

DJF rapport



Markbrug nr. 98 ■ Januar 2004



Plantebeskyttelse 1 1. Danske Plantekongres

Crop Protection 1 1st Danish Plant Congress

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Indholdsfortegnelse

Maltbyg: Svampe- og skadedyrsbekæmpelse samt vækstregulering.

Hvordan sikres udbytte og kvalitet?

Malting barley: Fungicide/insecticide control and growth regulation

Ghita Cordsen Nielsen7

Bekæmpelse af sygdomme og skadedyr i raps

Diseases and pest control in oilseed rape

Ghita Cordsen Nielsen17

Planteværn Online - ukrudt

Crop Protection Online - weeds

Per Rydahl27

Planteværn Online – sygdomme og skadedyr

Crop Protection Online – diseases and pests

Leif Hagelskjær & Lise Nistrup Jørgensen39

Hvedebladplet – en ny sygdom i korn. Bekæmpelse og dyrkningsstrategier

Tan spot – a new disease in cereal. Control and impact of cultural parameters

Lise Nistrup Jørgensen51

Resistens mod bladplet, skoldplet og Ramularia i byg

Resistance against net blotch, scald and Ramularia of barley

Hans O. Pinnschmidt & Mogens S. Hovmøller61

Aksfusarium. Sortsmodtagelighed og kemisk bekæmpelse

Fusarium ear blight. Variety resistance and control by fungicides

Lise Nistrup Jørgensen & Louise Vedel Olsen73

Den danske virulensovervågning af meldug og rust 1985-2003 –

hvad har vi lært?

The Danish virulence survey for cereal powdery mildews and rusts 1985-2003;
what did we learn?

Mogens S. Hovmøller83

Ukrudt - sidste nyt fra Landsforsøgene

Results from Danish field trials

Poul Henning Petersen93

Ukrudt – sidste nyt fra Danmarks JordbrugsForskning Weed – latest news from Danish Institute of Agricultural Sciences <i>Solvejg K. Mathiassen, Per Kudsk, Peder Elbæk Jensen & Kamilla J. Fertin</i>	95
Svampebekæmpelse - sidste nyt fra landsforsøgene Fungicide control – latest news from the national field trials <i>Ghita Cordsen Nielsen</i>	105
Kan landbruget reducere pesticidforbruget yderligere? Is it possible for the Danish farmers to reduce the use of pesticides any further? <i>Carl Åge Pedersen</i>	113
En opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomisk analyser An update on the Bichel Committee's analyses of business economics <i>Jens Erik Ørum</i>	119
Problemer ved økonomisk værdisætning af pesticidanvendelsens natureffekter Discussion of economic valuation in a Danish context <i>Pernille Kaltoft</i>	121
Sådan blev pesticidindehålet i overfladevand reduceret i Skåne Reduction of pesticide concentrations in surface water in southern Sweden <i>Jenny Kreuger & Eskil Nilsson</i>	129
Sprøjteteknik er afgørende for effekt og afdriftens størrelse Application technique is decisive for efficacy and amount of spray drift <i>Peter Kryger Jensen</i>	135
I praksis kan håndtering af pesticider forbedres på de fleste ejendomme In practice, pesticide handling can be improved on most farms <i>Henriette Hossy</i>	143
Status for overvågning af grundvand Monitoring of ground water in Denmark <i>Walter Brüsch</i>	149
Varslingssystemet for udvaskning af pesticider – Status efter tre års monitoring The Pesticide Leaching Assessment Programme – Status after three years of monitoring <i>Preben Olsen, Jeanne Kjær & Ruth Grant</i>	161

Mulighed for at udpege arealer med særlig risiko for pesticidudvaskning	
Possibility to identify areas vulnerable to pesticide contamination	
<i>Ole Hørbye Jacobsen, Sven Elsnab Olesen, Erik Nygaard, Henrik Vosgerau, Carsten Suhr Jacobsen & Vibeke Erntsen</i>	173
 Krav til vaskepladser	
Regulations of the filling and rinsing site for spray equipment	
<i>Poul Henning Petersen</i>	177
 Biobed – er det en praktisk mulighed?	
Biobed – a feasible way?	
<i>Niels Henrik Spliid</i>	181
 Hvor meget af pesticiderne bliver tilbage på sprøjten?	
What proportions of the applied pesticides are deposited on the external parts of the sprayer?	
<i>Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid</i>	189
 Fortynding af restsprøjtevæske og udstyr til rengøring af marksprøjter	
Dilution of spray residues and equipment for sprayer cleaning	
<i>Christian Holst</i>	199
 Atlantis® – ganske enkelt stærk	
Atlantis – simply strong	
<i>Niels Bjerre</i>	207

Maltbyg: Svampe- og skadedyrsbekæmpelse samt vækstregulering.

Hvordan sikres udbytte og kvalitet?

Malting barley: Fungicide/insecticide control and growth regulation

Ghita Cordsen Nielsen

Dansk Landbrugsrådgivning

Landscentret|Planteavl

Udkærsvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

The strategy for pest and disease control and growth regulation in malting barley is described.

Indledning

I maltbyg er det nødvendigt at vurdere effekten af planteværnsindsatsen på både udbytte og kvalitet. Hvis der ikke er et vist angreb af skadegørere, opnås der dog ingen forbedring af kvaliteten ved svampe- og skadedyrsbekæmpelse. Der findes mange forsøg, hvor der er opnået rentable merudbytter for svampe- og skadedyrsbekæmpelse, men det har ikke resulteret i en bedre maltbygkvalitet i forhold til ubehandlet. Omvendt findes der også forsøg, hvor planteværnsindsatsen har været afgørende for, om hele avlen er blevet afregnet til maltbygpris eller foderbygpris.

Ud fra fremavlsarealet forventes maltbygssorterne Barke, Prestige og Alliot at være de mest udbredte maltbygssorter i den kommende sæson.

Svampebekæmpelse

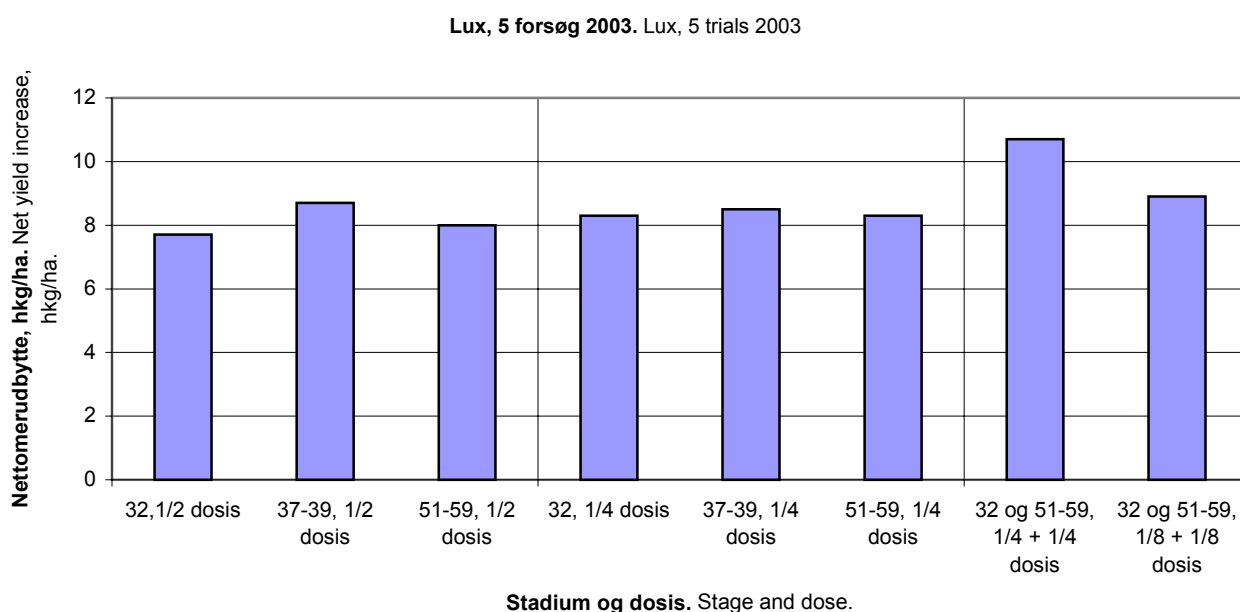
På baggrund af forsøgene anbefales følgende strategi for svampebekæmpelse i maltbyg:

Lavt smittetryk:	ingen bekæmpelse
Moderat smittetryk:	1 x ¼ dosis
Højt smittetryk:	2 x ¼ dosis
Meget bygbladplet:	½ + ¼ dosis

Amistar- eller Cometholdige løsninger anbefales. Disse midler kan blandes med flere forskellige svampemidler. Kun ved svampebekæmpelse før vækststadium 32-37 anbefales ældre midler. Tidlige svampeangreb er blevet mindre hyppige i vårbyg, efter at der i meget

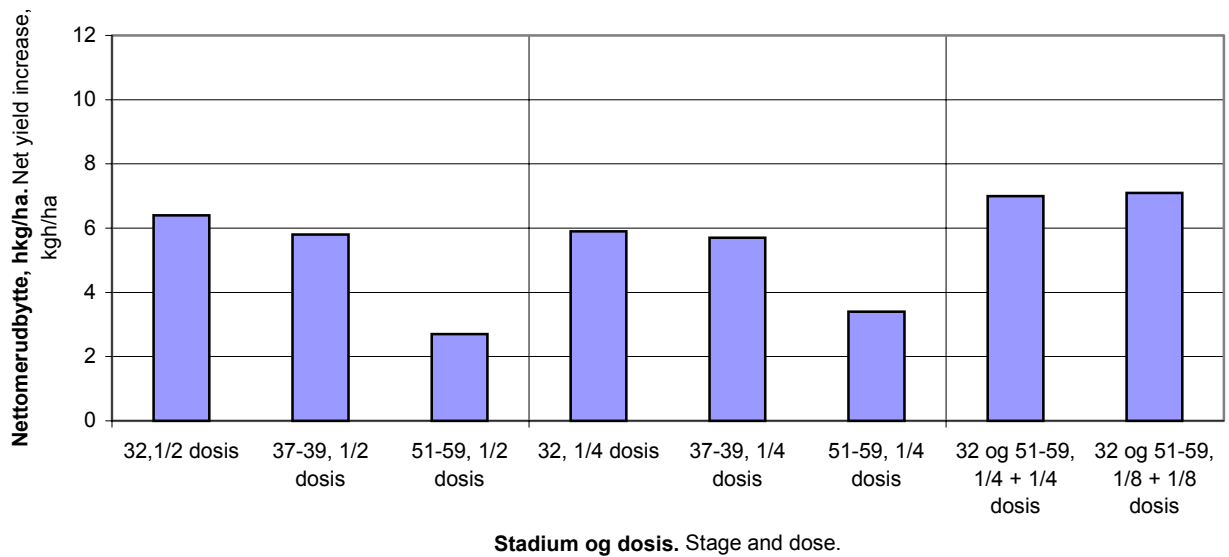
stort omfang dyrkes vårbygsorter med mlo-resistens mod meldug (bl.a. Barke, Prestige, Alliot, Hydrogen).

I 2003 optrådte der ligesom året før meget kraftige angreb af bygbladplet i Lux og Prestige. I figur 1-2 ses de opnåede nettomerudbytter for svampesprøjtning i 2003. De angivne doser er den totale dosering for blandingen af midler. Der er regnet med en maltbygpris på 85 kr./hkg. I Oversigt over Landsforsøgene er der også regnet med en maltbygpris på 105 kr./hkg, men det ændrer ikke konklusionerne. I Lux blev der foruden udbyttetestningen målt en forbedret kvalitet, der i gennemsnit af forsøgene resulterede i et yderligere merudbytte på 331 kr./ha. Året før indgik også halv dosis efterfulgt af kvart dosis, og denne indsats var der bedst betaling for i Lux. I Prestige var der i 2002 bedst betaling for to behandlinger med kvart dosis. To behandlinger med 1/8 dosis indgik ikke i forsøgsplanen. I figur 3-4 ses de opnåede nettomerudbytter i 2003 i Landora og Hydrogen. Hydrogen er meget modtagelig for bygrust, men bygrust optrådte ikke i 2003. I figur 5-6 ses de opnåede nettomerudbytter i Barke i forsøg i 2000-2001 og i Alliot i forsøg i 2002. I Barke er afprøvet Amistar Pro. Normaldoseringen for Amistar Pro er 2,0 l/ha og indholdet heri svarer til 0,8 l Amistar + 0,75 l Corbel. 1/8 dosis Amistar Pro klarede sig bedst i Barke, hvilket svarer til knap en kvart normaldosis.



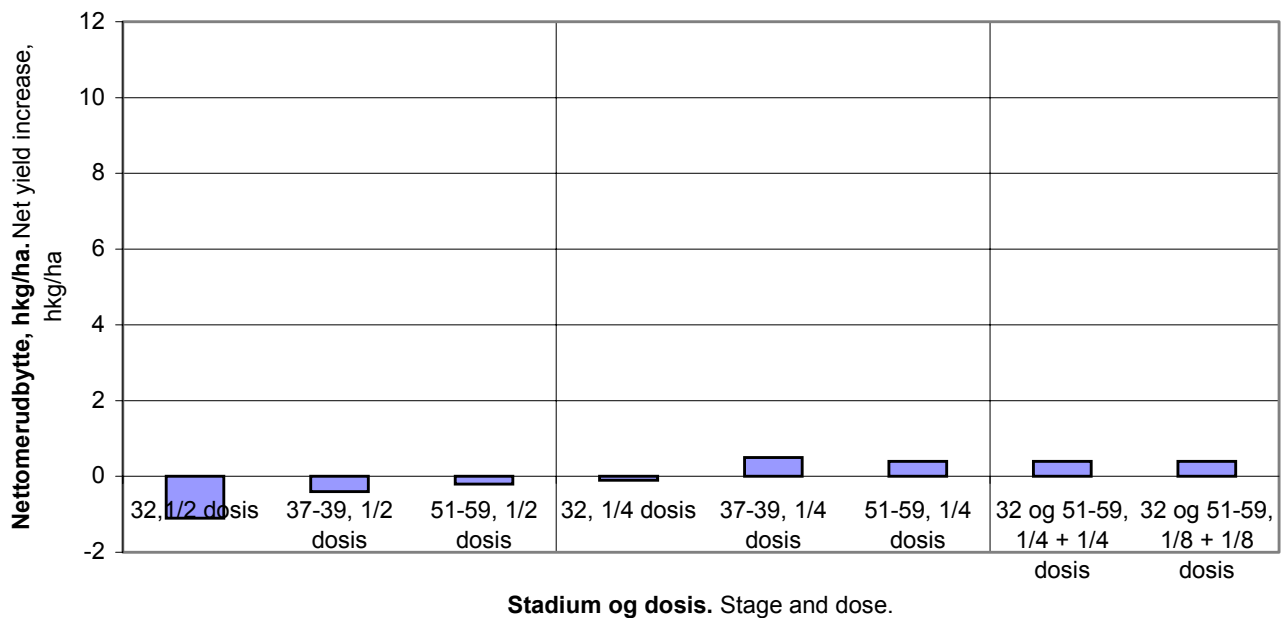
Figur 1. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar + Stereo (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar + Stereo (Annual report of the National Field Trials 2003).

Prestige, 5 forsøg 2003. Prestige, 5 trials 2003.



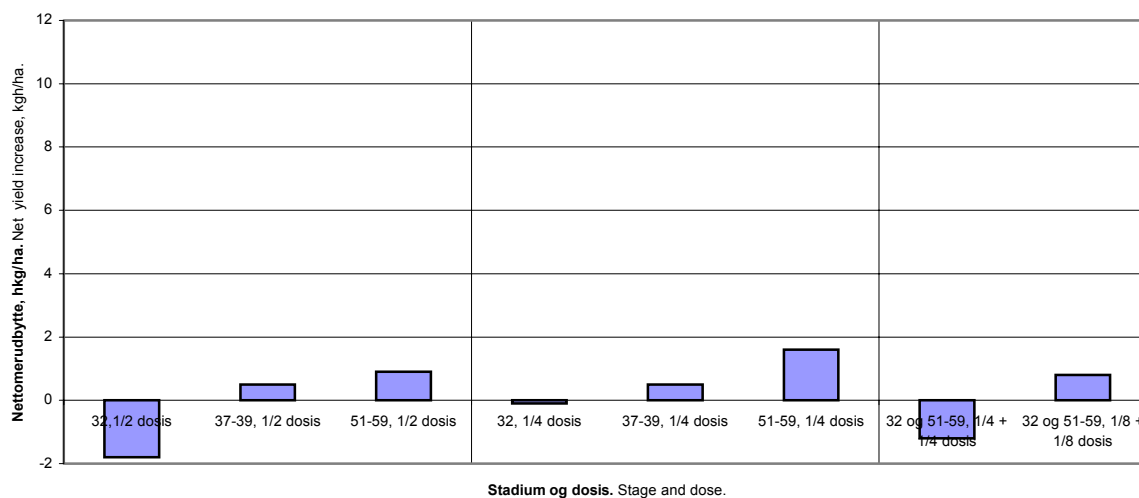
Figur 2. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar + Stereo (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar + Stereo (Annual report of the National Field Trials 2003).

Landora 5 forsøg 2003. Landora, 5 trials 2003.



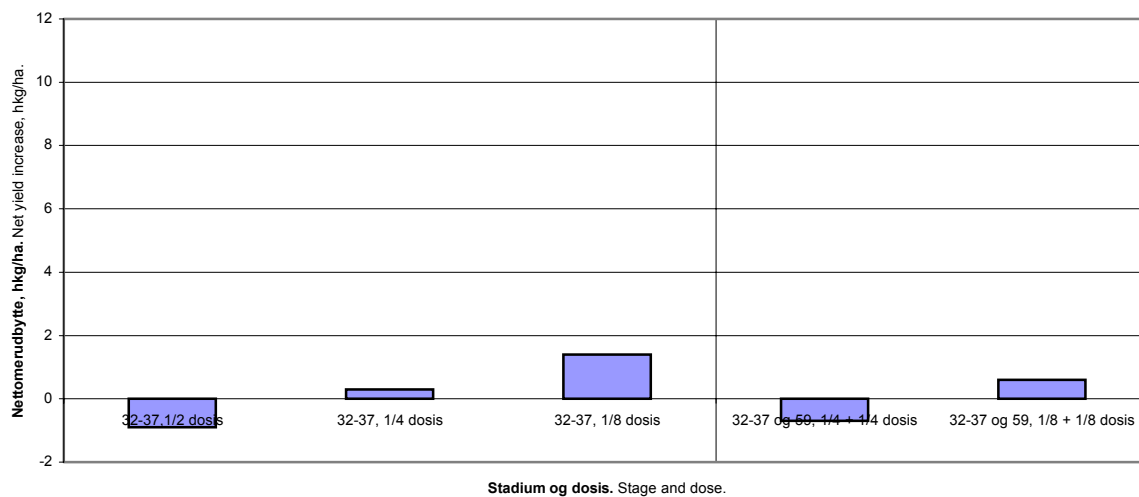
Figur 3. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar + Stereo (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar + Stereo (Annual report of the National Field Trials 2003).

Hydrogen, 4 forsøg 2003. Hydrogen, 4 trials 2003.



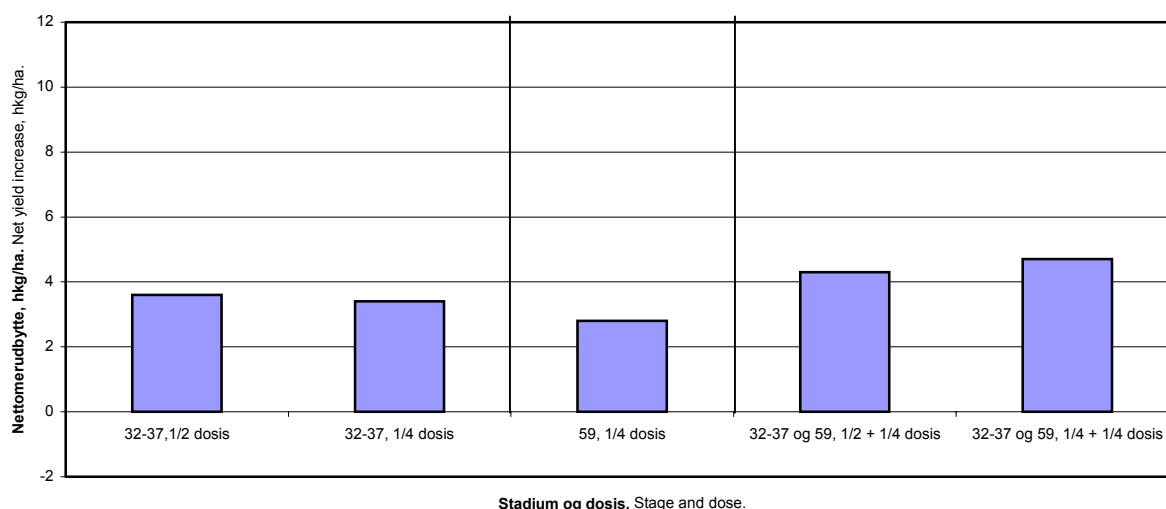
Figur 4. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar + Stereo (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar + Stereo (Annual report of the National Field Trials 2003).

