoxynil doseringerne var generelt for lave, og det var derfor ikke muligt at estimere doseringskurverne, men resultaterne tydede ikke på nogen forskel i følsomhed imellem biotyperne.



Figur 1. Resistensfaktorer for 6 sulfonylurearesistente fuglegræs biotyper over for sulfonylurea herbiciderne tribenuron og iodosulfuron-methyl Na samt triazolopyrimidin herbicidet florasulam. Resistance factors for 6 sulfonylurea resistant biotypes of *S. media* to the sulfonylurea herbicides, tribenuron-methyl and iodosulfuron-methyl Na and the triazolopyrimidine herbicide florasulam.

Det faktum, at resistensniveauet over for florasulam var betydeligt lavere end over for sulfonylurea herbiciderne såde tvivl om, hvorvidt den nedsatte følsomhed over for florasulam var et udtryk for krydsresistens. Det kan ikke udelukkes, at den anvendte følsomme biotype ikke var repræsentativ for de danske populationer af fuglegræs. I et efterfølgende forsøg undersøgte vi derfor følsomheden hos 3 formodede følsomme biotyper fra henholdsvis Forskningscenter Flakkebjerg, KVL og Herbiseed i Storbritannien, og sammenholdt disse biotypers følsomhed over for florasulam med de resistente biotyper 2 og 3 fra det tidligere forsøg. Resultaterne fra dette forsøg er vist i figur 2.

Som det fremgår, ligger følsomheden af KVL biotypen på linie med Flakkebjerg biotypen, hvorimod den følsomme biotype fra Herbiseed mere ligner de to sulfonylurearesistente biotyper. Følsomheden af de 3 sidstnævnte biotyper over for florasulam var signifikant mindre end for Flakkebjerg biotypen. Resultaterne fra dette forsøg understreger, at det ikke er muligt entydigt at afgøre, hvorvidt de sulfonylurearesistente biotyper udviser krydsresistens over for florasulam.



Figur 2. Resistensfaktorer for 3 sulfonylureafølsomme (Flakkebjerg, KVL og Herbiseed) og 2 sulfonylurearesistente (Biotype 2 og 3) fuglegræs biotyper over for florasulam (Flakkebjerg = 1). Resistance factors for 3 sulfonylurea susceptible (Flakkebjerg, KVL and Herbiseed) and 2 sulfonylurea resistant (Biotypes 2 and 3) biotypes of *Stellaria media* to florasulam (Flakkebjerg was set to 1).

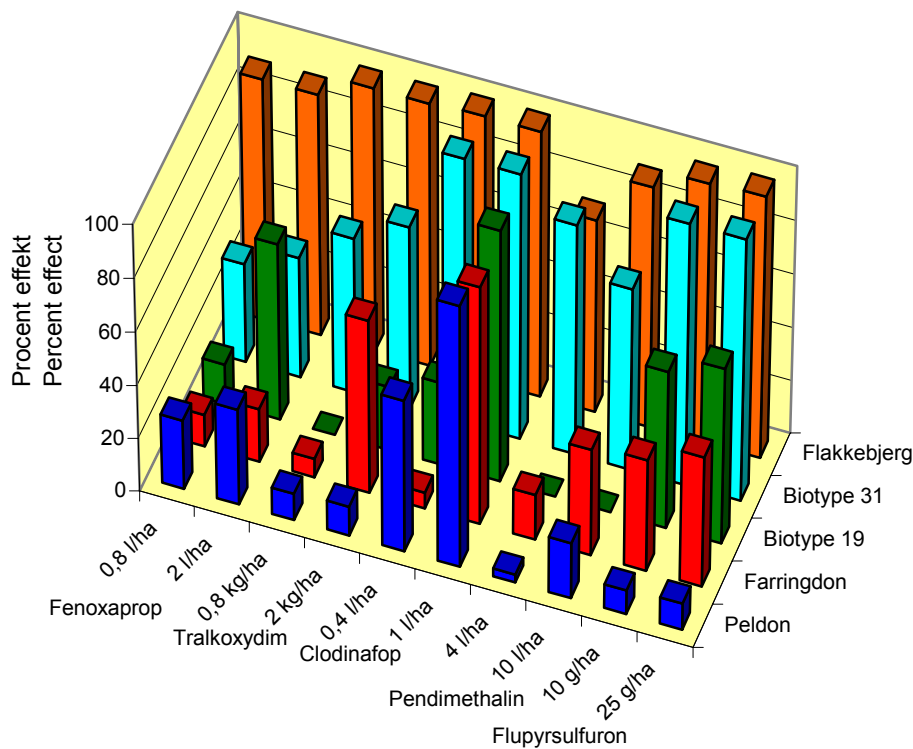
Størrelsen af variationen imellem de følsomme biotyper er ikke ualmindelig for den naturlige variation imellem følsomme biotyper. Således blev der fundet en variation i følsomheden hos biotyper af kornvalmue på op til 4.2 inden for et enkelt land og på 4.9 imellem biotyper indsamlet i 5 forskellige europæiske lande (Paterson *et al.*, 2002). I følge de samme forfattere skal følsomheden være mindst 3 gange mindre end gennemsnittet af de følsomme biotyper, før man kan tale om resistens. Den gennemsnitlige resistensfaktor for de 3 følsomme biotyper var 1,7, det vil sige, at resistensfaktoren mindst skal være 5.1, før man kan tale om resistens. Med baggrund i dette må det konkluderes, at der ikke er påvist krydsresistens over for florasulam hos de undersøgte sulfonylurearesistente fuglegræs biotyper. Belært af erfaringerne fra tidligere tilfælde af herbicidresistens, må det imidlertid antages, at udbredt anvendelse af florasulam i marker med sulfonylurearesistente fuglegræs biotyper hurtigt vil føre til selektion af florasulamresistente biotyper, blandt andet fordi fuglegræs, ligesom tilfældet er med de fleste sulfonylurea herbicider, er meget følsom over for florasulam, og selektionstrykket derfor er højt.

Foruden fuglegræs er der indtil nu kun påvist resistens over for sulfonylurea herbicider hos hanekro, og der er for denne ukrudtsart kun påvist et enkelt tilfælde i Østjylland. Vi har i løbet af efteråret 2003 modtaget frøprøver af blandt andet kornvalmue og lugtløs kamille indsamlet i marker, hvor der er observeret en utilfredsstillende bekæmpelse med sulfonylurea herbicider, så måske vil listen over sulfonylurearesistente ukrudtsarter i Danmark snart blive forøget med en eller to arter.

Resistens over for fenoxaprop-p-ethyl

Indsamlingen af frøprøver af agerrævehale i 2001 viste, at ud af 20 biotyper var de 7 resistente over for fenoxaprop-p-ethyl og en var delvis resistent. En tilsvarende indsamling i 2002 viste resistens hos 2 ud af 11 frøprøver. Efterfølgende er der udført forsøg med henblik på at bestemme de resistente biotypers krydsresistens over for clodinafop-propargyl, tralkoxydim, pendimethalin og flupyr-sulfuron-methyl.

I et forsøg blev krydsresistensen hos 2 biotyper sammenholdt med krydsresistensen hos to resistente engelske biotyper (Farringdon og Peldon), som indgår i det udvalg af resistente biotyper, som danner grundlag for klassificeringen af resistente biotyper i Storbritannien. Som det fremgår af figur 3, så udviser biotype 31 kun resistens over for fenoxaprop-p-ethyl og tralkoxydim, mens effekten af de 3 øvrige herbicider er uændret. Modsat udviser biotype 19 forskellig grad af resistens over for samtlige af de undersøgte herbicider.



Figur 3. Effekt af to doseringer (1 N og 2.5 N) af herbiciderne fenoxaprop-p-ethyl, tralkoxydim, pendimethalin, clodinafop-propargyl og flupyr-sulfuron-methyl over for 5 agerrævehalebiotyper. Effect of two doses (1 N and 2.5 N) of each of the herbicides fenoxaprop-p-ethyl, tralkoxydim, pendimethalin, clodinafop-propargyl and flupyr-sulfuron-methyl on 5 biotypes of *A. myosuroides*.

Biotype 31 udviser et typisk mønster på target-site resistens dog med den forskel i forhold til en række andre agerrævehale biotyper med samme resistensmønster, at der stort set ingen

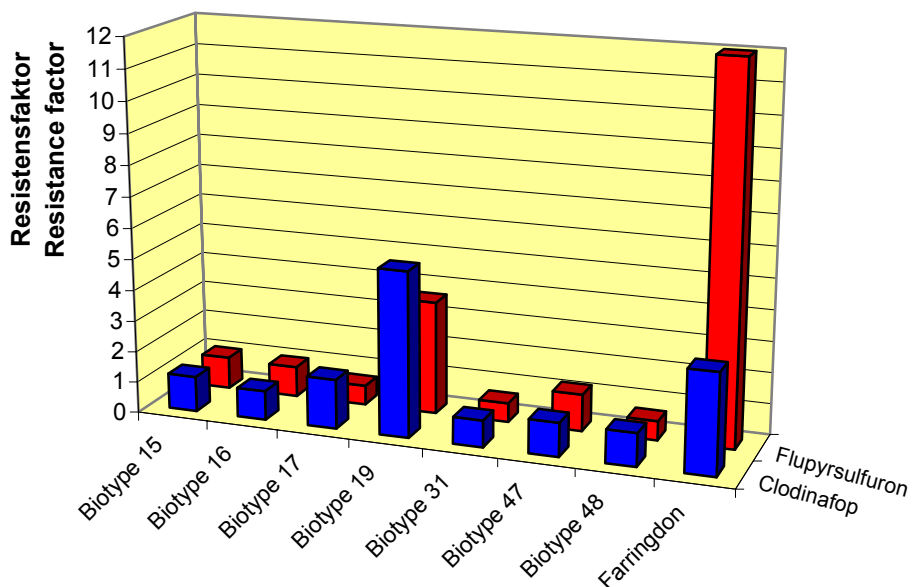
krydsresistens er fundet over for clodinafop-propargyl. Ved doseringen 0.4 N var effekten af clodinafop-propargyl dog signifikant bedre over for den følsomme Flakkebjerg biotype end over for biotype 31. Modsat udviser biotype 19 et typisk mønster for multipel resistens, idet der er observeret resistens over for herbicider med forskellige virkemåder. I Storbritannien klassificeres resistente agerrævehale biotyper ved hjælp af et system, hvor man med udgangspunkt i effekten over for en følsom standard biotype klassificerer de øvrige biotyper som enten følsomme (S), marginal følsom (R?), delvis resistent (RR) eller resistent (RRR). I tabel 1 er vist klassificeringen for henholdsvis biotype 19 og de to engelske biotyper, som er eksempler på biotyper med multipel resistens, på grundlag af effekten af normaldoseringen (1 N). Som det fremgår af tabel 1 er krydsresistensmønstret for biotype 19 identisk med Farringdon biotypen.

Tabel 1. Klassificering af resistens hos biotype 19 og to engelske biotyper med multipel resistens over for 5 herbicider. Classification of resistance of biotype 19, Farringdon and Peldon to 5 herbicides.

	Fenoxaprop	Tralkoxydim	Clodinafop	Pendimethalin	Flupyrsulfuron
Biotype 19	RRR	RRR	RRR	RRR	RR
Farringdon	RRR	RRR	RRR	RRR	RR
Peldon	RRR	RRR	RR	RRR	RRR

En efterfølgende undersøgelse med alle 7 resistente biotyper viste, at de 6 af biotyperne udviser et krydsresistensmønster, som tyder på target-site resistens, og kun biotype 19 kan klassificeres som en multipel resistent biotype. I dette forsøg var der igen overensstemmelse mellem klassificeringerne af biotype 19 og Farringdon med undtagelse af tralkoxydim, hvor biotype 19 blev klassificeret som RRR, mens Farringdon biotypen blev klassificeret som RR.

I forsøget var der inkluderet 5 doseringer af herbiciderne fenoxaprop-p-ethyl, clodinafop-propargyl og flupyrsulfuron-methyl, hvilket betød, at det var muligt at estimere doseringskurverne for de to sidstnævnte herbicider og dermed beregne resistensfaktorer. Resistensniveauet over for fenoxaprop-p-ethyl var for alle biotypers vedkommende meget højt. I figur 4 er vist de estimerede resistensfaktorer for de 7 resistente biotyper, og som det kan ses, er det kun biotype 19 samt den engelske referencebiotype Farringdon, som udviser krydsresistens over for clodinafop-propargyl og flupyrsulfuron-methyl, hvilket er typisk for biotyper med multipel resistens.



Figur 4. Resistensfaktorer for flupyr-sulfuron-methyl og clodinafop-propargyl på 7 danske og 1 engelsk fenoxaprop-p-ethyl resistente agerrævehale biotyper. Resistance factors for flupyr-sulfuron-methyl and clodinafop-propargyl on 7 Danish and 1 UK fenoxaprop-p-ethyl-resistant biotypes of *A. myosuroides*.

Den manglende krydsresistens over for clodinafop-propargyl hos samtlige biotyper med target-site resistens er påfaldende. Det stemmer imidlertid godt overens med tilbagemeldingerne fra de marker, hvor de resistente biotyper er fundet, og hvor der generelt opnås god effekt med clodinafop-propargyl. I Storbritannien har man også observeret bedre effekt med clodinafop-propargyl end med fenoxaprop-p-ethyl, men forskellen imellem de to herbicider er mest udpræget på de tidlige udviklingstrin. På senere udviklingstrin udviser agerrævehale biotyper med target-site resistens mere udpræget resistens over for clodinafop-propargyl. Med henblik på at undersøge, om udviklingstrinnet har indflydelse på graden af resistens hos de undersøgte biotyper, blev der gennemført et forsøg, hvor 3 biotyper med target-site resistens (biotype 16, 31 og 41), biotypen med multipel resistens (biotype 19) samt den følsomme Flakkebjerg biotype blev behandlet på henholdsvis 2-3 og 5-6 bladstadiet. Resultaterne er vist i tabel 2, og som det fremgår, er der ikke observeret forskelle i følsomheden hos de target-site resistente og følsomme biotyper, og der er ingen indikation på, at udviklingstrinnet påvirker graden af krydsresistens.

Tabel 2. Procent effekt af 0.2 l/ha clodinafop-propargyl (1/2 N) over for 4 danske fenoxaprop-p-ethyl resistente agerrævehalebiotyper og 1 følsom agerrævehalebiotype på 2 udviklingstrin. Per cent effect of 0.2 l/ha clodinafop-propargyl (1/2 N) on 4 Danish fenoxaprop-p-ethyl-resistant biotypes and 1 susceptible biotype of *Alopecurus myosuroides*.

	Biotype 16	Biotype 19	Biotype 31	Biotype 41	Flakkebjerg
2-3 blade	97	68	98	97	99
5-6 blade	97	44	94	96	94

Årsagen til, at der ikke er observeret krydsresistens til clodinafop-propargyl hos biotyperne med target-site resistens kan skyldes, at clodinafop-propargyl på det tidspunkt, frøprøverne blev indsamlet, først lige var blevet registreret i Danmark. Det må antages, at udbredt anvendelse af clodinafop-propargyl vil resultere i, at der i løbet af forholdsvis kort tid vil ske en selektion af biotyper med resistens eller krydsresistens over for dette herbicid.

Engelske undersøgelser har vist, at agerrævehale biotyper med target-site resistens som oftest er følsomme over for sethoxydim, som ikke markedsføres i Danmark, og cycloxydim, som forventes markedsført i år. Begge disse herbicider er ikke selektive i korn og er derfor kun af interesse i sædskifteafgrøder. Tralkoxydim er kemisk beslægtet med sethoxydim og cycloxydim og er selektiv i visse kornafgrøder, men som nærværende undersøgelser viser, kan der ikke forventes effekt af dette herbicid over for agerrævehale biotyper, som udviser multipel resistens.

Opsummering

Der synes ingen tvivl om, at herbicidresistens er i fremmarch i Danmark. Med baggrund i udenlandske erfaringer og herbicidforbrugets sammensætning må der forventes et stigende antal tilfælde af resistens over for ALS og ACCase inhibitorer. Det er muligt at forsinke denne proces ved at implementere antiresistens strategier, men at forhindre en stigning i antallet af tilfælde af herbicidresistens er umuligt. At udviklingen er forsinket i Danmark i forhold til det meste af det øvrige Europa kan tilskrives, at ændringerne imod et mere ensidigt sædskifte med stor dyrkning af vintersæd er sket senere end i f.eks. Storbritannien, Frankrig og Tyskland, samt at vi har praktiseret en herbicidanvendelse med udbredt anvendelse af herbicider med kort persistens i jorden, tankblandinger af herbicider med forskellige virkningsmekanismer og reducerede doseringer, hvilket forsinket udviklingen af resistens. Det er en praksis, som ikke har været foranlediget af en bekymring om herbicidresistens, men derimod er resultatet dels af et ønske om at optimere herbicidanvendelse og dels af den danske godkendelsespraksis. Det er som regel muligt at bekæmpe resistente biotyper med andre herbicider og herbicidblandinger, men ofte vil konsekvensen af herbicidresistens være et stigende herbicidforbrug, så en stigende udbredelse af herbicidresistens kan få implikationer i forhold til mulighederne for at nå det ønskede mål i Pesticidplan 2004-2009.

Ved Forskningscenter Flakkebjerg er vi interesserede i fortsat at monitorere herbicidresistens udviklingen. Så samtidig med at vi gerne vil takke konsulenter ved Landscentret/Planteavl og i de lokale landøkonomiske foreninger samt ansatte i de agrokemiske firmaer for deres villighed til at indsende frøprøver fra marker, hvor der er mistanke om herbicidresistens, vil vi også gerne opfordre til at fortsætte med dette. Uden en aktiv indsamling og medvirken fra disse er det ikke muligt at monitorere udviklingen i herbicidresistens.

Som det fremgik af diskussionen af krydsresistens over for flurasulam hos sulfonylurearesistente fuglegræs biotyper, er det væsentligt at kende ukrudtspopulationens oprindelige følsomhed over for et herbicid. I praksis er det svært at generere disse referencedata også kaldet "baseline" data, da der ofte har været anvendt herbicider med samme virkemåde tidligere. I et forsøg på at fremskaffe data for en vigtig ukrudtsart, blev der i efteråret 2002 indsamlet frøprøver af vindaks. Det var umiddelbart før introduktionen af iodosulfuron-methyl, som er det første græsherbicid, som virker ved at blokere for ALS. I dette tilfælde er det altså muligt at generere referencedata for en vigtig ukrudtsart over for en gruppe herbicider, som vil blive hyppigt anvendt, og hvor risikoen for udvikling af resistens er høj.

Sammendrag

På verdensplan er herbicidresistens et stadigt stigende problem. Resistens er mest udbredt over for ALS, fotosystem II og ACCase inhibitorer. I de seneste år er det imidlertid specielt forekomsten af glyphosatresistente ukrudtsbiotyper, som har tiltrukket sig opmærksomhed. Herbicidresistens er et uundgåeligt resultat af den intensive anvendelse af herbicider, men hastigheden, hvormed resistens udvikles over for et herbicid, påvirkes af dyrkningspraksis og måden, hvorpå herbiciderne anvendes. Fokus i Danmark har i de senere år været på sulfonylurea herbicider og gruppen af selektive græsherbicider, de såkaldte "fop" og "dim" herbicider f.eks. fenoxaprop-p-ethyl og clethodim. Det første tilfælde af resistens over for sulfonylurea herbicider i Danmark blev fundet hos fuglegræs i 1991, og det var samtidigt det første tilfælde i Europa. Siden hen er antallet af påviste tilfælde i det øvrige Europa vokset meget stærkt, mens udviklingen i Danmark har været mindre dramatisk. Først inden for de senere år er der sket en markant stigning i antallet af tilfælde, og det er nu ikke kun i fuglegræs, at der observeres sulfonylurearesistens, men også hos hanekro. Hidtil har ingen af de resistente fuglegræs biotyper udvist krydsresistens over for flurasulam, som har samme virkemåde som sulfonylurea herbiciderne men tilhører en anden kemisk gruppe. I 2001 indsamlede planteavlskonsulenterne 20 frøprøver af agerrævehale, og det viste sig uventet, at 7 af disse frøprøver var resistente over for fenoxaprop-p-ethyl. Efterfølgende undersøgelser viste, at 6 af de 7 frøprøver udviste "target site" resistens, mens resistensen hos en enkelt frøprøve skyldtes multipel resistens, det vil sige en forøget evne til at nedbryde og inaktivere fenoxaprop-p-ethyl. En tilsvarende undersøgelse af frøprøver indsamlet i 2002 viste, at 2 ud af 11 frøprøver var delvist resistente. Senere forsøg har vist, at frøprøver med "target site" resistens er følsomme over for tralkoxydim, clodinafop-propargyl, flupyr-sulfuron-methyl og pendimethalin, hvorimod der blev fundet en nedsat følsomhed overfor disse herbicider hos biotypen med multipel resistens. Et vigtigt redskab i vurderingen af forekomsten af resistens er de såkaldte "baseline" studier, hvor den naturlige variation i ukrudtsarternes følsomhed fastlægges. Der er behov for "baseline" studier for de økonomisk mest betydende ukrudtsarter i danske sædskiftemarket. P.t. gennemføres ved Danmarks JordbrugsForskning et "baseline" studie for vindaks.

Litteratur

- Kudsk P, Mathiassen SK & Cotterman JC.* 1995. Sulfonylurea resistance in *Stellaria media* [L.] Vill. Weed Research, 35, 19-24.
- Mathiassen SK & Kudsk P.* 2003. Screening af agerrævehale for herbicidresistens. DJF Rapport Markbrug, 89, 351-353.
- Paterson EA, Shenton ZL & Strazewski AE.* 2002. Establishment of baseline sensitivity and monitoring response of *Papaver rhoeas* populations to florasulam. Pest Management Science, 58, 964-966.

1. Danske Plantekongres 2004

Fungicidresistens - status

Fungicide resistance - status

Lise Nistrup Jørgensen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

The biggest quantities of fungicides in Denmark are used for control of cereal diseases, mainly triazole and strobilurins are used. Approximately 2 applications are carried out in wheat and 0-2 in barley crops per season, depending on season and disease pressure. In wheat nearly all treatments have been carried out using mixtures of strobilurins and triazoles in a ration of 1:1, using a total of 0.75 of a full dose per season. Already the first year that strobilurins (1998) were introduced in Denmark isolates of wheat powdery mildew (*Blumeria graminis f.sp. tritici*) with resistance to strobilurins could be found in the country. In 2003 also strobilurin resistance to barley powdery mildew (*Blumeria graminis f. sp. hordei*) has been found at low rates. In 2002 the first isolates with strobilurin resistance to *Septoria tritici* was found at one locality in Denmark and in 2003 the resistant population has increased significantly although there was no evidence of lack in field performance. In 2004 the strobilurins will still be recommended for disease control in wheat as the products can still be expected to add to the control of septoria as well as giving beneficial effect on other diseases. The dose of triazoles will be increased on order to insure safe control of septoria. The ration of 1 strobilurin to 2 triazoles will be recommended. It remains to be seen in future trials if the strobilurins will keep providing the known greening effects and yield benefits if and when the effect on septoria totally disappear.

Indledning

Danmark har i løbet af 1970'erne og 1980'erne set flere eksempler på, at introducerede fungicider har mistet deres effektivitet. Svigtende effekt af benzimidazolenerne over for knækkefodsyge var et af de første veldokumenterede eksempler på en total ændring i følsomhed og deraf følgende ændring af bekæmpelsespraksis (Jørgensen *et al.*, 1987).

Nogle fungicider udvikler hurtigere resistente svampe end andre (tabel 1). Midler der kun virker ind på en enkelt mekanisme hos svampen, styret af et enkelt eller få gener er mest udsatte for resistensopbygning (Brent K., 1995). Til denne gruppe fungicider hører bl.a. de gamle carbendazimer (Derosal og Benlate), phenylamiderne (Ridomil) og strobilurinerne (Comet, Amistar). Ergosterolhæmmerne (Tilt, Folicur, Corbel, Tern m.fl.) er også specifikke midler, men undersøgelser har vist, at der skal ske polygene ændringer, før resistens udvikler sig (Holloman *et al.*, 1984). For mange af de gamle fungicider, f.eks. maneb, mancozeb og svovl, der er kontaktmidler uden indtrængning i planten, er der tale om en meget bred virkemekanisme. Dette er formentlig baggrunden for, at der ikke er set resistens over for disse midler (tabel 2). Denne præsentation begrænser sig til alene at diskutere resistens i forhold til ergosterolhæmmere og strobiluriner anvendt i korn.

Tabel 1. Fremkomst af fungicidresistens hos forskellige grupper af fungicider over for specifikke sygdomme. Occurance of practical Fungicide Resistance in diseases (modified after Brent, 1995).

Resistens fundet Resistance found	Gruppe af fungicider Group of fungicides	År efter 1. brug Year after 1. use	Sygdom Disease
1964	Kviksølv	40	D. teres
1970	Benzimidazols	2	Knækkefodsyge
1971	Pyrimidines (Milgo)	2	Meldug
1980	Phenylamider (Ridomil)	2	Kartoffelskimmel
1982	Dicarboximider (Rovral)	5	Gråskimmel
1982	DMI (Tilt, Bayfidan etc)	7	Meldug
1985	Carboxanilides (Carboxim)	15	Nøgen bygbrand
1998	Strobilurins	2	Meldug

Tabel 2. Inddeling af eksisterende hovedgrupper af fungicider i 3 risikogrupper for udvikling af fungicidresistens. Division of fungicides into 3 risk groups depending on their likelihood of developing resistance.