Barke, 14 forsøg 2000-2001. Barke, 14 trials 200-2001.



Figur 5. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar Pro (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar Pro (Annual report of the National Field Trials 2003).

Alliot, 6 forsøg 2002. Alliot, 6 trials 2002.



Figur 6. Opnåede nettomerudbytter for svampebekæmpelse med Amistar + Stereo (Oversigt over Landsforsøgene 2003). Net yield increase obtained through fungicide control with Amistar + Stereo (Annual report of the National Field Trials 2003).

Fusarium i maltbyg

Fusarium er uønsket i maltbyg, fordi Fusarium danner toksiner og kan forårsage overskumningsproblemer. Overskumning kan også forårsages af andre svampe bl.a. lagersvampene Aspergillus og Penicillium, men så vil byggen spireevne være så påvirket, at den kasseres på grund af lav spireenergi. Hvis der opstår uenighed med producenten om angrebsgraden af Fusarium – og alle andre kvalitetsparametre for maltbyg i øvrigt er i orden – kan det anbefales at få udført en såkaldt Elisa-test. Det er dog nødvendigt forinden at få accept fra grovvarefirmaet om, at firmaet vil acceptere analyseresultatet. Det er også nødvendigt at opnå enighed om prøveudtagningen. Det betyder, at leverandøren er i stand til at opbevare afgrøden, indtil der foreligger et analyseresultat, da Elisa-testen tager nogle dage. Der arbejdes p.t. på at undersøge mulighederne for at undersøge indholdet af Fusarium med NIT-apparatet. Kan NIT-apparatet anvendes, kan man få resultatet med det samme.

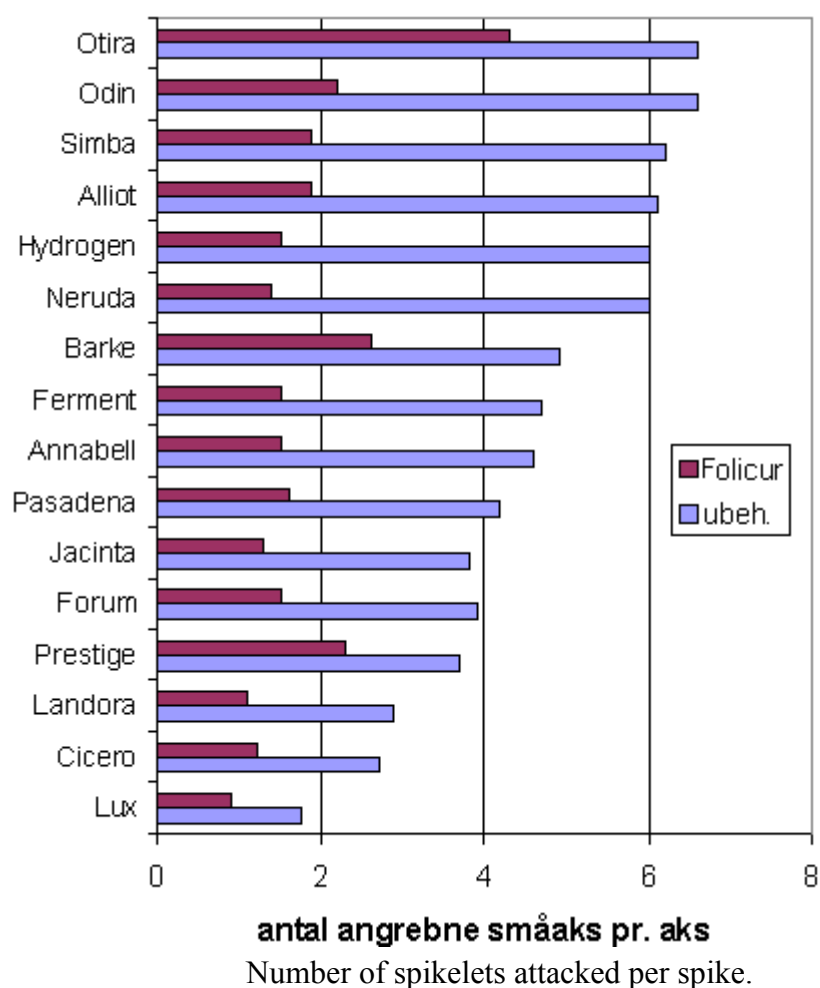
Elisa-testen er en serologisk test, og ved angreb af Fusarium fremkommer en gul farvereaktion. Jo kraftigere farve, jo mere Fusarium. Styrken af gulfarvningen aflæses på en farveskala:

Antallet af enheder	Bemærkninger
Under 20	Byggen godkendes.
20-30	Byggen godkendes kun, såfremt spireevnen er høj.
30- 40	Gråzone. Ofte afvises disse prøver.
Over 40	Byggen ikke egnet som maltbyg.

Danish Malting Group A/S udfører ikke længere Fusarium-analyser for landmænd, så Steins Laboratorium A/S er det eneste laboratorium, som udfører testen. Testen koster 265 kr./prøve. Steins tilstræber, at der gives svar indenfor 5-10 arbejdsdage.

Svampemidlerne har generelt dårlig effekt mod Fusarium. Kun Folicur og Juventus har nogen effekt. I bedste fald kan der med fuld dosering under blomstring opnås en effekt på ca. 50 procent.

Nogle af vårbygsorternes modtagelighed for Fusarium er undersøgt i forsøg med kunstig smitte. Se figur 7. Det fremgår, at der er sortsforskelle i modtagelighed. Der foreligger ikke data fra andre sorter end dem, der aktuelt dyrkes i Danmark.



Figur 7. Rangordning af 16 vårbygsorters modtagelighed for aksfusarium efter kunstig smitte (Danmarks JordbrugsForskning, 2003). Ranking of susceptibility to ear blight after artificial infection in 16 spring barley varieties.

Skadedyrsbekæmpelse

Bekæmpelse af bladlus og kornbladbillens larve anbefales ved angreb over de vejledende bekæmpelsestærskler.

Forsøgsarbejdet har de senere år været koncentreret om at belyse de nødvendige doser ved skadedyrsbekæmpelse i vårbyg. På baggrund heraf ses i tabel 1 en oversigt over de anbefalede

Tabel 1. Doser af skadedyrsmidler i korn. Dose of insecticides in cereals.

	Fastac 50	Karate 2,5 WG	IT Cyper- methrin	Mavrik 2 F	Dimethoat 50 pct. (Perfekth. 500 S)	Dimethoat 40 pct. (Danadim Dimeth. 40 EC)	Pirimor
Bladlus, normaldosis Aphids, normal dose	0,25	0,2	0,125	0,2 (0,1)	0,6	0,8	0,25 (0,15-0,25)
Kornbladbiller, normaldosis Oulema melanopus, normal dose	0,25	0,2	0,125	-	0,6	-	-
Kr. pr. ha pr. normal dosis (bladlus) DKK per ha per normal dose (aphids)	43	42	30	113	53	70	155
Anbefalet dosis mod bladlus i hvede Recommended doses against aphids in wheat	0,125	0,1	0,06	0,05-0,1	0,6	0,8	0,05-0,1
Anbefalet dosis mod bladlus i vårbyg Recommended doses against aphids in spring barley	0,2	0,15	0,1	0,05-0,1	-	-	0,05-0,1
Fed skrift = anerkendte doseringer. Highlighted figures = approved doses. Dosering i parentes = firmaets anbefaling. Doses in parenthesis = company approval. - = ikke godkendt. Not approved.							

doser. Doserne er højere i vårbyg end i hvede. Dette skyldes nok bladlusenes placering i bunden af vårbygafgrøden. I hvede er det lettere at ramme bladlusene, som sidder i hvedeaksene. I vårbygforsøg med bladlusbekæmpelse har Fastac og Karate resulteret i de højeste nettomerudbytter, og doserne bør være omkring trekvart dosering. Med Mavrik og Pirimor er opnået lidt mindre nettomerudbytter, men kvart til halv dosis af disse midler har

resulteret i de største nettomerudbytter. Dimethoatmidler må ikke længere anvendes i byg og havre. I hvede, rug og tritcale må dimethoat nu max. anvendes med 0,5 kg aktivstof pr. ha. Forsøgene har vist, at langtidsvirkningen af dimethoatmidler er meget kort, hvorfor nedsatte doser ikke anbefales.

Vækstregulering

Sprøjtning med 0,15 l/ha Cerone i stadium 39 i maltbyg har ofte reduceret aks- og strånedknækning. Trods dette er der oftest kun opnået små og usikre merudbytter for vækstregulering. Det vurderes derfor, at høsten skal være meget forsinket for at opnå et merudbytte for vækstregulering. Svampesprøjtning har i flere tilfælde også reduceret tendensen til aks- og strånedknækning.

Der er i årenes løb udført mange forsøg, der skal belyse spørgsmålet, og i mange forskellige sorter.

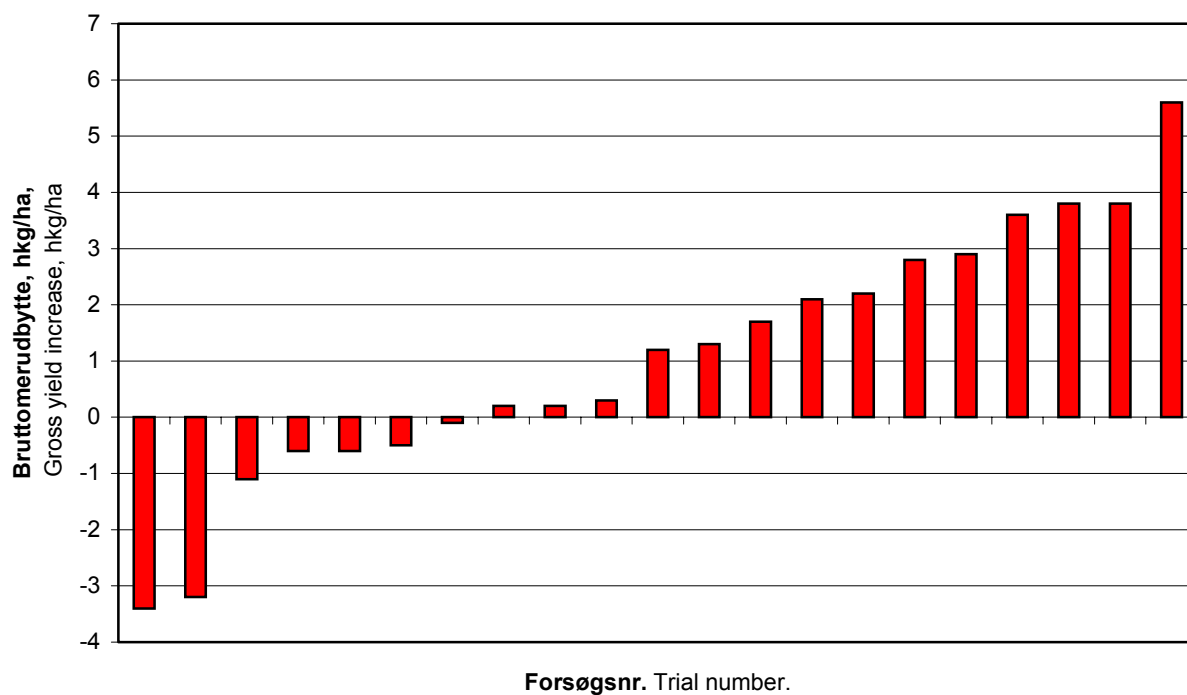
I tabel 2 ses resultater fra 21 landsforsøg med vækstregulering i 1997-1999. Bruttomerudbytter er angivet. 0,15 l Cerone koster 33 kr. I figur 8 ses merudbytterne i enkeltforsøgene. Kun i 3 af forsøgene var sorteringen under 90. I disse forsøgspareller var der foretaget Cerone+svampebehandling. Svampebehandling alene var dog tilstrækkelig i de to forsøg. Der var ingen sikre sammenhænge mellem merudbytte og følgende karakterer: lejesæd, aks- og strånedknækning, sort. 14 landsforsøg i 1995-1996 viste et usikkert bruttomerudbytte på 0,8 hkg/ha for behandling med Cerone. 11 landsforsøg i 1990-1992 viste et usikkert bruttomerudbytte på 1,4 hkg/ha. 6 landsforsøg i 1996 gav intet merudbytte for Cerone.

Tabel 2. Planteværn i maltbyg, 21 landsforsøg 1997-1999. Plant protection in malting barley, 21 national field trials 1997-1999.

Behandling /Treatment	Aks- ned- knæk- ning, % aks tendency to breaking of ear, %	Leje- sæd, kar. Lodging, character 0-10	Strå- længde, straw length, cm	Stråned- knæk- ning, % tendency to breaking of straw, %	Sor- tering, % kerner Seeding, % kernel > 2,5 mm	Udbytte og mer- udbytte, hkg kerne Yield and extra yield, hkg kernel
1. Ubehandlet/untreated	19	1,4	64	21	93	55,2
2. St. 30-31 1 l Amistar Pro, St. 39-45 0,5 l Amistar	17	0,6	65	10	95	6,5
3. St. 30-31 1 l Amistar Pro, St. 39-45 0,5 l Amistar + 0,15 l Cerone	15	0,3	61	7	95	7,5

LSD 2-3

1,0



Figur 8. Opnåede bruttomerudbytter for behandling med Cerone i de 21 enkeltforsøg i tabel 2 (forsøgsled 3-2), hkg/ha. Gross yield increase for treatment with Cerone in the 21 single trials in table 2 (plot 3-2), hkg/ha.

Litteratur

Oversigt over Landsforsøgene.

Planteavlssoriering. 2003. Vækstregulering i maltbyg, 09-607, 9. april 2003

Planteavlssoriering. 2003. Fusarium i maltbyg, 09-626, 5. august 2003.

Planteavlssoriering. 2003. Vårbygssorternes modtagelighed mod aksfusarium, 09-625, 5. august 2003

Bekæmpelse af sygdomme og skadedyr i raps

Diseases and pest control in oilseed rape

Ghita Cordsen Nielsen

Dansk Landbrugsrådgivning

Landscentret|Planteavl

Udkærsvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

Results from trials with control of diseases (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*) in winter oilseed rape are presented. Results from the monitoring of *Psylliodes chrysocephala* are shown.

Knoldbægersvamp i raps

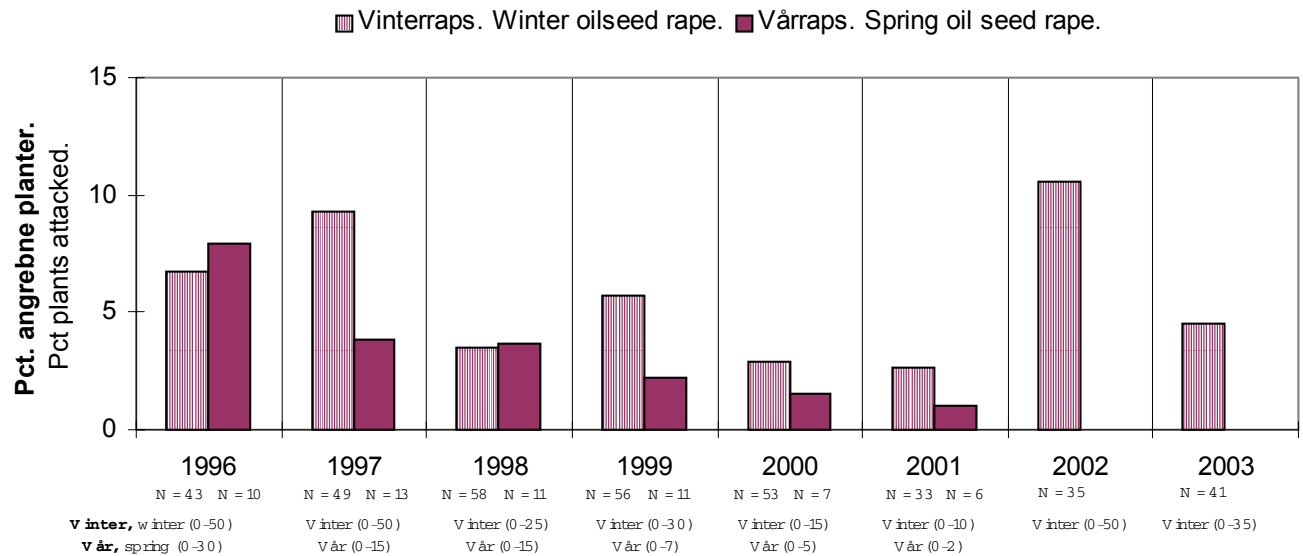
I figur 1 ses en oversigt over den gennemsnitlige angrebsgrad af knoldbægersvamp i vinter- og vårraps i de senere år i ubehandlede marker eller i ubehandlede områder af marker i planteavlskonsulenternes registreringsnet i 1996-2003. Fra 2002 er vårraps ikke længere undersøgt. Sidst der forekom kraftige angreb af knoldbægersvamp var i 1995.

Siden 1996 har planteavlskonsulenterne fulgt fremspiringen af frugtleger af knoldbægersvamp i udlagte depoter med sklerotier. Efter høst indsender konsulenterne data fra marken, hvor depotet har været etableret. Det er data om angreb af knoldbægersvamp i ubehandlet (hvis marken behandles med svampemiddel, efterlades et ubehandlet område), sædskifte, nedbørsforhold mv.

Pointskema

Bekæmpelse af knoldbægersvamp/gråskimmel skønnes kun rentabel ved over ca. 20 pct. angrebne planter ved høst. Problemet er at vurdere i hvilke år og i hvilke marker, angrebene kommer over dette niveau. Eventuel bekæmpelse skal udføres i fuld blomstring ved begyndende fald af de gule kronblade, og før symptomer ses. Bekæmpelse er kun relativt sjældent nødvendig. Hyppig rapsdyrkning og megen nedbør op til og under blomstring af raps fremmer angreb.

Angreb af knoldbægersvamp 1996-2003. Attack of Sclerotinia.



Figur 1. Angreb af knoldbægersvamp i vinterraps i 1996-2003 og vårraps i 1996-2001 i ubehandlede marker/områder i planteavlskonsulenternes registreringsnet. Variationen i angrebene i de enkelte år er angivet i parentes. Attack of *Sclerotinia* in winter and spring oilseed rape in 1996-2003/1996-2001 in untreated fields/areas in the plant advisers' forecast and monitoring network. The figures in parenthesis are the variation in attacks for each year.

Der har været udviklet et pointskema, som på baggrund af oplysninger om sædskifte, nedbørsdata, forventet udbytte mv. gav en vurdering af risikoen for betydende angreb af knoldbægersvamp. Dette pointskema er evalueret på baggrund af data fra planteavlskonsulenternes registreringsnet i 1996-2003. Pointskemaet har efter en nøjere analyse vist sig ikke at være anvendeligt til at afgøre behovet for bekæmpelse af knoldbægersvamp. I dag findes der således ikke noget godt beslutningsstøttesystem til at afgøre behovet for bekæmpelse.

Skulpesvamp

Skulpesvamp optræder mere eller mindre hvert år, og ved bekæmpelse under fuld blomstring opnås også god effekt mod skulpesvamp. Der findes i dag heller ikke noget godt grundlag til at afgøre, om der er behov for at bekæmpe skulpesvamp. Alle sorter er mere eller mindre modtagelige, og efterhånden som modningen nærmer sig, stiger angrebet. Svampen trives i varmt (17-25°C er optimum) og fugtigt vejr.

Bekæmpelse

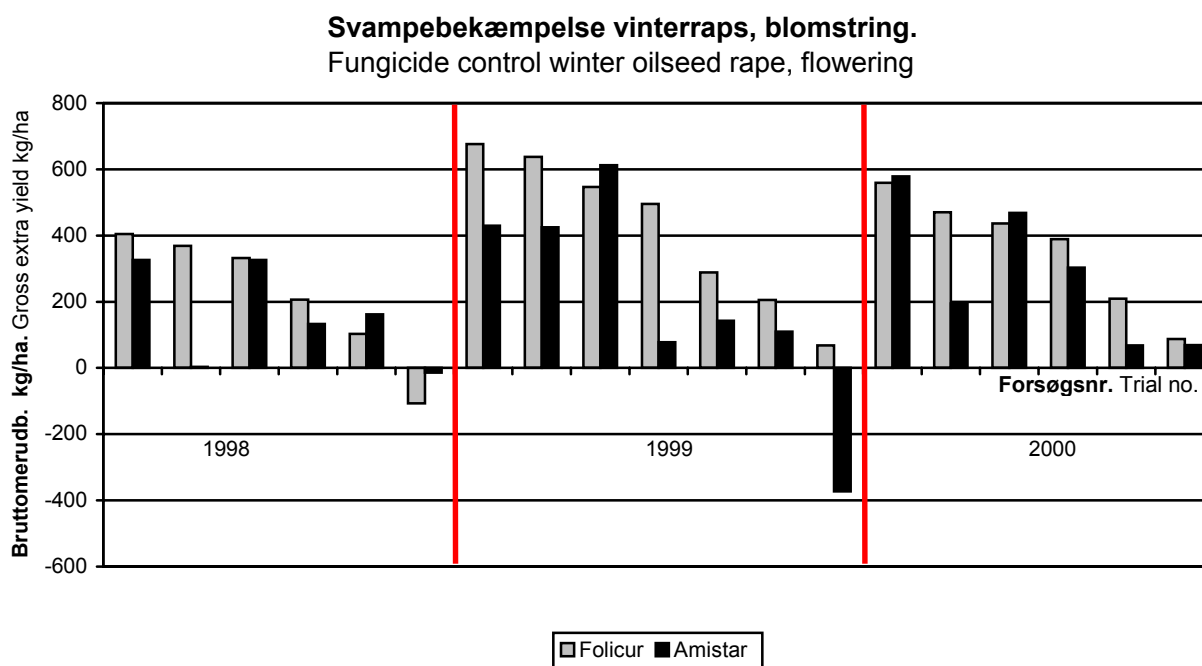
I tabel 1 ses en oversigt over godkendte midler og anbefalede doseringer til svampebekæmpelse i raps under blomstring.

Tabel 1. Godkendte svampemidler i raps. Approved fungicides in oilseed rape.

Svampesygdom/ Disease	Tidspunkt/time	Middel/Agent	Dosis pr. ha/Dose	BI Treatment index	Pris Price DKK/ha
Knoldbægersvamp skulpesvamp gråskimmel Sclerotinia Alternaria Botrytis	På rapsens stadium 65-67 (fuld blomstring) At growth stage 65-67 (complete flowering)	Folicur EW 250	0,75 l	0,50	288
Knoldbægersvamp gråskimmel Sclerotinia Botrytis	På rapsens stadium 65-67 (fuld blomstring) At growth stage 65-67 (complete flowering)	Sportak EW	1,2 l	0,80	428
Knoldbægersvamp skulpesvamp Sclerotinia Alternaria	På rapsens stadium 65-67 (fuld blomstring) At growth stage 65-67 (complete flowering)	Amistar	1,0	1,0	548 ¹⁾

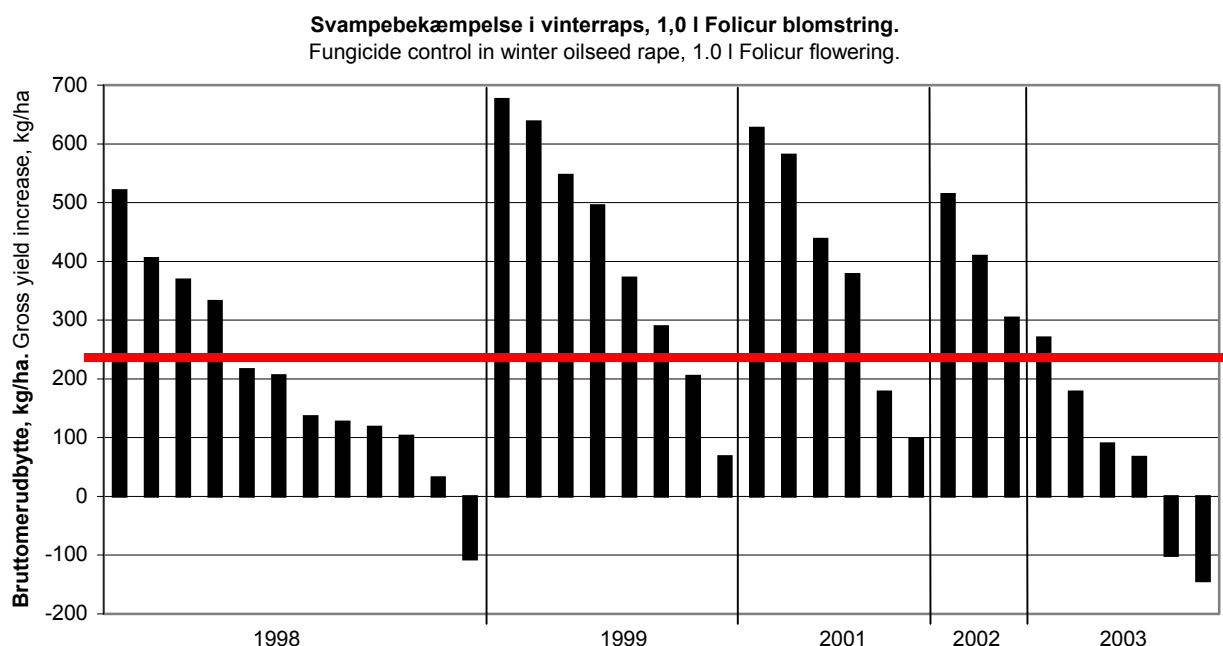
1) 480 kr. pr. l i 20 liters dunke.

På baggrund af forsøgsresultaterne anbefales Folicur. I figur 2 ses en sammenstilling af forsøg med svampesprøjtning i vinterraps. Der har været udført 19 landsforsøg i 1998-2000, hvor effekten af Folicur og Amistar er sammenlignet. I 1998-1999 er ret høje doser nemlig 1,5 l Folicur (576 kr.) sammenlignet med 1,0 l Amistar (548 kr.), og i 2000 er 0,5 l Folicur (192 kr.) sammenlignet med 0,5 l Amistar (274 kr.). I gennemsnit af de 19 forsøg har Folicur resulteret i et bruttomerudbytte på 336 kg pr. ha og Amistar i 213 kg pr. ha. Anvendelse af Folicur resulterede i positive nettomerudbytter i 53 pct. af tilfældene og Amistar i positive nettomerudbytter i 32 pct. af tilfældene.



Figur 2. Opnåede bruttomerudbytter for svampebekæmpelse i vinterraps under blomstring i 19 vinterrapsforsøg i 1998-2000. I 1998-1999 er 1,5 l/ha Folicur sammenlignet med 1,0 l/ha Amistar. I 2000 er 0,5 l/ha Folicur sammenlignet med 0,5 l/ha Amistar (Oversigt over Landsforsøgene). Gross yield increase for fungicide control in winter oilseed raps during flowering in 19 winter oilseed rape trials in 1998-2000. In 1998-1999 1.5 l/ha Folicur is compared with 1.0 l/ha Amistar. In 2000 0.5 l/ha Folicur is compared with 0.5 l/ha Amistar (Annual Report of the National Field Trials).

I figur 3 ses de opnåede bruttomerudbytter i landsforsøg, hvor Folicur har indgået. Omkostninger til Folicur og udbringning (65 kr. pr. ha) er angivet. Rapsprisen er sat til 165 kr. pr. hkg. Køreskaden er ikke fratrasket.



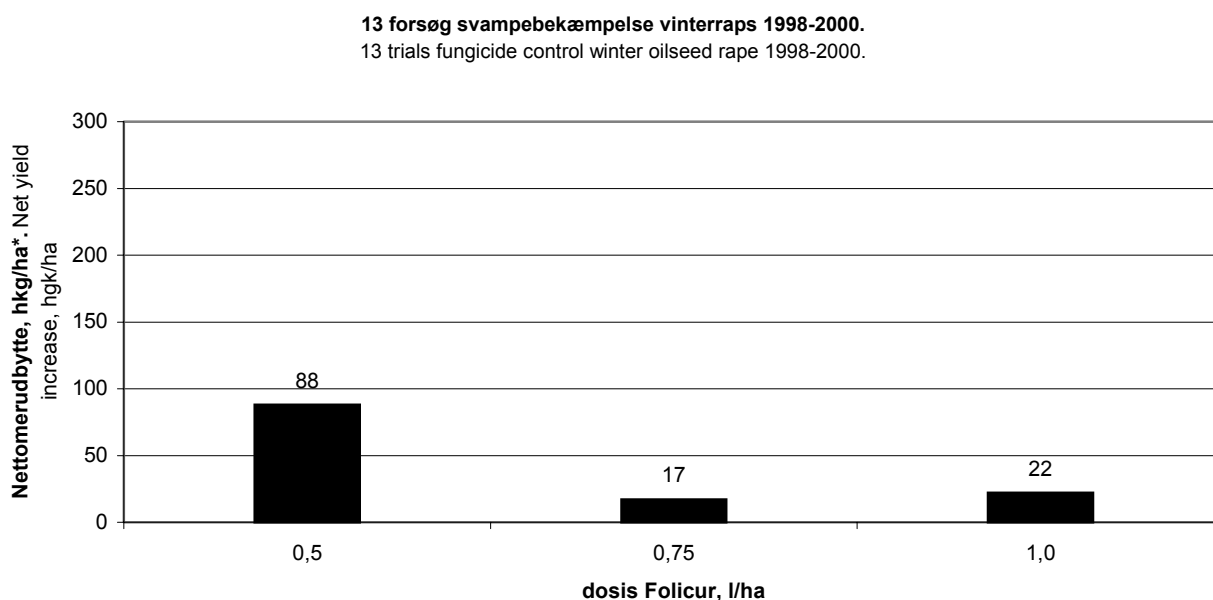
Figur 3. Opnåede bruttomerudbytter for 1,0 l/ha Folicur i fuld blomstring i 35 forsøg i 1998 – 2003 (Oversigt over Landsforsøgene). Gross extra yields obtained in the national field trials with 1.0 l/ha Folicur at flowering in 35 trials in 1998-2003 (Annual Report of the National Field Trials).

I tabel 2 ses en oversigt over køreskaden på baggrund af landsforsøg i 1989-92. Regner man med et udbyttelniveau på 35 hkg pr. ha og med en køreskade på 4 pct. med en 12 m sprøjte, koster det 140 kg frø at køre i afgrøden. Lægges denne omkostning til, fremgår det af figur 3, at bekæmpelse af svampesygdomme kun sjældent har været rentabelt.

Tabel 2. Køreskade i vinterraps (Oversigt over Landsforsøgene, 1992). Driving damage in winter oilseed rape.

Raps/oilseed rape	Vinterraps/winter oilseed rape			
	Forholdstal for udbytte ved kørsel med en bombredde på			
	Proportional yield for driving with a bar width of			
	12 m	16 m	20 m	24 m
Ingen kørsel No driving	100	100	100	100
Kørsel st. 55/Driving	98	99	99	99
Kørsel st. 63	96	97	97	98
Kørsel st. 63 og 73	93	95	96	97
Kørsel før høst Driving before harvest	96	97	98	98

I figur 4 ses de opnåede nettomerudbytter ved forskellige doser af Folicur. Da angrebene i forsøgene har været svage til moderate, er det ingen overraskelse, at den laveste dosis har klaret sig bedst. Køreskaden er ikke fratrasket i disse forsøg.



* køreskade ikke fratrasket/driving damages not included.

Figur 4. Opnåede nettomerudbytter ved svampekæmpelse med 3 doser af Folicur i fuld blomstring i vinterraps (Oversigt over Landsforsøgene). Net extra yields obtained with fungicide control with three doses of Folicur at flowering in winter oilseed rape (Annual Report of the National Field Trials).

Rodhalsråd og lys bladplet

Der findes ingen danske angivelser over sorternes modtagelighed, men i tabel 3 og 4 ses engelske henholdsvis tyske angivelser. Vær opmærksom på, at 9 er bedst på den engelske skala, og 9 er dårligst på den tyske skala. I indeværende sæson forventes følgende sorter at være mest udbredte i Danmark: Canberra, Caracas, Verona, Labrador, Disco, Calypso og Elan.

Tabel 3. Sortsmodtagelighed for lys bladplet henholdsvis rodhalsrød (Phoma) (NIAB 2002). Susceptibility to *Cylindrosporium concentricum* and Phoma.

Sort/Variety	Lys bladplet, <i>Cyl. concent.</i> 9 = god resistens/ good resistance	Phoma, 9 = god resistens/good resistance
Bilbao	7,2	4,7
Canberra	7,6	7,3
Caracas	5,9	7,1
Disco	6,8	6,1
Elan	8,3	4,7
Exact	7,3	5,0
Labrador	6,5	4,9
Royal	5,6	4,2
Tequila	6,7	6,3
Toccata	6,6	5,1
Verona	7,3	5,8
Winner	6,6	5,9
LSD	0,8	1,4

Tabel 4. Sortsmodtagelighed for rodhalsrød (Phoma) i tyske forsøg (Bundessortenamt, 2003). Susceptibility to Phoma in German trials (Bundessortenamt, 2003).

Sort/Variety	Modtagelighed (1-9 skala, 9 mest modtagelig) Susceptibility (1-9 scale, 9 highest susceptibility)
Action	4
Cadillac	3
Carousel	2
Elan	4
Mika	4
Twister	3

Danske forsøg med svampebekæmpelse om efteråret med Sportak eller Folicur rettet mod rodhalsråd eller lys bladplet har oftest ikke været rentable. Rodhalsråd optræder nu og da med kraftigere angreb, mens angreb af lys bladplet siden 1995 har været relativt svage. I 1995 blev der dyrket sorter, som var ret modtagelige mod lys bladplet bl.a. sorten Bristol. Lys bladplet og rodhalsråd kan også bekæmpes tidlig forår. I England anbefales bekæmpelse af lys bladplet om efteråret eller om foråret med 0,5 l Folicur ved over 25 pct. angrebne planter. Mod rodhalsråd findes ingen vejledende bekæmpelsestærskler.

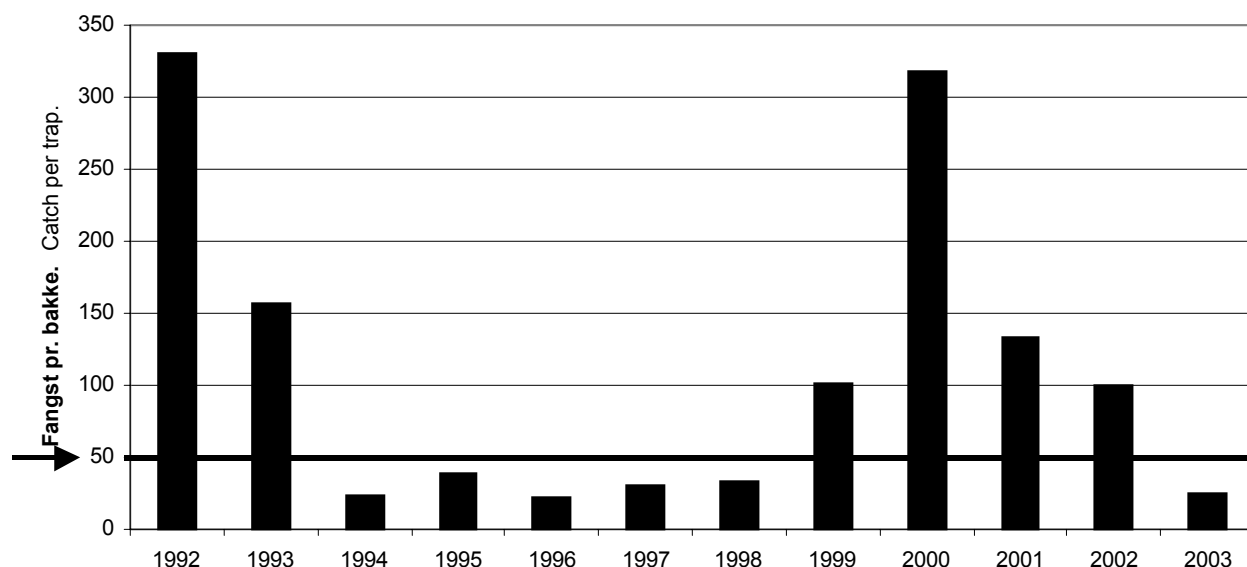
Kålbrot

Når man dyrker raps, er det en god ide at undersøge marken for eventuelt angreb af kålbrot, så angrebet opdages i tide. Angreb er tit mest udbredt i lavninger, fordi fugtighed fremmer svampens spredning. Svampen kan formere sig ved over ca. 10 grader. Svampen kan kun forebygges ved sædskifte (undgå også korsblomstret ukrudt som f.eks. hyrdetaske), et ikke for lavt reaktionstal og en god afvanding. I Tyskland dyrkes kålbrotresistente sorter på et mindre areal. Der findes ingen tærskel for, hvor mange planter angrebet af kålbrot, der kan tolereres. Ser vinterrapsen rimelig normal ud i foråret, er erfaringen, at selv 50 pct. planter med kålbrot kan tolereres.

Skadedyr

Angrebene af skulpegalmug har de senere år generelt været svage, hvorfor bekæmpelse nu kun anbefales i meget begrænset omfang. Rapsjordlopper er derimod et nyt skadedyr, som siden 1992 har bredt sig i Danmark. Efter nogle år med relativt kraftige angreb især i vækstsæsonen 2001, forventes nu nogle år med svage angreb. Angreb af rapsjordlopper optræder ifølge svenske undersøgelser typisk i cykler. Dette er også set i Danmark. Se figur 5. Glimmerbøsser optræder i visse år som et problem i raps. Glimmerbøsser og resistens mod pyrethroider er omtalt i et andet indlæg i denne publikation.

Fangster rapsjordlopper. Catch of *Psylliodes chrysocephala*.



Figur 5. Fangster af rapsjordlopper i gule firkantede fangbakker i planteavlskonsulenternes registreringsnet i efterårene 1992-2003. Bekæmpelsestærsklen på 50 rapsjordlopper pr. fangbakke i hovedflyvningsperioden er angivet. *Psylliodes chrysocephala* caught in yellow traps in the plant advisers' monitoring and registration network in autumn 1992-2003. The threshold 50 *Psyll. chrysocephala* per trap is mentioned for the main period of flying.

Litteratur

- Planteavlssoriering*. 2003. Resistens mod knoldbægersvamp, 09-605, 20. marts 2003.
- Planteavlssoriering*. 2003. Resistens mod kålbrot, 09-575, 22. april 2003.
- Planteavlssoriering*. 2003. Vinterrapssorternes modtagelighed for svampesygdomme, 09-635, 1. september 2003.
- Planteavlssoriering*. 2003. Nedsat følsomhed mod triazoler hos lys bladplet i Skotland, 09-643, 6. november 2003.

Planteværn Online - ukrudt

Crop Protection Online - weeds

Per Rydahl

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

The weed module of a Danish decision support system named 'Crop Protection Online' (CPO) is built-up on a model, which runs in 3 main model steps. Model step 1 decides the need for weed control, model step 2 selects candidate herbicides and calculates doses, which can produce the efficacy level, which are decided in step 1. Model step 3 calculates relevant tank mixtures, if such are advantageous considering the need for control, herbicide cost and the Treatment Frequency Index (TFI).

This model has been integrated into 3 different calculation tools: 'Solve problem' will on the basis of actual field registrations quantify the need for weed control and suggests treatment options, in which herbicide cost, or alternatively, the TFI has been minimized.

Recommendations can be made in the range 5% - 300% of one normal dose and, consequently, treatment options can be found in most fields. 'Efficacy Profile' provides an overview of the strengths and weaknesses in the efficacy on different weed species of a certain herbicide. 'Users mixture' shows the calculated efficacy on different weeds from an herbicide tank mixture, which the user selects. CPO also includes a 'season plan', which provides crop specific instructions on the timing throughout a growing season for field inspections and model consultations.