Risiko for udvikling af resistens Risk of resistance development	Fungicid gruppe Fungicide group
Ingen eller lav risiko <i>No or low risk</i>	Dithiocarbamater (Maneb, Mancozeb, Thiram) Svovl Pyridinaminer (fluazinam) Carbamater (propamocarb)
Moderat risiko <i>Moderate risk</i>	Morpholiner (fenpropimorph, fenpropidin) DMI-midler (tebuconazole, propiconazole, metconazole, prochloraz, bitertanol, imazalil) Dicarboximiderne (iprodion) Anilinopyrimidine (cyprodinil, pyrimethanil)
Høj risiko <i>High risk</i>	Benzimidazoler (Benomyl, carbendazim, thiabendazol, fuberidazol) Phenylamider (metalaxyl) Strobiluriner (Azoxystrobin, pyraclostrobin, kresoxim-methyl)

Strobilurinresistens

Strobilurinerne blev i 1996 introduceret til svampebekæmpelse i korn i Tyskland. I 1998 blev det første strobilurin registreret i Danmark, og allerede i sommeren 1998 fandt man i Nordtyskland de første meldugresistente isolater i hvede, ligesom man fandt én enkelt resistent spore i Danmark. Siden disse fund har resistensudviklingen nøje været fulgt i hele Europa.

Årsagen til strobilurinresistens skyldes hos de fleste patogener en punktmutation i et enkelt gen på det sted strobilurinerne virker, i det såkaldte bc1 kompleks hos svampens mitochondrier. Denne mutation betegnes G143A og består i, at aminosyren, glycine er skiftet ud med aminosyren alanin i position 143 hos cytochrome b proteinet (Gisi *et al.*, 2000). Derved ændres den 3-dimensionelle struktur i bc1 komplekset, således at strobilurinet ikke længere kan bindes og dermed virke hæmmende på svampens energiproduktion. Mitochondrierne er cellernes energiforsyner. 11 forskellige enkelt mutationer er beskrevet at kunne forekomme i cytochrome b (Gisi *et al.*, 2002). Kun to af disse G143A og F129 L er fundet hos patogener. Resistensfaktoren hos F129L er fundet til 400-900, mens den er endnu højere for G143A (>1000).

De firmaer, der producerer strobiluriner og overvåger for resistens, har udviklet PCR metoder, der kan måle resistensen mere specifikt, end det tidligere har været muligt ved hjælp af in vivo test og in vitro test. Metoderne gør det muligt at måle resistens frekvenser på 1 ud 10000, hvilket er på et niveau, hvor det ikke tidligere var muligt at opfange resistente dele af populationen (Fraaije *et al.*, 2002).

Hvedemeldug

De første fund af strobilurinresistent hvedemeldug blev gjort i 1998. Strobilurinresistent hvedemeldug spredte sig hurtigt, og de sidste monitoringsdata viser nu, at der i hele Nordeuropa findes strobilurinresistent hvedemeldug i en grad, der gør bekæmpelse af hvedemeldug med strobiluriner uaktuel. Procentdelen af resistent hvedemeldug ligger typisk over 75%. Kun syd for Alperne er der stadig følsomt hvedemeldug.

Fra flere af vores nabolande er der i markforsøg set svigtende effekt ved bekæmpelsen af hvedemeldug efter brug af strobiluriner (Fraaije *et al.*, 2002). Siden 2000 har der også været set eksempler fra Danmark på svigtende effekter i marken (Jørgensen og Høyer, 2001).

Erfaringerne indtil nu har vist, at de strobilurinresistente meldugisolater er konkurrencedygtige og udviser god fitness. Indtil nu er der således ikke viden, der ser ud til at støtte, at resistente populationer med tiden vil ændre sig hen imod større følsomhed, hvor man er holdt op med at bruge strobiluriner (Heaney *et al.*, 2000).

Markforsøg med forskellige antal sprøjtninger med strobilurin har vist, at antallet af sprøjtninger påvirker udviklingen i resistens hos hvedemeldug, hvilket indikerer, at selektionstrykket øges ved stigende anvendelse. Anvendelse af kvantitativ-PCR har vist sig velegnet til at følge udviklingen i frekvensen af A143 alleller i markpopulationen af hvedemeldug. 3 sprøjtninger fik således frekvensen af resistente sporer til at stige fra 2% til 58% (Fraaije *et al.*, 2002).

Bygmeldug

Udviklingen af strobilurinresistent bygmeldug har været væsentligt langsommere, end det man har set hos hvedemeldug. De første resistente isolater blev fundet i 1999, og siden disse fund har der været en betydelig forøgelse af resistensniveauet i visse dele af Europa. I dele af Frankrig er andelen af resistente isolater steget til over 60%. I England ligger resistensniveauet på ca. 20%, mens man i Tyskland finder stor variation i resistensniveauet. Mange områder i Tyskland ligger stadig på 0%, mens 60% resistente isolater er fundet som det højeste niveau.

I 2003 er der for første gang målt nedsat følsomhed over for bygmeldug i Danmark. Niveauet af resistens er stadig relativt lavt. Ca. 10% af de undersøgte isolater har været resistente. Der er ikke observeret svigtende effekt under markforhold. De begyndende fund af strobilurinresistent bygmeldug betyder, at der til den kommende sæson ikke længere kan forventes fuld effekt af strobilurinerne Amistar, Comet og Mentor over for bygmeldug. I byg har man flere alternativer til meldugbekæmpelse bl.a. Zenit, Folicur, Tilt top og Unix, hvilket betyder, at strobilurinresistens ikke er kritisk for bekæmpelse af denne sygdom.

Tilsvarende som for hvedemeldug har forsøg fra England vist, at stigende antal sprøjtninger og høje doseringer af strobilurin påvirker udviklingen i resistens hos bygmeldug, hvilket skyldes at selektionstrykket øges (Fraaije *et al.*, 2003). Også her har anvendelse af kvantitativ-PCR vist sig velegnet til at følge udviklingen i frekvensen af A143 alleller i markpopulationen af bygmeldug. Forsøget viste også, at blandinger og alternering kan være med til at stabilisere resistensniveauet.

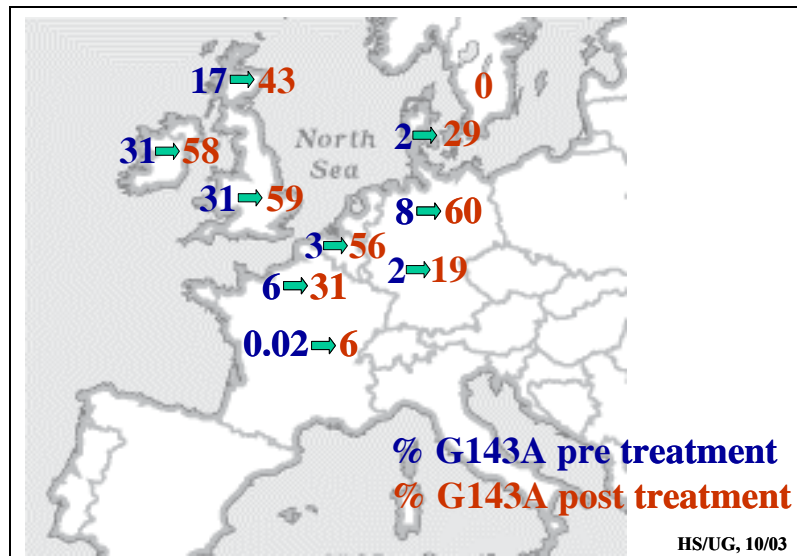
*Hvedegråplet (*Septoria tritici*)*

I 2002 blev der for første gang konstateret resistens over for hvedegråplet (*Septoria tritici*).

Strobilurinresistens kunne måles i relativt lave niveauer flere steder i Europa (1-2%).

Udviklingen peger på, at der uafhængigt af hinanden er sket en udvikling af resistens på grund af flere års kraftig selektion i populationen. I 2002 fandt vi også i Danmark det første resistente isolat i en Sønderjysk mark, hvor der havde været intensiv hvededyrkning og hyppig brug af strobiluriner. Resistensniveauet i 2002 var højt især i Irland, hvor man så eksempler på svigtende effekt under markforhold. Resistensniveauet udviklede sig betydeligt i flere lande henover vinteren 2002/2003, og som det fremgår af figur 1, har der i 2003 været en betydelig stigning i niveauet fra foråret og frem til sommerprøverne blev udtaget i hele Nordeuropa. De første prøver fra 2003, der er analyseret fra Danmark tyder på, at der også har været en betydelig stigning i

niveauet her i landet (se figur 1). I alt er der analyseret 40 prøver fra Danmark, før sprøjtesæsonen gik i gang. Kun 5 af disse prøver viste ingen tegn på resistens. De fleste prøver viste lave niveauer, men 2 prøver havde niveauer på henholdsvis 19 og 23%. De første sommerprøver analyseret af Syngenta har vist resistensniveauer på mellem 0,15% og 79%. Et større antal sommerprøver er stadig under analysering ved Danmarks JordbrugsForskning.



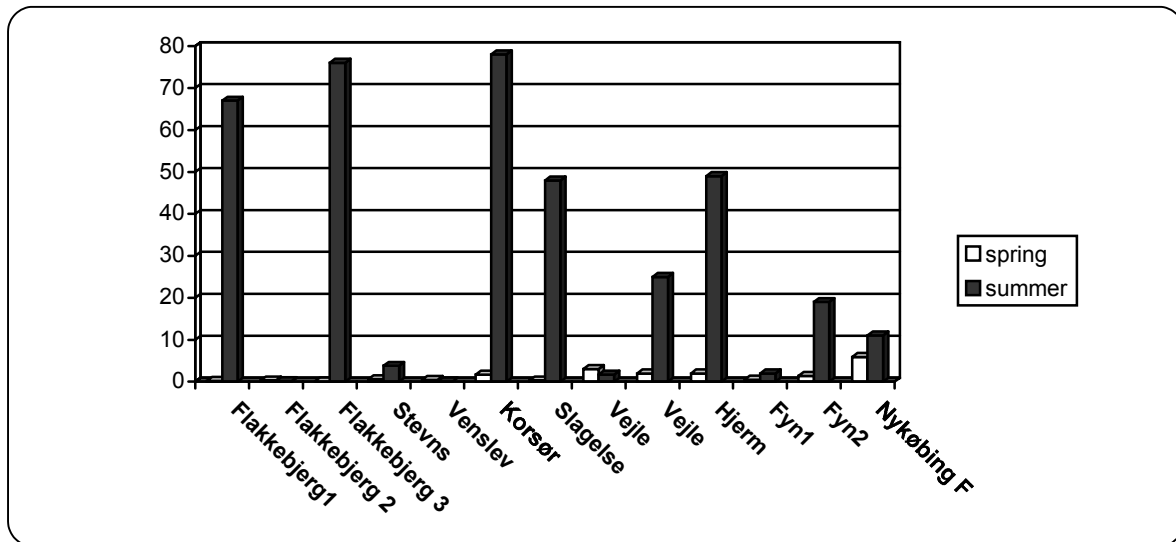
Figur 1. Udviklingen af strobilurinresistens i Nordeuropa i sæson 2003. Første måling er sket før sprøjtning, mens 2. måling er sket sidste på sæsonen. Kilde. Syngenta. Development of strobilurin resistance to *Septoria tritici* in Europe in the season 2003. First measures were carried out before spraying and 2nd after applications.

Generelt har der været god effekt under markforhold, selv i marker med høje resistensniveauer. Det forventes, at udgangsniveauet vil være større til den kommende sæson, og dermed vil der være større usikkerhed om bekæmpelsesniveauerne.

Erfaringer fra markforsøg i Irland og England, hvor man har afprøvet midler i forsøg med forskellige resistensniveauer har været, at én sprøjtning alene kan være med til at øge resistensniveauet betydeligt. Blandinger har stabiliseret resistensudviklingen lidt men har dog ikke kunnet hindre udviklingen (Bill Clark Pers. Com). Flere forsøg viser, at der stadig har været en udbyttmæssig fordel ved at blande strobiluriner med triazoler, men også at blanding med f. eks. chlorothalonil har bidraget væsentlig til bekæmpelse og udbytte.

Den udbredte resistens betyder, at man ikke til den kommende sæson kan være sikker på at opnå tilstrækkelig god effekt med strobilurinerne alene. For at sikre sig god septoriabekæmpelse er det derfor nødvendigt at hæve doseringen af triazoler (Opus, Folicur, Tilt). Det anbefales fortsat at

blande strobiluriner og triazoler. Tidligere blev der anbefalet et forhold på 1:1, men for at sikre god effekt skal forholdet ændres til 1:2. Det forventes stadig, at der på en del lokaliteter vil opnås god effekt på septoria med strobilurinerne i 2004, og det vurderes også, at deres forgrønnende effekt stadig betyder, at de med fordel kan bruges. Kommende undersøgelser skal undersøge, om man på længere sigt stadig kan opnå fordele ved brug af strobiluriner.



Figur 2. Udviklingen af strobilurinresistent septoria på 13 lokaliteter fra Danmark. Målt før sprøjtning 2003 og igen på vs. 75. Som det fremgår, har der været en betydelig stigning på de fleste lokaliteter. Development of strobilurin resistance to *Septoria tritici* at 13 localities in Denmark 2003, sampled before and after fungicide treatments 2003.

Hvedebladplet

Strobiluriner har i forsøg vist sig som værende yderst effektive til bekæmpelse af denne sygdom (Jørgensen & Jensen, 2003). I 2003 har man i Sverige imidlertid set eksempler på overraskende lave effekter fra strobiluriner i forsøg, ca. 40%, hvilket er væsentligt lavere end for Tilt behandlinger (Berg Pers. com). Også i Danmark har man på en enkelt lokalitet set overraskende lav effekt fra strobilurinerne. Der findes p.t. ingen velkendte metoder til analysering af strobilurinresistens hos hvedebladplet, og om den lave effekt skyldes egentlig resistens er ikke verificeret.

Øvrige sygdomme

Resistensudviklingen er kun i begrænset udstrækning fulgt hos andre sygdomme. DJF har undersøgt et stort antal prøver af bygbladplet fra 2002 og ikke fundet nogen resistens. Firmaerne har desuden i 2003 haft undersøgelser i gang på rustsygdomme, bygbladplet og skoldplet, uden at man har fundet resistente isolater.

Ergosterolhæmmerne

DMI/Triazoler

Triazolene har været meget anvendt i ca. 25 år. Fra firmaside er der udviklet mere end 20 forskellige aktivstoffer inden for denne gruppe, som især virker på svampesygdomme inden for ascomyceterne og basidiomyceterne. Midlerne er brugt bredt i mange kulturer, men de største mængder har været brugt til bekæmpelse af sygdomme i korn.

Nedsat effekt og eksempler på resistens over for ergosterolhæmmerne er set inden for en lang række sygdomme. Set i lyset af denne gruppe midlers store udbredelse må midlerne dog siges at have holdt deres effektivitet forbavsende godt. Den genetiske baggrund for udvikling af resistens til DMI's er generelt fundet at være polygen for adskillige patogener, og ændret følsomhed er generelt set som en gradvis ændring (adaptation) (Hollomon *et al.*, 1984).

For meldug har man set en reduceret følsomhed i forhold til vildtype isolater over for DMI midlerne, men niveauet har generelt stabiliseret sig i løbet af en årrække (Felsenstein, 1994; Chin *et al.*, 1998).

For *Septoria tritici* blev der i 1990'erne generelt målt EC₅₀ værdier på mellem 0,08 og 0,18 ppm. De mindst følsomme isolater i denne periode lå med maksimal værdier på 0,9 ppm. I 2002/2003 er målt en ændring i følsomheden på ca. en faktor 4 (Gisi Pers. Comm), hvilket indikerer, at der er sket et mindre skred i følsomheden. Et skred, der ikke generelt vurderes at have ledt til svigtende markbekæmpelse. Visse observationer i udlandet peger dog på, at der i praksis er set lavere effekt af bl.a. epoxiconazol i forhold til tidligere, ligesom doseringsresponskurven for epoxiconazol i 2003 har flyttet sig i forhold til kurven i 1996-1997 (Neil Paveley Pers. Comm). Enkelte danske målinger af septoria isolaternes følsomhed over for triazoler har i 2003 vist EC₅₀ værdier på 0,35-1,61 ppm (Bayer, com), hvilket også er højere end for de oprindelige vildtypeisolater.

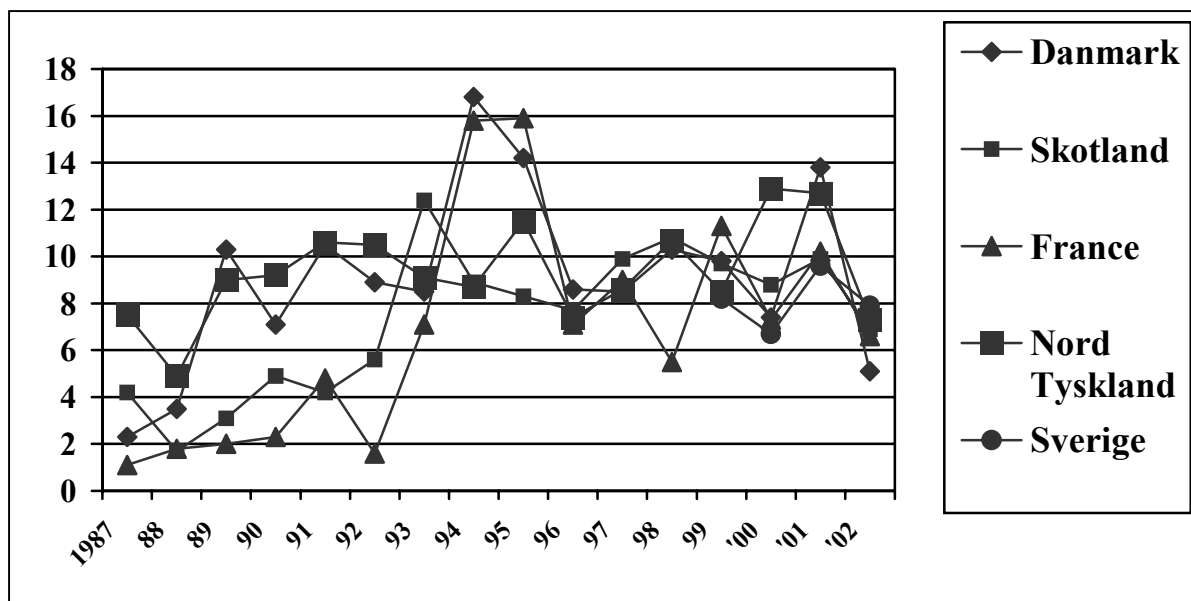
Nedsat effekt af isolater af *S. tritici* er blandt andet fundet at hænge sammen med lavere optagelse af midlerne hos svampen (Gisi *et al.*, 2000) og påvirkning af forskellige såkaldte "transporter" (De Ward, 1997).

Lave doseringer af triazoler er ofte blevet fremhævet som et element, der kan være med til at øge risikoen for resistensudvikling. Der findes populationsdynamiske teorier, der støtter denne teori, men det modsatte eksisterer også (Mavroidis & Shaw, 2002). Danmark har en lang tradition for anvendelse af reducerede doseringer uden, at dette har givet øget resistensopbygning hos ergosterolhæmmere, sammenlignet med vores nabolande, der traditionelt har brugt højere doseringer. Indtil videre er der ikke viden, der begrundes, at vi skal ændre på vores

doseringsstrategi, som bygger på, at vi skal anvende effektive og økonomisk optimale doseringer.

Morpholiner

Morpholiner har i udstrakt grad været brugt til meldugbekæmpelse med stor succes igennem de sidste 20 år. Udviklingen i resistensfaktoren har været moderat for disse midler, og resistensfaktoren ser ud til at have stabiliseret sig for alle lande omkring en faktor 10, se figur 3 (Felsenstein Pers com). Morpholinerne er generelt lidt mere effektive over for bygmeldug. Morpholiner er i dag at betragte som de meste stabile meldugfungicider, som er til rådighed på det danske marked.



Figur 3. Resistens faktor i flere lande i Europa for hvedemeldug overfor morpholiner.
Development in resistance factors to wheat mildew for morpholines (Felsenstein).

Sammenfattende konklusion

I de senere år har der været en hurtig udvikling i fungicidresistens især over for strobilurinerne. Dette er dybt beklageligt, da midlerne generelt har medvirket til at højne både bekæmpelses- og udbyttensniveauet. Antallet af midler, der er til rådighed til bekæmpelse af de enkelte sygdomme i korn, er meget begrænset, hvilket gør det vanskeligt at lave langsigtede bekæmpelsesstrategier.

Hvorvidt resistensudviklingen kunne være modvirket er et uafklaret spørgsmål. I Danmark har vi generelt overholdt anbefalingerne fra FRAC reglerne, som maksimalt anbefaler 2 sprøjtninger pr. sæson, ligesom vi i udpræget grad har brugt blandinger. Disse regler har dog ikke været tilstrækkelige til at stoppe en resistensudvikling. Hvilket er set både i Danmark og i vores nabolande.

Det skønnes, at antallet af behandlinger med midlerne samt brugen af blandinger er de vigtigste faktorer, når man skal forsøge at mindske selektionen i sygdomspopulationerne og risikoen for resistensudviklingen. En overordnet strengere regulering af brugen ved hjælp af godkendelsestekster, der f. eks kun tillader én anvendelse pr. sæson, vil være en mulighed. Det må imidlertid forventes, at sådanne restriktioner vil møde modstand både fra producenter og jordbruget.

Den usikkerhed, der kan opstå omkring bekæmpelse af tabsgivende sygdomme som følge af udvikling af fungicidresistens, stiller større krav til inddragelse af alternative bekæmpelsesmetoder. Især brugen af sorter med god sygdomsresistens er af største betydning.

Litteratur

- Brent KJ.* Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? Global Crop Protection Federation. p 48.
- Chin KM, Felsenstein FG & Gisi U.* 1998. Stabilizing selection of *Erysiphe graminis f.sp. tritici* populations for sensitivity to sterol biosynthesis inhibitors. Abstract no. 5.5.27, Proceedings 7th international Congress of Plant Pathology Edinburgh.
- De Ward MA.* 1997. Significance of ABC transporters in fungicide sensitivity and resistance. Pesticide Science. 51. 271-275.
- Gisi U, Chin KM, Knapova G, Küng Färber R, Mohr U, Parisi S, Sierothzki H & Steinfeld U.* 2000. Recent development in elucidating modes of resistance to phenylamide, DMI and strobilurins fungicides. Crop Protection 19. 863-872.
- Fraaije BA, Butters JA, Coelho JM, Jones DR & Hollomon DW.* 2002. Following the dynamics of strobilurin resistance in *Blumeria graminis f.sp. tritici* using quantitative allele-specific real time PCR measurements with the fluorescent dye SYBR Green I. Plant Pathology 51, 45-54.
- Fraaije BA, Lucas JA, Clark B & Burnett FJ.* QoI resistance development in populations of cereal pathogens in the UK. The BCPC international congress Crop Science and Technology 2003. 689-694.
- Felsenstein FG.* 1994. Sensitivity of *Erysiphe graminis f.sp. tritici* to demethylation inhibiting fungicides in Europe. In: Heany, S., Slawson, D., Hollomon DW., Smith M., Russel PE., Parry DW., (EDS) Fungicide Resistance, BCPC Monograph No. 60 Farnham, Surrey, UK pp 35-42.
- Heaney SP, Hall AA, Davies SA & Olaya G.* 2000. Resistance to fungicides in the QoI-STAR cross-resistance group: Current perspectives. Brighton Crop Protection Conference 755-762.

- Hollomon DW, Butters J & Clark J.* 1984. Genetic control of triadimenol resistance in barley powdery mildew. Brighton Crop Protection Conference. pp 477-482.
- Jørgensen LN, Nielsen BJ, Falch Petersen E & Elbek-Petersen H.* 1987. Fungicide resistance. Present situation and fungicide strategies for benzimidazoles in Denmark. NJF-Seminar nr. 124 (1987). Växtskyddsrapporter, Jordbruk 48: 59-69.
- Jørgensen LN & Høyer MD.* 2001. Svampesygdomme i korn. Pesticidafprøvning 2000. DJF report 39.23-57.
- Jørgensen LN & Jensen KF.* 2003. Svampesygdomme i korn. Pesticidafprøvning 2002. DJF report 85. 73-77.
- Mavroidis VJ & Shaw M.* 2002. Effects of dose and mixture on selection for reduced sensitivity to triazoles fungicides in *Mycosphaerella graminicola*. Brighton Crop Protection Conference. 859-864.

Insekticidresistens – dansk status

Insecticide resistance – Danish statement

Lars Monrad Hansen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Problems with insecticide resistance in Danish outdoor crops seem very few. Resistant peach potato aphids (*Myzus persicae*) have almost disappeared. Problems with insecticide resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus*) are still present. Locally, the levels of resistance can be very high.

Indledning

Vi kom, vi så og vi sejrede – igen og igen og igen og igen – men skadedyrene er her stadig. De blev ”besejret” første gang for ca. 60 år siden.

Hvis vi betragter de skadelige insekters betydning for udbyttet af jordbrugets afgrøder gennem de sidste ca. 60 år, er der ingen tvivl om, at deres indflydelse er radikalt reduceret. Dette skyldes i vid udstrækning anvendelse af insekticider.

I årenes løb er mange nye syntetiske insekticider blevet opfundet. De har alle været i stand til at slå næsten ethvert skadedyr ihjel, hvor som helst og når som helst – i hvert fald i begyndelsen. Når et succesfuldt insekticid blev anvendt meget og udbredt, begyndte problemerne dog hurtigt at opstå. Problemerne hedder insekticidresistens, og eksemplet med DDT's storhed og fald er velkendt for de fleste.