The results from 1,888 tests of CPO in Danish field trials show that this programme can handle fields heavily infested with weeds in spring cereals, winter cereals, field pea and sugar beet in a satisfactory and safe way with a TFI, which is at least 48% lower than the average sale in winter cereals and at least 44% lower than the average sale in spring barley and sugar beet in Denmark in the period 2000-2002.

Indledning

Planteværn Online (PVO) er den Internet baserede afløser for PC-Planteværn, der har været markedsført i Danmark siden 1991. Programmet findes på PlanteInfo (www.planteinfo.dk) og på LandbrugsInfo (www.lr.dk). Det planteværnsfaglige indhold i programmet er beskrevet tidligere (Kudsk, 1999; Rydahl, 1999). Her gives en oversigt over opbygningen af programmets ukrudtsfaglige beregningsmodel og de anvendelsesmuligheder for konsulenter og landmænd, der er med nogle beregningsværktøjer, som er baseret på denne model.

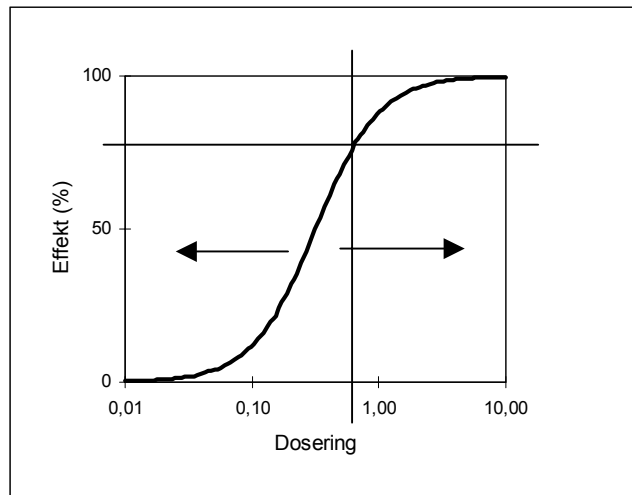
Metoder

PVO indeholder en beregningsmodel, som løber i 3 beregningstrin.

Modeltrin 1 fastlægger behovet for ukrudtsbekæmpelse. PVO indeholder 79 ukrudtsarter, som kan forekomme i forskellige sammensætninger og tætheder i følgende afgrøder: vårbyg, vårbyg med forskellige udlæg, vårhvede, havre, vinterhvede, vinterbyg, vinter rug, vinter triticales, bederoer og vinterraps. Inden foråret 2004 indlægges også markært og vårraps. Modeltrin 1 er baseret på ekspertviden, hvor der for ca. 30.000 kombinationer af afgrøde, forventet udbytte, ukrudtsart, ukrudtstæthed er fastlagt et krav til den effekt 4-6 uger efter en gennemført herbicidbehandling. Niveauet i den aktuelle version er fastlagt efter afprøvning af prototyper med forskellige effektkrav.

Modeltrin 2 indeholder en dosis-respons funktion, som giver en kontinuert sammenhæng mellem herbiciddosering og effekt på ukrudtets biomasse 4-6 uger efter behandling. Funktionen kan således anvendes til at beregne den dosering, som er netop nødvendig for at opnå en bestemt effekt og omvendt, se den grafiske illustration i figur 1. Funktionen inddrager følgende parametre, som har betydning for herbicidernes effekt: afgrøde, ukrudtsart, ukrudtets størrelse, temperatur og eventuel tørkestress. Modelestimater for disse parametre fastlægges på grundlag af markforsøg og semifieldforsøg (pottforsøg). I markforsøg undersøges rutinemæssigt effekten af 1/1 N, 1/2 N og 1/4 N dosering imod forskellige ukrudtsarter. I semifieldforsøg undersøges rutinemæssigt betydningen af ukrudtets størrelse, betydningen af temperatur, luftfugtighed og eventuelt tørkestress. Ved at anvende disse data i kombination, kan modellen beregne doser og effekter for ca. 20.000 kombinationer af afgrøde, herbicid, ukrudtsart og størrelse af ukrudt og ca. 500.000 kombinationer, når klimaparametre også inddrages.

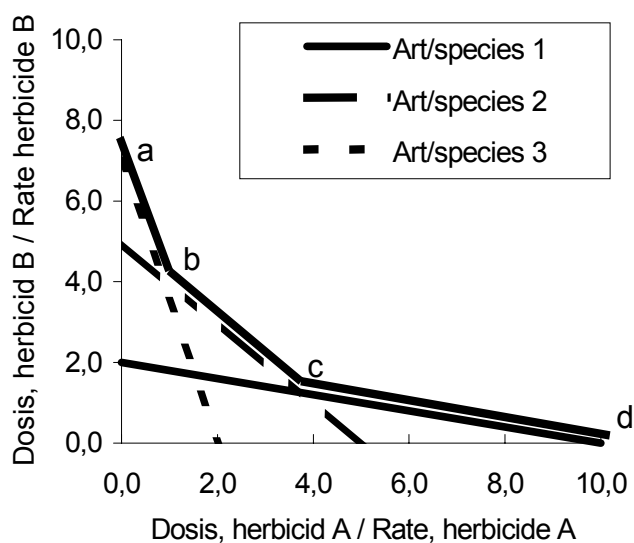
Modeltrin 3 beregner, om det er fordelagtigt med hensyn til pris eller BI at anvende en 'tankblanding' af herbicider. Med udgangspunkt i de doser af forskellige herbicider imod forskellige ukrudtsarter i en aktuel mark, som er beregnet i modeltrin 2, benyttes den "Additive Doserings Model" (ADM) til at beregne en blanding, som er minimeret med



Figur 1. Skematisk illustration af dosis-respons kurve, jf. modeltrin 2. Kurven kan forskydes horisontalt for at kvantificere forskelle i herbiciders aktivitet overfor forskellige ukrudtsarter, størrelser af ukrudt og klimaforhold. A principal illustration of a dose-response curve according to model step 2. The dose-response curve can be horizontally displaced to quantify differences in herbicide activity due to weed species, weed growth stage and climatic conditions.

hensyn til pris eller behandlingsindeks (BI) (Streibig og Kudsk, 1993; Rydahl, 1997; Kudsk og Mathiassen, 1997). Ifølge ADM findes et fast bytteforhold mellem doserne af 2 eller flere herbicider, hvor alle blandinger, som kan beregnes med dette bytteforhold, vil give den samme effekt. Dette beregningsprincip illustreres i figur 2, hvor doserne af 2 herbicider substituerer hinanden ved bekæmpelse af 3 ukrudtsarter og derfor udgør en interessant blanding. En løsning med laveste BI eller laveste pris findes ved at gange priser og BI-referencedoser på doserne i punkterne *a-d*. Punkterne *a* og *d* illustrerer, at enkeltmidler også kan være optimale løsninger under ADM. En forudsætning for at anvende ADM er, at blandingspartnerne ikke virker dårligere, end man kan forvente under ADM (antagonisme). Nye midler undersøges derfor rutinemæssigt i semifieldforsøg for mulig antagonisme ved blanding med relevante herbicider.

For den samlede beregningsmodel gælder, at beregningsparametrene er estimeret ved brug af en subjektiv og konservativ metode. Herved tilgodeses, at der måske findes vekselvirkninger mellem flere af modellens parametre, som ikke er undersøgt forsøgsmæssigt, og at der anlægges en sikkerhedsmargin i beregningerne, som er differentieret i forhold til de bagvedliggende forsøgsdata og de mulige skadevirkninger af ukrudtet. Modellen kan anvise løsningsforslag i BI-intervallet 0,05-3,0, hvor det højeste niveau opnås ved blanding af 3 herbicider i fuld dosis.



Figur 2. Skematisk illustration af beregning af optimerede herbicid-tankblandinger, jf. modeltrin 3. Alle blandinger, som er defineret af punkterne *a - d*, vil ifølge ADM give mindst de effekter, som er defineret i model trin 1 imod ukrudtsarterne 1-3. Minimal pris eller BI for en løsning imod de 3 arter findes i ét af punkterne *a - d*. Principal illustration of model step 3. All tank mixtures, which are being defined by point *a - d* will, according to ADM, provide at least the efficacy levels, which have been defined in model step 1 on weed 1-3. A minimum cost or TFI can be found in one of the points *a - d*.

Ovenstående beregningsmodel driver 3 forskellige beregningsværktøjer. Værktøjet 'Problemløsning' følger modeltrinene, som beskrives ovenfor, sådan at der på basis af en aktuel registrering af markoplysninger kan anvises løsninger, som med hensyn til pris eller BI har de lavest mulige forbrug af herbicider. Helt ubetydelige ukrudtsbestande udløser ingen bekæmpelse. I figur 3 vises løsningsforslaget med det laveste BI til bekæmpelse af en relativt beskeden ukrudtsbestand i vårbyg. Herbicidet Ally (metsulfuron-methyl) anvises i ca. 5% af en normal dosis (BI=0,05) til kr. 6,70 pr. ha. I figur 4 vises løsningsforslaget med det lavest BI til bekæmpelse af en kraftig ukrudtsbestand i vinterhvede om foråret. Her anvises en blanding af 3 herbicider: DFF (diflufenican), Oxitril CM (ioxynil) og Hussar (iodosulfuron) til en samlet pris kr. 374 pr. ha og med et samlet BI=1,25. I denne mark findes altså ingen enkelt-produkter, der selv i fuld dosis kan løse problemet.

Værktøjet 'Effektprofil' viser den beregnede effekt af 1/4N, 1/2N, 1/1N og 2/1N, mod de ukrudtsarter, hvor effektdata fra markforsøg findes. Figur 5 viser effektprofilen for herbicidet Boxer EC (prosulfocarb), som kan anvendes i vintersæd om efteråret. Modellens krav til effekt ved forskellige ukrudtsarter og tætheder vises også, og brugeren kan ændre disse effektkrav og se konsekvenser heraf for beregnede doser. Figur 1 illustrerer, at doseringerne vil øges voldsomt i takt med, at effektniveauet nærmer sig 100%.

Bekæmpelsesmuligheder, sorteret efter BI ?					
			Udskriv	Effekt	
Nr. ?	Handelsnavn ?	Dosis (enhed/ha)		Pris (kr./ha) ?	BI ?
☐		Aktuel ?	Normal ?		
☐ 1	Ally	1 g	20 g	6.7	0.05
	<i>I alt</i>			6.7	0.05

Figur 3. Skærmudsnit med løsningsforslag i vårbyg, stadie 12 med laveste BI mod forglemmigej, fuglegræs og hanekro, alle med 2-10 pl./m² og 0-2 blade. Treatment option in spring barley, growth stage 12 with the lowest TFI against *Myosotis arvensis*, *Stellaria media* and *Galeopsis spp.*, all in 2-10 plants/m² and 0-2 leaves.

Bekæmpelsesmuligheder, sorteret efter BI ?					
				Effekt	
Nr. ?	Handelsnavn ?	Dosis (enhed/ha)		Pris (kr./ha) ?	BI ?
☐		Aktuel ?	Normal ?		
☐ 1	DFF	0,072 l	0,15 l	91.0	0.36
	Oxitril CM	0,36 l	0,75 l	66.7	0.36
	Hussar	105 g	150 g	216.3	0.53
	<i>I alt</i>			374.0	1.25

Figur 4. Skærmudsnit med løsningsforslag i vinterhvede, stadie 31 med laveste BI mod vindaks, burre-snerre, agerstedmoder, lugtløs kamille og kornblomst, alle med 41-150 pl./m² og 5-6 blade. Screen dump with treatment option in winter wheat with the lowest TFI against *Apera spica-venti*, *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Tripleurospermum inodorum* and *Centaurea cyanus*, all in 41-150 plants/m² and 5-6 leaves.

Planteværn Online - Ukrudt - Effektprofil af et herbicid http://www.planteinfo.dk Mon Nov 10 13:15:19 2003 Handelsnavn: Boxer EC (41) Afgrøde: Vinterhvede (Ingen udlæg) Vækststadiet: 11 Normaldosis: 4l /ha Additiv: Ikke relevant Sæson: Efterår Forventet udbytte: 50-75 hkg/ha TMin/TMax: 8 - 14 °C Jordtype: 5														
Ukrudtsarter	Beregnet effekt (%) ved fire doser				Effekt mål (%) Brugervalgt					Beregnet dosis (l /ha) ved valgt effekt mål				
	1	2	4	(8)	1	10	40	150	...	1	10	40	150	...
Anet, rød														
Brandbæger, alm.														
Brandbæger, eng														
Brandbæger, vår														
Brøndsøl, fliget														
Burresnerre	81	94	98	99	0	75	75	90	95	0,8	0,8	1,5	2,3	
Bynke, grå														
Flyvehavre														
Forglemmigej, mark	81	94	98	99	0	0	0	50	80				0,4	0,9
Fuglegræs	90	97	99	100	0	75	75	85	90	0,5	0,5	0,8	1	
Følfo														
Gulurt														
Gåsefø, hvidmelet														
Gåsemad														
Gåseurt, ager														
Hanekro	5	14	35	64	0	0	0	0	50					5,7
Hanespore, alm.														
Haremad	31	59	83	94	0	0	0	50	75				1,6	3
Hejre, blød														
Hejre, gold	12	31	60	83	0	85	85	90	95	8,6	8,6	11,2	17,2	
Hejreskud														

Figur 5. Print af 'Effektprofil' for Boxer (prosulfocarb) på forskellige ukrudtsarter i vinterhvede, st. 12. Print of 'Efficacy Profile' for Boxer (prosulfocarb) on different weeds in winter wheat, crop stage 12.

Værktøjet 'Brugers blanding' viser den beregnede effekt af en blanding af 2-3 herbicider, som brugeren vælger. Effekten af blandingskomponenterne enkeltvis vises også. I figur 6 vises beregnede effekter af en blanding af Goltix SC 700 (metamitron) og Betanal Optima SC (phenmedipham, desmedipham og ethofumesat) i bederoer. Modellens krav til effekt vises også, sådan at brugeren kan vurdere både 'overkill' og svagheder af en given blanding. Værktøjet er velegnet til planlægning af regionale strategier i rådgivningsarbejdet og til vurdering af markedsføringsmateriale.

PVO indeholder også en 'sæsonplan', som på afgrødeniveau giver anvisninger på de rette tidspunkter i vækstsæsonen for markinspektion og modelkonsultation. Der er også indbygget en ukrudtsnøgle, der kan hjælpe med at bestemme ukrudtsarter.

Planteværn Online - Ukrudt - Brugervalgte blandingers effekt												
Afgørde: Bederøer (Ingen udlæg) Vækststadie: 11 Forventet udbytte: --- Bruges ikke--- Ukrudtets udviklingstrin: 0-1 blad Jordtype: 6												
Komponent	Valgt dosis	Beh. index	Maximal dosis	Ukrudtsarter	Beregnet effekt (%)			Effekt mål, anbefalet (%)				
1: Goltix SC 700	0.7 l / ha	0.23	1 l / ha		BlandingKomponent			planter/m²				
2: Betanal Optima SC	0.5 l / ha	0.21	1.5 l / ha		1	2		1	10	40	150	...
+ Renol			0.3 l / ha									
Bemærk: Anvendelse af doser, som overskrider normaldoseringen (røde eller [indklammede] tal) er forbudt ved lov!				Anve, rød	91	42	80	80	85	85	85	85
				Brandbæger, alm.	92	92		91	93	94	95	96
				Brandbæger, eng								
				Brandbæger, vår								
				Brøndsøl, fliget								
				Burresnerre	67	23	33	91	93	94	95	96
				Bynke, grå								
				Flyvehavre								
				Forglemmegej, mark	97	92	77	89	91	92	93	94
				Fuglegræs	97	82	91	91	93	94	95	96
				Føtrod								
				Gulurt	3	3		91	93	94	95	96
				Gåsefod, hvidmelet	97	92	74	93	95	96	97	98
				Gåsemad	61		61	89	91	92	93	94
				Gåseurt, ager	76	76		89	91	92	93	94
				Hanekro	98	96	67	91	93	94	95	96
				Haremad	3	3		89	91	92	93	94
				Hejrenæb	91	89	61	89	91	92	93	94

Figur 6. Print af 'Brugers blanding', eksempel i bederoer, st. 11, som viser den beregnede effekt af en blanding bestående af: 0,7 l/ha Goltix SC 700 (metamitron 700 g/l) + 0,5 l/ha Betanal Optima (phenmedipham 250 g/l, desmedipham 50 g/l, ethofumesat 200 g/l) + 0,3 l/ha Renol (olie). Print of 'User's mixture' in sugar beet, crop stage 11, which shows the calculated efficacy of a mixture of 0,7 l/ha Goltix SC 700 (metamitron 700g/l) + 0.5 l/ha Betanal Optima (phenmedipham 250 g/l, desmedipham 50 g/l, ethofumesat 200 g/l) + 0.3 l/ha Renol (oil).

Resultater

Løsningsforslag med så lave doser af herbicider, som vist i figur 3, kan give anledning til skepsis både hos konsulenter og landmænd. Nogle helt afgørende forudsætninger for, at PVO kan anbefales til praksis er derfor, at programmet er grundigt afprøvet. Der er i perioden 1987-2000 gennemført i alt 1.888 afprøvninger i landsforsøg af forskellige prototype versioner af PVO-ukrudt i korn, bederoer og markært. I takt med, at der er sket væsentlige ændringer af beregningsmodellen, er der udviklet og afprøvet nye prototyper. Et succeskriterium i disse afprøvninger er, at frekvensen af utilfredsstillende bekæmpelse er meget lav, og at herbicidforbruget er på niveau med eller lavere end alternativer.

Tabel 1. Sammendrag af resultater fra afprøvninger af PVO-ukrudt i landsforsøg. Summary of results from validation tests of Crop Protection Online in field trials.

Afgrøde	Behandling	År	Antal forsøg	Ukrudt i ubehandlet (planter/m ²)	Udbytte (hkg/ha)	Dækning af ukrudt ved høst	Udgift til herbicider (kr./ha)	BI
Crop	Treatment	Year	No. of trials	Weeds in untreated (plants/m ²)	Yield (hkg/ha)	Weed cover at harvest	Cost of herbicides (DKK/ha)	TFI
Vårsæd	Prototype PCP³⁾	87-98	702	-	-	-	-	-
Spring cereals	Reference¹⁾	96-97	12	263	55,8	5%	65	0,43
	PVO / CPO	96-97	12	263	55,5	5%	47	0,35
	LSD₉₅⁴⁾				n.s.			
Vintersæd	Prototype PCP³⁾	89-99	848	-	-	-	-	-
Winter cereals	Reference¹⁾	97-98	16	205	69,4	10%	129	0,62
	PVO / CPO	97-98	16	205	69,4	11%	99	0,44
	LSD₉₅⁴⁾				n.s.			
Foderroer	Prototype PCP³⁾	95-00	44	-	-	6%	1.076	1,4
Fodder beet	Reference²⁾	95-00	7	145	-	3%	1.484	2,3
	PVO / CPO	99-00	7	145	-	9%	861	1,1
	LSD₉₅⁴⁾				-			
Fabriksroer	Prototype PCP³⁾	95-00	42	-	-	13%	1.239	1,3
Sugar beet	Reference²⁾	95-00	8	80	-	11%	898	1,5
	PVO / CPO	99-00	8	80	-	11%	853	1,2
	LSD₉₅⁴⁾				-			
Mark ært	Prototype PCP³⁾	90-93	196	-	-	-	-	-
Field pea	Reference²⁾	97-00	13	181	41,6	17%	395	2,6
	PVO / CPO	97-00	13	181	41,4	12%	334	2,2
	LSD₉₅⁴⁾				n.s.			
Antal modelafprøvninger								
Total no. of model tests			1.888					

¹⁾ Referencebehandling blev valgt af tidligere version af PCP/PVO. Reference treatments were selected by previous version of PCP/CPO.

²⁾ Referencebehandling blev valgt af konsulenter. Reference treatments were selected by farmers consultants.

³⁾ Forskellige, tidlige modelversioner blev testet. Various early model versions were tested.

⁴⁾ LSD-værdier refererer til sammenligninger af aktuelle version af PVO og reference behandling. LSD-values refer to comparisons of the actual version of CPO and reference treatments.

Tabel 1 viser et kort sammendrag af resultater fra valideringsforsøg i korn, bederoer og markært (Pedersen, 1992-2000). Heraf fremgår, at den verserende modelversion i korn er afprøvet 28 gange i meget kraftige ukrudtsbestande, hvor der i gennemsnit blev anvist $BI=0,35$ i vårsæd og $BI=0,44$ ved efterårsbehandling i vintersæd, hvor der ikke i noget tilfælde blev foretaget supplerende forårsbekæmpelse. Afprøvningerne i bederoer er opdelt i henholdsvis foder- og fabriksroer, idet ukrudtsbestanden traditionelt er meget forskellig i disse to afgrødetyper. I 7 forsøg i foderroer med kraftige ukrudtsbestande udløste PVO $BI=1,1$ og i 8 forsøg i fabriksroer med moderat ukrudtstryk udløste PVO $BI=1,2$. For alle afprøvninger i korn og bederoer gælder, at både udbytte og restukrudt ved høst var tilfredsstillende og på niveau med referencebehandlinger.

Diskussion

En grundlæggende idé bag PVO er at udnytte de forskelle, der er i forekomsten af ukrudt i forskellige marker, sådan at det samlede herbicidforbrug kan reduceres betragteligt. I figur 4 er det udløste BI 25 gange højere end det udløste BI i figur 3. Dette viser, at behovet for herbicidanvendelse varierer stærkt mellem marker.

I tabel 2 vises Miljøstyrelsens opgørelse over herbicidforbruget i vårsæd, vintersæd og bederoer, årene 2000-2002 udregnet som BI (Miljøstyrelsen 2000; Miljøstyrelsen 2001; Miljøstyrelsen 2002). For at kunne sammenligne BI fra afprøvningerne af PVO med Miljøstyrelsens opgørelser af BI, er der i tabel 2 anslået nogle bidrag til supplerende bekæmpelsesopgaver i løbet af vækstsæsonen, a) bekæmpelse af rod ukrudt med $BI=0,80$ på 10% af arealet og b) supplerende forårsbekæmpelse i vintersæd med $BI=0,60$ på 10% af arealet. Tabel 2 viser, at med disse forudsætninger har PVO et potentiale for reduktion af det aktuelle herbicidforbrug med 48% i vintersæd og bederoer og med 44% i vårsæd. Disse beregninger vurderes at være relativt forsigtige, idet a) afprøvningerne af PVO foregik i meget kraftige ukrudtsbestande, og b) det i tabel 2 afsatte BI-bidrag til supplerende forårsbekæmpelse i vintersæd sandsynligvis er overvurderet (Rydahl *et al.*, 2003).

De beregnede potentialer har imidlertid også andre forudsætninger. Det er et krav, at der foretages markregistreringer, inden der vælges behandling. Undersøgelser viser imidlertid, at interessen herfor er begrænset (Svendsen *et al.*, 1997). En anden forudsætning er, at både omfang og kvalitet af de data fra mark- og semifield forsøg, som beregningsmodellen er baseret på, kan opretholdes i takt med, at der i fremtiden introduceres nye herbicider på markedet.

Tabel 2. Behandlingsindeks (BI) for herbicider opgjort ud fra salgstal og opstillede scenarier med PVO. Treatment Frequency Index (TFI) for herbicides calculated from sales statistics and from scenarios using CPO.

Kilde Source	År Year	Vintersæd Winter cereals	Vårsæd Spring cereals	Roer Beets
Miljøstyrelsen, salgstal	2000	1,15	0,94	2,07
Danish EPA, sales	2001	0,96	0,62	2,65
	2002	1,20	0,75	2,14
Gennemsnit 2000-2002 ³⁾				
Average 2000-2002 ³⁾		1,10	0,77	2,29
PVO / CPO				
Afprøvning i landsforsøg ¹⁾				
National field tests ¹⁾	96-00	0,44	0,35	1,20
Supplerende bekæmpelse ²⁾				
Supplementary control ²⁾		0,14	0,08	-
I alt				
In total		0,58	0,43	1,20
PVO i forhold til salgstal ³⁾				
CPO related to sales ³⁾		52%	56%	52%

¹⁾ **Alle valideringsforsøg med PVO er foretaget ved tidlig bekæmpelse af frøkrudt, se tabel 1.** All validation trials for CPO were made at early control of seeded weeds, see table 1.

²⁾ **Anslået bidrag til a) supplerende forårsbekæmpelse af frøkrudt i vintersæd: BI=0,60 på 10% af arealet om foråret og b) til bekæmpelse af rodukrudt i korn: BI=0,80 på 10% af arealet.** Estimated contribution for a) supplementary control of seeded weeds (TFI=0,60) on 10% of the total area grown with winter cereals and b) for control of perennial weeds (TFI=0,80) on 10% of the total area.

³⁾ **Det aktuelle forbrug er opgjort som gennemsnit over 2000-2002.** The current use of herbicides has been calculated as a simple mean of 2000-2002.

Sammendrag

PVOs ukrudtsprogram anvender en beregningsmodel, som løber i 3 trin. Trin 1 fastlægger kravet til bekæmpelse, trin 2 udvælger enkeltherbicer og beregner doser, som kan indfri kravene til effekt under trin 1. Trin 3 beregner egnede tankblandinger, hvis dette er fordelagtig med hensyn til pris eller behandlingsindeks (BI).

Denne beregningsmodel driver 3 forskellige beregningsværktøjer: 'Problemløsning' kvantificerer på baggrund af aktuelle markregistreringer behovet for ukrudtsbekæmpelse og

forslår behandlingsmuligheder med lavest mulige pris eller lavest mulige BI. Der kan anvises løsninger indenfor 5% - 300% af én normal dosis, herved der kan findes løsningsmuligheder i de fleste marker. 'Effektprofil' giver et overblik over et herbicids effektmæssige styrker og svagheder overfor forskellige ukrudtsarter. 'Brugers blanding' viser den beregnede effekt på forskellige ukrudtsarter af en blanding med 2-3 blandingskomponenter, som brugeren vælger. PVO indeholder også en 'sæsonplan', som på afgrødeniveau giver instruktioner om timingen af relevante opgaver i hele vækstsæsonen vedrørende planteværn.

Resultater fra 1.888 afprøvninger af PVO i landsforsøg viser, at programmet kan håndtere store ukrudtsbestande i vårsæd, vintersæd, markært og bederoer på en tilfredsstillende og sikker måde med et BI, som er mindst 48% lavere i vintersæd og mindst 44% lavere i bederoer i forhold til det gennemsnitlige forbrug i perioden 2000-2002.

Litteratur

- Kudsk P.* 1999. Optimising herbicide use - the driving force behind the development of the Danish decision support system. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Vol. 3, pp. 737-746.
- Kudsk P & Mathiassen SK.* 1997. Optimering af herbicidblandinger - principper og eksperimentel baggrund. 14. danske Planteværnskonference, Ukrudt. SP rapport nr. 7, 1997, 87-97.
- Miljøstyrelsen.* 2003. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 2003. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2002.
- Miljøstyrelsen.* 2002. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 2002. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2001.
- Miljøstyrelsen.* 2001. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10, 2001. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2000.
- Pedersen CÅ.* 1992-2000. Oversigt over Landsforsøgene. Årlig publikation. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret, DK-8200 Århus N.
- Rydahl P.* 1997 Optimering af herbicidblandinger - implementering i PC-Planteværn. 14. Danske Planteværnskonference, Ukrudt. SP rapport nr. 7, 1997, 99-110.
- Rydahl P.* 1999. Optimising mixtures of herbicides within a decision support system. In: The 1999 Brighton Crop Protection Conference, Weeds, pp. 761-766.
- Rydahl P, Mathiassen SK, Jensen PE & Fertin KJ.* 2003. Udbygninger af Planteværn Online med henblik på reduktion af behandlingsindeks for herbicider. DJF-rapport nr. 88 (2003), 131-142.
- Svendsen SV, Søgaard V & Just F.* 1997. Landmanden, konsulenten og pesticidforbruget. Afdækning af holdninger og adfærd omkring nedsat brug af bekæmpelsesmidler. Rapport til Bekæmpelsesmiddelkontoret, Miljøstyrelsen, September 1997, 1-53.
- Streibig JC & Kudsk P.* 1993. Herbicidblandingers virkning 10. Danske Planteværnskonference 1993, Ukrudt. Beretning nr. S 2236, 1993, 193-201.

Planteværn Online – sygdomme og skadedyr

Crop Protection Online – diseases and pests

Leif Hagelskjær
Patriotisk Selskab
Ørbækvej 276
DK-5220 Odense SØ

Lise Nistrup Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

The models in the Danish decision support system (DSS) PC-Plant Protection (PC-P) have been developed during the past 15 years of research on diseases and pests in cereals in Denmark. Recently, the system was re-introduced as a web-based DSS and is now called Crop Protection Online (CPO).

CPO includes models for mildew, rusts, septoria, tan spot, blotch diseases, eyespot, aphids and leaf beetle larvae and is based on empirical data on (i) the specific effect of each pesticide, (ii) control thresholds, (iii) importance of diseases and pests according to growth stage, (iv) susceptibility to diseases of the grown variety and (v) influence of weather on the development of pests and diseases.

For the season 2004 a model for tan spot in winter wheat has been developed and the models for blotch diseases in barley have been adjusted. The system has been validated in numerous trials and proved to give good control of diseases at low inputs of pesticides. The margin of pesticide use has been similar or better compared with standard treatments included in the field trials.

Indledning

Planteværn Online er et internetbaseret beslutningsstøttesystem til kontrol med sygdomme og skadedyr i korn. Opbygningen af programmet er som det tidligere PC-Planteværn men i kraft

af, at det nu er en internetapplikation, kræves der ingen programinstallation. Det eneste krav er en internetforbindelse. Programmet findes på PlanteInfo (www.planteinfo.dk) og på LandbrugsInfo (www.lr.dk). Programmets planteværnsfaglige indhold er tidligere beskrevet indgående (Henriksen *et al.*, 2000; Hagelskjær & Rydahl, 2003; Rydahl *et al.*, 2002; Secher, 1991). I det følgende gennemgås programmets opbygning kortfattet og de udvidelser og ændringer, der foretages inden vækstsæsonen 2004, beskrives. Desuden opsummeres de valideringsforsøg, der er gennemført de seneste år.

Metoder

PVO's modul for sygdomme og skadedyr er i princippet opdelt i to trin:

- Bekæmpelsesbehov, hvor det beregnes, om der er behov for bekæmpelse
- Doseringsberegninger, hvor relevante pesticider vælges, og den nødvendige dosering beregnes

Bekæmpelsesbehov

Modellerne, der beregner, om der er behov for bekæmpelse af sygdomme og skadedyr, er baseret på skadetærskler for de enkelte skadevoldere. Disse skadetærskler er fastsat efter mange års forsøg hos Danmarks JordbrugsForskning og i Landsforsøgene og bliver til stadighed justeret, når der foreligger forsøgsmæssig baggrund herfor.

Modellerne er generelt baseret på angrebsgrad af de enkelte skadevoldere, men for de fugtelskende svampesygdomme indgår også antallet af nedbørsdøgn med mere end 1 mm nedbør i modellerne. For bladlus indgår desuden den forventede temperatur i 5-døgnsprognosen, som er afgørende for bladlusenes opformering.

Modellerne er opdelt efter sorternes resistensegenskaber. Sorterne inddeles i op til fem resistensgrupper. Inddelingen af sorterne sker på baggrund af bedømmelser af sygdomsangreb i ubehandlede observationsparceller fordelt over hele landet samt virulensundersøgelser og forsøg med kunstig smitte hos Danmarks JordbrugsForskning. Karaktererne for hver eneste sort bliver vurderet hvert år, og data lægges ind i SortInfo, hvor Planteværn Online også henter oplysningerne.

Doseringsberegning

Hvis modellen for bekæmpelsesbehov anbefaler bekæmpelse, udvælges relevante fungicider og blandinger af fungicider, og den nødvendige dosering beregnes. Doseringen beregnes som en faktorkorrigeret dosering, hvor følgende faktorer indgår:

1. Grunddoseringen, som bestemmes af *angrebsgraden* af sygdomme eller skadedyr eller *infektionsrisikoen* for de fugtelskende svampesygdomme, varierer fra 0,25 til 0,8 og er den vigtigste faktor i doseringsberegningen.

2. Korrektionsfaktoren for *pesticidets effekt* mod sygdommen eller skadedyret. Fungiciderne rangeres i forhold til Tilt top, som har værdien 1. Værdien varierer fra 0,5 til 1,3.
3. Korrektionsfaktor for afgrødens *vækststadie*. På de tidlige vækststadier, hvor der er lille afgrødemasse, og på de sene vækststadier, hvor der ikke er behov for langtidseffekt, er faktoren < 1 . Varierer fra 0,7 til 1,0.
4. Korrektionsfaktor for *sortens modtagelighed* for svampesygdommen. Varierer fra 0,6 til 1,3.
5. Korrektionsfaktor, som anvendes, hvis afgrøden *samtidig skal behandles mod knækkefodsyge*. Da disse fungicider har en additiv effekt, reduceres doseringen med en faktor på 0,8.
6. Ovennævnte faktorer ganges med den *anerkendte dosering* af midlet, hvilket giver den anbefalede dosering.

Model for hvedebladplet

Modellen for hvedebladplet er baseret på bedømmelse af angreb af sygdommen i marken. Bedømmelse skal foretages som procent angrebne planter. Frem til vækststadie 32 bedømmes på hele planten, og fra vækststadie 32 bedømmes kun på de tre øverste blade.

Modellen indeholder følgende elementer:

- Ved reduceret jordbehandling og samtidig forfrugt vinterhvede foretages bedømmelser fra vs 30, ellers fra vs 32 i modtagelige sorter og fra vs 39 i mindre modtagelige sorter.
- Skadetærsklerne er følgende:
 - Modtagelige sorter, vs 30-60: 25%, vs 61-71: 50%.
 - Mindre modtagelige sorter: vs 30-31: 50%, vs 32-33: 75%, vs 37-60: 50% og vs 61-71: 75%.
- Hvis der skal foretages bekæmpelse af andre skadevoldere, og der konstateres angreb af hvedebladplet *under* ovennævnte skadetærskler, vil modellen også anbefale bekæmpelse af hvedebladplet.

Modeller for bygbladplet og skoldplet

Modellerne for bygbladplet og skoldplet ændres, således at bygbladplet nu kun anvender angrebsgraden i marken. Samtidig skal bedømmelserne nu foretages fra vs 30 mod tidligere vs 31-32. Det skyldes, at meget tidlige, kraftige angreb af bygbladplet ikke udløste bekæmpelse i den gamle model på trods af en betydelig udbyttmæssig effekt.

Skoldpletmodellen anvender stadig både angrebsgraden i marken og antallet af dage med mindst 1 mm nedbør op til 14 dage før bedømmelsen i marken. Den eneste ændring er, at skoldpletmodellen i vinterbyg nu først begynder på vs 32, også for modtagelige sorter.

Resultater

Valideringsforsøg

Der er udført adskillige valideringsforsøg af PC-Planteværn siden 1990. I denne oversigt er kun medtaget de seneste års forsøg, hvor strobilurinerne har været på markedet. Forsøgene er udført dels ved DJF og dels i Landsforsøgene.

Vinterhvede

Den nye model for hvedebladplet har været afprøvet i to forsøg ved DJF i 2003. Resultaterne fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Afprøvning af model for hvedebladplet 2003. 2 forsøg ved DJF. Testing of a decision model for control of tan spot in winter wheat 2003. 2 trials at DIAS.

Behandling på vækststadiet Treatment at growth stage					Hvedebladplet Tan spot	Udbytte og merudbytte Yield and surplus yield	Nettomerudbytte Net yield
31-32	37-39	51-55	65	BI TFI	% dækning, 3 blade på vs 71 % coverage, 3 leaves at gs 71	hkg pr. ha	hkg pr. ha
Ubehandlet Untreated					30,0	65,2	-
		0,75 Opera		0,70	6,9	14,8	9,2
		0,375 Opera		0,35	8,8	12,1	8,9
	0,75 Opera			0,70	2,3	13,8	8,2
	0,375 Opera			0,35	4,9	11,8	8,6
0,25 Zenit		0,75 Opera		1,10	4,0	15,7	8,2
0,25 Zenit	0,375 Opera		0,375 Opera	1,10	1,6	16,9	8,5
Planteværn Online* Crop Protection Online				0,67	6,0	11,3	6,1
LSD ₉₅						3,7	3,7

* Planteværn Online:

Forsøg 1: Vs 31 0,125 Tilt 250 EC; Vs 51-55 0,16 Comet + 0,16 Tilt Top. BI=0,65. Bruttomerudbytte= 12,6 hkg pr. ha Nettomerudbytte=8,0 hkg pr. ha..

Forsøg 2: Vs 33 0,125 Comet + 0,07 Tilt 250 EC; Vs 55 0,17 Comet + 0,17 Tilt Top. BI=0,69. Bruttomerudbytte= 9,9 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=4,4 hkg pr. ha.

Forsøgene var placeret på ejendomme, hvor der er praktiseret reduceret jordbehandling gennem en årrække, og forfrugten var vinterhvede. Der var i begge forsøgene en del halm- og stubrester på jordoverfladen, hvilket har bidraget betydeligt til smitte med hvedebladplet. Det højeste bruttomerudbytte i forsøgene er opnået ved tre svampebehandlinger, men nettomerudbyttet ved én behandling med Opera i vs 51-55 har dog været lige så højt. Planteværn Online har anbefalet to behandlinger, men doseringerne har været lidt for lave og vil derfor blive justeret op inden vækstsæsonen 2004.

I tabel 2 ses resultaterne af 16 forsøg ved DJF 1999-2003, hvor PCP/PVO er sammenlignet med standardbehandlinger i reducerede doseringer.

Tabel 2. PC-Planteværn/Planteværn Online i vinterhvede sammenlignet to behandlinger med 1/3 dosering. Gennemsnit af 4 forsøg hvert år. DJF-forsøg. Crop Protection Online in winter wheat compared with standard treatments with 1/3 dosage. Average of 4 trials at DIAS each year.

Behandling Treatment	BI TFI	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha Yield and surplus yield					Nettomerudbytte, hkg pr. ha Net yield				
		1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Ubehandlet Untreated	0,00	84,9	78,2	82,3	67,6	67,3	-	-	-	-	
2 x 0,33 Tilt Top	0,99	10,2	7,3	4,9	15,2	8,0	5,7	2,9	0,5	10,8	3,6
2 x 0,5 Opus Team	1,01	-	15,3*	10,6*	23,4*	15,3	-	9,3*	4,6*	17,4*	9,3
2 x 0,33 Amistar + 2 x 0,10 Fortress	1,33	21,5	14,6	-	-	-	12,5	5,7	-	-	-
2 x 0,33 Amistar	0,66	-	-	10,6	21,2	-	-	-	4,1	14,8	-
2 x 0,33 Comet	0,66	-	-	-	27,1	-	-	-	-	19,8	-
2 x 0,17 Amistar + 2 x 0,17 Opus	0,68	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-	10,5
2 x 0,5 Opera	0,93	-	-	14,0*	27,5*	20,0	-	-	6,0*	19,5*	12,1
Planteværn Online (BI) Crop Protection Online		21,3 (0,90)	10,1 (0,56)	10,3 (0,90)	21,9 (0,77)	16,4 (0,48)	14,2	5,6	2,2	15,5	11,6
<i>LSD_{0,95}</i>		6,8	4,5	3,3	2,0	2,4	6,8	4,5	3,3	2,0	2,4

Behandling er foretaget på vs. 30-31 og 51-59 i alle led, undtagen i Planteværn Online, hvor programmet har bestemt tidspunktet for behandling.

Treatments at growth stage 30-31 and 51-59, except for Crop Protection Online, where the programme has decided the treatments.

* PVO har ikke kunnet anbefale midlet eller tilsvarende midler (blandinger), da de ikke var godkendt, da forsøget blev gennemført.

* CPO could not recommend this fungicide or similar fungicides (mixtures) because it was not approved when the trial was made.

Det fremgår af tabel 2, at PCP/PVO i disse forsøg har klaret sig på niveau med den bedste standardbehandling, når det tages i betragtning, at programmet kun har kunnet anbefale

godkendte midler. I 2002, har to behandlinger med Comet dog klaret sig bedre end PVO. Det skyldes, at der er anvendt Amistar og Folicur i forsøgsleddet med PVO. I andre forsøg, hvor der er valgt en løsning med Comet i forsøgsleddet med PVO, ligger nettomerudbyttet på samme niveau som standardbehandlingen med Comet. I 2003 er der anvendt Comet + Opus/Folicur i leddene med PVO, og det har givet nettomerudbytter på samme niveau som Opera og Amistar + Opus.