Resistens blandt skadelige insekter over for de anvendte insekticider har vi set udvikle sig fra slutningen af 1940'erne, hvor det nærmest var at betragte som en videnskabelig kuriositet, og til i dag, hvor det er et enormt praktisk problem. Det truer ikke alene vores evne til at bekæmpe skadedyr i landbruget men også insekter, der overfører alvorlige menneskelige sygdomme.

Problemet er størst i geografiske områder med høj gennemsnitstemperatur, korte udviklingstider for skadedyrene og heraf følgende også et stort insekticidforbrug. Derfor er også danske væksthuse belastet af problemet, mens det kun i mindre grad gælder for de danske frilandsafgrøder. Med mellemrum stikker insekticidresistensen dog sin ubehagelige snude frem – også på de danske marker.

Insekticidresistens

Ved insekticidresistens forstås det fænomen, at et insekt udvikler en genetisk reaktion over for et insekticid, der betyder, at bekæmpelsen forringes.

Enhver insektpopulation indeholder genetisk (arvelig) variation, som indad til i populationen normalt er i balance. Der forekommer imidlertid hele tiden tilfældige mutationer (ændring i generne), hvoraf nogle få vil være ”gode” men de fleste ”dårlige”. Da også insekters udvikling følger Darwins udviklingslære, som går ud på, at den bedst tilpassede overlever, vil de individer med dårlige mutationer normalt gå til grunde. Vi oplever for det meste ikke, at de overhovedet har været der.

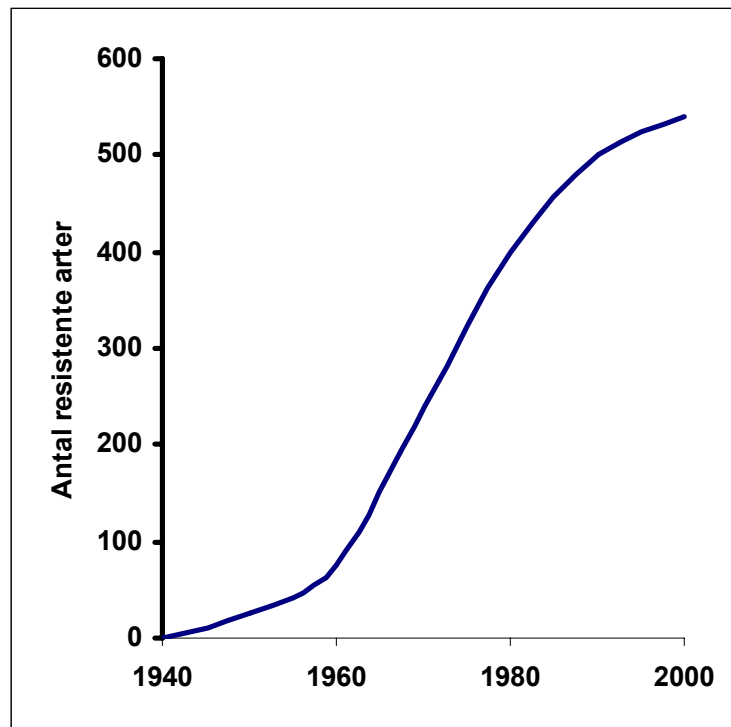
Balancen i en insektpopulations arvmasse kan imidlertid forrykkes, hvis den eksempelvis udsættes for insekticider. Nu vil de insekter med mutationer, der gør, at de kan nedbryde insekticiderne, have en fordel og pludselig være bedst tilpasset. Ved fortsat heftig insekticidpåvirkning vil andelen af de resistente insekter øges kraftigt. Til at begynde med vil det ikke blive bemærket, men i løbet af forholdsvis kort tid – nogen gange under 1 år i tropiske lande – vil den manglende effekt af insekticidet slå tydeligt igennem. Det tidsrum, der går fra et insekticid tages i anvendelse, og til resistens opstår, er naturligvis meget afhængig af selektionstrykket – eller sagt med andre ord antallet af sprøjtninger pr. vækstsæson.

Forekomst af insekticidresistens

Sidste optælling i år 2003, som er opgjort af ”Insecticide Resistance Action Committee” viste, at der nu er 540 insektarter, der er resistente over for et eller flere pesticider. Topscoreren er ferskenbladlusen (*Myzus persicae*), som er blevet testet resistent over for 68 forskellige insekticider, mens eksempelvis havrebladlusen (*Rhopalosiphum padi*) kun er fundet resistent over for et enkelt insekticid og kornbladlusen (*Sitobion avenae*) slet ikke.

Blandt insekticiderne er DDT fundet resistent blandt 257 insektarter, mens pyrethroiderne ”kun” er fundet resistente mod 21 insektarter.

De her anførte tal er globale. Helt så slemt ser det heldigvis ikke ud i Danmark. En væsentlig årsag til dette er, at insekticidforbruget trods megen kritik har været forholdsvis moderat set i det store perspektiv.



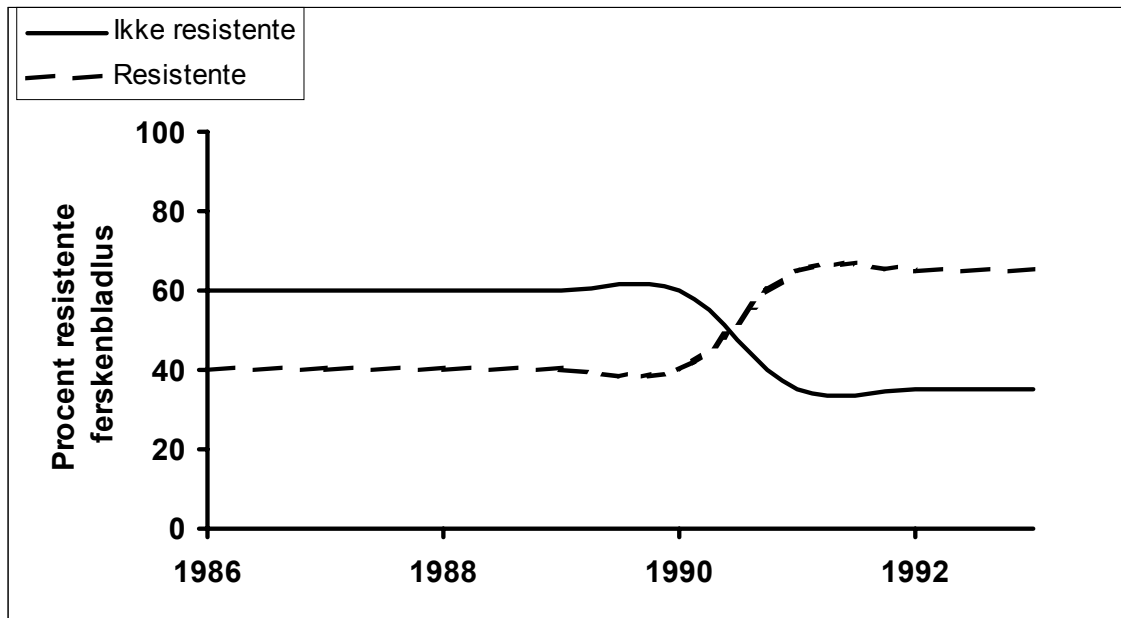
Figur 1. Global udvikling af insekticid resistente dyrearter. Global development of insecticide resistant animals.

Insekticidresistente ferskenbladlus (*Myzus persicae*)

Et af de væsentlige problemer fra begyndelsen af 1980'erne har været bekæmpelse af ferskenbladlus i sukkerroer. Til at begynde med opstod individer, som producerede et enzym, der var i stand til at nedbryde de insekticider, der blev anvendt mod bladlusene, før de kunne nå at gøre skade. Jo mere af enzymet E4 de kunne producere, desto mere resistente var de. Resistensen var gældende over for alle de anvendte insekticider som organofosfater, carbamater og pyretroider. Senere udviklede ferskenbladlusen også andre former for resistensmekanismer. Den havde således flere strenge at spille på, hvilket gjorde det vanskeligt at komme af med insekticidresistensen.

Ferskenbladlusen havde altså udviklet krydsresistens, men resistensen var heldigvis ikke total. De resistente bladlus var imidlertid mere følsomme over for lave temperaturer, så kolde vintre reducerede bestanden af resistente ferskenbladlus mere end blandt ikke resistente.

Ved Danmarks JordbrugsForskning (daværende Planteværnscenter, Lyngby) fulgte vi udviklingen, som i en lang årrække holdt sig stabil med flest ikke resistente populationer. I begyndelsen af 1990'erne ændrede billedet sig til, at der nu var flest resistente bladlus populationer. I de sidste ca. 10 år har der ikke været økonomisk mulighed for at teste ferskenbladlusen i stort omfang, men løbende er enkeltindivider dog blevet undersøgt.



Figur 2. Forekomst af resistente ferskenbladlus. Occurrence of insecticide resistant peach potato aphids.

Fremkomsten af imidachloprid anvendt som bejdsemiddel ændrede fuldstændigt på forekomsten af resistente ferskenbladlus. I løbet af få år var de stort set udryddet i de danske sukkerroemarkeder. I dag udgør de ikke noget problem, med undtagelse af enkelte tilfælde i specialafgrøder.

Insekticidresistente glimmerbøsser (*Meligethes aeneus*)

De første tegn på svigtende virkning af pyretroiderne ved bekæmpelse af glimmerbøsser sås for nogle år siden, hvor flere rapsavlere gjorde opmærksom på dette. Oplysningerne forekom forholdsvis sporadisk, og det var nærliggende at tænke på forkert sprøjteteknik. Imidlertid blev det hurtigt klart, at det var andet end sprøjteteknik, som var problemet. Dette blev især klart, da der blev konstateret høje resistensniveauer i Frankrig og Sverige.

Konstatering af insekticidresistens blandt danske glimmerbøssepopulationer

I eftersommeren år 2000 blev der indsamlet en enkelt glimmerbøssepopulation fra Jylland, som blev testet med Karate. Populationen viste sig at være stærkt resistent.

I år 2001 blev der testet 12 populationer fra vinterraps og 6 populationer fra vårraps. Tre af vinterrapspopulationerne var indsamlet i Østjylland, mens de øvrige var indsamlet på Midt- og Vestsjælland. Igen så vi meget høje resistensniveauer for pyretroiderne blandt vinterrapspopulationerne og noget lavere blandt vårrapspopulationerne.

Glimmerbøssepopulationerne på vårraps var mindre resistente end populationerne fra vinterraps. Man skulle forvente det modsatte resultat, men dette kan skyldes en tilfældighed på grund af det lille antal testede populationer.

Testen viste endvidere, at Mavrik virkede bedre mod glimmerbøsserne end de to andre testede pyretroider Karate og Sumi-Alpha.

I år 2002 testede Syngenta 21 glimmerbøssepopulationer indsamlet i vinterrapsmarker på Fyn (5), i Sønderjylland (5) og resten i Midt- og Nordjylland. Af disse viste 57% sig at være ikke resistente, 38% svagt resistente, 5% middel resistente og ingen stærkt resistente.

Det samme forhold har man set i Frankrig og Sverige. I Sverige blev der i 2001 og 2002 testet henholdsvis 70 og 62 glimmerbøssepopulationer. Resistensniveauet her faldt betydeligt fra 2001 til 2002. Mavrik var det eneste pyretroid, som havde en tilfredsstillende effekt i markforsøg – et resultat som understøttes af den danske test.

Hvorfor hurtige ændringer i resistensniveauet

Årsagen til den hurtige reduktion i resistensniveauet kan skyldes, at resistensmekanismen (som ikke er kendt) er metabolisk, hvor oxidaser eller esteraser hurtigt nedbryder insekticidet. Fra andre undersøgelser er det velkendt, at en sådan resistensmekanisme har høje biologiske omkostninger, hvilket betyder, at disse biller har vanskeligere ved at overleve vinteren.

Danske undersøgelser i 2003

På baggrund af de senere års resultater besluttede vi i Danmarks JordbrugsForskning at foretage en større og mere landsdækkende undersøgelse, end der tidligere er foretaget. Resultaterne er vist i tabel 1 og 2.

Der er primært på Sjælland, at vi ser de høje resistensniveauer, hvor nogle af glimmerbøsserne overlever at blive udsat for 4 gange normaldosering. Udover at teste Karate og Mavrik testede vi også fenitrothion. Resultatet her var, at selv de stærkt resistente populationer kunne bekæmpes med, hvad der svarer til halv normaldosering af fenitrothion.

Det kan således konkluderes, at glimmerbøssernes resistensniveau over for pyretroiderne lokalt stadig kan være højt, samt at Mavrik tilsyneladende har en tilfredsstillende virkning i

markforsøg. Årsagen til, at man i 2002 ikke fandt de høje resistensniveauer, kan måske skyldes, at der ikke blev undersøgt nogen sjællandske populationer.

Tabel 1. Procent resistente glimmerbøsser (*Meligethes aeneus*) i vinterraps. Per cent resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus*) in winter oil seed rape. N=74.

Lokalitet	Ikke resistente	Svagt resistente	Resistente	Stærkt resistente
Fenitrotion	100	0	0	0
Karate	30	9	32	28
Mavrik	64	27	9	0

Tabel 2. Procent resistente glimmerbøsser (*Meligethes aeneus*) i vårraps. Per cent resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus*) in spring oil seed rape. N=26.

Lokalitet	Ikke resistente	Svagt resistente	Resistente	Stærkt resistente
Fenitrotion	100	0	0	0
Karate	23	50	23	4
Mavrik	65	35	0	0

En måde at holde resistensniveauet nede på, er ved at sprøjte så lidt som muligt. Her er der noget, der tyder på, at de anbefalede skadetærskler ligger for lavt. De er kun gældende i de tilfælde, hvor rapsen er i en meget dårlig kondition.

Derfor har vi ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Flakkebjerg udarbejdet et beslutningsstøttesystem, som tager højde for både vår- og vinterraps' evne til at kompensere for skader forårsaget af glimmerbøsser. Det skulle alt andet lige betyde, at der er mindre behov for bekæmpelse, hvilket modvirker resistens, og er godt både for landmanden og naturen.

Sammendrag

Problemer med insekticidresistens på friland i Danmark er generelt set begrænset. Resistent ferskenbladlus er stort set forsvundet, og tilbage er kun glimmerbøsser, som lokalt kan være meget resistente. Eksemplet med de resistente glimmerbøsser viser imidlertid, at man hele tiden skal være på vagt, således at en fornuftig strategi kan tages i anvendelse.

Litteratur

Casida JE & Quistad GB. (1998). Golden age of insecticide Research: Past, Present, or Future. *Ann. Rev. Entomol.*, 43, 1-16.

Hansen LM. 1994. Insekticidresistente ferskenbladlus. 11. Danske Planteværnskonference, SP Rapport, 7, 187-193.

Hansen LM. 2003. Insecticide resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L.) fields. *Pest Management Science*, 59, 1057-1059.

Metcalf RL. 1989. Insect Resistance to Insecticides. *Pestic. Sci.*, 26, 333-358.

Pesticidresistens - Rådgivning og forebyggende indsats, herunder mærkning af midler

Pesticide resistance - Advisory and preventive efforts, including labelling of products

Jens Erik Jensen

Dansk Landbrugsrådgivning

Landscentret|Planteavl

Udkærvej 15

DK-8200 Århus N

Summary

The use of pesticide mixtures or rotation of pesticides with different mechanisms of action is an important component in the prevention of pesticide resistance. The Danish information system LandbrugsInfo and the Danish pesticide database give detailed information on which mixtures are usable and on the specific mechanism(s) of action of a particular product. Several different classification systems for pesticide mechanism of action exist. In Australia, the inclusion of codes indicating the mechanism(s) of action on labels is mandatory. A similar voluntary system is currently used in Canada and under way in the USA. However, no European initiatives have yet gained consensus. It is to be hoped that a voluntary Danish system can be implemented soon.

Rådgivningsindsats

En væsentlig komponent i forebyggelse af pesticidresistens er blanding af midler med forskellig virkningsmekanisme eller skift mellem disse. Det er vigtigt, at blandingskomponenterne hver for sig har effekt mod den skadegører, som har risiko for at udvikle resistens. En blanding vil ikke være resistensforebyggende, hvis ikke denne betingelse er opfyldt. For eksempel vil anvendelse af blandinger af Express + Oxitril eller Express + Starane 180 i vårsæd forebygge udvikling af sulfonylurea-resistens hos fuglegræs, forudsat at der anvendes sådanne doser af de to produkter, at de begge har en rimelig effekt mod fuglegræs.

Abonnenter vil på Landscentrets hjemmeside LandbrugsInfo (www.landbrugsinfo.dk) kunne finde et antal dokumenter, som behandler resistensproblematikken ud fra et praktisk synspunkt, og som giver konkrete anbefalinger for forebyggelse og håndtering på områder, hvor resistens er en realitet. I den løbende informationsstrøm om bekæmpelse af skadegørere i

forskellige afgrøder bliver problematikken også behandlet med anvisning af konkrete blandinger af produkter, som er anvendelige.

Virkningsmekanismer

Et muligt problem for landmanden er, at han ikke nødvendigvis kan se af produktets etikette, hvilke(n) specifik(ke) virkningsmekanisme(r) produktet har. Imidlertid er virkningsmekanismen for de fleste pesticiders aktivstoffer velkendt. Der findes et antal gode internet-steder med klassifikation af pesticider efter virkningsmekanismer, for eksempel hjemmesiderne for Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) og Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). Disse komiteer består alle af repræsentanter fra kemikaliebranchen. En internet-side helliget herbicidresistent ukrudt og klassifikation af herbicider efter virkningsmekanismer er weedscience.org (Heap, 2003), og for nylig er der offentliggjort en artikel med den såkaldte WSSA-klassifikation af fortrinsvis amerikansk relevante herbicider efter virkningsmekanisme (Mallory-Smith & Retzinger, 2003). Det kan være forvirrende, at der eksisterer flere parallelle klassifikationssystemer for virkningsmekanisme. Således anvender HRAC's system bogstavkoder, medens det næsten identiske WSSA-system anvender talkoder for de forskellige herbicid-virkemekanismer.

Man behøver imidlertid ikke ty til engelsksprogede net-steder for at få information om pesticidernes virkningsmekanismer. I Middeldatabasen (www.landscentret.dk/Middeldatabasen) findes denne information på aktivstofsiderne. Et eksempel for aktivstoffet fluazifop-P-butyl (der blandt andet indgår i produktet Fusilade X-tra) er vist i figur 1.

Virkningsmekanisme

Virkningsmekanisme
Herbicid som blokerer fedtsyresyntesen ved at inhibere enzymet acetyl CoA carboxylase (ACCase) i planten

Midler, som har samme virkningsmekanisme
Agil, Agil 100 EC, Aramo, Defolan, Dito Propaquizafop, Fervin, Fluazifop-P-butyl 250, Focus, Focus Ultra, Fusilade, Fusilade X-tra, Gallant, Grasp 40 SC, Grasp WG, Haloxypop 125, Inter-Haloxypop, Inter-Propaquizafop, IT-Fluazifop-P-butyl, IT-Haloxypop, Kemaprop, LFS Propaquizafop, Select 240 EC

Resistens

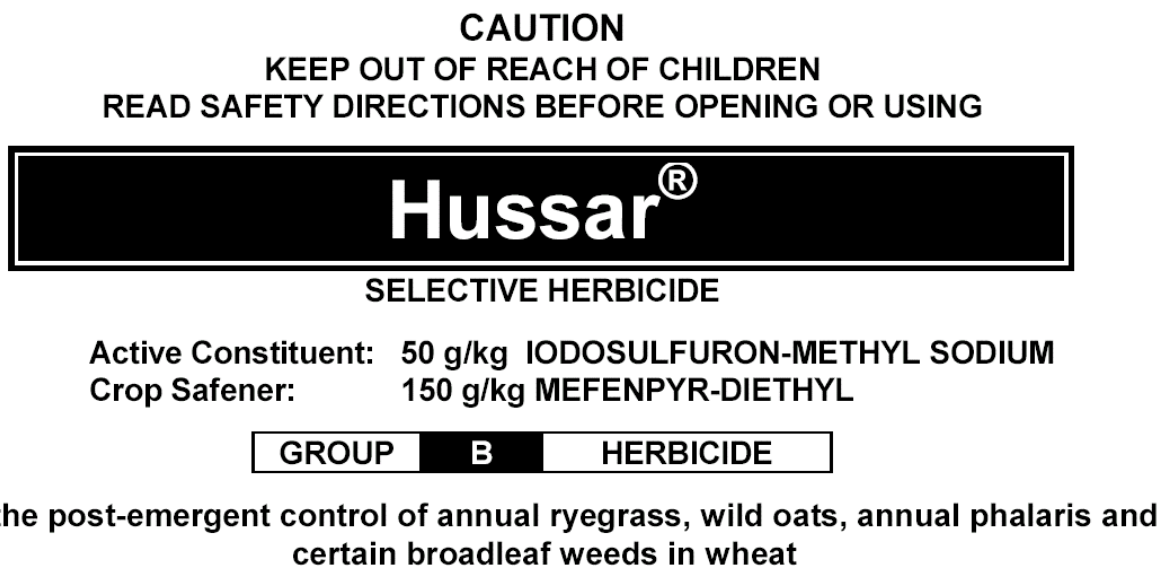
Resistens-klasser
WSSA: Klasse 1: Inhibering af ACCase
HRAC: Klasse A: Inhibering af ACCase

Midler, som har samme resistensklasse
Agil, Agil 100 EC, Aramo, Defolan, Dito Propaquizafop, Fervin, Fluazifop-P-butyl 250, Focus, Focus Ultra, Fusilade, Fusilade X-tra, Gallant, Grasp 40 SC, Grasp WG, Haloxypop 125, Inter-Haloxypop, Inter-Propaquizafop, IT-Fluazifop-P-butyl, IT-Haloxypop, Kemaprop, LFS Propaquizafop, Select 240 EC

Figur 1. Middeldatabasen angiver virkningsmekanismen for hvert enkelt aktivstof. Endvidere gives en liste over midler, som har samme virkningsmekanisme. Der er i dette tilfælde vist resistens-klassifikation efter WSSA- og HRAC-systemerne samt angive midler, som tilhører samme resistensklasse. The Danish pesticide database shows the mechanism of action for each active ingredient. Furthermore, a list of products with the same mechanism of action is shown. In this case the mechanism of action classifications according to the WSSA and HRAC systems are shown.

Information på etiketter

En anden mulighed er at angive et produkts virkningsmekanisme(r) direkte på etiketten. I Australien, som har været hårdt ramt med hensyn til særligt herbicidresistens i mange år, har man for nogle år siden indført et obligatorisk mærkningssystem. Alle pesticidprodukter skal mærkes i hovedfeltet med et eller flere bogstaver, som angiver virkningsmekanismen eller mekanismerne, se figur 2. Klassifikationssystemet tager udgangspunkt i HRAC systemet men er tilrettet på nogle punkter. I Canada har man et lignende frivilligt system, som kemikaliefirmaerne i et vist omfang har taget i anvendelse. Dette system tager udgangspunkt i WSSA-klassifikationen, der anvender talkoder (Heap, 2003; Mallory-Smith & Retzinger, 2003). Man forhandler for tiden i USA om indførelse af et tilsvarende frivilligt system.



Figur 2. Australsk etikette for herbicidet Hussar. I Australien er mærkning af pesticider med en bogstavkode for virkningsmekanisme obligatorisk. Australian label for the herbicide Hussar. In Australia, inclusion of a letter code indicating the mechanism of action is mandatory.

Derimod er der til dato ingen lande i Europa, som har indført mærkningssystemer. Der har været forskellige diskussioner firmaerne og forskere imellem, men der har ikke været enighed om, hvorledes en mærkning skulle foregå. Imidlertid har medlemmerne i Dansk Planteværn besluttet at ville se nærmere på en frivillig dansk mærkningsordning med udgangspunkt i HRAC, FRAC og IRAC klassifikationerne af henholdsvis herbicider, fungicider og insekticider. Et problem er, at der ikke er særligt god plads i hovedfeltet på de danske etiketter, og man vil derfor formentlig flytte informationen til tekst-delen på etiketten.

Problemet med en sådan ordning er, at den kun får praktisk betydning, hvis alle de store firmaer beslutter sig for at gå med. Det er endnu for tidligt at spå om chancerne for et sådant system, men fra rådgivningstjenesten vil vi naturligvis hilse det velkommen.

Sammendrag

Anvendelse af blandinger af eller skift mellem midler med forskellige virkningsmekanismer er en vigtig komponent i forebyggelse af pesticidresistens. På LandbrugsInfo og i Middeldatabasen gives der detaljerede informationer om blandingsmuligheder og om midlernes virkningsmekanismer med henblik på, at man kan forebygge resistensudvikling. Der findes forskellige klassifikationssystemer for mærkning af produkter med en kode for virkningsmekanismen. I Australien har man et obligatorisk system for mærkning, medens man i Canada har et lignende, frivilligt system. I USA arbejder man på et frivilligt system, medens der på europæisk plan endnu ikke har været initiativer, der har været enighed om. Det er et håb, at der i løbet af kort tid kan etableres et system for frivillig mærkning af danske etiketter med sådanne koder.

Litteratur

Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Internet: www.frac.info.

Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). Internet: www.plantprotection.org/hrac.

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Internet: www.plantprotection.org/irac.

LandbrugsInfo. Internet: www.landbrugsinfo.dk. Kræver abonnement for at se visse typer af information.

Mallory-Smith CA & Retzinger EJ. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed Technology*, 17, 605-619.

Middeldatabasen. Internet: www.landscentret.dk/Middeldatabasen.

Heap I. 2003. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Internet: www.weedscience.org.

Weed Science Society of America (WSSA). Internet: www.wssa.net.

Epoxiconazol

- basis i moderne kornfungicider

Epoxiconazol

- the basis in modern cereal fungicides

Stefan Ulrich Ellinger

BASF A/S

Agro Nordic / Baltic

Ved Stadsgraven 15

DK-2300 København S

Summary

Epoxiconazol has since the first European introduction 10 years ago been the basis of innovative cereal fungicides from BASF. In the first year on the market in Denmark, Opus became the most used triazole as a tank mix partner for Comet. The mode of action and broad spectrum activity against the most important fungal diseases – especially *Septoria tritici* – makes epoxiconazol the perfect co-formulation partner for strobilurines such as kresoxim-methyl and pyraclostrobin (F 500). Several of such co-formulations are already on the market outside Denmark. Opera – the co-formulation of epoxiconazol and pyraclostrobin - will be launched in Denmark in 2004.

Indledning

Epoxiconazol repræsenterer den nyeste generation af de såkaldte triazoler, der alle virker ved at hæmme syntesen af ergosterol – en vigtig bestanddel af svampes cellemembran.

Siden den første godkendelse af epoxiconazol i Europa for 10 år siden, har BASF løbende udviklet co-formuleringer med aktive stoffer fra andre kemiske grupper af svampemidler; herunder strobiluriner. BASF var således det første firma, der udviklede et kombineret triazol + strobilurin produkt – med første markedsføring tilbage i 1997. I dag findes der på markedet kombinationer af epoxiconazol og hele 3 forskellige strobiluriner (kresoxim-methyl, pyraclostrobin, dimoxystrobin). Det er ikke mindst disse innovative produkter, som har gjort epoxiconazol til det mest anvendte triazol i Europa i dag.

I Danmark kom godkendelsen af epoxiconazol i 2003 i form af handelsproduktet Opus, som blev godkendt til anvendelse i korn og sukkerroer. Allerede i det første år på markedet, blev Opus den mest anvendte triazol i Danmark som blandingspartner for det nye strobilurinprodukt Comet, der kom på markedet et år tidligere. Flere epoxiconazol-holdige midler forventes markedsført i 2004.

Karakteristik af epoxiconazol

Epoxiconazol optages meget hurtigt efter udsprøjtning i bladet og transporteres herefter i opadgående retning i ledningsvævet (xylem). Efter den første hurtige indtrængning og transport sker den videre fordeling i et langsommere tempo, hvilket sikrer en mere jævn fordeling i bladet og en længere virkningstid.

På grund af den rummelige molekylestruktur – der kan henføres til den karakteristiske oxiraning – har epoxiconazol en meget stærk affinitet til netop det ”site” i syntesen af ergosterol, hvor enzymet 14-alpha-demethylase er aktivt. Dette er én af forklaringerne på den meget effektive fungicideffekt.

Epoxiconazol virker *forebyggende* ved at hæmme spiring og vækst af svampesporer på bladets overflade og *kurativt* ved at forhindre vækst og spredning af svampevæv inde i bladet, efter infektionen er sket. Epoxiconazol har endvidere *helbredende* virkning ved udsprøjtning efter, at symptomer er blevet synlige, ved at hæmme dannelsen af nye sporer.

Epoxiconazol har en effektiv virkning mod en lang række plantepatogene svampe i korn; herunder særligt den økonomisk vigtigste af alle svampesygdomme i hvede: *Septoria*. Tre triazole – i form af handelsprodukterne Opus, Folicur og Tilt 250 EC - har været sammenlignet mod *Septoria tritici* i semi-field forsøg ved Danmarks JordbrugsForskning. I disse forsøg er midlerne anvendt henholdsvis præventivt (2 dage før smitte) og kurativt (6, 12 og 18 dage efter smitte), samt i 3 forskellige doseringer (hel, halv og kvart normaldosering).

Tabel 1. % angreb af Septoria på fanebladet 7/8. Gennemsnit af 4 sprøjtetidspunkter. Angreb i ubehandlet 54,2%. Semi-field forsøg, Danmarks JordbrugsForskning 2000. % attack of septoria on the flag leaf 7/8. Average of 4 application times. Attack in untreated 54.2%. Semi-field trial, DIAS 2000.

Dosering	hel	halv	kvart
Dose	full	half	quarter
Opus	7%	9%	17%
Folicur	14%	17%	27%
Tilt 250 EC	21%	29%	33%

Ovennævnte forsøg viser en tydelig dosis-respons af de afprøvede midler og et meget højt effektniveau af Opus – selv i de reducerede doseringer, som i praksis anvendes i Danmark.

Tabel 2. % angreb af Septoria på fanebladet 7/8. Gennemsnit af 3 doseringer. Angreb i ubehandlet 54,2%. Semi-field forsøg, Danmarks JordbrugsForskning 2000. % attack of the flag leaf 7/8. Agerage of 3 doses. Attack in untreated 54.2%. Semi-field trial. DIAS 2000.

Sprøjtetidspunkt antal dage før/efter smitte Application time no. of days before infection	-2	+6	+12	+18
Opus	1,8%	4,4%	14,8%	23,1%
Folicur	6,7%	12,8%	21,2%	36,3%
Tilt 250 EC	15,4%	25,4%	34,9%	34,9%

Der ses en tydelig indflydelse af sprøjtetidspunktet for alle midler, med den bedste effekt ved sprøjtning forebyggende (2 dage før infektion) eller kort ind i latensperioden. Opus har selv 2-3 uger efter smitte stadig et højt effektniveau. Denne fleksibilitet er af uvurderlig betydning i praksis, hvor det ikke altid er muligt at sprøjte på det (de) optimale tidspunkter grundet vejrforhold og/eller på grund af den sprøjtekapacitet, som er til rådighed.

Også mod andre svampesygdomme end *Septoria* i hvede har epoxiconazol en god effekt; dette gælder især rustsvampene samt bygbladplet og skoldplet.

Tabel 4. Relativ virkning af godkendte svampemidler i korn, Oversigt over Landsforsøgene 2003 (uddrag). Relative effect of approved fungicides in cereals.

	Opus	Folicur	Tilt 250 EC
Hvedemeldug	xx	xxx	xx
Gulrust	xxxx(x)	xxxx(x)	xxxx
Septoria	xxxx(x)	xxx(x)	xxx
Hvedebladplet (DTR)	xx	x	xxx
Bygmeldug	xxx	xxxx	xxx
Bygrust	xxxx(x)	xxxx(x)	xxxx
Skoldplet	xxx(x)	xxx	xxx
Bygbladplet	xxx(x)	xxx	xxx(x)
Dosering	1,0 l/ha	1,0 l/ha	0,5 l/ha

x= svag effekt (under 40%), xxxxx = specialmiddel (>90% effekt).

Oversigten viser klart, at Opus er det mest bredspektrede af de ”rene” triazol-midler mod de vigtigste bladsvampe i hvede og byg. Opus indeholder 125 g/l epoxiconazol, Folicur indeholder 250 g/l tebuconazol, og Tilt 250 EC indeholder 250 g/l propiconazol.

Epoxiconazol ”familien”

Som nævnt i indledningen, findes der i dag i Europa allerede en lang række af kornfungicider med indhold af epoxiconazol, og flere er under udvikling.

Tabel 5. Markedsførte kornfungicider i Europa med indhold af epoxiconazol. Marketed cereal fungicides in Europe containing epoxiconazol.

År Year	aktive stoffer active ingredients	eksempler på varemærker examples of trademarks
1993-	epoxiconazol	Opus
	epoxiconazol + fenpropimorph	Opus Team
1997-	epoxiconazol + kresoxim-methyl	Juwel, Landmark, Allegro
	epoxiconazol + kresoxim-methyl + fenpropimorph	Juwel Top, Mantra, Allegro Plus
2002-	epoxiconazol + pyraclostrobin (F 500)	Opera
	epoxiconazol + pyraclostrobin (F 500) + fenpropimorph	Diamant
	epoxiconazol + pyraclostrobin (F 500) + kresoxim-methyl	Optimo, Density
2003-	epoxiconazol + dimoxystrobin	Swing Gold

Moderne og effektive kornfungicider er kendetegnet ved at indeholde såvel epoxiconazol som en strobilurin - den nyeste gruppe af aktive stoffer indenfor svampemidlerne. Strobiluriner har en anden virkningsmekanisme samt optagelse, transport og fordeling i bladene. Gennem kombinationen opnås de mest bredspektrede, fleksible og robuste produkter.

Opera – der er kombinationen af epoxiconazol og det nyeste strobilurin (pyraclostrobin) – sætter i øjeblikket ny standard for moderne svampemidler overalt i Europa. Dette produkt forventes også på markedet i Danmark til sæson 2004.

Sammendrag og konklusion

Epoxiconazol har de seneste 10 år været basis i moderne og innovative kornfungicider fra BASF. Allerede det første år (2003) på det danske marked blev Opus den mest anvendte triazol. Epoxiconazol er karakteriseret ved at være klart den mest effektive triazol mod den vigtigste svampesygdning i hvededyrkningen: *Septoria*. Også mod rustsvampe og de vigtigste svampesygdomme i byg har epoxiconazol en virkning på niveau med eller bedre end sammenlignelige triazoler.

Epoxiconazol "familien" tæller allerede en lang række medlemmer, hvoraf de fleste er blandinger med strobiluriner. Netop denne kombination, med den stærkeste triazol som basis, er formelen på moderne kornfungicider!

I 2004 forventes det første færdigblandede triazol + strobilurin produkt på markedet i Danmark under varemærket Opera.

Litteratur

Jørgensen LN. 2000. Testing different fungicides preventative and curative effect on *septoria tritici* under semi-field conditions. Danmarks JordbrugsForskning.

Folicur = reg. varemærke Bayer CropScience

Tilt = reg. varemærke MAI.

Boscalid – et aktivt stof med bredt virkningsspektrum mod svampe i korn, raps af specialafgrøder

Boscalid – an active ingredient with broad-spectrum efficacy in cereals, oil-seed rape and special crops

Jørgen Lundsgaard
BASF Agro Nordic/Baltic
Ved Stadsgraven 15
DK-2300 København S

Summary

Boscalid is included in several mixed products but also occurs as a single product in the form of Cantus. This product is used in cereals against *cercospora herp.* as well as in oil-seed rape especially against sclerotinia, botrytis and alternaria.

Signum is a combination of Boscalid and F500 – the latest strobilurine on the Danish market. This combination gives a very broad efficacy spectrum. In that way, it makes Signum to the central fungicide for special cultures in the time coming. The actual cultures expand from fruit and berries to vegetables and seed. In cereal crops, mixtures with triazoles can be very interesting. They have a broad spectrum of efficacy and are strobe free. They can become a part of a new resistance strategy.

Indledning

Boscalid er et nyt lovende aktivt stof indenfor gruppen af anilider. Plantvax hører til anilider og har tidligere været anvendt til bekæmpelse af svampe indenfor basidiomyceter. Effekten af Boscalid er meget bredere, og det aktive stof er desuden meget effektivt overfor både ascomyceter og deuteromyceter.

Boscalid har desuden en virkemåde, der er anderledes end andre store grupper af aktivstoffer, f.eks. strobiluriner, og som virker på andre steder og udviklingstrin. Det gør Boscalid til en vigtig brik i udvikling af resistensstrategier i forskellige kulturer.

I form af produkterne Cantus, Bellis og Signum er Boscalid afprøvet i Danmark i en række kulturer i de seneste år med et særdeles godt resultat.

Produkterne er indsendt til Miljøstyrelsen for godkendelse i en række specialkulturer og mindre landbrugsafgrøder.

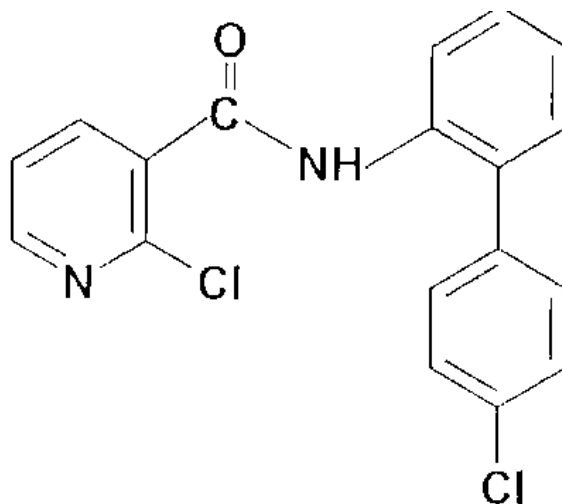
Både Cantus og Signum er på det europæiske marked i 2003 – bl.a. i England.

Boscalid – det aktive stof

Tilhørsgruppen er anilider, der er en ringe anvendt gruppe op gennem tiderne. Det giver Boscalid en god position i dagens udbud af aktivstoffer mod forskellige svampe i vore kulturer.

Informationer vedrørende Boscalid – BAS 510 F

Kemisk klasse:	Anilid.
Kemisk navn:	2-chlor-N-(4-chlor-biphenyl-2-yl) nicotinamid.
Formel:	$C_{18}H_{12}Cl_2N_2O$.
Molekylvægt:	343,2
Vandopløselig 20°C:	4,6 mg/l
Damptryk 20°C:	7×10^{-7} Po



Toksikologiske data

Akut oral:	LD ₅₀ rotter > 5000 mg/kg
Akut dermal:	LD ₅₀ rotter > 2000 mg/kg
Akut inhalation:	LC ₅₀ > 6,7 mg/l
Hudirritation:	Ingen.
Øjenirritation:	Ingen.
Mutagenitet:	Ingen.

Økotoksiske data

Fugle:	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
Regnorme (14d):	LC ₅₀ > 1000 mg/kg
Nytteorg. (6 typer):	Ikke toksisk.
Bier:	Ikke toksisk.
Vandlevende org.:	Moderat toksisk.

Boscalid er et aktivt stof med lav akut giftighed overfor andre organismer end svampe. Stoffet har ringe mobilitet i jorden og danner ikke metabolitter til fare for grundvandet. Mulighed for forurening af luften er ligeledes lav grundet lavt damptryk.

Overfor en række nytteorganismer samt fugle er giftigheden lav, og produkter indeholdende Boscalid vil være velegnede til brug i IPM programmer.

I blomstrende afgrøder som f.eks. raps vil bierne ikke lide overlast.

Virkningsmekanisme

Boscalid har indvirkning på svampens respiration og transporten af energi. I mitochondrierne binder Boscalid sig til et enzymkompleks kaldet Komplex II (succinat ubequinon reduktase). Denne hindring gør det umuligt for Komplex II at styre elektrontransporten og dermed energiforsyningen. Komplex II styrer ligeledes dannelsen af vitale byggestene til celleproduktion som f.eks. proteiner og fedtstoffer. Det sker i den såkaldte TCA cyklus. Med denne dobbeltfunktion har Boscalid en stabil og sikker virkning. Komplex II arbejder indenfor mitochondrie membranen og betegnes Qi-Inhibitor i modsætning til Komplex III, som strobilurinerne påvirker, og som fungerer udenfor membranen og kaldes Qo I.

Denne forskel på virkestedet og de 2 virkemåder for Boscalid, gør Boscalid velegnet som partner for strobiluriner, f.eks. sammen med F500 i produktet SIGNUM. Det sikrer, at krydsresistens ikke findes mellem de 2 virkestofgrupper.

Boscalid produkter

Cantus

Boscalid navnet er dannet af forbogstaverne i **B**otrytis, **S**clerotinia og **A**lternaria, og det leder hen til anvendelse i raps mod disse 3 svampe. Hovedanvendelsen i raps er i fuld blomst – stadie 65 – med 250 g a.i. pr. ha.

Udenlandske forsøg såvel som danske har vist Cantus som det mest effektive produkt mod de 3 rapssygdomme.

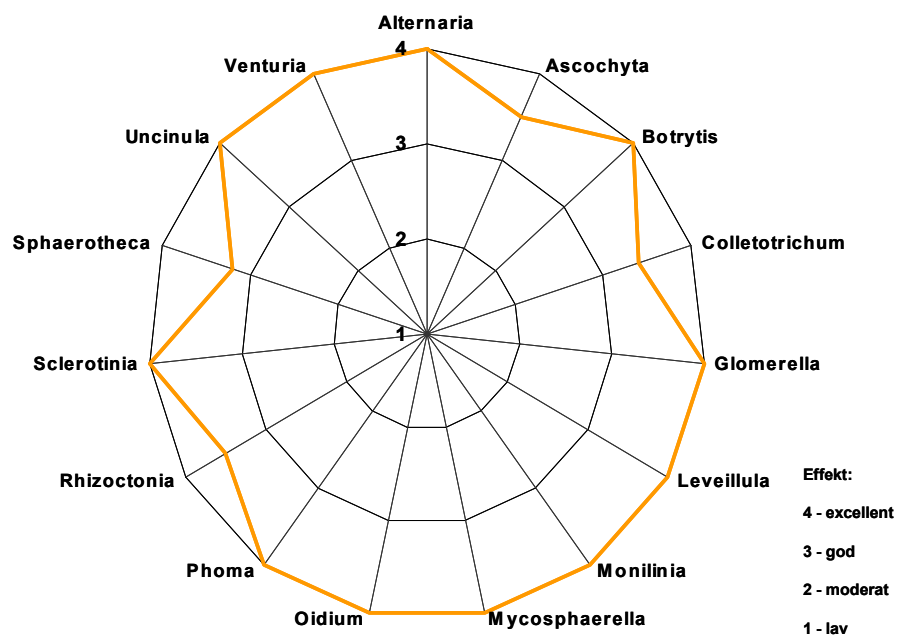
I korn er mulighederne begrænset for et specialprodukt som Cantus. Produktet udvikles i korn alene som et produkt mod knækkesyge. På dette tidlige tidspunkt i anvendelsen skal der tilblendes et produkt mod meldug, idet denne effekt er på et lavt niveau.

Mod knækkefodsyge anvendes 250 g a.i. pr. ha i stadie 30-32.

Cantus sælges i 2003 i en række lande som 50% WG formulering.

Signum

I dette produkt optræder både Boscalid og F500. Det gør produktet uhyre bredspektret. Begge aktivstoffer har effekt på et højt niveau mod mange svampesygdomme. Også dette produkt markedsføres i en WG formulering. Det er en formulering med ensartede stabile granuler, der har en fortrinlig selektivitet og dermed kan anvendes i mange specialafgrøder uden risiko for skader.



Figur 1. Effekt af Signum. Effect of Signum.

Signum vil blive anvendt i 3 hovedområder:

Stenfrugt: Mod Monilinia, Venturia og Blumeriella.

Bær: Mod Botrytis, Colletotrichum og Mycosphaerella i jordbær samt i solbær mod Sphaerotheca, Drepanopeziza og Cronartium.

Grønsager: Mod Alternaria, Botrytis, Sclerotinia, Rhizoctonia, Mycosphaerella, Albugo, Ascochyta, Cercospora og Peronospora.

Doseringerne varierer en hel del for Signum afhængig af kultur og svampesygdom. Den højeste normaldosering findes i jordbær til kontrol af gråskimmel med 1,8 kg/ha. I stenfrugt og solbær er doseringen 1,0 kg/ha. Mod Alternaria spp i diverse grønsagskulturer er normaldoseringen nede på 0,75 kg/ha, mens andre sygdomme i grønsager kontrolleres med en normaldosering på 1 kg/ha. Boscalid og det færdige produkt Signum besidder egenskaber, som gør, at produktet er med systemisk effekt.

Der er en fordeling i bladet og en opadgående transport mod endnu ikke beskyttende partier. Selvom den systemiske fordeling giver mulighed for en kurativ effekt, er det først og fremmest den forebyggende effekt, der bør anvendes.

Her har Boscalid produkterne mulighed for at kontrollere spore-spiringen og tillige have effekt på allerede spirede sporer og på den måde totalt hindre svampens indtrængning i planten.

Overfor visse svampe har Signum tillige effekt overfor mycelvækst og sporeudvikling. På den måde sikrer Signum kulturen mod sygdomme og sikrer dyrkeren et godt udbytte og en god kvalitet.

Anerkendelse

Signum er i dag anerkendt i jordbær til brug mod gråskimmel med 1,8 kg/ha, – i kirsebær mod grå monilia med 1,0 kg/ha, - i gulerødder og kål mod bladplet og skulpesvamp med 0,75 kg/ha samt i kål mod hvidplet med 1,0 kg/ha.

I solbær forventes i november 2003 en anerkendelse mod filtrust, stikkelsbærdræber og skivesvamp med 1,0 kg/ha.

Sammendrag

Med Boscalid produkterne Cantus og Signum på det danske marked vil især dyrkerne af specialkulturer få produkter til rådighed, som har været længe ventet.

Fra 2004 vil en række ældre fungicider enten blive beskåret stærkt i deres anvendelsesmuligheder eller helt falde bort.

Mange af de dermed opståede huller i dækningen af vigtige sygdomme, vil blive dækket med Signum på markedet.

BASF forventer markedsføring i Danmark af Signum og Cantus i 2005.

Litteratur

Anon1. 2002. The multi-purpose fungicide for specialty crops and more.

Jørgensen LN, Nielsen BJ, Jensen KF & Højby M. 2002. Diseases and insects in arable crops 2002.

Paaske K. 2002. Sygdomme og skadedyr 2002.

Paaske K. 2003. Sygdomme og skadedyr 2003.

1. Danske Plantekongres 2004

Eget ansvar for planteværn giver kvalitet – og skaber merværdi

Responsibility for crop protection generates quality crop – and creates value

Lars Byberg

DuPont Danmark ApS

Skøjtevej 26

DK-2770 Kastrup

Summary

Many consumers are concerned about Food Safety and reacts on newspaper headlines like BSE and hormones. To secure the food supply, EU-directives will demand HACCP (Hazardous Analyse & Critical Check Points) in the food chain to provide information on traceability and quality. The result will be further focus on the farmer production to deliver information about the farming practise. In DuPont we have developed an Internet based traceability system capable of capturing information from farms, adding analyse data on the sulfonyl-urea content in the crop and educate dealer reps. selling pesticides to reduce contamination. Spot contamination is still the most important parameter. To keep this in focus and to meet the intention of the new Pesticide Plan III DuPont is planning to establish two water monitoring projects in Denmark. Water monitoring gives the most complete picture of pesticide handling. Based on knowledge Food Safety issues will differentiate the demand for feed and food. Hence crops produced in Quality Systems built on HACCP and “own responsibility” will be in great demand.

Indledning

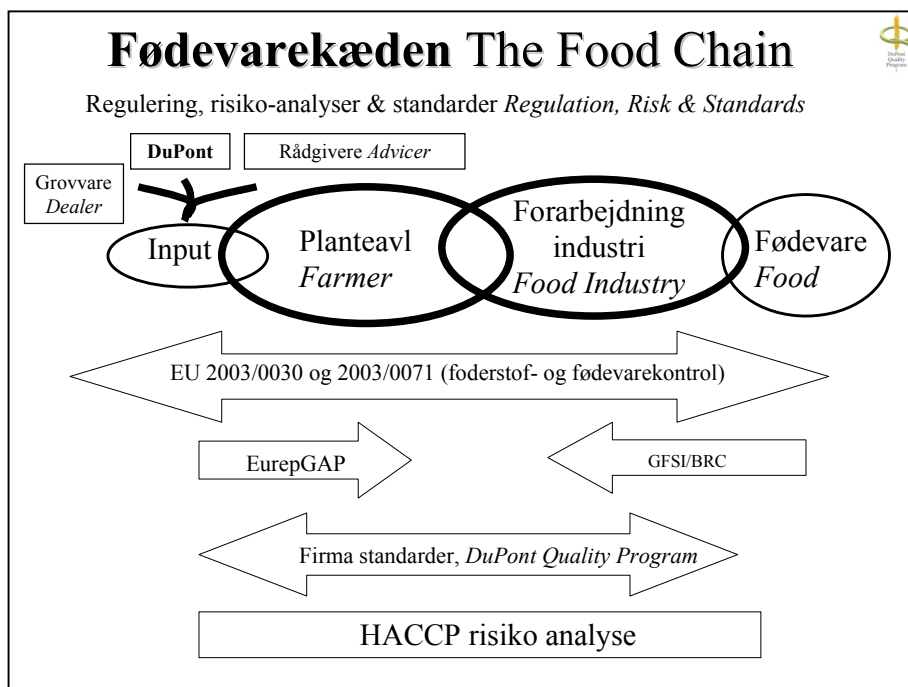
Der fokuseres på fødevarer sikkerhed som aldrig før. I alle led i produktionen af fødevarer efterspørges viden om hjælpestoffer og anvendte produktionsmetoder i landbruget for at risici kan lokaliseres, måles og elimineres.

Lovgivning

På lovgivningsområdet er der på baggrund af de seneste års forskellige fødevarer skandaler med kogalskab, alvorlig dioxinforureninger og forurening af foderstoffer med nitrofen og hormoner

lagt op til kraftige stramninger (EU 2003/0071). Der er således behov for en fødevarer sikkerhedspolitik baseret på integrerede helhedsbetragtninger. Dette vil medføre en systematisk og konsekvent gennemførelse af sporbarhed på foder, fødevarer og fødevarer ingredienser (Hvidbog om fødevarer sikkerhed).

Europa Kommissionen har derfor fremlagt forordninger til Europa-Parlamentet og Rådet om offentlig foderstof- og fødevarer kontrol samt foderstofhygiejne, der foreslår at indføre HACCP (*Hazardous Analyse & Critical Check Points*) principperne for at garantere sikkerheden, sikre harmoniseringen og sporbarheden.