PCP/PVO er afprøvet i Landsforsøgene i adskillige år. Tabel 3 viser resultaterne fra forsøg i vinterhvede i 1998-2001, hvor programmets anbefalinger blev sammenlignet med forslagene fra en ERFA-gruppe og med standardbehandlinger. Desuden blev 75 henholdsvis 50% af den anbefalede dosering afprøvet for at vurdere, om der er grundlag for at reducere de anbefalede doseringer yderligere.

Tabel 3. Afprøvning af PC-Planteværn i vinterhvede. 29 forsøg 1998-2001. Nielsen, 2001.
Testing of PCP/CPO in winter wheat. 29 trials 1998-2001.

Behandling Treatment	BI TFI	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha Yield and surplus yield	Nettomerudbytte, hkg pr. ha Net yield
Ubehandlet Untreated	0,00	71,8	-
0,33 Tilt Top + 0,33 Amistar	0,82	8,6	3,7
0,33 Amistar	0,33	8,0	5,1
PC-Planteværn	0,69	11,4	6,5
PC-Planteværn, 75%	0,52	10,1	6,1
PC-Planteværn, 50%	0,35	9,0	5,9
Markens planteværn Crop protection at field	0,73	10,6	5,8
Planteværnsgruppe Group of farmers	0,58	10,2	5,9
<i>LSD_{0,95}</i>		<i>1,7</i>	<i>1,7</i>

Nettomerudbyttet ved to standardbehandlinger med hhv. Tilt top (vs. 30-31) og Amistar (vs. 39-45) er som gennemsnit af disse forsøg signifikant dårligere end de øvrige behandlinger, som der til gengæld ikke er forskel på.

Vinterbyg

I vinterbyg er der i 2003 gennemført tre forsøg med forskellige strategier for svampebekæmpelse. Resultaterne er vist i tabel 4.

Tabel 4. Planteværn Online i vinterbyg 2003. 3 forsøg ved DJF. Crop Protection Online in winter barley 2003. 3 trials at DIAS.

Behandling på vækststadiet Treatment at growth stage			Bygbladplet Net blotch	Bygrust Barley rust	Skoldplet Leaf blotch	Udbytte og merudbytte Yield and surplus yield	Netto- merudbytte Net yield
30-31	39-51	BI TFI	Pct. dækning, vs 71 Per cent coverage, gs 71	Pct. dækning, vs 79 Per cent coverage, gs 79	Pct. dækning, vs 55-59 Per cent coverage, gs 55-59	hkg pr. ha	hkg pr. ha
Ubehandlet Untreated	Ubehandlet Untreated	-	13,8	7,0	13,0	64,2	-
0,125 Amistar + 0,125 Unix	0,25 Amistar + 0,25 Unix	0,75	1,6	0,2	3,7	5,1	-1,5
Ubehandlet Untreated	0,25 Amistar + 0,4 Stereo	0,58	2,3	0,2	5,0	3,7	-0,3
Ubehandlet Untreated	0,375 Opera + 0,4 Stereo	0,68	1,5	0,2	3,5	3,9	-0,6
Ubehandlet Untreated	0,25 Amistar + 0,25 Unix	0,50	1,1	0,2	5,1	4,5	0,4
Ubehandlet Untreated	0,75 Opera	0,70	3,0	0,3	5,0	6,8	1,2
Planteværn Online* Crop Protection Online		0,57	0,2	0,5	4,1	6,9	2,0

* Planteværn Online:

Forsøg 1: vs 32 - 0,15 Amistar + 0,15 Unix; vs 51 - 0,23 Amistar + 0,23 Unix. BI=0,76. Bruttomerudbytte=12,3 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=5,8 hkg pr. ha..

Forsøg 2: vs 51 - 0,25 Amistar + 0,25 Unix. BI=0,50. Bruttomerudbytte=6,5 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=2,4 hkg pr. ha.

Forsøg 3: vs 51 - 0,23 Amistar + 0,23 Unix. BI=0,46. Bruttomerudbytte=1,8 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=-2,0 hkg pr. ha.

Planteværn Online har i disse forsøg givet konkurrencedygtige løsninger, som har givet nettomerudbytter, som er højere eller på niveau med de bedste standardbehandlinger.

Vårbyg

I vårbyg er der i 2003 gennemført tre forsøg med forskellige midler til svampebekæmpelse. Resultaterne er vist i tabel 5.

Tabel 5. Planteværn Online i vårbyg 2003. Standardleddene er behandlet én gang i vs 31-37 med 1/3 af normal dosering. I leddet med Planteværn Online har programmet bestemt behandlingerne. 3 forsøg ved DJF. Crop Protection Online in spring barley 2003. Standard treatments at gs 31-37 with 1/3 of normal dosage. 3 trials at DIAS.

Behandling		Bygbladplet Net blotch	Bygrust Barley rust	Meldug Mildew	Udbytte og merudbytte Yield and surplus yield	Netto- merudbytte Net yield
Treatment	BI TFI	Pct. dækning, vs 55-69 Per cent coverage, gs 55- 69	Pct. dækning, vs 69-75 Per cent coverage, gs 69- 75	Pct. dækning, vs 69 Per cent coverage, gs 69	hkg pr. ha	hkg pr. ha
Ubehandlet Untreated	-	22,5	1,0	9,5	50,3	-
0,33 Zenit EC 575	0,52	9,6	0	0,2	2,4	0,1
0,17 Amistar + 0,26 Stereo	0,39	2,9	0	0,9	6,0	3,0
0,25 Opera + 0,26 Stereo	0,45	3,9	0	2,0	5,7	2,4
0,17 Amistar + 0,17 Folicur	0,34	3,9	0	1,3	5,0	2,0
0,17 Amistar + 0,17 Unix	0,34	2,8	0	1,4	6,4	3,3
0,50 Opera	0,47	3,3	0	2,6	5,5	1,5
0,50 Opus Team	0,51	7,7	0	0,2	1,7	-0,4
Juventus	0,33	9,3	0	1,0	3,2	-0,3
Planteværn Online' Crop Protection Online	0,43	7,9	0	0,1	12,0	8,4
LSD ₉₅					3,5	

* Planteværn Online:

Forsøg 1: vs 32 - 0,15 Amistar + 0,15 Unix; vs 49 - 0,23 Amistar + 0,23 Unix. BI=0,76. Bruttomerudbytte=29,0 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=23,2 hkg pr. ha..

Forsøg 2: vs 33 - 0,11 Amistar + 0,11 Unix. BI=0,22. Bruttomerudbytte=2,3 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=0,3 hkg pr. ha.

Forsøg 1: vs 65 - 0,15 Amistar + 0,15 Unix. BI=0,30. Bruttomerudbytte=4,5 hkg pr. ha. Nettomerudbytte=2,1 hkg pr. ha.

I et af forsøgene i vårbyg i 2003 var der et meget kraftigt angreb af bygbladplet allerede i vs 32. Planteværn Online anbefalede bekæmpelse på dette tidspunkt, men det skyldtes et samtidigt angreb af meldug. Det meget høje merudbytte i forsøget (29 hkg pr. ha) skyldes dog først og fremmest bekæmpelsen af bygbladplet og er sammenholdt med andre tilsvarende erfaringer fra vækstsæsonen 2003, årsagen til den tidligere beskrevne ændring af modellen for bygbladplet.

Diskussion og konklusion

Behovet for bekæmpelse af svampesygdomme og skadedyr varierer fra år til år og fra mark til mark, afhængig af klima og dyrkningsbetingelser. Planteværn Online inddrager både klima og sorternes resistensegenskaber som vigtige parametre i beregningen af bekæmpelsesbehovet og doseringsberegningen og kan derved bidrage til, at der kun foretages bekæmpelse, når der er behov for det.

Beregningen af den nødvendige indsats vanskeliggøres dog af, at klimaforholdene efter den foretagne bekæmpelse har stor betydning for det nettomerudbytte, der opnås. De anbefalede doseringer i Planteværn Online er derfor også ofte lidt 'på den sikre side', da det vil være katastrofalt for tilliden til programmet, hvis der opstår for mange situationer, hvor indsatsen har været utilstrækkelig. Dette dilemma udmønter sig i, at programmet i mange tilfælde ligger på niveau med de standardbehandlinger, der sammenlignes med, og kun sjældent er markant bedre end disse.

Et virkeligt gennembrud for programmet vil kræve, at der udvikles modeller, som med stor sikkerhed kan forudsige vejrliget og dermed sygdoms- og skadedyrsudviklingen efter sprøjtning. Hvis dette var muligt, kunne det bedre forudsiges, om der burde sprøjtes og hvilken doseringsindsats, der er optimal. Indtil da må man stille sig tilfreds med at være på niveau med de bedste standardbehandlinger.

Sammendrag

Planteværn Online er et internetbaseret beslutningsstøttesystem til kontrol med sygdomme og skadedyr i korn. Opbygningen af programmet er som det tidligere PC-Planteværn men i kraft af, at det nu er en internetapplikation, kræves der ingen programinstallation. Det eneste krav er en internetforbindelse.

Programmet er i princippet opbygget i to trin: 1) Bekæmpelsesbehov, hvor det beregnes, om der er behov for bekæmpelse af sygdomme og/eller skadedyr på baggrund af de indtastede

informationer om afgrøde, sort, tidligere behandlinger, vækststadium, angrebsgrader samt klimaforhold, og 2) Doseringsberegning, hvor relevante pesticider vælges, og den nødvendige dosering beregnes.

Modellerne, der beregner, om der er behov for bekæmpelse af sygdomme og skadedyr, er baseret på skadetærskler for de enkelte skadevoldere. Disse skadetærskler er fastsat efter mange års forsøg hos Danmarks JordbrugsForskning og i Landsforsøgene og bliver til stadighed justeret, når der foreligger forsøgsmæssig baggrund herfor. Modellerne er generelt baseret på angrebsgrad af de enkelte skadevoldere, men for de fugtelskende svampesygdomme indgår også antallet af nedbørsdøgn med mere end 1 mm nedbør i modellerne. For bladlus indgår desuden den forventede temperatur i 5-døgnsprognozen, som er afgørende for bladlusenes opformering. Modellerne er opdelt efter sorternes resistensegenskaber. Sorterne inddeles i op til fem resistensgrupper, og de enkelte sorters indplacering revideres hvert år på baggrund af årets angreb af svampesygdomme i observationsparceller, smitteforsøg m.v.

Doseringsberegningen er en faktorkorrigeret beregning, det vil sige, at de enkelte parametre (angrebsgrad, infektionsrisiko, pesticidets effekt, vækststadium og sortsresistens) påvirker den endelige dosering med en faktor, der afhænger af betydningen af den enkelte parameter. Angrebsgrad og infektionsrisiko er de vigtigste parametre i doseringsberegningen, men pesticidernes effekt har også stor betydning.

Til vækstsæsonen er der udviklet en model for hvedebladplet i vinterhvede, og modellerne for bygbladplet og skoldplet er blevet ændret.

Programmet har været testet gennem mange år dels hos Danmarks JordbrugsForskning og dels i Landsforsøgene. Planteværn Online er i adskillige forsøg blevet sammenlignet med alternative strategier for svampebekæmpelse i vinterhvede, vinterbyg og vårbyg. Generelt har programmet klaret sig på niveau med de øvrige strategier for svampebekæmpelse.

Litteratur

- Hagelskjær L & Rydahl P.* 2003. Planteværn Online: Forsøgsgrundlag for anbefalinger og nye værktøjer. Seminar om planteværn 2003, Dansk Landbrug, Landscentret, 10-17.
- Henriksen KE, Jørgensen LN & Nielsen GC.* 2000. PC-Plant Protection – a Danish tool to reduce fungicide input in cereals. The BCPC Conference – Pests & Diseases 2000, 835-840.
- Nielsen GN.* 2001. PC-Planteværn - sygdomme. I: Pedersen, CÅ. Oversigt over Landsforsøgene 2001, 62-65. Landbrugets Rådgivningscenter.

- Rydahl P, Hagelskjær L, Bøjer OQ, Jørgensen LN, Bligaard J, Pedersen L & Jørgensen M.*
2002. Planteværn Online – et internetbaseret beslutningsstøttesystem. 19. Danske
Planteværnskonference, DJF rapport 64, 59-74.
- Secher BJM.* 1991. The Danish plant protection recommendation models for cereals. Danish
Journal of Plant and Soil Science 85, 127-133.

Hvedebladplet – en ny sygdom i korn. Bekæmpelse og dyrkningsstrategier

Tan spot – a new disease in cereal. Control and impact of cultural parameters

Lise Nistrup Jørgensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

Tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) is often found to be the dominating disease and to oust traditional septoria diseases in fields where reduced tillage is practiced in combination with intensive wheat cropping. To limit the disease severity, less susceptible varieties can be grown. Variety testing has shown that Stakado and Senat are the two most resistant varieties available on the Danish market.

Tan spot can be very yield reducing (20-50%) and several fungicide applications may be necessary to avoid losses. In fields with minimal tillage and susceptible varieties 3 applications have in some cases been found to be relevant in order to control the disease. First application can typically be a treatment with propiconazole around gs. 31 followed by a split ear-treatment (gs 37-39 and 65) using pyraclostrobin in combination with propiconazole. The split ear treatment is to avoid early attack of tan spot on the flag leaf.

A preliminary model for control of tan spot has been tested as a part of Crop Protection Online. The model is based on frequency of attack on leaves. Different thresholds are used depending on tillage and susceptibility of variety. The dosages recommended by the model in 2003 will be increased based on experience from the 2003 season.

Indledning

Hvedebladplet (DTR) er en relativ ny svampesygdom i Danmark (Jensen *et al.*, 2000). Sygdommen har i de seneste år bredt sig i Danmark og blev ved en monitoring i 2003 fundet i 58% af 90 undersøgte bladprøver indsamlet i hele landet (Jørgensen *et al.*, 2003). De kraftigste angreb blev fundet efter reduceret jordbehandling og hvede som forfrugt. Sygdomme var også let at finde, hvor der var pløjet med hvede som forfrugt. På disse arealer var angrebene dog mindre kraftige. Hvis arealet med reduceret jordbearbejdning øges, forventes det, at svampen efterhånden vil blive meget almindelig i alle hvedemarken, da

sygdommen via luftspredte sporer også kan spredtes til marker, som pløjes. Den største spredning sker dog inden for en afstand af 8-10 meter (Francl, 1997). I 2002 blev der indledningsvis udført nogle forsøg til belysning af, hvilke fungicider der har potentiale til at kunne bekæmpe hvedebladplet. Her viste pyraclostrobin, picoxystrobin, azoxystrobin og propiconazole sig som de bedst midler (Jørgensen og Jensen, 2003).

Da sygdommen er relativt ny, har der været anlagt en række forsøg for at belyse såvel sortsresistens hos aktuelle sorter samt effekt af jordbehandling og forskellige bekæmpelsesstrategier.

Metode

Sortsforsøg

Der blev udlagt forsøg med 18 hvedesorter, 2 triticalesorter, 1 rugsort og 1 vinterbygssort udsået i small-plot. Arealet blev smittet med inficeret halm for at sikre angreb i forsøget. Der blev bedømt sygdomsangreb med 10-14 dages interval i forårs- og sommersæsonen.

Forsøg med sorter, jordbehandling og fungicider

I 2002 blev der udlagt et splitplotforsøg i hvede med 5 gentagelser og henholdsvis reduceret jordbehandling og pløjning. På arealet blev udsået 2 sorter med forskellig modtagelighed (Stakado og Ritmo). Forfrugten i forsøget var hvede, hvor der i 2002 havde været betydelige angreb af hvedebladplet, halmen var snittet, og arealet blev delt op i blokke, hvor der henholdsvis blev pløjet og harvet. Tre forskellige fungicidstrategier blev testet med henholdsvis 2 og 3 sprøjtninger.

Forsøg med sorter og fungicider

I et andet splitplot forsøg med 3 forskellige sorter (Pirat, Ritmo og Stakado) blev udsået i 2002. Sorterne repræsenterer forskellig grad af resistens. Forsøget blev smittet med inficeret halm. Inden for hver sort blev der behandlet med forskellige fungicidstrategier (se tabel 2). Pirat blev dårligt etableret i forsøget, og resultaterne fra denne sort er ikke medtaget.

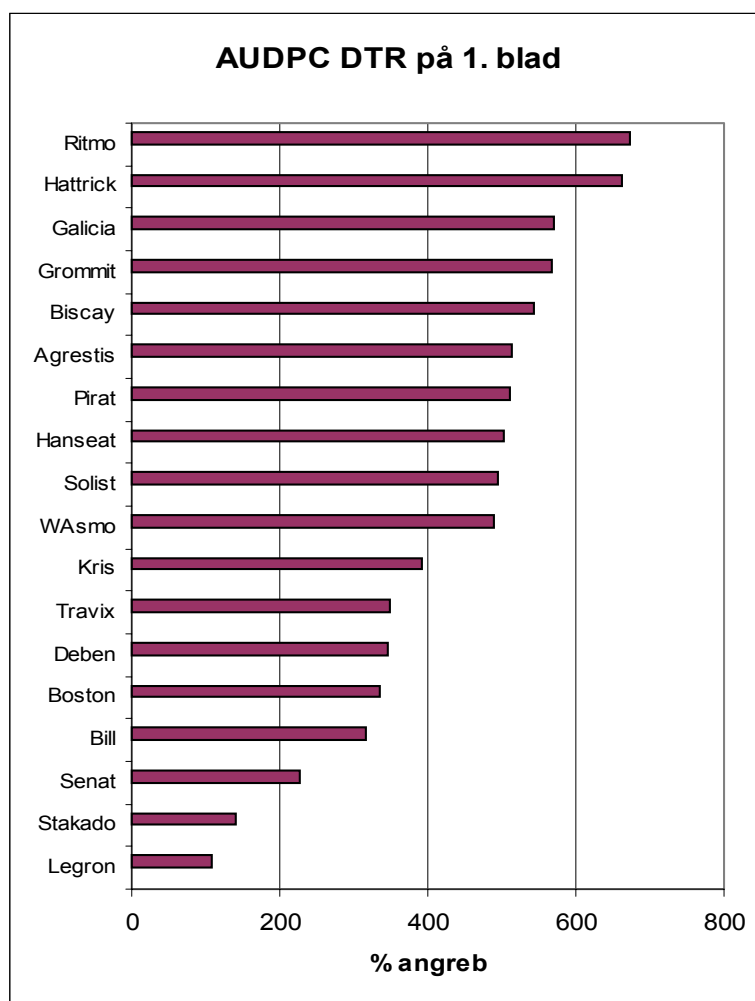
Forsøg med afprøvning af DTR model

I 2 danske samt 8 svenske forsøg har en prototype af DTR modellen været afprøvet og sammenlignet med forskellige bekæmpelsesstrategier. Bekæmpelsen er udløst efter forskellige angrebsniveauer, som igen er justeret afhængig af vækststadiet, sort og jordbehandling.

Resultater og diskussion

Forsøg med sorter

Angrebene udviklede sig kraftigt i mange sorter. De kraftigste angreb er set i sorterne Ritmo, Hattrick, Grommit og Pirat, mens Legron, Stakado og Senat har vist den mindste modtagelighed over for hvedebladplet (se figur 1). Rangordningen først og sidst på sæsonen



Figur 1. Forskellige hvedesorters modtagelighed over for hvedebladplet (DTR). Sorterne er rangordnet efter modtagelighed. Bedømmelsen summerer angrebene på fanebladet bedømt på 3 tidspunkter (AUDPC= areal under sygdomskurven). Ranking of susceptibility of different varieties to Tan spot from small-plot trial in 2003. The trial was placed in an area where infected straw was placed on the ground. The ranking is based on 3 assessments on the flag leaf and an AUDPC is calculated.

var ikke helt ens for alle sorter. For eksempel udviste Solist relativ god resistens først på sæsonen, mens den var forholdsvis modtagelig sidst på sæsonen. Dette indikerer, at der kan

være forskel i modtagelighed afhængig af afgrødens alder. Beregning af arealet under sygdomskurven (AUDPC) for sygdomsangrebet på fanebladet vurderes som det bedste slutresultat til vurdering af sorternes modtagelighed og er afbilledet i figur 1. Som det fremgår, er der ingen sorter, der udviser meget høj grad af resistens, hvilket er i overensstemmelse med erfaringer fra andre lande. Fra tyske opgørelser har man tilsvarende som i Danmark erfaring med, at Ritmo er den mest modtagelige sort (Rodemann & Bartels, 2002), mens hybrid sorten Hybnos 1 har vist den bedste resistens. I Sverige har man ligeledes fundet, at Ritmo og Grommit er blandt de mest modtagelige sorter, mens Bill og Kris har vist mere moderat modtagelighed (Lindgren & Berg, 2003).