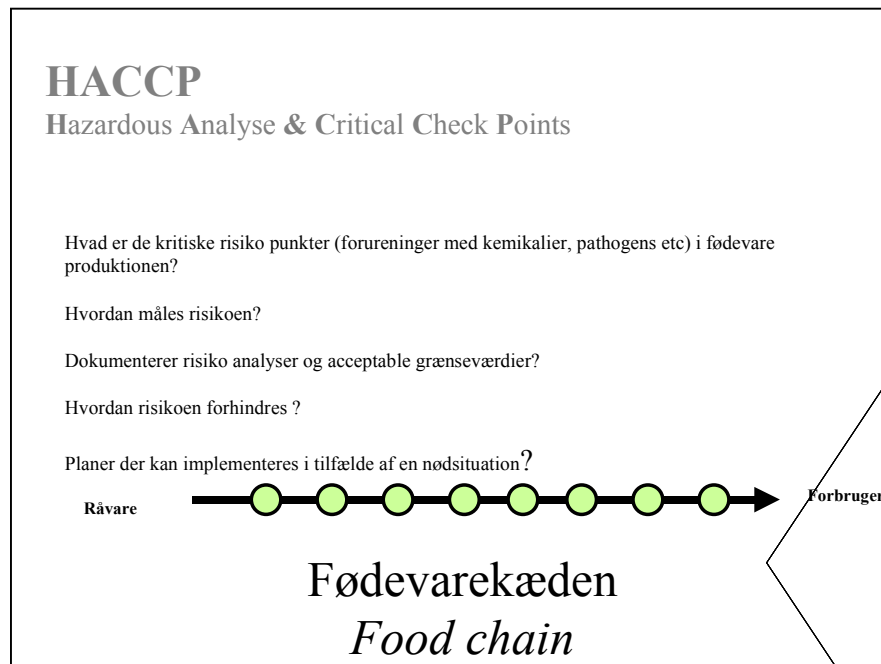


Figur 1. Reguleringen af fødevarer produktionen på baggrund af risiko-analyser og standarder. Risk analysis and different standards regulate the food production.

I figur 1 er der angivet, at der udover de kommende EU forordninger og lovgivningsmæssige krav er iværksat forskellige initiativer fra den Europæiske fødevarer industri. Eksempler på dette er EurepGAP, GFSI (*Global Food Safety Initiative*) og BRC (*British Retail Consortium*), der opstiller rammerne for en sikker fødevarer produktion efter de kvalitetskrav fødevarer industrien definerer.

Fødevarerikkerhed

Til kvalitetssikring af fødevarerproduktionen er der bred enighed om at anvende HACCP systemet, der er en kritisk gennemgang af de enkelte risikoparametre i produktionen (figur 2).



Figur 2. HACCP analyserer de kritiske punkter i hele fødevarekæden. HACCP analyse and quantifies the critical parameters in the food chain.

Implementeringen af HACCP betyder, at leverandører til landbruget, landmændene, grovvarevirksomhederne og fødevarerindustrien får øget "eget ansvar" for produkterne. Herved hæfter hvert led i fødevarekæden for produktionen og kvaliteten af de færdige fødevarer.

Sporbarhed

Sporbarheden i de enkelte led i fødevarekæden betyder, at landmanden vil kunne drages til ansvar for et produktionsstop længere fremme i kæden, hvis råvarerne ikke svarer til det beskrevne, eller hvis de ikke er behandlet efter aftalte forskrifter. Dette betyder, at leverandører, grovvarevirksomheder og rådgivere alle må bidrage med informationer til landmanden.

I dansk landbrug foreligger der allerede en del information om planteavl, som kan systematiseres og videreformidles. Der ligger dog en rådgivningsopgave i at udvikle redskaber,

der kan bruges til at håndtere informationerne, så det sikres, at den samlede viden følger produkterne i en dokumenteret form. En del af denne dokumentation er, at landmanden er opdateret om de krav, der vil være til planteproduktion, opbevaring og kvalitet for, at planteavl kan følge HACCP principperne. Endvidere skal landmanden gøre sig klart, hvilket ansvar der følger med en øget sporbarhed, og hvilke konsekvenser det kan have.

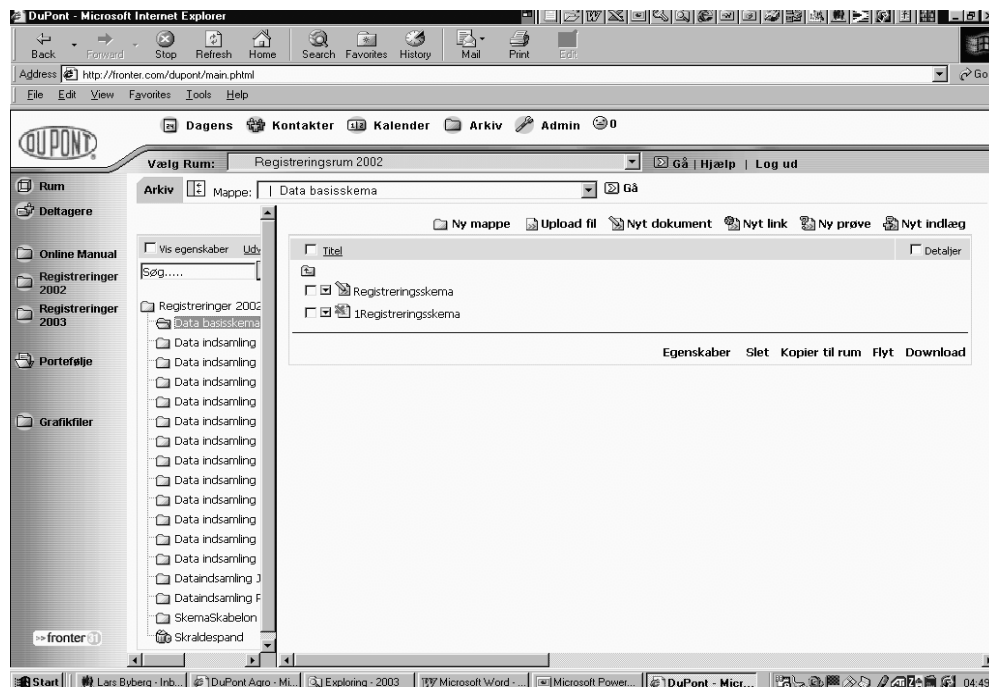
Dokumentation

Grundlæggende drejer det sig derfor om at oprette en kæde, der forbinder forbrugeren og fødevarerindustrien med landmanden. Således, at information og dokumentation fra bl.a. rådgiver, grovvarebranche og leverandør er tilgængeligt.

For at afprøve dette i praksis har DuPont sammen med landmænd og grovvarebranchen udført en række pilot-projekter, hvor information og dokumentation vedrørende planteproduktion er samlet i en internet baseret database.

Princippet er:

- At landmændene via et brugernavn og et password registrerer aktiviteterne i marken, I (figur 3).



Figur 3. Databasen indeholder bl.a. informationer om anvendelsen af sprøjtemidler samt analyseresultater. The database contains information on the pesticides used on the crop and analytical results.

- At afgrøden certificeres ved, at der ved høst udtages prøver, der med en hurtig LC/MS/MS metode analyserer for indholdet af DuPonts minimidler: Express[®], Ally[®], Harmony[®], Lexus[®], Safari[®] og Titus[®], der alle tilhører sulfonylurea (SU)-gruppen.
- Sideløbende certificeres grovvarepersonalet, med henblik på bedre at rådgive landmændene om centrale miljø- og kvalitetsspørgsmål vedrørende planteværn så bl.a. fremtidige forureningskilder minimeres.

Resultatet af pilot-projekterne er, at det er muligt på en forholdsvis enkelt måde at indsamle viden om produktionen samt at videreføre denne viden til det næste led i produktionen af foder og fødevarer. Analyseresultaterne fra det uvildige laboratorium vedhæftes elektronisk som dokumentation i databasen og bidrager dermed til informationsstrømmen. Resultaterne viser, at der ikke er fundet SU-midler i nogen af prøverne. På sigt bør certificeringen udbygges så samtlige hjælpestoffer, der anvendes i planteavl, analyseres.

Værdiforøgelse

I øjeblikket er der ingen merpris for en dokumenteret produktion. På kort sigt vil det være den forskel, der sikrer, at avlen kan afsættes til det pågældende segment. Systemet skal være så enkelt som muligt og i vid udstrækning bygger på egen kontrol samt på eksisterende elektroniske informationer om produktionen som markblade og lignede, der vedhæftes i databasen. På lang sigt vil denne dokumentation føre til en øget differentiering af råvarepriserne, da der er behov for denne dokumentation af råvarerne i fødevarerindustrien.

Det vil i fremtiden være op til den enkelte landmand at levere den rette dokumentation sammen med produkterne, der skal afsættes. Sker dette ikke, og opstår der efterfølgende et stop i den videre forarbejdning hos modtager (foder- eller fødevarerindustri) på grund af fund af uønskede stoffer i koncentrationer over fastsatte grænseværdier, kan landmanden komme til at hæfte for udgifterne i forbindelse med produktionsstopet.

DuPonts "eget ansvar"

Med "DuPont Quality Program" kvalitetssikres DuPont's minimidler gennem "eget ansvar". Dette indbefatter, at fabrikkerne er ISO 9000 og 14000 certificeret.

Det er generelt anerkendt, at det ikke er den regelrette anvendelse af sprøjtemidler, der fører til nye forureninger. Det er derimod selve håndteringen på gårdniveau, der er problemet med risiko for dannelsen af nye punktkilder, når sprøjten fyldes og rengøres. Derfor har DuPont i en årrække

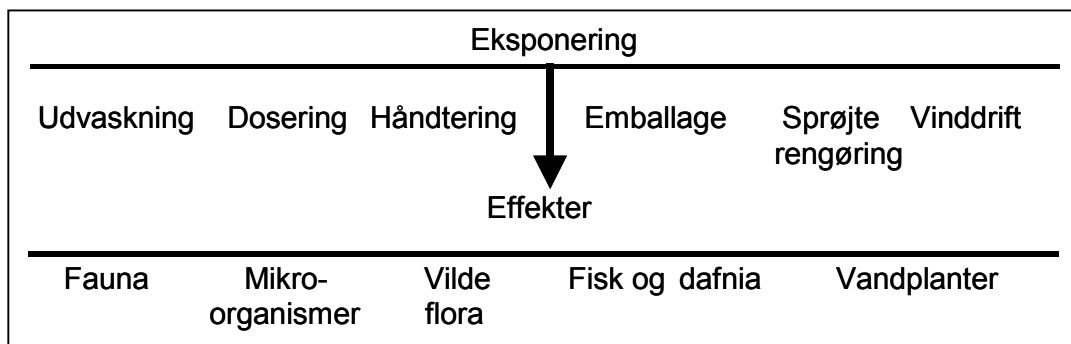
arbejdet intenst med at fremstille sikre formuleringer som f.eks. tabletter og vandopløselige poser. Tabes produktet, så samles det enkelt og sikkert op igen, uden at danne en ny forurening.

Miljø-Risiko-Profil

DuPont har udarbejdet en generel Miljø-Risiko-Profil, der beskriver og kvantificerer de centrale elementer i en miljøvurdering af pesticiderne, der kan danne grundlag for at anvende HACCP.

Risikoen ved et pesticid udtrykkes ved: **Risiko = Eksponering x Effekt**

Miljø-Risiko-Profilens øverste lag fokuserer på de forhold, der har betydning for et pesticides eksponering/spredning, mens det nederste lag fokuserer på effekter på flora og fauna.



Figur 4. Miljø-Risiko-Profil. Environmental-Risk-Profile.

Miljø-Risiko-Profilen for minimidlerne viser, at håndteringen af produkterne har afgørende betydning for den samlede risiko, da et uheld eller en forkert håndtering kan bevirke at minimidlet ender i et vandløb, med skade på vandplanterne til følge.

Analyse af overfladevand skal skabe fokus på punktkilder

Pesticidernes spredning i miljøet kan vurderes ud fra forskellige teoretiske og praktiske metoder, hvoraf analyser af overfladevand, som vist i figur 5, inddrager det største antal faktorer, der har betydning for spredningen af pesticider.

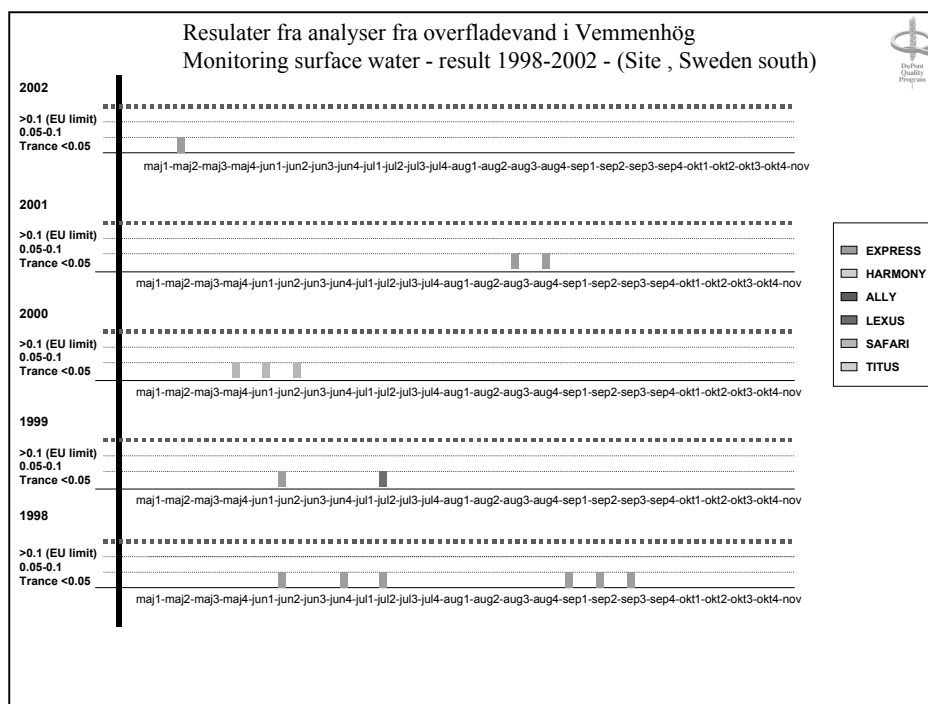
	Laboratori studies	Lysi-meter	Computer simulation	Water monitoring	
Dosering	⋮	⋮	⋮	⋮	<i>Dose</i>
I boende egenskaber	⋮	⋮	⋮	⋮	<i>Inherent properties</i>
Jord type	↓	⋮	⋮	⋮	<i>Soil type</i>
Klima		⋮	⋮	⋮	<i>Climate</i>
Sprøjtetidspunkt		⋮	⋮	⋮	<i>Time of treatment</i>
Plante dække		↓	↓	⋮	<i>Crop coverage</i>
Landmandsroutine				⋮	<i>Farmers routines</i>
Tom emballage				⋮	<i>Empty package</i>
Spild				↓	<i>Spill</i>

Figur 5. Faktorer, der har betydning for spredningen af pesticider, som inddrages ved brug af forskellige metoder. Risk information from different analytical methods.

Af figur 5 ses det, at målinger af overfladevand inddrager flest faktorer, der har betydning for eksponering af sprøjtemidler til vandmiljøet, hvilket er baggrunden for, at DuPont siden 1996 har deltaget i et program med analyse af overfladevand, der udføres ved Sverige Landbrugsuniversitet. Formålet med programmet er at bestemme indholdet af forskellige pesticider i en å, der dræner et 900 ha stort landbrugsareal omkring Vemmenhög i det sydlige Sverige. Vandprøverne udtages ugentligt fra maj til oktober og analyseresultaterne sammenholdes med interviews af landmænd om deres sprøjteadfærd.

En af konklusionerne er, at den største korrelation med mængden, der måles i vandløbet, er mængden der udsprøjtes. Således vil et produkt anvendt i en høj koncentration blive registreret relativt flere gange end et produkt anvendt i en lav koncentration (Kreuger, 1998; Keuger *et al.*, 1998). Som det fremgår af figur 6, er der målt spor af sulfonyleurea i vandløbet men under EU-grænseværdi for, hvad der må være i drikkevand.

For at sætte yderligere fokus på punktkilder, som det er hensigten med Pesticidplan III og i relation til en risikovurdering, undersøger vi i øjeblikket muligheden for at starte to tilsvarende projekter op i Danmark.



Figur 6. Resultater fra analyser af overfladevand, Vemmenhög, sydlige Sverige. Results from water monitoring programme, Vemmenhög, Southern Sweden.

Eget ansvar er værdiskabende

Initiativerne omkring sporbarhed og fokusering på punktkilder via vandanalyse projekterne er således en del af vort "eget ansvar" for produkterne. Der er en del omkostninger forbundet hermed, men det er nødvendigt for, at DuPonts minimidler kan indgå som et sikkert led i HACCP analysen i forbindelse med fødevarerproduktion.

Eget ansvar er arbejdskrævende for alle led i produktionen af fødevarer og kan ikke umiddelbart konverteres til en merpris. Det værdiskabende er "viden" om produktionen og den sikkerhed, det giver. Afgrøderne vil udover generelle kvalitets-parametre med tiden blive differentieret på viden om produktionen, der skabes gennem den kvalitetssikring, der følger råvarerne og de endelige forbrugsvarer.

Litteratur

- Kom.* 1999. Hvidborg om fødevarerikkerhed, Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber, Bruxelles 12.1.2000.
- Kom.* 2003. 2003/0031. Forslag til Europa parlamentets og rådets forordning om offentlig foderstof- og fødevarekontrol. Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber, 52 endelig. Bruxelles 5.2.2003.
- Kreuger J.* 1998. Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996. *The Science of the Total Environment* 216 side 227-251.
- Kreuger J & Törnqvist L.* 1998. Multiple regression analysis of Pesticide occurrence in streamflow related to pesticide properties and quantities applied. *Chemosphere*, Vol. 37, No. 2, side 189-207.

Hvordan DuPont håndterer resistensudfordringen

How DuPont deals with the resistance challenge?

Erling Falch Petersen
DuPont Danmark ApS
Skøjtevej 26
DK-2720 Kastrup

Summary

DuPont was the first and still is the largest producer of SU-herbicides. This role makes it necessary to participate in developing resistance strategies, so the products can continue to be used for effective weed control all over the world. A part of the strategy is to develop methods for analyzing for resistance, so the development in the field can be followed. To day 3 methods are in use by DuPont: 1) Cultivating the plants in greenhouse, this takes several weeks before a result is ready, 2) Cultivating seeds and whole plants on agar in a climate chamber, this takes only 2 – 3 weeks and can be used for calculating the resistance level in a biotype, 3) "In vivo" method used for determining the resistance type.

The most important parts of the strategies are recommendations for the use and they include: Change of mode of action in the rotation, no use of products with long persistence, and total weeds control after harvest followed by plowing/harrowing, so there is no multiplication of the weeds.

In order to secure the future control of Blackgrass is it very important to follow the resistance strategy, as this weed quickly develop resistance against new herbicides, this is also true in Denmark.

In Denmark there are SU-herbicides in most major crops and as the products are widely used, one could expect a higher number of resistance cases, than the rather few by Chickweed and one by Hemp nettle. This is due to that the Danish farmers have been mixing the different types of herbicides for years, and straight SU-herbicide is hardly used.

Indledning

DuPont var den første og er stadig den største producent af SU-herbicer (sulfonylurea-herbicerne) i verden, det gælder både for antal produkter (se DuPont's SU-herbicer i tabel

1) og det samlede salg. Det forpligter selvfølgelig til særlig opmærksomhed. Når man taler om resistens mod SU-herbiciderne, så omfatter det hele gruppen af ALS-hæmmere, den virkemåde SU-herbiciderne hører til.

Da de første tilfælde af resistente ukrudtsarter dukkede op efter 6 - 8 års anvendelse i Nordamerika og andre steder i verden bl.a. Danmark, var DuPont nødt til kritisk at revurdere anbefalingerne for SU-midler, så risikoen for udvikling af resistens i marken kunne minimeres. Formålet med denne præsentation er, at beskrive DuPont's håndtering af resistens problemet, derfor beskrives resistens udvikling og resistens typer ikke i detaljer.

Første overvejelser – "panik anbefalinger"

Når man som et kommercielt firma står overfor en så stor trussel som resistens mod et af firmaets hovedproduktgrupper, opstår et dilemma, hvor omfattende skal ens vejledning være: Skal man advares mod brugen og derved miste salg eller "lukke øjnene og bare sælge løs". Først måtte det erkendes, at der virkelig var resistens hos enkelte ukrudtsarter mod SU-herbiciderne og ikke kun nedsat følsomhed. Da den fase var overvundet, blev der opstillet en handlingsplan!

Første skridt i de områder i USA, hvor de første resistente ukrudtsplanter dukkede op var, at ændre anbefalingen, så det mest persistente middel med langt selektionstryk chlorsulfuron (Glean[®]), blev trukket tilbage og erstattet med mindre persistente midler som tribenuron (Express[®]) og thifensulfuron (Harmony[®]).

Desværre for DuPont ønskede brugerne persistente midler for at få længere varende virkning, derfor købte og anvendte de i stedet et konkurrerende firmas produkt, så for DuPont var det en uheldig løsning, og situationen måtte genovervejes.

Nye overvejelser

DuPont er ikke alene om at producere og markedsføre SU-herbicider inklusive andre ALS-hæmmere. Derfor sker en meget stor del af resistens arbejdet gennem den internationale organisation HRAC (Herbicid Resistance Action Committee), som er et samarbejde mellem de forskellige firmaer, der producerer herbicider. Der er tilsvarende Komiteer for fungicider og insekticider.

Efter erfaringerne med de første anbefalinger besluttedes det at gå mere systematisk til værks og komme med anbefalinger, der sikrer, at SU-midlernes mange gode egenskaber forsat kan udnyttes:

Bred virkning, nemme at håndtere, sikkert og lav miljøpåvirkning.

Samtidig skal man huske, at selvom der er resistens hos en ukrudtsart, så virker midlerne stadig på en lang række andre ukrudtsarter.

De områder, der især blev arbejdet videre på, er:

- Bedre og hurtigere analysemetoder til bestemmelse af resistens.
- Systematisering af hvordan et muligt resistens tilfælde i marken undersøges.
- Anbefalinger for brugerne, så SU-midlerne fortsat kan anvendes med godt resultat.

Analysemetoder

Da de første resistente ukrudtsarter dukkede op, blev der samlet frø fra de resistente planter. De indsamlede frø blev dyrket i drivhus og sprøjtet med det aktuelle produkt f.eks. tribenuron i forskellige doseringer, når de havde 3-4 løvblade, og efter 2 – 3 uger kan virkningen bedømmes. Ved at sprøjte med andre SU-herbicer eller andre virkemåder, kan man tillige undersøge, om der er krydsresistens mellem de forskellige midler. Metoden kan kaldes drivhusmetoden.

Metoden tager ret lang tid, så DuPont har udviklet en hurtigere metode, som især anvendes til bestemmelse af resistens niveau i græsser f.eks. Agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*). Metoden (Salas *et al.*, 1999) går kort ud på, at der indsamles frø og små planter fra mulige resistente biotyper af en ukrudtsplante i marken.

Planter og frø dyrkes i agar i et klimakammer, hvor de behandles med forskellige typer herbicer i forskellige doseringer. For at få noget at sammenligne med, dyrkes tillige en biotype, hvor resistensniveauet er kendt. Planterne behandles på 2 .bladstadiet, og 10 – 15 dages senere vurderes den relative virkning af de enkelte midler/doseringer, og resistensniveauet af den indsamlede biotype kan beregnes.

Metoden bruges til at følge resistensudvikling i marken, da den kan vise, om der er fuld følsomhed, nedsat følsomhed eller fuld resistens mod de afprøvede biotyper.

En tredje metode er "in vivo" metoden (publiceret af flere bl.a. Simpson *et al.*, 1995), hvor man ekstraherer ALS enzymet og kommer det i kontakt med herbicidet. Denne metode bruges til bestemmelse af resistenstypen.

I dag bruger DuPont alle 3 metoder, alt efter hvilket problem der skal undersøges.

Ved mistanke om resistens i marken

Da der hvert år er nogle tilfælde af dårlig virkning, må de første undersøgelser af, om der er resistens, ske i marken. Risikoen vurderes ud fra følgende tabel:

<u>Stor risiko for resistens</u>	<u>Lille risiko for resistens</u>
Dårlig virkning kun én art	Generelt dårlig virkning
Vedvarende korn	Blandet sædskifte
Kun en virkemåde anvendt	Forskellige virkemåder anvendt
Ingen total ukrudtsbekæmpelse	Glyfosat ved høst og/eller pløjning i sædskiftet
God sprøjteteknik	Dårlig sprøjteteknik

Hvis det vurderes, at der er risiko for resistens, og det stadig er relativt tidlig i vækstsæsonen, tilbydes landmanden, at en del af arealet behandles med dobbelt normal dosering på DuPonts regning. Denne virkning vurderes igen efter 2 – 3 uger for at udelukke for lav dosering. Er der stadig dårlig virkning, høstes frø, som bruges til laboratorieundersøgelser, for at afgøre om der er resistens.

Anbefalinger for at minimere udbredelse af resistens

Når det skal vurderes, hvad der kan gøres for at nedsætte risikoen for resistens mod SU-herbicer, har den måde resistensen udvikles på en vigtig rolle. Resistens udviklingen sker ved, at der nogle få steder findes en biotype af en ukrudtsplante f.eks. Fuglegræs (*Stellaria media*), som er naturlig resistent mod en herbicidgruppes virkemåde f.eks. SU-herbicer. Når de følsomme biotyper på et areal bekæmpes, får den resistente biotype gode betingelser for opformering. Anvendes kun midler med samme type virkemåde flere år i træk, opformeres den resistente biotype så meget, at den bliver dominerende, og der er resistens af den pågældende art på arealet.

For DuPont er det vigtigt, at anbefalingerne sikrer, at landbruget stadig har nytte af SU-herbicerne. De første år var det relativt let at komme med en anvisning, da der kun var SU-herbicer til anvendelse i korn, men senere er der kommet midler til mange andre afgrøder: Majs, kartofler, roer, sojabønne, græs, frøgræs, ris, skovbrug samt total ukrudtsbekæmpelse på ikke dyrkede arealer. Denne udvikling med anvendelse i mange almindeligt dyrkede afgrøder, gør det endnu mere nødvendigt med en strategi, som nedsætter risikoen for udvikling af resistens.

På grund af den måde resistensen udbredes på, kan landmanden gøre meget, som nedsætter risikoen for yderligere udvikling:

- Anvendelse af forskellige typer midler med forskellige virkemåder
- Undgå midler med lang eftervirkning, så et langt selektionstryk undgås
- Sædskifte, med mulighed for at anvende andre virkemåder og/eller mekanisk ukrudtsbekæmpelse
- Total ukrudtsbekæmpelse efter høst, med f.eks. glyfosat og harvning/pløjning

Sulfonylurea-midler i Danmark

I Danmark fik SU-herbiciderne meget hurtig bred anvendelse først i korn og senere i vedvarende græs, roer, kartofler, majs og senest i frøgræs om efteråret samt i skovbrug. Så det gælder om at holde en rigtig resistensstrategi, så yderligere udbredelse af resistens minimeres. I Danmark er der bekræftet få tilfælde af resistens mod Fuglegræs (*S. media*) og et enkelt mod Hanekro (*G. tetrahit*).

Når der ikke er flere tilfælde trods den meget udbredte anvendelse af SU-herbicider, skyldes det især:

- Tankblandinger af forskellige herbicider er meget almindelige, især blandes SU-herbicider med HBN-herbicider (Oxitril[®] CM/Briotril[®] 400 EC) og fluroxypyr (Starane[®] 180 s). Begge virker bredt og har en anden virkemåde end SU-herbiciderne.
- De fleste har et sædskifte, hvor der anvendes forskellige typer herbicider.
- Udbredt anvendelse af glyfosat og pløjning/harvning efter høst.

Tabel 1. DuPont Sulfonylurea herbicider: Kemisk, handelsnavn, vigtigste anvendelsesområde og om det er godkendt i Danmark. DuPont Sulfonylurea herbicides: Chemical name, trademark, most important crops and if it is registered in Denmark.

Produkt	Handelsnavn ¹⁾ Trade name	Anvendelsesområde Core market	Godkendt i DK Registered in DK
Metsulfuron-methyl	Ally [®]	Korn, hør, pyntegrønt Cereals, linseed, forestry	Ja Yes
Tribenuron-methyl	Express [®]	Korn og frøgræsser Cereals, seed grasses	Ja Yes
Chlorsulfuron	Glean [®]	Korn, hør Cereals, linseed	Nej, afmeldt No, not any more
Thifensulfuron-methyl	Harmony [®]	Korn, vedvarende græs Cereals, pasture	Ja Yes
Flupyr-sulfuron-methyl	Lexus [®]	Korn, Cereals	Ja Yes
Rimsulfuron	Titus [®]	Kartofler og majs Potatoes, maize/corn	Ja, kun kartofler Yes, only potatoes
Triflusulfuron	Safari [®]	Roer, Beets	Ja Yes
Bensulfuron-methyl	Londax [®]	Ris, Rice	Nej No
Azimsulfuron	Gulliver [®]	Ris, Rice	Nej No
Clorminuron-ethyl	Classic [®]	Sojabønne, Soya	Nej No
Nicosulfuron	Accent [®]	Majs, Maize/Corn	Nej No
Ethametsulfuron	Muster [®]	Raps, Oilseed rape/canola	Nej No
Sulfometuron-methyl	Oust [®]	Udyrkede arealer, IWC	Nej No

¹⁾ De enkelte produkter kan også have andre navne end de her nævnte. Some product can have more trade names.

[®] DuPont Reg. varemærke, DuPont reg. trademark

Anbefalinger i Danmark

Med de brede anvendelsesmuligheder og flere SU-herbicer til de forskellige afgrøder, er det vigtigt at have et sikkert overblik over de forskellige midlers virkespektrum, så man kan finde den blandingspartner, som opfylder ens krav både med hensyn til ukrudts virkning og resistensstrategi. Når der vælges midler til en tankblanding med henblik på at hæmme resistensudviklingen, skal begge midler have god virkning på den pågældende ukrudtsart.

I tabel 2-5, som er baseret på oplysninger i Planteværn Online, er angivet nogle almindeligt anvendte midlers virkning på 10 forskellige ukrudtsarter i korn og bederoer. I tabellerne er angivet virkningen af 1 N, ½ N og ¼ N dosering. For vinterhvede forår og vårbyg er angivet virkningen på småt ukrudt med 0 – 2 blade og større ukrudt med 5 – 6 blade, da det giver bedre mulighed for at vurdere, hvor effektivt midlerne er på de angivne ukrudtsarter.

Korn

Fra tabellerne 2-4 for kornherbicer ses det, at for ukrudtsarterne Fuglegræs og Hanekro, begge arter med tilfælde af resistens i Danmark, kan bekæmpes med de almindeligt anvendte blandingspartnere HBN-midler (Oxitril/Briotril) og Fluroxypyr (Starane 180 s). Det ses også, at de fleste arter kan bekæmpes med alle midler, når ukrudtet er meget småt, mens vigtige arter som Fuglegræs og Lugtløs kamille (*T. inodorum*) bekæmpes sikrest i lave doseringer med metsulfuron (Ally[®]) eller tribenuron (Express[®] ST) i henholdsvis vinterhvede og vårbyg.

Et særligt problem – Agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*)

Agerrævehale har vist sig hurtig at udvikle resistens mod nye midler, da den i de fleste tilfælde har metabolisk resistens. I Danmark er der fundet en biotype (Solvejg Mathiassen & Per Kudsk, 2003) med resistens mod flupyr-sulfuron (Lexus[®]) selvom midlet aldrig har været anvendt på det areal hvor biotypen er fundet. Da der er flere tilfælde af resistens mod Fop-midler, (clodinefop (Topic[®] 100 EC) og fenoxaprop-P-ethyl (Primera[®] Super)) gælder det om at bekæmpe denne art med forskellige typer herbicer i sædskiftet, hvor det muligt.

I korn kan blandinger med prosulfocarb (Boxer[®] SC) eller pendimethalin (Stomp[®]) i vinterhvede om efteråret hjælpe (tabel 2), især hvis der allerede er resistens mod "Fop-midler", da begge ved høj dosering har virkning på Agerrævehale. Andre mulige løsninger i sædskiftet er propyzamid (Kerb[®]) i vinterraps.

DuPont's anbefaling er i hvede kun at anvende flupyr-sulfuron (Lexus) om efteråret eventuelt i blanding med prosulfocarb (Boxer[®] SC) eller pendimethalin (Stomp[®]), og så efter behov følge op om foråret med et "Fop-middel", hvor der endnu ikke er udviklet resistens.

Tabel 2. Forskellige herbiciders virkning på almindeligt forekommende ukrudtsarter i vinterhvede om efteråret. Fra Planteværn Online, vækststadiet 13 og ukrudt 0 – 2 blade.
 Different herbicides effect on common weeds winter wheat in fall. Effects from Planteværn Online. Growth stages 13 and weeds 0 – 2 leaves.

	Virkemåde, produkt og 1 N dose pr. ha Mode of action product and 1 N dose per ha			
	ALS hæmmer ALS inhibitor	Lipid-syntese Lipid- syntase	Mitose-hæmning, Mitose-inhibiting	ACCCase-hæmning ACCase-inhibiting
Ukrudtsarter Weed species	Flupyr-sulfuron Lexus 5g a.i.	Prosulfocarb Boxer EC, 3200g a.i.	Phendimethal in, Stomp, 1320g a.i.	Clodinofof Topic 100 EC, 40 g a.i.
Burre snerre (<i>Galium aparine</i>) Cleavers		xxxx ¹⁾ xxx ²⁾ xx ³⁾	xxxx xx x	
Fuglegræs, Alm. <i>Stellaria media</i> Common Chickweed	xxxx xxx xx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxxx xxx	
Kamille, lugtløs <i>Tripleurosp. inodorum</i> Scentless Mayweed	xxxx xxxx xxx	x - -	xx - -	
Stedmoder, ager <i>Viola arvensis</i> Pansy, Field	- - -	xxx xx x	xxxx xxxx xxx	
Tvetand, rød <i>Lamium purpureum</i> Dead-Nettle, Red	- - -	xxxx xxx x	xxxx xxxx xxx	
Valmue, korn <i>Papaver rhoeas</i> Common Poppy	xxxx xxx xx	x - -	xxxx xxxx xxx	
Ærenpris, storkronet <i>Veronica persica</i> Common Field-Speedwell	- - -	xxxx xxx xx	xxxx xxxx xxx	
Agerrævehale <i>Aleopecurus myosuroides</i> Black-grass	xxx xx x	xxx xx x	xxxx xx -	xxxx xxx x
Vindaks <i>Apera spica-venti</i> Loose Silky-Bent	xxx xx x	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x	xxxx xx -
Rapgræs, enårig <i>Poa annua</i> Annual Meadow-Grass	x - -	xxxx xxx x	xxxx xxxx xx	x - -

¹⁾ **Virkning af 1 N dosering**, Effect of normal dose

²⁾ **Virkning af ½ N dosering**, Effect of ½ normal dose

³⁾ **Virkning af ¼ N dosering**, Effect of ¼ normal dose

Tabel 3. Forskellige herbicidens virkning på almindeligt forekommende ukrudtsarter i vinterhvede om foråret. Fra Planteværn Online. Vækststadie 24 og 29. Different herbicides effect on common weeds i winterwheat in spring. Effects from Planteværn Online. Growth stages 24 and 29.

	Virkemåde, produkt og 1 N dose pr. ha <i>Mode of action product and 1 N dose per ha</i>							
	ALS Hæmmere, ALS Inhibitors				PSII-hæmmere + Afkoblere <i>PSII-inhibitor + Uncoupling</i>		Auxin-virkning <i>Auxine-effect</i>	
	Sulfonylurea <i>Sulfonylurea</i>		Triazolopyrimidin <i>Triazolopyrimidin</i>					
Ukrudtsarter <i>Weed species</i>	Metsulfuron-m <i>Ally</i> 6 g a.i.		Florasulam <i>Primus</i> 50 g a.i.		Ioxynil + Bromoxinil <i>Oxitril CM</i> 400 g a.i.		Fluroxypyr <i>Starane 180s</i> 144 g a.i.	
	0-2 ¹⁾	5-6	0-2	5-6	0-2	5-6	0-2	5-6
Burre snerre <i>(Galium aparine)</i> Cleavers	-	-	xxxx ²⁾	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx
	-	-	xxx ³⁾	xx	xxx	x	xxx	xxx
	-	-	xx ⁴⁾	x	x	-	x	x
Forglemmigej, mark <i>Myosotis arvensis</i> For-Get-Me-Not, Fie.	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx
	xxx	xx	xxx	xx	xxx	x	xxx	x
Fuglegræs, Alm. <i>Stellaria media</i> Commen Chickweed	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xx	xxxx	xxx
	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xx	-	xxx	xx
Hanekro <i>Galeopsis tetrahit</i> Hemp-nettle, common	xxxx	xxxx			xxxx	xxx	xxxx	xxx
	xxxx	xxxx			xxx	x	xxx	xx
	xxxx	xxx			x	-	xx	x
Kamille, lugtløs <i>Tripleurosp. inodorum</i> Scentless Mayweed	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	x
	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	x	-
	xxxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	-	-
Pileurt, snerle <i>Polygo. convolvulus</i> Black-bindweed	xx	x	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxx	xxx
	x	x	xxx	xx	xxxx	xxx	xx	xx
	x	-	xx	x	xxx	x	x	x
Raps, spild <i>Brassica napus</i> Oilseed rape	xxx	xxx			xxxx	xxx	xxx	xx
	xxx	xxx			xxx	x	xx	x
	xx	xx			x	-	x	-
Stedmoder, ager <i>Viola arvensis</i> Pansy, Field	xxx	xxx	x	-	xxx	x	x	-
	xxx	xx	-	-	x	-	-	-
	xx	x	-	-	-	-	-	-
Valmue, korn <i>Papaver rhoeas</i> Common Poppy	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xx	-
	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xx	-	-
	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-	-	-
Ærenpris, storkronet <i>Veronica persica</i> Speedwell- Com. Field	xxx	xxx	xx	-	xxxx	xxx	xxx	xx
	xxx	xx	-	-	xxx	xx	xx	x
	xx	x	-	-	x	x	x	-

¹⁾ **Antal blade på ukrudt**, No. of leaves on weeds

²⁾ **Virkning af 1 N dosering**, Effect of normal dose

³⁾ **Virkning af ½ N dosering**, Effect of ½ normal dose

⁴⁾ **Virkning af ¼ N dosering**, Effect of ¼ normal dose

Tabel 4. Forskellige herbiciders virkning på almindeligt forekommende ukrudtsarter i vårbyg. Fra Planteværn Online. Vækst stadie 21 og 24. Different herbicides effect on common weeds i springbarley. Effects from Planteværn Online. Growth stages 21 and 24.

	Virkemåde, produkt og 1 N dose pr. ha Mode of action product and 1 N dose per ha							
	ALS hæmmer SU-herbicide <i>ALS inhibitor</i> <i>SU-herbicide</i>				PSII-hæmmere + Afkoblere <i>PSII-inhibitor +</i> <i>Uncoupling</i>		Auxin-virkning + PSII-hæmmere + Afkoblere <i>Auxine, PSII,</i> <i>Uncoupling</i>	
Ukrudtsarter <i>Weed species</i>	Tribenuron Express ST 7,5 g a.i.		Tribenuron + Thifensulfuron Harmony Plus 11,25 g a.i.		Ioxynil + Bromoxinil Oxitril CM 400 g a.i.		Fluroxypyr + Ioxynil + Clopyralid Ariane Super 75 + 94 + 23 g a.i.	
	0-2 ¹⁾	5-6	0-2	5-6	0-2	5-6	0-2	5-6
Burre snerre <i>(Galium aparine)</i> Cleavers	xxx ²⁾ xx ³⁾ x ⁴⁾	xx x -	x - -	- - -	xxxx xxx x	xxx x -	xxxx xx -	xxxx xx -
Fuglegræs, Alm. <i>Stellaria media</i> Commen Chickweed	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xx	xxxx xx -	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x
Gåsefod, hvidmelet <i>Chenopodium album</i> Fat-hen	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x	xxxx xxx x	xxx x -
Hanekro <i>Galeopsis tetrahit</i> Hemp-nettle, com.	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x	xxx x -	xxxx xx -	xx - -
Kamille, lugtløs <i>Triple. inodorum</i> Scentless Mayweed	xxxx xxx xxx	xxx xxx xx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xx	xxxx xxx x	xxxx xxx x	xxx x -
Pileurt, fersken <i>Polygo. persicaria</i> Redshank	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x	xxxx xxx x	xxx xx -
Pileurt, snerle <i>Polygo. convolvulus</i> Black-bindweed	xxx xx x	xx x x	xxx xxx xx	xxx xx x	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx x
Pileurt, vej <i>Polygo. aviculare</i> Knotgrass	xxx xx x	xx x x	xxx xx xx	xx xx x	xxxx xxx x	xxx x -	xxxx xxx -	xxx x -
Sennep, ager <i>Sinapis arvensis</i> Charlock	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xxx	xxxx xxxx xxx	xxxx xxx xx	xxxx xxx x	xxx x -
Storkenæb <i>Geranium ssp.</i> Cranesbill	xx x x	xx x -	xx xx x	xx x -	xxxx xxxx xx	xxxx xx -	xxxx xx -	xx - -

¹⁾ **Antal blade på ukrudt**, No. of leaves on weeds

²⁾ **Virkning af 1 N dosering**, Effect of normal dose

³⁾ **Virkning af ½ N dosering**, Effect of ½ normal dose

⁴⁾ **Virkning af ¼ N dosering**, Effect of ¼ normal dose

Tabel 5. Forskellige herbiciders virkning på almindeligt forekommende ukrudtsarter i bederoer. Fra Planteværn Online, vækststadie 11 og ukrudt 0 – 1 blade. Different herbicides effect on common weeds i beets. Effects from Planteværn Online. Growth stages 11 and weeds 0 – 1 leaves.

	Virkemåde, produkt og 1 N dose pr. ha Mode of action product and 1 N dose per ha			
	ALS hæmmer ALS inhibitor	PSII-hæmning, PSII-inhibiting	PSII-hæmning, PSII-inhibiting	Lipid-syntese Lipid-syntic
Ukrudtsarter Weed species	Triflursulfuron Safari 15 g a.i.	Metamitron Goltix SC 700 700 g a.i.	Phenmedipham Herbasan 320 g a.i.	Phenmedipham + Ethofumesat Herbasan + Ethosan 480g a.i.+200g a.i.
Burre snerre (<i>Galium aparine</i>) Cleavers	xxxx ¹⁾ xxx ²⁾ x ³⁾	- - -	X - -	xxxx xxx xx
Fuglegræs, Alm. <i>Stellaria media</i> Commen Chickweed	X - -	xxx X -	xxx X -	xxxx xxxx xx
Gåsefod, hvidmelet <i>Chenopodium album</i> Fat-hen	- - -	xxxx xx -	xxx xx -	xxxx xxx xx
Hanekro <i>Galeopsis tetrahit</i> Hemp-nettle, com.	xxxx xxx xx	xxxx xxx x	xxx X -	
Kamille, lugtløs <i>Tripleuro. inodorum</i> Scentless Mayweed	xxxx xxxx xxx	xxxx xx -	xxx X -	xxxx xx -
Pileurt, snerle <i>Polygo. convolvulus</i> Black-bindweed	xxx xx -	X - -	xxx X -	xxxx xxx X
Pileurt, vej <i>Polygo. aviculare</i> Knotgrass	xxx xx -	xxx X -	X - -	xxx X -
Raps, spild <i>Brassica napus</i> Oilseed rape	xxxx xxx xx	xxx X -	X - -	xxxx xxx X
Sennep, ager <i>Sinapis arvensis</i> Charlock	xxxx xxxx xxxx	xxxx xx -	xxxx xx X	xxxx xxxx xxx
Valmue, korn <i>Papaver rhoeas</i> Common Poppy	X - -	xxx X -	xxx X -	xxxx xxx X

¹⁾ **Virkning af 1 N dosering**, Effect of normal dose

²⁾ **Virkning af ½ N dosering**, Effect of ½ normal dose

³⁾ **Virkning af ¼ N dosering**, Effect of ¼ normal dose

Bederoer og kartofler

I bederoer er de enkelte midlers indbyrdes virkningsspektrum lidt anderledes end i korn, idet der ikke er så meget overlap mellem midlerne, hvilket ses af tabel 5. Af de arter, hvor der er resistens tilfælde af i Danmark, Fuglegræs og Hanekro, har SU-herbicideet triflusaluron (Safari[®]) kun virkning på Hanekro, med det har metamitron (Goltix[®] SC 700) og phenmedipham (Herbasan[®]) også. Med det virkespektrum de enkelte herbicider har, og den udbredte praksis i landbruget med at blande stort set alle typer herbicider til bederoer i hver sprøjtning, udøves der i praksis en god resistensstrategi.

I kartofler, hvor Rimsulfuron (Titus[®]) er godkendt, blandes også med flere typer midler, eller de anvendes i behandlinger efter hinanden, da der, som i roer, ikke er så mange midler, og ingen bekæmper alle almindelige ukrudtsarter.

Konklusion

Der er flere ukrudtsarter, der har udviklet resistens forskellige steder i verden. Ved at gennemføre en god resistens strategi, er det stadig muligt at bruge SU-herbiciderne med et godt resultat, og derved få gavn af deres gode egenskaber i form af: bred virkning både på mange bredbladede ukrudtsarter og græsser i mange afgrøder over hele verden.

Efter de første bekræftede tilfælde af resistens, udformede DuPont i samarbejde med andre firmaer i HRAC resistensstrategier, som sikrer, at ukrudtsmidler stadig kan anvendes med godt resultat. Disse strategier gælder ikke kun for SU-herbicider, men for alle typer ukrudtsmidler:

- Anvend forskellige typer midler med forskellige virkemåder
- Undgå midler med lang eftervirkning, således at et langt selektionstryk undgås.
- Sædskifte, med mulighed for at anvende andre virkemåder og/eller mekanisk ukrudtsbekæmpelse.
- Total ukrudtsbekæmpelse efter høst, kemisk med glyfosat eller harvning/pløjning.

Selvom der er SU-herbicide resistente arter flere steder i verden, så er det kun en enkelt eller to arter hvert sted, mens midlerne stadig virker effektivt på alle andre ukrudtsarter.

En ukrudtsart, der skiller sig ud fra de andre, er Agerrævehale, som er meget vigtig at bekæmpe med forskellige typer midler, fordi denne art hurtigt udvikler resistens mod de anvendte midler, det gælder også i Danmark.

Specielt for danske forhold, hvor der er konstateret resistens mod Fuglegræs og Hanekro, er der gode muligheder for at holde resistensudviklingen i ave, da det er udbredt praksis i landbruget, at anvende blandinger i alle afgrøder, og begge arter kan bekæmpes med de udbredte blandingspartnere som HBN-midler og fluroxypyr i korn.

For Agerrævehale gælder specielt, at man i vinterhvede bør bruge flupyr-sulfuron om efteråret, og "fop-midler" om foråret.

En vigtig og ofte besværlig ukrudtsgruppe er Kamillearter, som SU-herbicerne bekæmper effektivt, også selvom der har > 6 løvblade. Andre typer ukrudtsmidler kan bekæmpe Kamillearter, men det gælder, især så længe de har < 4 løvblade. Hvis der udvikles resistens hos Kamillearter kunne bekæmpelse af især store planter blive et problem, men der er indtil nu ikke konstateret resistens hos Kamillearter nogen steder i verden.

Sammendrag

DuPont var den første og er stadig den største producent af SU-herbicer. Det forpligter til, at deltage i udviklingen af resistensstrategien, så midlerne stadig kan bruges til effektiv ukrudtsbekæmpelse i landbruget over hele verden. En del af strategien er at udvikle analysemetoder, så der er muligt at følge eventuel resistensudvikling i marken. I dag anvendes 3 metoder til bestemmelse af resistens: 1) Dyrkning i drivhus, 2) Dyrkning på agar i klimakammer og 3) "in vivo" analysemetode.

Den vigtigste del af strategien er anbefalinger, så SU-herbicerne stadig virker i marken. De omfatter, at der skal anvendes forskellige virkemåder i sædskiftet og ikke midler med lang persistens, samt total ukrudtsbekæmpelse efter høst med glyfosat og pløjning/harvning, så muligheden for opformering af resistente planter minimeres.

En ukrudtsart, hvor det er vigtigt at følge strategien, er Agerrævehale, som hurtigt udvikler resistens mod nye midler, og derfor skal bekæmpes med så mange forskellige midler som muligt i sædskiftet, det gælder også for danske forhold.

I Danmark er SU-herbicerne godkendt til næsten alle store afgrøder, så man kunne måske forvente flere steder med resistens, end de ret få med Fuglegræs og Hanekro. Det skyldes, at landbruget sjældent anvender SU-herbicerne alene men næsten altid i blanding eller kombination med andre bredt virkende midler.

Litteratur

- Mathiassen SK & Kudsk P.* 2003. Screening af agerrævehale for herbicidresistens. 20. Danske Planteværnskonference 2003.
- Salas ML, Favier P & Claude J-P.* 1999. Quick test to characterize herbicide resistant blackgrass. Proceedings 11th EWRS Symposium, Basel, Switzerland.
- Simpson DM, Stoller EW & Wax LM.* 1995. An in vivo acetolactate synthase assay. Weed Technology. 9: 17-22.

1. Danske Plantekongres 2004

Pesticidplan 2004 – 2009

The Pesticide Plan 2004 - 2009

Per Kristensen

Dansk Planteværn

Amalievej 20

DK-1875 Frederiksberg C

Summary

It is positive that the Pesticide Plan 2004 - 2009 is based on the groundwork laid down by the unique investigations of the Bichel-Committee. It is also very gratifying to see that the plan for a continued reduction in CPP usage is aimed at a level, which ensures profitable production in Danish farming.

However, instead of a one-sided listing of the risks associated with the use of pesticides, it would be preferable that the decision-makers also obtain insight into the advantages of using pesticides in terms of economy and employment in the Danish society.

The Danish Crop Protection Association believes that the Plan should include an account of what specific environmental improvements the reduction has entailed so far. We also miss a more clear description of the environmental improvements to be expected from a further reduction in CPP usage.

Instead of a continued pursuit of quantitative objectives such as application frequency, increased focus should be on a reduction of risks in connection with handling, storing and use of Crop Protection Products. This would provide more environment value for the money. It is fundamentally wrong to consider the application frequency as a measure of environmental impact. The application frequency is a quantitative index which allows comparison between treatments using different standard dosages, but it is unaffected by the individual environmental and health properties of the products.

Indledning

Miljøministeriets og Fødevareministeriets Pesticidplan 2004 - 2009 for nedsættelse af pesticidanvendelsen og pesticidbelastningen er tredje trin i reduktion af pesticidanvendelsen i jordbruget siden 1986. I rapportererne over status for indsatsen, både fra denne og fra tidligere

regeringer, er der fokuseret på, at mængden af anvendt aktivstof og behandlingshyppigheden er blevet reduceret.