De to testede sorter af tritici fik kun begrænsede angreb, hvilket også var tilfældet med rugsorten Matador. Vinterbygssorten Clara var også medtaget i forsøget og fik kun konstateret et enkelt symptom, der med sikkerhed var DTR. DTR vurderes hovedsageligt som et problem i hvede, hvilket dette forsøg har bekræftet.

I den ene af de 5 gentagelser blev der brugt halm fra Sejet Planteforædling, mens der i de andre 4 gentagelser blev brugt Flakkebjerg halm. Der var ingen klar forskel i rangordningen af sorter fra de 2 kilder af halm, hvilket indikerer, at aggressiviteten i forskellige miljøer formodentlig ikke har stor betydning for de aktuelle angrebsgrader. Der kræves dog mere detaljerede undersøgelser på flere lokaliteter for at undersøge indflydelsen af miljøfaktorer.

Forsøg med jordbehandling og sorter

I forsøget udviklede der sig i slutningen af april (uge 17) kraftige primær-angreb af DTR, som stammede fra ascosporer spredt fra halm- og stubrester. Som det fremgår af figur 2, var der først på vækstsæsonen store forskelle imellem angrebene i pløjet og ikke pløjet. Denne forskel blev bibeholdt, men blev dog noget udvisket, som sæsonen skred frem. Dette skyldes bl.a. det store smittetryk fra arealerne med reduceret jordbehandling.

Der var sæsonen igennem klare og sikre forskelle i angrebsgraderne af DTR imellem sorter, jordbehandling og fungicidbehandling (tabel 1). Den forholdsvis resistente sort, Stakado var med til at holde angrebene nede, men som det fremgår, var der ved reduceret jordbehandling også betydelige angreb i denne sort.

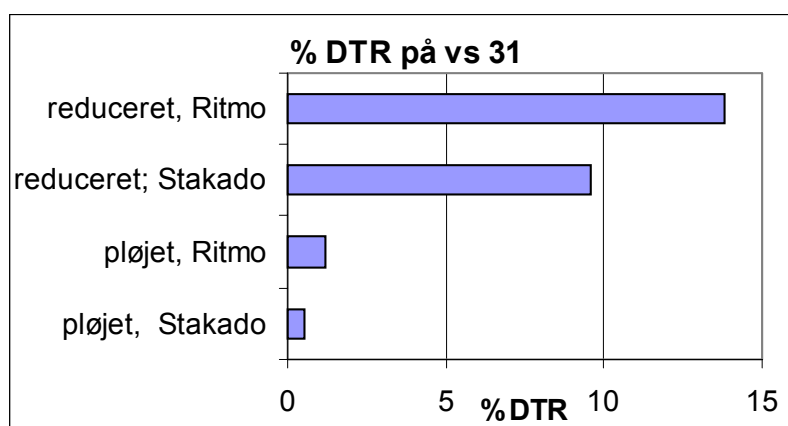
For udbytterne var der sikre forskelle imellem hovedfaktorerne sorter og jordbehandling (tabel 1). Generelt blev der høstet de største udbytter i den pløjede del af forsøget.

Jordbehandling og sortsmodtagelighed har således stor indflydelse på, hvor hurtigt og kraftigt udviklingen af DTR gik. Tre sprøjtninger var kun rentabelt ved meget kraftige angreb efter reduceret jordbehandling og modtagelig sort (Ritmo). I de øvrige kombinationer gav 2 sprøjtninger (vs 37-39 & vs 55-65) det bedste nettomerudbytte.

Tabel 1. Resultater fra forsøg 03311 med pløjning/reduceret jordbehandling, sorter og svampebehandling. Results from trial with 2 tillage methods, 2 varieties and 3 fungicides strategies.

Behandling <i>Treatments</i>	% hvedebladplet % <i>Tan spot</i>										% meldug <i>Mildew</i>	% Fusarium	Udbytte <i>yield</i>	Merud- bytte <i>increase</i>	Tkv <i>TGW</i>
	Vs 31 Alle blade	Vs 65 4 blade	Vs 72 2 blade	Vs 77 2 blade	Audpc 1. blad	Audpc 2. blad					Vs 72 3 blade	% angrebne småaks	Hkg/ha	Hkg/ha	G/1000
Pløjet <i>Ploughed</i>	0,9 b	6,7 b	10,6 b	33,9 b	148	368 b	4,1 a	1,2 b	64,5 a	+5,8	40,5 a				
Reduceret <i>Reduced</i>	11,7 a	11,5 a	15,6 a	42,9 a	177	490 a	1,1 b	3,8 a	58,7 b		38,4 b				
LSD	1,5	2,9	3	9,2	ns	113	1,1	0,3	4,8		0,9				
Stakado	5,1 b	4,8 b	7,3 b	28,0 b	107 b	303 b	2,8 a	2,1 b	63,7 a	+4,2	40,1				
Ritmo	7,5 a	13,3 a	18,8 a	48,8 a	218 a	555 a	2,4 a	2,9 a	59,5 b		38,8				
LSD	0,7	1,1	2,6	3,1	23	52	ns	0,2	3,1		1,5				
Ubehandlet <i>untreated</i>	6,3 a	21,0 a	39,4 a	84,8 a	518 a	896	6,9 a	-	48,3 b		37,0 b				
3 x Opera	6,3 a	3,3 c	2,7 c	17,5 d	26 c	211	1,5 b	-	66,7 a	+18,4	40,6 a				
3 x Acanto	6,3 a	3,8 c	3,7 c	27,6 b	57 b	310	0,3 c	-	65,2 a	+16,9	40,5 a				
2 x Opera	6,3 a	8,2 b	6,6 b	23,6 c	48 bc	300	1,7 b	-	66,2 a	+17,9	39,7 a				
LSD	ns	1,5	2,8	3,8	25	35	0,9		1,8		1,1				
Stakado ubeh	5,1	11,4 c	22,8 b	72,0	346 b	765	8,0 a	-	53,2 d	+9,8	37,8				
Ritmo ubeh	7,5	30,5 a	56,0 a	97,6	690 a	1026	5,8 b	-	43,4 e		36,1				
Stakado 3 x spr1	5,1	2,0 d	1,6 d	9,4	17 b	107	1,5 c	-	66,2 ab	-0,9	40,6				
Ritmo 3 x spr1	7,5	4,5 d	3,8 d	25,5	35 d	316	1,6 c	-	67,1 a		40,7				
Stakado 3 x spr2	5,1	2,0 d	2,5 d	17,2	40 cd	186	0,3 d	-	66,9 a	+3,4	41,6				
Ritmo 3 x spr2	7,5	5,7 d	4,9 d	38,0	74 c	435	0,2 d	-	63,5 c		39,3				
Stakado 2 x Opera	5,1	4,0 d	2,6 d	13,2	25 d	155	1,5 c	-	68,6 a	+2,4	40,5				
Ritmo 2 x Opera	7,5	12,4 b	10,6 c	34,0	72 c	445	1,9 c	-	63,8 bc		39,0				
LSD	-	2,1	3,9	ns	36	-ns	1,3	-	2,6		1,6				
Pløjet, ubeh.	0,9	14,2 b	34,3 b	80,6	489	-813	9,8 a	-	51,4	+6,2	38,0				
Reduceret, ubeh.	11,7	27,7 a	44,5 a	89,0	547	978	4,0 b	-	45,2		35,9				
Pløjet, 3 x spr1.	0,9	2,8 e	2,1 d	13,4	20	167	2,9 b	-	69,0	+4,6	41,7				
Reduceret, 3 x spr1	11,7	3,7 de	3,3 d	21,5	32	255	0,2 c	-	64,4		39,6				
Pløjet, 3 x spr2.	0,9	4,3 de	2,1 d	23,7	53	260	0,4 c	-	67,7	+4,9	41,2				
Reduceret, 3 x spr2	11,7	3,4 de	5,2 cd	31,5	61	360	0,1 c	-	62,8		39,7				
Pløjet, 2 x Opera	0,9	5,4 d	4,0 d	17,8	29	232	3,2 b	-	70,1	+7,8	41,0				
Reduceret, 2 x Opera	11,7	11,0 c	9,2 c	29,4	68	368	0,2 c	-	62,3		38,5				
LSD 95	-	2,1	3,9	ns	ns	ns	1,3		Ns		1,6				

* **spr1** = 0,25 Zenit (vs 31); 0,5 Opera vs 37-39; 0,5 Opera vs 55-61; **spr2** = 0,25 Zenit (vs 31); 0,25 Acanto + 0,25 Zenit (vs 37-39); 0,25 Acanto + 0,25 Zenit (vs 55-61)



Figur 2. Procent angreb af hvedebladplet (DTR) først på vækstsæsonen (vs 31) i led med henholdsvis pløjet og reduceret jordbehandling af de 2 sorter med forskellig modtagelighed. Per cent attack of Tan spot early in the season (gs 31) in plots wich have been ploughed and just harrowed. 2 varieties with difference in susceptibility have been included.

Forsøg med sorter og fungicidstrategier

Der var klare og sikre forskelle i angrebsgraderne af DTR imellem sorter og fungicid-behandling. Generelt har splitstrategierne (vs 37 & 55) klaret sig bedre end engangsbehandlingerne på vs 37 eller 55 (tabel 2). Løsninger med midlet Opera har klaret sig på linie med eller bedre end løsninger med Acanto. De to aktivstoffer pyraclostrobin (Comet) og picoxystrobin (Acanto) er effektive over for hvedebladplet.

Tabel 2. Procent angreb af hvedebladplet i vinterhvede og merudbytte for bekæmpelse efter diverse strategier. Per cent control of Tan spot in winter wheat and yield response from control using different fungicide strategies in 2 varieties.

Behandling Vs 31	Vs 37-39	Vs 55-61	% hvedebladplet % tan spot		Udbytte og merudbytte Yield & increase Hkg/ha		Nettoudbytte Net yield Hkg/ha	
			Vs 75 2 blade	75 2 blade				
			Ritmo	Stakado	Ritmo	Stakado	Ritmo	Stakado
Ubehandlet			93,3	31,7	33,0	45,5	-	-
Zenit 0,25	Opera 0,5	Opera 0,5	11,7	2,7	37,1	25,5	27,2	15,5
Zenit 0,25	Opera 0,25	Opera 0,25	13,3	6,0	26,4	18,3	19,6	11,5
-	Opera 0,5	-	35,0	10,0	17,9	13,3	13,9	9,3
-	-	Opera 0,5	40,0	13,3	19,3	19,0	15,3	15,0
-	Opera 0,25	Opera 0,25	25,0	5,3	25,8	22,4	20,9	17,5
Zenit 0,25	Acanto+Zenit 0,2+0,2	Acanto+Zenit* 0,2+0,2	13,2	6,0	29,0	22,7	20,6	14,3
Antal forsøg No. of trials			1	1	1	1		
Vækststadium GS			75	75	3,7	3,9		
DAT			23	23				

Selv om fremspiringen i forsøget var uens, var høstresultaterne overraskende ensartede og var en god afspejling af hvilke bekæmpelsesstrategier, der var de bedste. Der var sikre forskelle imellem hovedfaktorerne; sorter og fungicidbehandlinger. En enkelt aksbehandling på vs 37-39 gav et lidt dårligere resultat end behandlingen på vs 51-55. Dette skyldes formodentlig, at angrebene på de øverste blade udviklede sig forholdsvis langsomt, og at behandlingen på vs 51-55 gav den bedste langtidsvirkning.

Forsøg med afprøvning af hvedebladpletmodel.

Den nye hvedebladpletmodel, der ønskes udviklet med henblik på implementering i Planteværn Online er testet i 8 svenske og 2 danske forsøg i 2003. Modellen har været sammenlignet med forskellige strategier med henholdsvis 1, 2 eller 3 sprøjtninger (tabel 3). Modellen har udløst enten 2 eller 3 behandlinger. Effekten på DTR har været på niveau med eller lidt ringere end de bedste standardled. Merudbyttet for svampebehandlinger har været mellem 5 og 20 hkg/ha i forsøgene. Især i den ene forsøgsserie fra Skåne har der været høje merudbytter efter sprøjtning med midlet Stratego (trifloxystrobin + propiconazol). Nettoudbyttet for Planteværn Online leddene har i visse forsøg ligget lidt under niveauet for standardleddene, mens modellen i andre forsøg har givet et meget tilfredsstillende resultat. Det vurderes, at de valgte doseringer i forsøg med kraftige angreb har været lidt i underkanten. Som udgangspunkt er der brugt doseringer, der normalt giver god bekæmpelse af septoriasygdomme. Disse doseringer er muligvis lidt for lave, når der skal bekæmpes hvedebladplet. Hvedebladpletmodellens doseringer vil blive justeret lidt i afprøvningen til sæson 2004.

Tabel 3. Sammenligning af forskellige strategiers effekt på hvedebladplet og udbytte i vinterhvedeforsøg fra Danmark og Sverige i 2003.
Comparison of different control strategies for control of Tan spot in wheat trials from Denmark and Sweden in 2003.

Behandling på vækststadiet Treatment of growth stage					% hvedebladplet % tan spot				Udbytte og merudbytte Yield and yield increase hkg/ha				Netto- merudbytte Net yield hkg/ha			
Vs 31-32	Vs 37-39	Vs 51-55	Vs 65		Skåne	Øst sverige	svenske	DK	Skåne	Øst sverige	DK	Skåne	Øst sverige	DK	Skåne	Øst sverige
1. Untreated	-				87,7	24,0	21,0	30,0	42,7	41,4	48,8	65,2	-	-	-	-
2.		Opera 0,75					3,0	6,9			7,1	14,8			5,4	
5,8		Opera 0,375					8,2	8,8			5,0	12,1			5,4	
1,5		Opera 0,75					4,0	4,0			9,4	15,7			5,0	
4,3	Opera 0,375		Opera 0,375				5,2	1,6			8,9	16,9			4,5	
6. Stereo 1,0		Comet+Tilt top 0,5+0,5				4,3				13,7				-1,3		
7.		Comet+Tilt top 0,5+0,5				8,0				10,4				2,9		
8.	Comet+Tilt top 0,5+0,5				42,9				13,4				5,9			
9. Comet+Sportak 0,25+0,5		Comet+Tilt top 0,5+0,5			39,5				16,9				5,1			
10. PVO model					55,5	4,4	7,4	6,0	12,9	14,1	5,8	11,3	5,8	7,3	3,1	
Antal Vækststadium LSD95	forsøg	No. of trials		GS	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3	4	
					75-77	69-71	75	71	3,5	(3,0)		3,7				

Sammendrag

Hvor der praktiseres reduceret jordbehandling i forbindelse med intensiv hvededyrkning, er det ofte set, at hvedebladplet udkonkurrerer septoria-sygdommene og bliver den dominerende sygdom. For at begrænse angrebet bør man indrette sit sortsvalg, så man vælger sorter, blandt de, der er mest resistente over for DTR. Blandt de markedsførte sorter er Stakado og Senat i dag de mest resistente sorter.

Sygdommen kan være meget udbyttereducerende og kræver bekæmpelse for at undgå tab. I marker med reduceret jordbehandling og modtagelig, sorter kan det være relevant at sprøjte 3 gange for at holde sygdommen under kontrol. Første sprøjtning vil typisk kunne være med et Tilt produkt tidligt på sæsonen efterfulgt af 2 behandlinger, hvor f.eks. Comet blandes med et Tilt-produkt. Hvis der er risiko for hvedebladplet anbefales generelt en delt aksbehandling (vs 37-39 & vs 55-65) for at sikre, at angrebene ikke når at udvikle sig på de øvre blade inden, der bliver bekæmpet.

Der er afprøvet en foreløbig model til vurdering af bekæmpelsesbehovet for hvedebladplet. Modellen bygger på vurdering af % angrebne planter, som baggrund for anbefalingerne. De anbefalede doseringer har i 2003 været for lave og vil derfor blive sat op til kommende sæson.

Litteratur

- Fancl LJ. 1997. Local and mesodistance dispersal of *Pyrenophora tritici-repentis* conidia. Canadian Journal of Plant Pathology. 19: 247-255.
- Jensen KF, Jørgensen LN, Nielsen GC & Henriksen L. 2000. Hvedebladplet. -En ny svampesygdom i Danmark. Grøn viden nr. 232.
- Jørgensen LN & Jensen KF & Lilholt J. 2003. Hvedebladplet (DTR) -Monitering for sygdommen i Danmark med PCR metode. 20. Danske Planteværnskonference. DJF rapport nr. 89, 323-328.
- Jørgensen LN & Jensen KF. 2003. Hvedebladplet -Resultater med fungicidbekæmpelse i Danmark. 20. Danske Planteværnskonference. DJF rapport nr. 89, 329-336.
- Lindgren J & Berg G. 2003. Vetets bladfläcksjuka (*Drechslera tritici-repentis*) – biologi och bekämpning. Bilag til møde i Växjö.
- Rodemann B & Bartels G. 2002. Mit Sortenwahl und Fungizid-einsatz die DTR- Blattdürre im Wizen bekämpfen. Getreidemagazin, Pflanzenschutz 1/2002. 18-20.

Resistens mod bladplet, skoldplet og *Ramularia* i byg

Resistance against net blotch, scald and *Ramularia* of barley

Hans O. Pinnschmidt & Mogens S. Hovmøller

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

During the past six years, both net blotch and scald have occurred with highly variable incidence and severity at different years and locations in Denmark. Leaf scald occurred in winter barley in many locations in 1998-2002 but was less frequent in spring barley. Year-specific differences in the importance of these diseases in winter and spring barley may be due to differences in the rainfall pattern in April-May and May-June, respectively, which are the "critical" periods for leaf blotch diseases on the two crops. Disease severity data from naturally infected survey plots of the respective years show substantial differences between varieties as well as marked effects of genotype x environment interactions. This indicates that the resistance expression of individual varieties depends much on the environment in which they are tested. This could be due to different virulence profiles of the local pathogen populations, interacting with resistance genes in the varieties. This hypothesis is supported by results of inoculated field trials conducted under the Cereal Network and Pesticide Action Plan II projects. The present paper presents detailed results for net blotch and scald for a number of commercially important varieties and how such information is utilised in decision support systems like Plant Protection Online.

The *Ramularia*-leaf spot disease of barley received little attention in Denmark until its striking attacks in 2002. Surveys conducted in 2003 confirmed the prevalence of the disease in many parts of the country in spring and winter barley. Clear varietal differences in *Ramularia*-severity were observed in survey plots at Flakkebjerg in 2002. But in *Ramularia*-inoculated trials conducted in 2003, using infested straw, the assessment of *Ramularia* was influenced by simultaneous attacks of the net and spot form of net blotch. Further work is needed on establishing well-functioning inoculated *Ramularia*-trials. Until then a reliable grouping of barley varieties with respect to their *Ramularia* resistance will remain a difficult task.

Introduction

Net blotch and leaf scald have been considered important leaf spot diseases in Danish barley production for many years (Østergård & Pinnschmidt 1999, Pinnschmidt & Hovmøller 2001, 2002). During the past six years, net blotch (*Drechslera teres*) was particularly widely distributed on spring barley in 2002 and 2003, and on winter barley in 1998 and 2001. During the same period, leaf scald (*Rhynchosporium secalis*) on spring barley was generally less frequent than net blotch, but it occurred frequently on winter barley at many locations from 1998 to 2002 (DLRL 2003a, 2003b). The high damage potential of these leaf spot diseases, combined with the increasing concern to minimise the use of fungicides, have increased the interest in using varietal resistance for disease control. The use of host resistance is in many cases the most successful, cheapest and environmentally safest strategy for disease management in barley. A number of genes conferring specific resistance to net blotch or leaf scald have been identified in barley (e.g. Beer 1991, Afanasenko *et al.*, 1999). For most barley genotypes is despite of this unknown, which specific resistance genes they contain. Moreover, quantitative resistance seems to play a major role in the total expression of leaf scald and net blotch resistance. In Denmark, screening and testing barley breeding material and commercial varieties for resistance to net blotch and leaf scald in multiple environments has been part of a national disease survey programme for many years (e.g. Anon. 1997 - 2003) and it became part of the Danish Cereal Network from 1996 to 2001 (MFAF 2002) and of a project under the Pesticide Action Plan II initiated in 2000 (MFAF 2003). Environment is defined here as a particular combination of year, location and, in the case of inoculated trials, pathogen population and inoculum source, respectively.