Der savnes en opgørelse af, hvilke konkrete miljøforbedringer reduktionen indtil nu har medført. Ligeledes savnes der både i tidligere planer og i nærværende plan en mere klar beskrivelse af de forventede miljøforbedringer ved en yderligere reduktion i anvendelsen. Denne mangel gør det vanskeligt at vurdere, om planen virkelig giver mest miljø for pengene. Handlingsplanerne for reduktion i pesticidanvendelsen har kostet mange penge og vil fortsat gøre det.

Planen

Det er positivt, at planen bygger på grundlaget fra det enestående udredningsarbejde fra Bichel-Udvalget og Kirsten Jensen Udvalget. Samtidig er det tilfredsstillende, at planen for en fortsat reduktion i anvendelse af pesticider sigter mod et niveau, der sikrer en rentabel produktion i jordbrugserhvervene.

I pesticidplanen opremses risici ved anvendelse af pesticider. Vi finder det i orden at diskutere og vurdere de risici, der er ved anvendelse af vort produktområde. Dog finder vi det samtidigt rimeligt at give beslutningstagerne et overordnet billede af, hvad fordelene er ved fortsat at vælge pesticider som et input i fødevareproduktionen.

En nuanceret cost/benefit betragtning hører med i beslutningsprocessen og bør derfor være udtrykt i indledningen til planen.

Med baggrund i et tab på 2,5 mia. kr. i primærproduktionen konkluderede Bichel-Udvalget (1998) således, at det vil koste samfundet godt 7 mia. kr., hvis jordbruget skal undvære pesticider. Hertil kommer en reduktion i beskæftigelsen på ca. 16.000 arbejdspladser.

Bichel-Udvalgets analyser og vurderinger er efterprøvet af LandboCentrum, der over en fem årig periode (1998 – 2002) gennemførte pesticidfri dyrkning i praksis. LandboCentrums opgørelser konkluderer et tab på 5,2 mia. kr. om året i primærproduktionen. Altså en indikation af, at værdien af pesticider i jordbrugets produktion er dobbelt så stor som vurderet af Bichel-Udvalget.

Fokus bør ændres

Regeringens målsætning om en nedsættelse af behandlingshyppigheden til 1,7 i 2009 er meget ambitiøs.

Dansk Planteværn medgiver, at Bichel-Udvalgets analyser peger på, at en reduktion i anvendelsen helt ned til 1,7 i behandlingshyppighed er mulig uden væsentlige driftsøkonomiske tab for jordbruget. Ligeledes noterer vi os, at de opdaterede analyser til niveau 2000/2001 bekræfter dette. Analyserne tager dog ikke mulig resistens mod visse midler i betragtning og forudsætter ligeledes en optimal anvendelse, der udelukker en sund strategi for begrænsning af resistensudviklingen.

Som virkemiddel til at opnå en reduktion i behandlingshyppigheden er vi enige i, at den bedriftsorienterede rådgivningsindsats har vist sig som det mest effektive.

Under Pesticidhandlingsplan II er der indhentet praktiske erfaringer i jagten på en reduceret behandlingshyppighed. Opgørelsen viser, at behandlingshyppigheden er reduceret til 2,04 og altså dermed opfylder målsætningen for nuværende. Det må dog samtidig konstateres, at reduktionen fra de ca. 2,45 ned til 2,04 har været den ”nemme” del, men det har ikke været uden omkostninger.

En gennemgang af jordbrugets afgrøder op til høsten 2003 viser en dramatisk stigning i forekomst af vanskeligt bekæmpelige ukrudtsarter som tidsler, alm. kvik og andet rodukrudt. Dette er resultatet af en reduceret indsats i ukrudtsbekæmpelsen – f.eks. reducerede doseringer, udeladelse af behandlinger mv.

Ved at kigge fremad mod en yderligere reduktion til 1,7 i behandlingshyppigheden, må det påregnes, at de bedrifter, der endnu ikke har reduceret, vil være vanskeligere at nå i intensiv rådgivning end de første.

Hertil kommer, at Bichel-Udvalgets konklusion om, at behandlingshyppigheden kan nedsættes med 30 - 40% i løbet af 5 - 10 år, bygger på daværende beregningsgrundlag for behandlingshyppigheden.

Når en restriktiv praksis ved nye godkendelser af plantebeskyttelsesmidler samt revurdering og ny godkendelse af hidtidige midler medfører en ukritisk fastsættelse af mindst mulig standarddosering for midlerne, bliver resultatet en fastfrysning eller måske en stigning i den beregnede behandlingshyppighed. Dette vil blive resultatet af manglende råderum til anvendelse af fleksible og behovstilpassede doseringer hos den enkelte landmand.

Det er vigtigt at forstå, at en stor del af den hidtidige reduktion i behandlingshyppigheden er opnået ved i praksis at anvende doseringer, som er reduceret i forhold til standard-doseringerne, når dette har været muligt. Når fleksibiliteten fjernes ved, at standard-doseringerne nærmer sig de praktiske anvendte doseringer i størrelse, vil den beregnede behandlingshyppighed stagnere og i visse tilfælde stige. Dette på trods af, at aktivstofmængden og antallet af behandlinger er uændret eller måske faldende.

Nærværende plan stiller i udsigt, at der efter målet i 2009 kan være muligheder for en yderligere reduktion i pesticidanvendelsen. Som eksempel på virkemidler nævnes nye plantebeskyttelsesmetoder – og strategier, som kan fremme anvendelsen af helt eller delvis mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse har vist sig konkurrencedygtig i visse rækkeafgrøder. Her tænkes på radrensning. Det skal samtidig bemærkes, at når vi taler om den dominerende del af landbrugsarealet, nemlig kornafgrøderne, har ukrudtsharvning ikke vist sig at have en stor fremtid.

Endelig bør cost/benefit betragtning med i vurderingerne om fremtidens løsning. Dette indebærer naturligvis en vurdering af miljø og sundhed samt økonomi.

Dansk Planteværn mener, at anvendelse af plantebeskyttelse i jordbruget er til for at kontrollere uønskede skadevoldere i afgrøden, når dette medfører et nettomerudbytte. Det indebærer samtidigt, at der skal gøres, hvad der gøres kan, for at effekten af indsatsen bliver i afgrøden og dermed påvirker det omkringliggende miljø så lidt som overhovedet muligt.

Vi støtter derfor programmer, der er etableret for at opfylde denne målsætning. Det være sig etablering af randzoner, indsats mod punktkilder, kvalitetskontrol af sprøjteudstyr mv.

En fokusering på reduktion af risici for miljø og sundhed i forbindelse med håndtering, opbevaring og anvendelse af plantebeskyttelsesmidler vil give meget mere miljø for pengene end en fortsat jagt på kvantitative mål.

Behandlingshyppigheden er naturligvis en politisk bekvem størrelse som monitoringsværktøj. Behandlingshyppigheden er en indekseret mængdeangivelse, som tillader sammenligning mellem behandlinger med forskellige standarddoseringer, men som er upåvirket af midlernes individuelle miljø- og sundhedsmæssige egenskaber.

Det er med baggrund i ovennævnte derfor grundlæggende fejlagtigt at betragte behandlingshyppigheden som et direkte mål for miljøbelastning.

Sammendrag

Det er positivt, at pesticidplanen bygger på grundlaget fra Bichel-Udvalget og Kirsten Jensen Udvalget og fastslår, at målet for en yderligere reduktion sigter mod et niveau, der sikrer en rentabel produktion i jordbrugserhvervene. Pesticidplanen burde dog samtidig præsentere en cost/benefit betragtning for beslutningstagerne.

Der savnes en opgørelse af, hvilke konkrete miljøforbedringer reduktionen indtil nu har medført. Ligeledes savnes der både i tidligere planer og i nærværende plan en mere klar beskrivelse af de forventede miljøforbedringer ved en yderligere reduktion i anvendelsen.

Fokus på reduktion af risici for miljø og sundhed i forbindelse med håndtering, opbevaring og anvendelse af plantebeskyttelsesmidler bør prioriteres frem for en fortsat jagt på kvantitative mål.

Behandlingshyppigheden er en politisk bekvem størrelse, men begrebet er blot en indekseret mængdeangivelse, som tillader sammenligning mellem behandlinger med forskellige standarddoseringer. Den er upåvirket af midlernes individuelle miljø- og sundhedsmæssige egenskaber.

Det er derfor grundlæggende fejlagtigt at betragte behandlingshyppigheden som et direkte mål for miljøbelastning.

Effekt af pesticider i vandmiljøet og på randområder

Effects of pesticides in the aquatic environment and nearshore areas

Hans Løkke¹, Torben Lauridsen², Annette Baatrup-Petersen², Nikolai Friberg² & Helle Weber Ravn¹

Danmarks Miljøundersøgelser

¹Afdeling for Terrestrisk Økologi

²Afdeling for Ferskvandsøkologi

Vejlsøvej 25

DK-8600 Silkeborg

Summary

Danish and international studies have proved that buffer zones along rivers and streams will protect flora and fauna against drift of pesticides and reduce nutrient loading of the aquatic environment. In Danish monitoring programmes, concentrations of pesticides are detected at the effect level for aquatic species. The drift of pesticides depends on topographic factors and has been measured by use of plant biomarkers. Close to cultivated fields, the flora in nearshore areas contains few perennial species, which all are tolerant to herbicides and high input of fertilisers. These species are competitive to species, which are adapted to nutrient-poor environments. In streams and lakes, impact on the fauna may occur at cumulative concentrations of pesticides as observed in the field. Under controlled conditions effects are observed on behaviour, uptake of food and reproduction. Flora and fauna are organised in food webs, which may be changed by the impact of pesticides causing effects at higher trophic levels, e.g. fish.

Indledning

Den dominerende arealanvendelse i Danmark er konventionelt drevet landbrug, hvor der i større eller mindre omfang anvendes pesticider. Samtidig findes et meget tæt vandløbsnetværk, der gennemvæver landskabet (ca. 1,5 km vandløb pr. km²), og som giver en stor grænseflade til landbrugsarealerne. Vandløb og deres randzoner er derfor potentielt meget udsatte for eventuelle påvirkninger af pesticider, som anvendes på de tilstødende marker. Tilsvarende er Danmarks 120.000 søer og vandhuller som oftest omkranset af dyrkede arealer. I dette indlæg gives en kort oversigt over resultaterne fra de seneste undersøgelser af pesticiders forekomst og påvirkning af henholdsvis randområder, søer og vandløb og de konklusioner, som kan udledes heraf. Indlægget omhandler ikke randområder såsom hegn

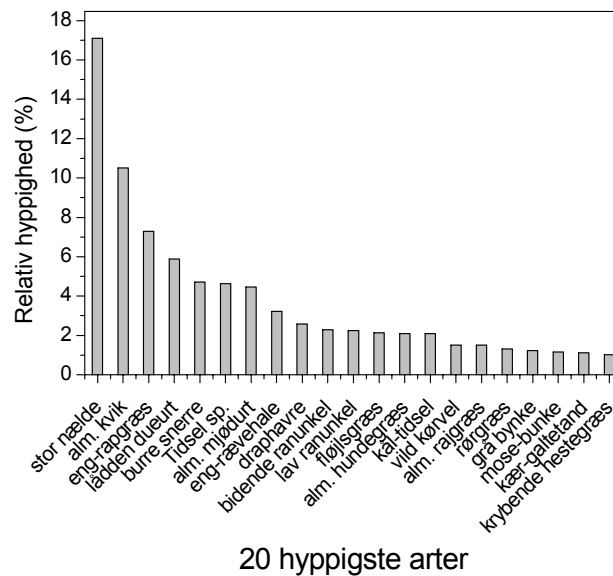
og diger og andre småbiotoper eller randområder, som grænser op til terrestriske naturområder.

Forekomst og effekter af pesticider i randområder

Der er lavet forholdsvis få undersøgelser af afdriften, afsætningen og effekten af pesticider på floraen i randområder langs vandløb i landbrugsområder, og der foreligger ingen undersøgelser af faunaen. Der er foretaget undersøgelser af afdriften og afsætningen af pesticider i randzoner mod vandløb og søer i Danmark og internationalt (bl.a. Ravn *et al.*, 2002; Marrs *et al.*, 1993). Der kan således forventes afsætning og effekter i umiddelbar nærhed af markkanten, mens afsætningen og effekter er vanskeligere at påvise blot få meter fra markkanten. Dette skyldes dels naturlige variationer i vegetationen, topografiske forhold, vindretningen og hurtig omsætning af pesticiderne. Hertil kommer den høje pris på kemisk analyse af pesticider i små koncentrationer på plantemateriale som får indflydelse på undersøgelsesernes omfang. I et projekt, som DMU udførte i 2001-2003, blev anvendt en biomarkørmetode, som i modsætning til traditionelle kemiske analysemetoder er i stand til at påvise et ”fingeraftryk” (Ravn *et al.*, 2002). Undersøgelserne blev udført i en række randområder langs vandløb i Bjerringbroområdet. Vandløbsstrækningerne blev udvalgt ud fra markernes placering i forhold til vandløbet og dermed ud fra den potentielle risiko for påvirkning ved sprøjtning. Derudover var randområderne udvalgt således, at de varierede med hensyn til bredde fra markkant til vandløb og til dels med hensyn til vegetations-sammensætning. Før undersøgelsens start blev der gennemført en forundersøgelse i laboratoriet for at identificere særligt herbicidfølsomme arter blandt planter, der typisk forekommer i vandløbenes randzoner, idet vi forventede alene at iagttage effekter af herbicider. Selve undersøgelsen blev udført ved at transplantere opformerede planter af rød arve (*Anagalli arvensis*) i transsektorer fra markerne gennem randområderne og tværs over vandløbene, idet indledende undersøgelser viste, at de naturligt forekommende plantearter var mindre følsomme end rød arve.

I denne undersøgelse blev den tydeligste og hurtigste effekt fundet inden for de første to meter fra marken og kun få dage efter sprøjtning. Selv om landmændene var meget påpasselige med at udnytte de optimale vejrforhold og lav vindhastighed under sprøjtningen, kunne vi alligevel påvise ændringer i biomarkørerne i planterne i op til 14 meter væk fra de sprøjtede marker og over vandløbet. Det betød, at planter på den anden side af vandløbet også var påvirket af herbiciderne, og at der følgelig måtte være afsat herbicider også i vandløbet.

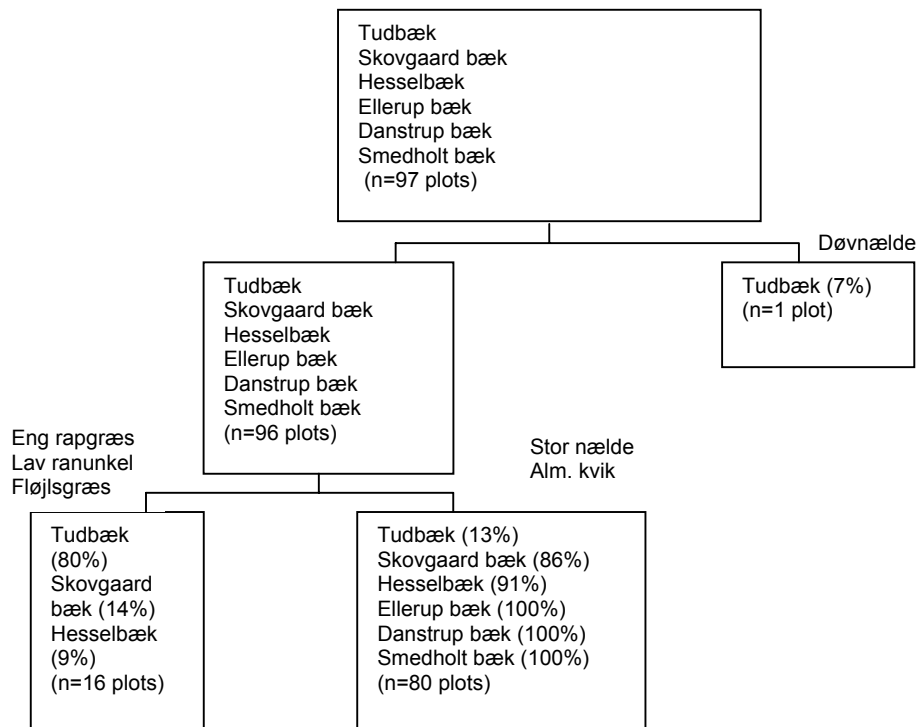
Alle floraanalyser peger mod, at der kun er begrænset variation i plantesamfundene i randområder mellem dyrkede marker og vandløb. Plantesamfundene er generelt meget artsfattige med dominans af ganske få konkurrencesterke arter, herunder stor nælde (*Urticaceae dioica*), alm. kvik (*Elytrigia repens*), eng-rapgræs (*Poa pratensis*), ladden dueurt (*Epilobium hirsutum*) samt burre-snerre (*Galium aparine*).



Figur 1. De 20 hyppigste arter fundet i analyser af floraen i randområder (Baatrup-Petersen, ikke publiceret). Most frequent plant species in Danish nearshore areas (Baatrup-Petersen, not published).

Disse arter trives primært på næringsrige og relativt tørre jorder, hvor de fortrænger mere diverse plantesamfund med forekomst af lavtvoksende urter og græsser. I den seneste undersøgelse, som er udført af DMU (Ravn *et al.*, 2002), fandt man, at randzonerne langs primært Tudbæk, men også Skovgaard bæk i Bjerringbroområdet adskilte sig delvist fra de andre randzoner, se figur 2.

Plantesamfundene bar her præg af, at markerne lå længere væk fra randzonerne, og at landbrugspåvirkningen var mindre. Langs Tudbæk var der et græsningsareal med kvæg, mens der langs den nærtliggende Skovgaard bæk var en bred bræmme, som blev benyttet til høslæt. Langs begge vandløb var der arter, som er delvist følsomme over for landbrugsdrift. Årsagen til den forholdsvis ringe variation i de landbrugsnære områder skyldes sandsynligvis en kombination af gødskning og afdrift af pesticider.



Figur 2. Twinspan klassifikation af dækningsgradsdata fra 97 1 x 1 m undersøgelseskvadrater i randområder langs 6 vandløb beliggende i landbrugsområder. Som grundlag for klassifikationen er 72 arter. Indikatorarter for hver opdeling er givet. Ligeledes er i parentes angivet antallet af undersøgelseskvadrater inden for hver gruppe, samt andelen af undersøgelseskvadrater i procent i de enkelte slutgrupper for hvert vandløb (Baatrup-Petersen, ikke publiceret). Twinspan classification of plant coverage from 97 one-square-meter plots in nearshore areas of 6 streams in agricultural areas. The classification is based on 72 species. The indicator species for each group is shown together with the number of plots, the number of plots in each group given in percentage for each final group of each stream.

Forekomst og effekter af pesticider i vandløb

I vandløb er der fundet koncentrationer af flere pesticider på et niveau, der kunne udløse effekter på vandløbsfaunaen. I en undersøgelse af sammenhængen mellem koncentrationen af pesticider i vandløbssediment og smådyr blev det således fundet, at sumkoncentrationen af pesticider var den variabel, som bedst forklarede smådyrssamfundets sammensætning (Friberg *et al.*, 2003). Samfundet i de mest påvirkede vandløb udviste tydelige tegn på ændringer med færre insekter og krebsdyr end i rene vandløb og med flere snegle, igler og dansemyggelarver. Disse ændringer i samfundets sammensætning kan imidlertid ligeledes skyldes andre menneskeskabte påvirkninger såsom udledning af spildevand og dårlige fysiske forhold. Undersøgelsen viste da også, at f.eks. BI5 (biologisk iltforbrug over 5 dage), der er et

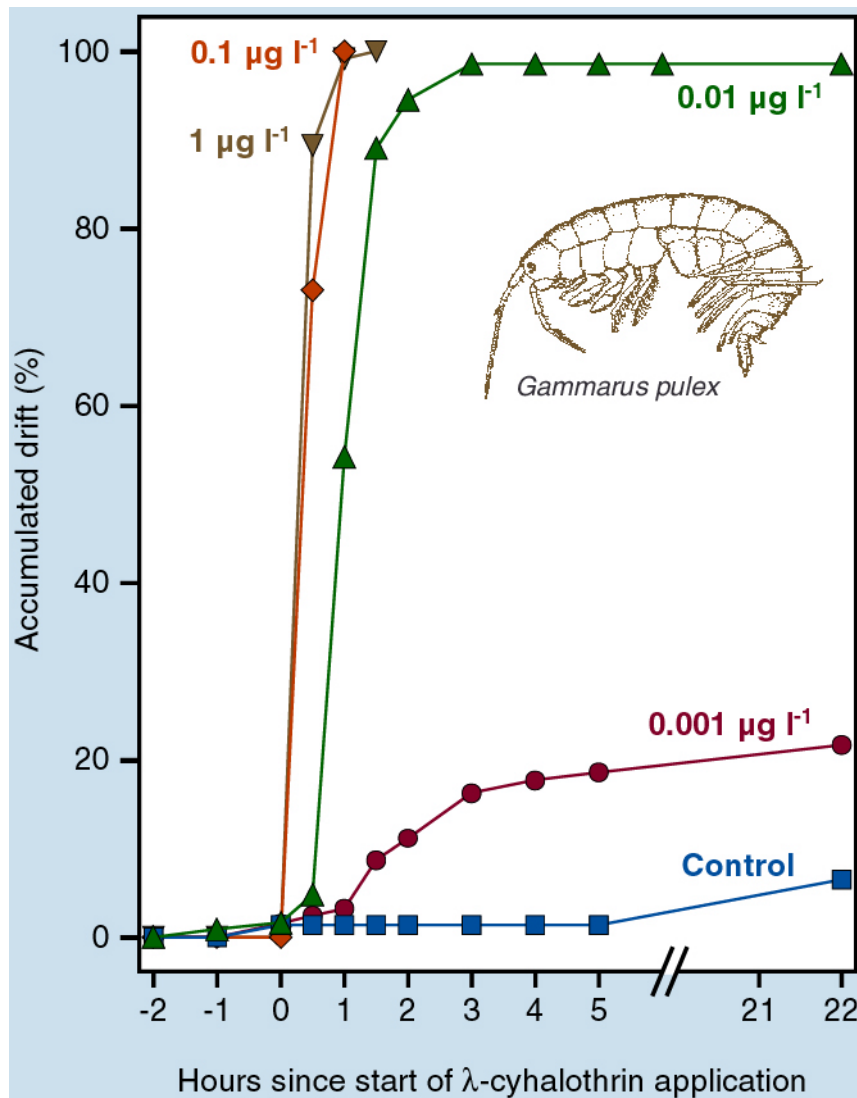
udtryk for spildevandspåvirkning med organisk stof, var næsten ligeså vigtig en variabel til at forklare samfundets sammensætning.

Generelt er det vanskeligt at koble målte koncentrationer i vandløbet til specifikke biologiske effekter. Pesticiderne optræder ofte i vandløbene som kortvarige pulse i vandfasen, hvorfor langt de fleste målinger har vist ingen eller sjælden forekomst af pesticider. Ovennævnte undersøgelse indikerede derimod, at pesticiderne findes og bliver tilbageholdt i vandløbssedimentet i kortere eller længere perioder. Fund i sediment kan både bruges direkte til at sammenholde med smådyrssamfundets sammensætning, men de kan også benyttes som en indikator for pulseksponering. Det er en væsentlig iagttagelse, da ændringer i smådyrssamfundet som følge af en påvirkning kan vare fra dage til år afhængigt af forholdene og påvirkningens styrke.

Smådyrssamfundet som helhed kan være meget variabelt og respondere på en række forskellige faktorer i omgivelserne. For at mindske denne variation blev der gennemført en undersøgelse med ferskvandtangloppen *Gammarus pulex* (Ravn & Friberg, 2003). *Gammarus* er meget følsom over for de fleste insekticider, og i undersøgelsen med vandløbssedimenterne blev der fundet en negativ sammenhæng mellem antallet af *Gammarus* i prøverne og sedimentkoncentrationen af pesticider. *Gammarus* blev derfor udsat i bure i en række vandløb i foråret (medio maj til medio juni), hvor der ofte sprøjtes med insekticider. Seks af de undersøgte vandløb havde oplande med høj landbrugsintensitet, mens 6 var skovdækkede og mere ekstensivt dyrket. Undersøgelsen forløb over 6 uger, hvor overlevelse af udsatte *Gammarus* i bure blev undersøgt hver uge. På intet tidspunkt i perioden var der statistisk signifikant forskel på overlevelsen mellem de to grupper, og generelt var overlevelsen meget høj på mellem 90 og 100%. Der blev fundet flere pesticider i vandprøver fra alle vandløbene, men alle i meget lave koncentrationer. Ved interview med udvalgte landmænd ved de pågældende vandløb blev det konstateret, at der kun var brugt insekticider i meget begrænset omfang i oplandet og slet ikke omkring de udsatte bure.

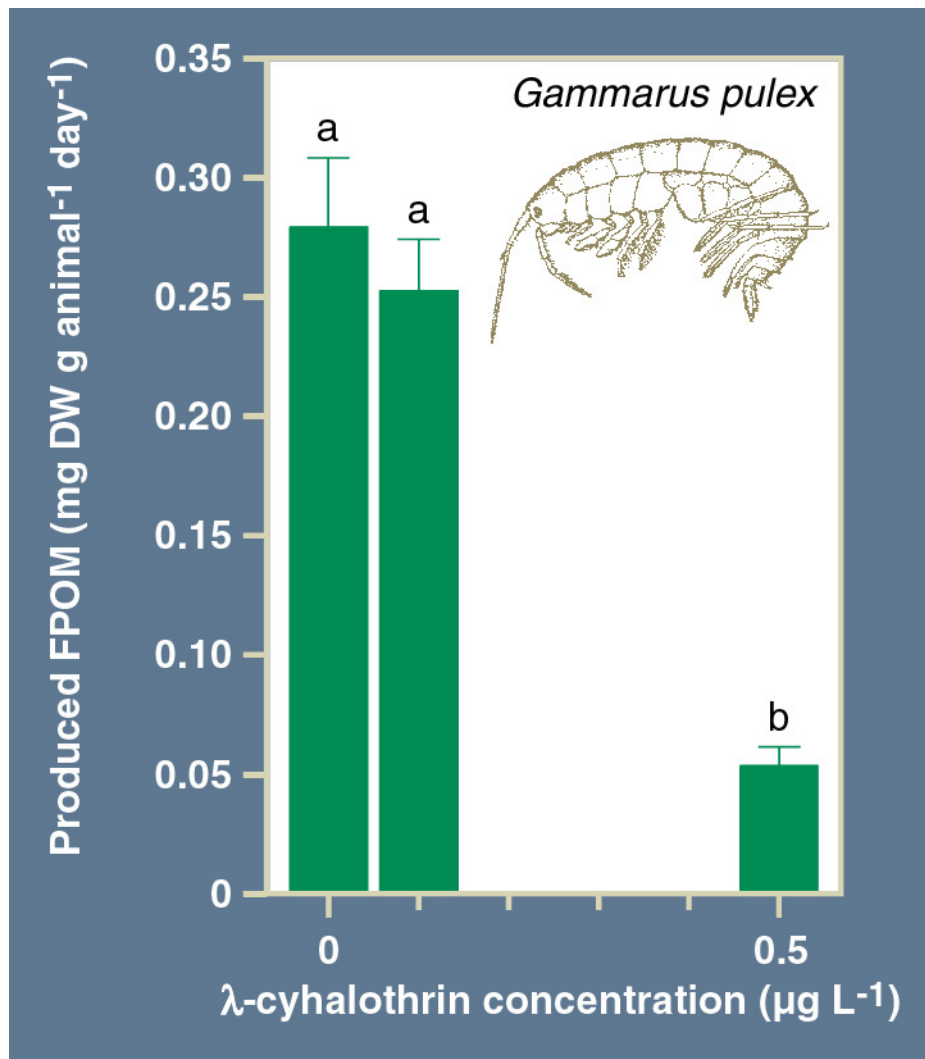
Der er gennemført en række undersøgelser af virkningerne på vandløbssmådyr under kontrollerede forhold (Lauridsen, 2002; Friberg, ikke publiceret). I disse undersøgelser er der iagttaget påvirkninger på adfærd, fødeoptagelse og reproduktion. Såvel flora som fauna indgår i fødekæderne, og ændringerne kan derfor resultere i indirekte effekter på den højere fauna, f.eks. fisk. Et eksempel på en adfærdsændring er antallet af smådyr, der driver med strømmen (kaldet "drift") i vandløb. Når antallet af individer i drift pludseligt stiger, er det tegn på en aktiv flugtrespons. Ved koncentrationer ned til 0,001 µg/L af insekticidet λ-cyhalothrin er der fundet en statistisk signifikant forøgelse i driften af *Gammarus*, se figur 3. Hastigheden, hvormed *Gammarus* går i drift, stiger desuden med stigende koncentrationer. Forsøgene er gennemført i udendørs strømrender, hvortil insekticidet er tilsat til vandfasen i 30 minutters puls. I et tilsvarende forsøg med insekticidet esfenvalerat blev der fundet en signifikant forøgelse af driften ned til en koncentration på 0,0002 µg/L, når *Gammarus* blev eksponeret for en 150 minutters puls. Både koncentration og tiden for pulseksponeringen har

derfor afgørende betydning for antallet af individer, der går i drift. Ved koncentrationer over 0,01 $\mu\text{g/L}$ i eksemplet på figur 3, vil alle *Gammarus* gå i drift. Næsten alle smådyr, som er undersøgt, udviser samme adfærd som *Gammarus* med en forøgelse af driften, når de eksponeres for pesticider, men forsøgene har vist, at *Gammarus* klart er den mest følsomme art (Lauridsen, 2002; Friberg, ikke publiceret). Den kan detekttere stoffet, før det har haft en skadelig effekt, mens flere af de andre smådyr først reagerer, når stoffet begynder af påvirke dem fysiologisk.



Figur 3. Ferskvandstangloppen *Gammarus pulex* er meget følsom over for insekticidet λ -cyhalothrin som øger deres drift. Figuren viser driftrespons, udtrykt som akkumuleret drift, hos *Gammarus* eksponeret med fire koncentrationer (og kontrol) af λ -cyhalothrin i en 30 minutters puls. Tidspunktet 0 svarer til begyndelse af pulsexponeringen. The drift of *Gammarus pulex* is increased by low concentrations of λ -cyhalothrin. The figure shows drift response of *Gammarus* exposed to four concentrations (and controls) of λ -cyhalothrin given as a 30-minute pulse.

Eksposering med pesticider vil også have effekt på økosystemets funktion. *Gammarus* spiller en nøglerolle i vandløb ved at findele groft organisk stof til finere partikler, som dermed bliver mere tilgængelige for andre organismer, og som lettere transporteres nedstrøms. Undersøgelser i laboratoriet har vist, at hastigheden hvormed *Gammarus* omsætter det grove organiske stof, bliver nedsat med stigende koncentration af insekticidet λ -cyhalothrin, se figur 4 (Lauridsen, 2002). Når de blade, som *Gammarus* spiser, havde været eksponeret for en koncentration på 0,5 $\mu\text{g}/\text{l}$, blev deres fødeoptagelse statistisk signifikant nedsat og dermed den hastighed, hvormed det grove organiske stof blev omdannet til fint. Tilsvarende resultater er fundet for andre arter af smådyr, som er eksponeret for esfenvalerat.



Figur 4. Ferskvandstangloppen *Gammarus pulex* spiller en nøglerolle i vandløb ved at findele groft organisk materiale, fx blade. Denne evne bliver kraftigt nedsat når bladene har ligget i vand med indhold af 0,5 μg λ -cyhalothrin pr. liter. Figuren viser mængden af fint organisk stof, der produceres af *Gammarus* som funktion af koncentrationen af λ -cyhalothrin. The role of *Gammarus pulex* in decomposition of dead organic matter is markedly reduced by λ -cyhalothrin concentrations at 0.5 $\mu\text{g}/\text{Litre}$. The figure shows the amount of fine particulate organic matter (FPOM) produced by *Gammarus* when fed leaves contaminated by two concentrations of λ -cyhalothrin.

Samlet tyder laboratorieforsøgene på, at insekticider kan have en række potentielle påvirkninger af smådyr i vandløb. Disse påvirkninger vil kunne ændre smådyrssamfundets sammensætning, f.eks. på grund af øget prædation på organismer i drift eller ved nedsat overlevelse på grund af reduceret fødeindtagelse etc.

Forekomst af pesticider i søer og vandhuller

Pesticider i søer har indtil 2001 ikke været en del af det nationale overvågningsprogram på søer. Det betyder, at det eksisterende datamateriale indtil 2001, da stammer fra en række undersøgelser udført over en længere årrække. Flere forhold varierer derfor undersøgelserne imellem, f.eks. antal stoffer, der er analyseret for (mellem 2 og 90), detektionsgrænsen, tidspunktet for prøvetagningen osv. Det vil sige forudsætningerne for en direkte sammenligning af data er ikke tilstede.

I Ribe, Ringkøbing og Århus Amter er der gennem de seneste år (1999-2001) udført en del undersøgelser i mindre søer (<5 ha) og vandhuller, hvor indsatsen har været koncentreret om hyppigt anvendte stoffer samt stoffer, som ofte er fundet i vandløb. Som et resultat heraf eksisterede der i 2001 data fra 69 søer (>0,5 ha) og 47 vandhuller (<0,5 ha). I disse søer og vandhuller er der i alt registreret 35 stoffer eller nedbrydningsprodukter. Resultaterne viser generelt meget lave koncentrationer i søerne, og indtil 2001 overskred kun bentazon og isoproturon grænseværdien for drikkevand (0,1 µg/L), se tabel 1. I vandhullerne overskred 12 stoffer denne værdi.

I 2001 blev der for første gang undersøgt for pesticider i det nationale søovervågningsprogram (Jensen *et al.*, 2002). Der blev på seks datoer undersøgt for 48 pesticider eller nedbrydningsprodukter heraf i 8 store søer. I alt blev der fundet positive prøver for samtlige 48 stoffer. For den enkelte sø varierede antal positive fund dog meget, og fundprocenten (antal prøver hvori stoffet findes i forhold til det totale antal undersøgte prøver) varierede mellem 13 og 75%. Betragtes mediankoncentrationen for alle positive prøver (det vil sige prøver med koncentrationer over eller lig med detektionsgrænsen), lå den for 42 stoffers vedkommende på 1-2 × detektionsgrænsen. Der var således generelt tale om meget lave koncentrationer. For kun 8 pesticider eller metabolitter blev der for den enkelte sø fundet mediankoncentrationer over detektionsgrænsen. Det drejer sig om: BAM, AMPA, desethylisopropylatrazin, diuron, DNOC, glyphosat, hydroxyatrazin og TCA.

De pesticider eller nedbrydningsprodukter, som findes hyppigst i både større søer og vandhuller er BAM (nedbrydningsprodukt fra dichlobenil), AMPA (nedbrydningsprodukt fra glyphosat), maleinhydrazid, TCA og glyphosat med fundhyppigheder på mellem 75 og 40% (Jensen *et al.*, 2002).

For stoffer, som er fundet i både søer og vandhuller, findes de højeste koncentrationer generelt i vandhullerne, se tabel 1. Kun for tre stoffers vedkommende er den højeste koncentration fundet i en større sø. Dette er forventeligt på grund af den lille

fortyndingseffekt i vandhuller i sammenligning med større søer som følge af vandhullernes ringe vandudskiftning og lille vandflade i forhold til bredzonen.

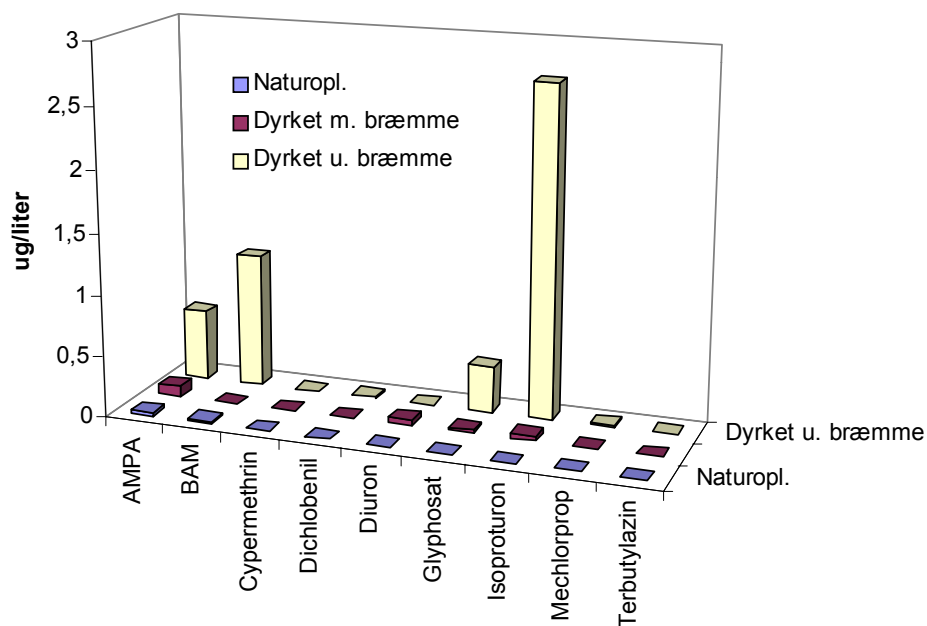
Tabel 1. Pesticider og deres maksimal koncentrationer registreret i både søer og vandhuller. Materialet er baseret på data fra 77 danske søer og 47 vandhuller. Maximum pesticide concentrations observed in Danish lakes and ponds. Based on 77 lakes and 47 ponds.

Stof	Søer*	Vandhuller**
	Max. konc., µg/L	
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	0,1	1,1
atrazin, h	0,049	0,2
bentazon, h	0,12	0,03
bromoxynil, h	0,04	0,02
desethylatrazin, met	0,05	0,16
dichlorprop, h	0,12	0,3
dimethoat, I	0,068	0,13
dinoseb	0,03	0,04
DNOC, h	0,07	0,85
glyphosat	0,11	0,92
AMPA	0,23	1,8
ioxynil, h	0,01	1,0
isoproturon, h	3,9	2,7
MCPA, h	0,05	1,0
mechloprop, h	0,02	0,12
pendimethalin, h	0,02	0,03

* Ikke publicerede amtsdata, Århus Amt (1999), Lauridsen og Wiggers (2001), Jensen *et al.* (2002)

** Mogensen og Spliid (1997), Ringkøbing og Ribe (ej publ.), Århus Amt (2002).

Betragtes forskellige typer af vandhuller kan der også være forskel på pesticid-koncentrationerne i disse. Århus Amt undersøgte i 2001 24 vandhuller fordelt på tre forskellige typer henholdsvis beliggende i naturopland, dyrket opland med 10-20 m dyrkningsfri bræmme og dyrket opland uden dyrkningsfri bræmme (Århus Amt, 2002). Denne undersøgelse viste flest pesticidfund og de højeste koncentrationer i vandhullerne beliggende i dyrket opland uden dyrkningsfri bræmme. Modsat blev de færreste antal pesticider samt laveste koncentrationer observeret i vandhullerne beliggende i naturoplande (figur 5). På denne baggrund vil eventuelle effekter som følge af de tilstedeværende koncentrationer af pesticider med størst sandsynlighed være at finde i vandhullerne.

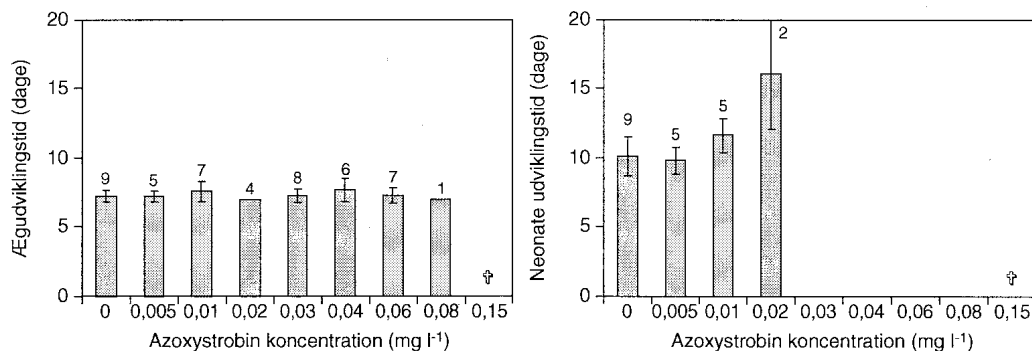


Figur 5. Indhold af pesticider i vandfasen i tre typer vandhuller beliggende på Djursland. Undersøgelsen blev udført i maj 2001 (efter Århus Amt, 2002). Number of pesticides and maximum concentrations observed in ponds situated in three catchment types: 1. Nature area; 2. Agriculture with a protection zone and 3. Agriculture without a protection zone. The investigation was undertaken in May 2001 (after Århus Amt, 2002).

Effekter af pesticider i søer og vandhuller

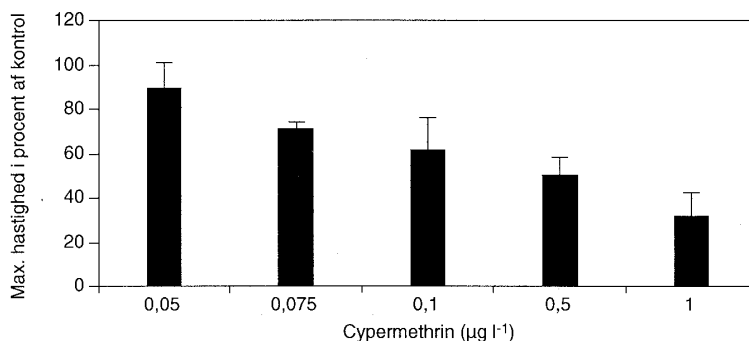
Sammenholdes de danske fund af pesticider i vandhuller og søer med udenlandske effektstudier, er det ikke sandsynligt, at der forekommer effekter som følge af pesticider i de større søer. På trods af at der forekommer højere koncentrationer i vandhullerne, vil vi med det nuværende kendskab heller ikke forvente dødelige effekter i vandhullerne.

Hvorvidt der kan forekomme ”ikke-dødelige” effekter i vandhuller er undersøgt gennem et to-årigt projekt (Lauridsen *et al.*, 2003) med følgende stoffer: insektmidlet cypermethrin, svampemidlet azoxystrobin og ukrudtsmidlet bentazon, alle valgt på baggrund af deres store anvendelse i Danmark. Effekterne af stofferne er undersøgt på dyreplanktonarter som dafnier (*Daphnia magna*, *D. galeata*) og vandlopper (*Cyclops vicinus*, *Eudiaptomus graciloides*) og til vurdering af ”ikke-dødelige” effekter er anvendt følgende parametre: 1) udviklingstid af æg og unger (formeringsforsøg), 2) bevægelsesfrekvens af hjerte, brystlemmer, kæber og bagklo (fysiologiske forsøg) og 3) svømmehastighed hos dafnier (*D. magna*).



Figur 6. *Daphnia galeatas* ægudviklingstid (venstre) og udviklingstid for dannelse af unger (højre) som funktion af azoxystrobin-koncentration. Tal over søjlen angiver antal dyr, der udviklede henholdsvis æg og unger. Kors angiver, at alle forsøgsdyr døde (efter Lauridsen *et al.*, 2003). Time (days) for development of eggs (left) and neonates (right) vs. azoxystrobin concentration. Numbers above the columns indicate numbers of animals developing eggs and neonates, respectively. Cross = all animals died (after Lauridsen *et al.*, 2003).

Resultaterne viste, at bentazon ikke har nogen effekt på de valgte organismer ved miljørealistiske koncentrationer. For azoxystrobins vedkommende kan der heller ikke forventes effekter, blot stoffet anvendes regelret, det vil sige med en sprøjtefri zone på 2-20 meter i forhold til vandløb og søer. Hvis reglerne ikke overholdes, og der sker en delvis oversprøjtning af f.eks. et 30 cm dybt vandhul, kan der opstå en koncentration, som hæmmer/forsinker dafniers evne til at udvikle unger, se figur 6. Cypermethrin så ud til at øge ægudviklingstiden hos *D. magna* allerede ved 0,05 µg/L. Ved 0,1 µg/L skete der en signifikant reduktion i *D. magna*'s svømmehastighed, se figur 7. I den tredje type forsøg blev der efter en times eksponering ved 1 µg/L registreret en signifikant effekt på funktionen af f.eks. brystlemmer og munddele hos dafnierne, idet slagfrekvensen blev reduceret (Lauridsen *et al.*, 2003).



Figur 7. Den gennemsnitlige maksimale svømmehastighed i procent af kontrolforsøget for *Daphnia magna* ved stigende cypermethrin koncentration, n=5 (efter Lauridsen *et al.*, 2003). Average maximum swimming velocity of *Daphnia magna* in per cent of the control treatment, n=5 (after Lauridsen *et al.*, 2003).

Konsekvensen af nedsat slagfrekvens af brystlemmer og munddele er, at fødeoptagelsen hæmmes. Herved reduceres dafniernes funktion i vandhullet, hvilket vil sige, at algerne ikke kan nedgræsses i samme grad som med fuldt funktionsdygtige dafnier. Som følge heraf bliver vandet mere uklart. En reduceret svømmeevne kan betyde, at dafnierne ikke er i stand til at udvise normal flugtadfærd i forhold til fisk. De fanges og ædes dermed lettere af fiskene, og konsekvensen er igen, at algerne ikke nedgræsses. Det samlede resultat kan derfor betyde forringet vandkvalitet.

Der er normalt ikke analyseret for cypermethrin i danske søer og vandløb. Derimod er der ofte analyseret for det lignende insekticid esfenvalerat. Esfenvalerat er fundet i koncentrationer op til 0,6 µg/L i vandløb. Det er derfor muligt, at cypermethrin vil kunne forekomme i lignende koncentrationer.

Diskussion og konklusioner

Det er først inden for de seneste 5 år, at der systematisk er fremskaffet data for forekomsten af pesticider i vandløb, søer og vandhuller. Fra randområderne foreligger der kun data, som er fremskaffet i forbindelse med forskningsprojekter. En række undersøgelser i vandløb har vist, at de tilstedeværende pesticider er en sandsynlig medvirkende faktor i ændringerne af fauna. Dette har speciel betydning for arter, der tjener som føde for andre arter i fødekæderne, eller som spiller en vigtig rolle i nedbrydningen af dødt organisk materiale.

Samlet set er det insekticiderne og specielt pyrethroiderne som cypermethrin og esfenvalerat, der potentielt vil kunne give anledning til effekter på dyrelivet i søer, vandhuller og vandløb. De foreløbige analyser og vurderinger når imidlertid frem til, at sandsynligheden for betænkelige effekter ikke er stor, såfremt pesticiderne anvendes regelret, det vil sige ved anvendelse af de sikkerhedsafstande, som er foreskrevet i forbindelse med godkendelsen af de pågældende midler. Den regelrette anvendelse indebærer også, at sprøjtningen foretages med minimal afdrift, det vil sige med korrekt indstillet sprøjteudstyr og under vejrforhold med lav vindhastighed.

I forsøget, hvor der blev anvendt biomarkører til måling af eksponering af floraen i randområder, blev sprøjtningen foretaget i relativt svag vind (3 meter pr. sekund). Dette viser med al tydelighed, at man bør være yderst påpasselig med at udbringe pesticider i blæsevejr. Det var også tydeligt, at den lovbefalede to meters randzone langs vandløbene i dag virker mere som afsætningsområde end som værn mod pesticider i det åbne land. De to meter er derfor ikke tilstrækkeligt til at hindre små mængder af pesticider i at nå ud i vandløbene. Endvidere fremgik det af undersøgelsen, at en høj vegetation af eksempelvis buske og træer langs vandløbene er bedre til at fange sprøjterester end en lav kantzone, der blot består af f.eks. græs.

Det skal dog også fremhæves, at afdriften naturligvis sker i vindretningen. Forsøgene viste, at der ikke kunne måles ændringer i biomarkørerne helt hen til markkanten i de tilfælde, hvor vinden bar væk fra markkanten.

Sammendrag

Danske og udenlandske undersøgelser har vist, at bræmmer langs vandløb beskytter flora og fauna mod afdrift af pesticider og utilsigtet spredning af gødning. De seneste målinger viser, at for nogle stoffers vedkommende ligger koncentrationerne i vandmiljøet på et niveau, der kan have effekter på de biologiske forhold. Afdriften er afhængig af de topografiske forhold og kan måles ved brug af biomarkører. Nærmest marken påvirkes floraens sammensætning henimod få arter af stauder, som tåler herbicider, og som er i stand til at udnytte de højere næringsstofniveauer og dermed at kunne udkonkurrere arter, som er mindre næringskrævende. I vandløb og søer kan faunaen påvirkes i koncentrationer, som ligger omkring summen af de højeste niveauer, som måles. Virkningerne på leddyrfaunaen er under kontrollerede forhold iagttaget som påvirkninger på adfærd, fødeoptagelse og reproduktion. Såvel flora som fauna indgår i fødekæderne, og ændringerne kan derfor resultere i indirekte effekter på den højere fauna, f.eks. fisk.

Litteratur

- Friberg N, Lindstrøm M, Kronvang B & Larsen SE.* 2003. Macroinvertebrate/sediment relationships along a pesticide gradient in Danish streams. *Hydrobiologia*, 494. 103-110.
- Jensen JP, Søndergaard M, Bjerring R, Lauridsen TL, Jeppesen E, Poulsen A & Sortkjær L.* 2002. Søer 2001. NOVA 2003. Faglig rapport fra DMU nr. 421. Danmarks Miljøundersøgelser. 80 s.
- Lauridsen RB.* 2002. Pesticideffekter på makroinvertebrater i vandløb med særlig fokus på pyrethroidet Lambda-Cyhalothrin. Specialrapport. Danmarks Miljøundersøgelser og Københavns Universitet.
- Lauridsen TL & Wiggers L.* 2001. Pesticider i Bryrup Langsø. *Vand & Jord*, 4. 154-159.
- Lauridsen TL, Friberg-Jensen U & Christoffersen C.* 2003. Effekter af cypermethrin, azoxystrobin og bentazon på limnisk invertebrater. *Bekæmpelsesmiddelforskning* nr. 76, Miljøstyrelsen, 2003.
- Marrs RH, Frost AJ, Plant RA & Lunnis P.* 1993. Determination of buffer zones to protect seedlings of non-target plants from the effects of glyphosate spray drift. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 45. 283-293.
- Mogensen BB & Spliid NH.* 1997. Forekomst af pesticider i danske miljøprøver. Notat til Miljøstyrelsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Miljøkemi.

- Ravn HW & Friberg N.* 2003. Effekter på akvatiske miljøer af randzoner langs målsatte vandløb. Pesticidhandlingsplan II, Aktstykke 156.
- Ravn HW, Lauridsen I, Løkke H, Friberg N, Baatrup-Petersen A & Nielsen K.* 2002. Sprøjtemidler på afveje. *Aktuel Naturvidenskab*, 3. 21-23.
- Århus Amt.* 1999. Pesticider i vandløb, kilder og søer i Århus Amt. Århus Amt, Teknisk rapport. 46 s. plus bilag.
- Århus Amt.* 2002. Forekomst af pesticider i vandhuller i Århus Amt. Århus Amt, Teknisk rapport. 20 s.