The *Ramularia* leaf spot disease of barley, caused by the fungus *Ramularia collo-cygni*, has hitherto not been regarded as a serious problem in Denmark because it usually occurred too late in the season to be considered a cause of substantial crop damage. However, in 2002, an early and severe *Ramularia*-attack was for the first time observed in Denmark. Previously, the disease had received increasing attention in many other countries (Pinnschmidt & Hovmøller 2003). As of now, published information elucidating the epidemiology of *Ramularia* leaf spot and the role and nature of varietal disease resistance is very sparse. Introductory work to determine the importance of *Ramularia* leaf spot in Danish barley production, to test the *Ramularia*-resistance of important Danish spring barleys and to establish methods for handling the fungus in this context was therefore done in 2003.

The aim of this paper is to provide an up-to-date description of the expression of resistance to net blotch, leaf scald and, to a minor extent, *Ramularia* leaf spot of the currently most important Danish barley varieties. This is based on a summary of extensive data material from non-inoculated survey plots as well as inoculated small-plot nurseries covering the years 1997 to 2003 and it may serve as decision support for selecting varieties, whether in designing resistance-based disease control strategies or in disease resistance breeding.

Materials and methods

Trial type: Small-plot nurseries (inoculated in most cases)

Spring barley varieties were grown in 1 x 1 m plots in three replicates at four sites (Abed Foundation, Sejet Plant Breeding, Pajbjerg Foundation, DIAS Flakkebjerg Research Centre) from 1997 to 2000. Additional trials were carried out at Flakkebjerg in 2001 and 2002. A *Ramularia* leaf spot trial was planted in this manner at Flakkebjerg in 2003. Each plot consisted of six rows, where the first and sixth row represented a mixture of susceptible spreader varieties and the four inner rows represented a particular variety to be tested. Scald was inoculated by spraying spore suspensions of about 2 mio. spores/m² during late tillering. Spore suspensions were obtained based on *in vitro*-production of single spore isolates. Net blotch and *Ramularia* infection was established by spreading infested straw on the plots shortly after crop emergence. The straw was obtained from barley plots heavily infected with the respective disease in the previous year and was assumed to contain a representative local pathogen population. In some cases, net blotch was inoculated by spraying spore suspensions derived by washing net blotch-infected winter barley leaves following a 24h incubation period at 100% relative humidity at room temperature. The disease severity was visually assessed in each plot at least two times during the growing season. Disease severity is defined as % diseased leaf area relative to the total leaf area of living leaves of an individual variety.

Trial type: Survey plots (natural infection)

As part of the official Danish variety testing system, more than 100 spring barley varieties were grown in 1.2 x 10-15 m non-fungicide treated survey plots on up to 20 sites throughout Denmark over the years 1997 to 2003 (Anon., 1997 – 2003). The naturally occurring levels of net blotch and leaf scald were visually assessed as % diseased leaf area one or two times during the growing season when the disease severity on susceptible varieties had reached a substantial level. *Ramularia* leaf spot severity levels were assessed likewise, but only at Flakkebjerg, 2002.

Data analysis

Survey data sets were considered if the maximum disease severity level across observation dates had been at least 10% on at least one of the varieties. Small-plot trial data sets were considered if the mean disease severity level across observation dates had been at least 5% on at least one of the varieties. The number of trial-specific data sets meeting these criteria ranged from 1 – 12 per year (Table 1). The disease severity averaged across assessment dates and replications per variety, trial type, site, year, disease and isolate or pathogen population served as variable to characterise the trait of a variety with respect to a particular disease in each environment. It was also expressed as relative disease severity by dividing it by the disease severity of the most severely diseased variety of each environment and trial type and multiplying it with 100. If disease severity was assessed only once during the season (often the case for survey plot data sets), the respective % disease severity value was used to characterise variety disease characteristics in each environment.

Table. Number of trials (location x isolate or inoculum source) per day, disease and trial type. Antal undersøgelser (lokalitet x isolater eller smittekilde) pr. år.

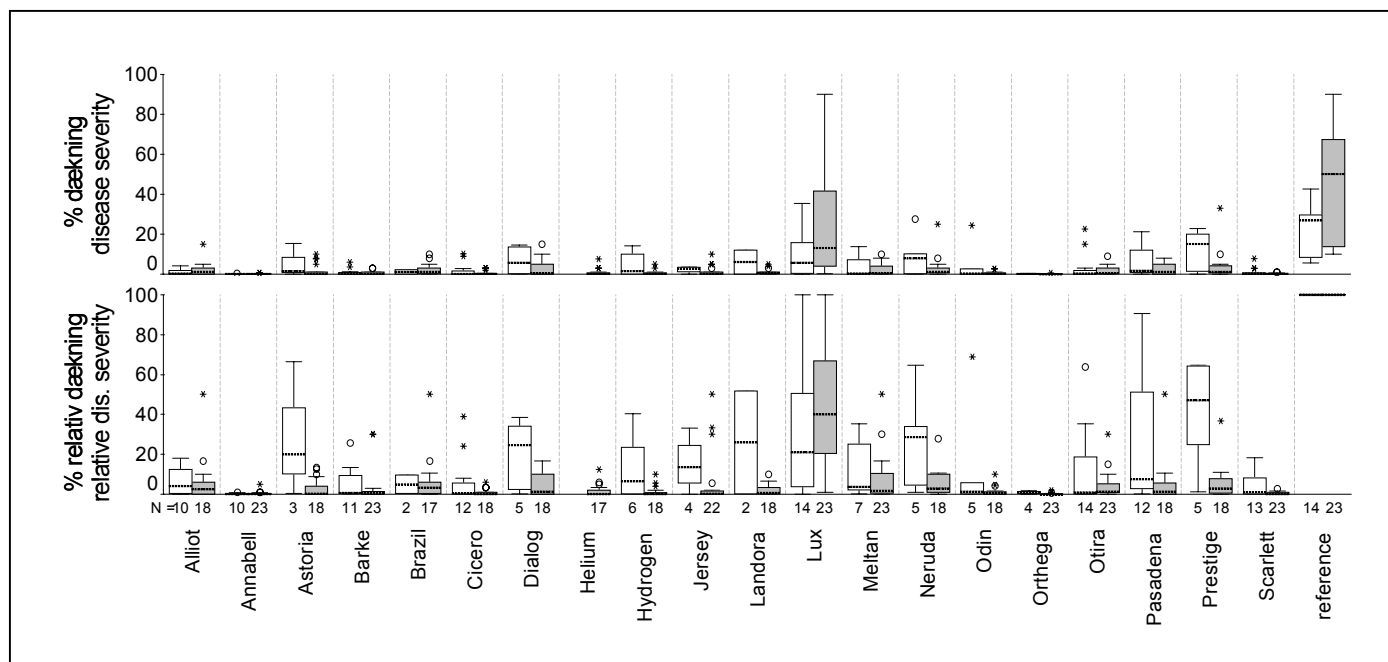
år year	bladplet net blotch		skoldplet leaf scald	
	smitteforsøg nursery trials	observations parceller survey plots	smitteforsøg nursery trials	observations parceller survey plots
1997	1	5	1	7
1998	1		7	12
1999	3	1	5	12
2000	2		2	2
2001	1	4	6	5
2002	6	3	11	8
2003		10		5

Boxplots (Tukey, 1990) were produced for an overall descriptive presentation of the data. An individual boxplot represents a five-point statistic of a particular data distribution, consisting of: 1. the median representing the value dividing a frequency distribution into two halves (= 50% quartile; Sokal & Rohlf, 1981), 2. the lower box boundary, i.e. the median of values ranking lower than the rank of the median (= 25% quartile), 3. the upper box boundary, i.e. the median of values ranking higher than the rank of the median (= 75% quartile), 4. the lower whisker, i.e. the value farthest below the 25% quartile up to 1.5 times the range between the 25% and 75% quartiles and 5. the upper whisker, i.e. the value farthest above the 75% quartile up to 1.5 times the range between the 25% and 75% quartiles. Values farther away from the 25% and 75% quartiles than 1.5 – 3 times the range between the 25% and 75% quartiles were marked as outliers. Values farther away from the 25% and 75% quartiles than 3 times the range between the 25% and 75% quartiles were denoted as extremes.

Results

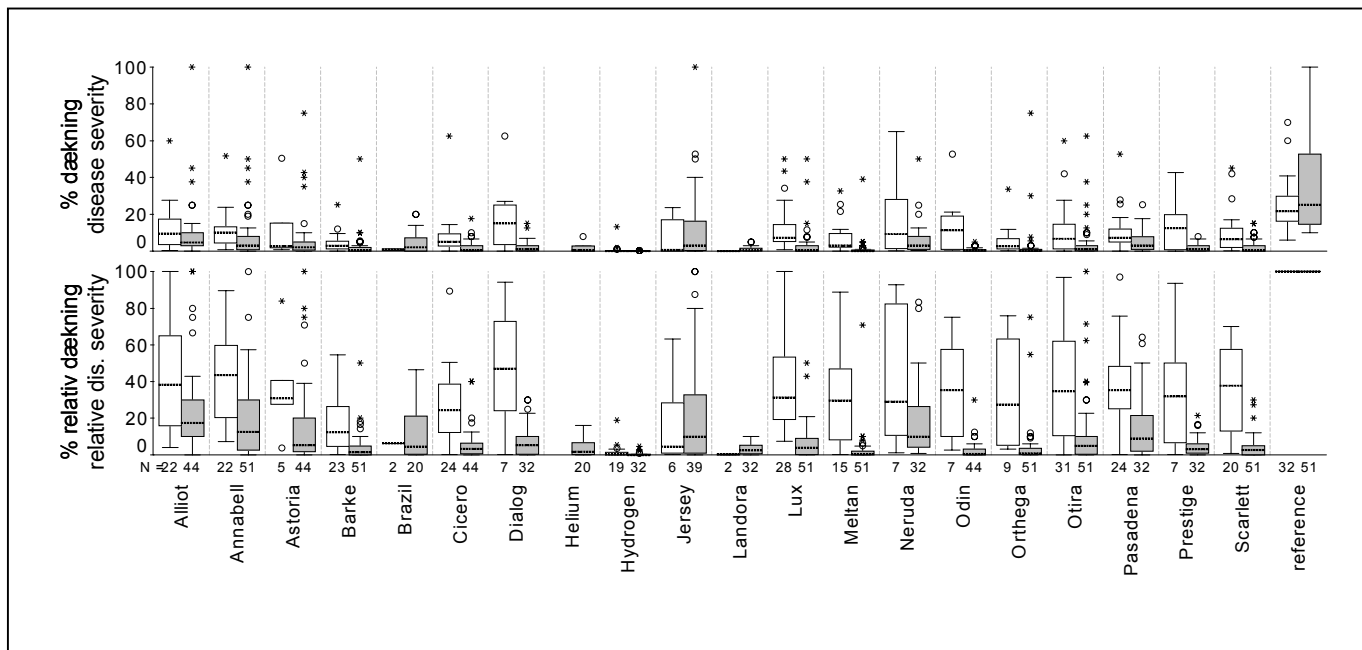
Most spring barley varieties appear in general quite resistant when actual disease severity data are used to describe the level of susceptibility of genotypes (upper parts of Figures 1 and 2). Note that the elements of a boxplot indicate the main features of a data distribution. Normally or equally distributed data would yield a symmetrical boxplot with a median located in the middle of the box and, as regards normally distributed data, equally long whiskers on both sides of it. Increasing skewness and kurtosis in the data distribution result in increasingly asymmetric boxplots. When the data are expressed in relative terms (compared with the most diseased variety per disease and environment), most varieties appear more susceptible and variable in their disease reaction (Figure 1 and 2, lower parts). This pattern is also true for the inoculated trials (white versus grey boxes in Figure 1 and 2). Annabell, Orthega and to some extent Scarlett exhibit stable resistance against net blotch while Lux is generally very susceptible (Figure 1). Astoria and Landora appear quite resistant to net blotch in the survey plots but more susceptible in the small-plot nurseries. However, only few observations existed for these varieties in the nurseries. Hydrogen is most resistant to leaf scald, followed by Landora and Helium (Figure 2). The latter two, however, had limited available data in the

nursery trials. Alliot, Annabell, Astoria, and Jersey appear scald susceptible and/or unstable. Dialog, Neruda, Odin, and Prestige appear relatively more scald resistant in the surveys than in the small-plots.



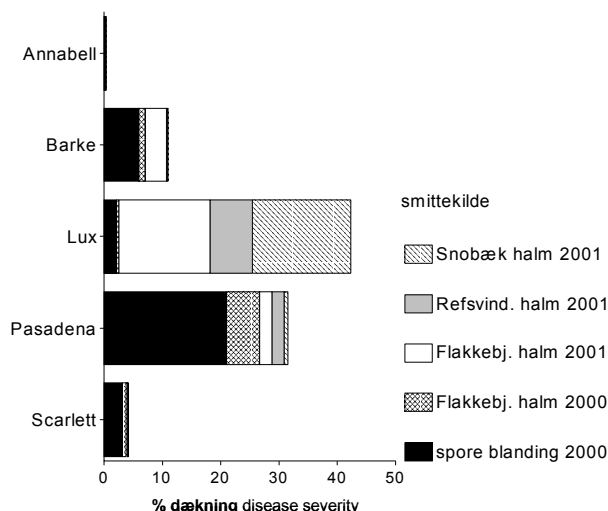
Figur 1. Boksplots for angreb af bygbladplet på de 20 mest dyrkede sorter af vårbyg. Øverst er data vist som absolutte værdier (% dækning) og nederst som relative værdier i forhold til mest angrebne sort i hvert forsøg ("Reference"). Hvide bokse svarer til data fra smitteforsøg og grå bokse til data fra Observationsparceller (naturlig smitte); N svarer til antal forsøg. Forklaring til boksene: stiptet linje i midten = median (middelværdi); nederste og øverste kant = 25% og 75% kvartil; fejllinier = beregnet minimum og maksimumværdi o = outlier, = ekstremværdi. Boxplots of net blotch severity and relative net blotch severity (= net blotch severity compared with most susceptible variety per environment) on the 20 most widely grown Danish spring barley varieties in inoculated small-plot nursery trials (white boxes) and under natural infection conditions in survey plots (grey boxes) in multiple locations and years. Box explanation: broken line in middle of boxes = median; lower and upper box border = 1st and 3rd quartile; lower and upper whisker = estimated minimum and maximum, o = outlier, = extremes; number of observations (N) varies over varieties.

The net blotch reaction of selected spring barley varieties following inoculations with different inoculum sources is shown in Figure 3. Annabell was resistant to all treatments. The reaction of the other varieties depended on the source of inoculum. Variety Lux, while most susceptible on average, was quite resistant to a spore mixture that caused substantial net blotch severity on Pasadena, Barke and Scarlett. Likewise, Hydrogen was resistant to all single-spore scald isolates to which it was subjected (Figure 4). The scald reaction of all other varieties shown in Figure 4 was isolate-specific. Otira, while extremely susceptible to isolates Flakkebjerg 1999, Grindsted 2001 and Nr. Åby 2001, was resistant to isolates Tystofte 2001a and b that caused relatively high scald levels on Pasadena and Lux. Barke was susceptible to isolate Tystofte 2001b but resistant to Tystofte 2001a.

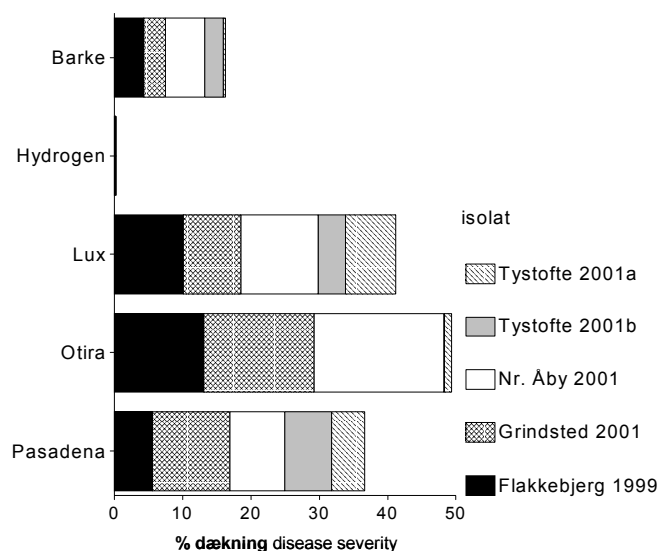


Figur 2. Boksplots for angreb af skoldplet på de 20 mest dyrkede sorter af vårbyg. Øverst er data vist som absolutte værdier (% dækning) og nederst som relative værdier i forhold til mest angrebne sort i hvert forsøg ("Reference"). Hvide bokse svarer til data fra smitteforsøg og grå bokse til data fra Observationsparceller (naturlig smitte); N svarer til antal forsøg. Forklaring til boksene: stiplede linje i midten = median (middelværdi); nederste og øverste kant = 25% og 75% kvartil; fejl linier = beregnet minimum og maksimumværdi o = outlier, * = ekstremværdi. Boxplots of net blotch severity and relative scald severity (= scald severity compared with most susceptible variety per environment) on the 20 most widely grown Danish spring barley varieties in inoculated small-plot nursery trials (white boxes) and under natural infection conditions in survey plots (grey boxes) in multiple locations and years. Box explanation: broken line in middle of boxes = median; lower and upper box border = 1st and 3rd quartile; lower and upper whisker = estimated minimum and maximum, o = outlier, * = extremes; number of observations (N) varies over varieties.

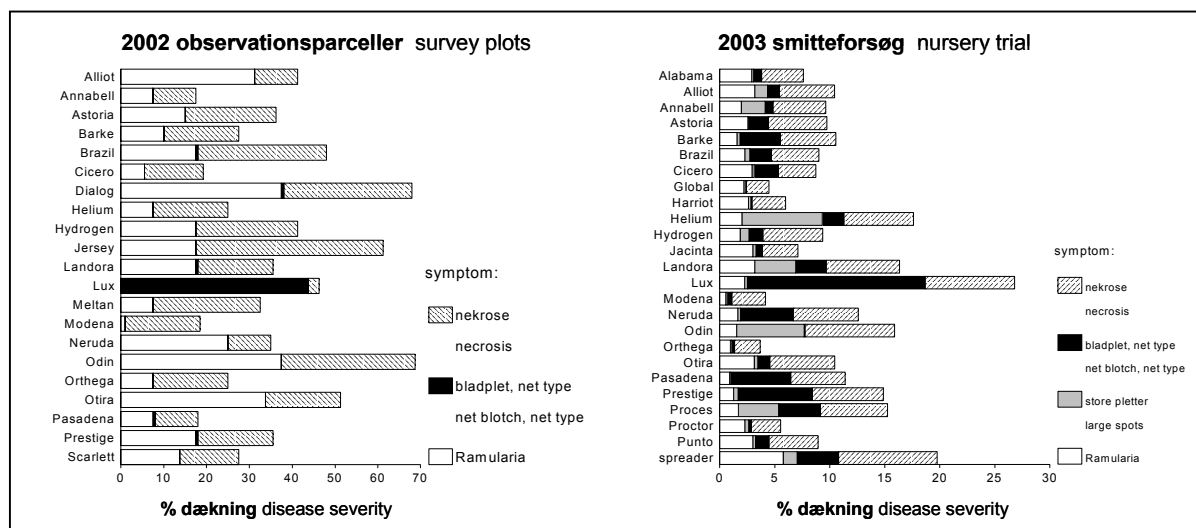
The cultivars Alliot, Dialog, Neruda, Odin and Otira appeared most susceptible to *Ramularia* leaf spot in non-inoculated observation plots at Flakkebjerg in 2002 while Modena and Lux appeared resistant, followed by Cicero, Helium, Meltan, Orthega, Pasadena and Annabell. Lux, however, was severely infected by net blotch, leaving only little space for other diseases (Figure 5, left side). The severity levels of *Ramularia* leaf spot were not as high in the inoculated nursery trial in 2003 (right side of Figure 5), as compared with the severity levels in the survey plots in 2002. Also, net blotch infection occurred on many varieties. In general, Modena was again least affected by *Ramularia*, followed by Pasadena, Orthega and Barke while Otira and Alliot belonged to the varieties most severely affected by *Ramularia*. Some varieties, Neruda and Odin for example, behaved quite differently with respect to their *Ramularia* severity levels in 2003, as compared with their reaction in the survey plots in 2002. However, in cases where several leaf spot diseases are present in the same trial, which was the case in the 2003 *Ramularia* trial, it may be difficult to assess the individual diseases, as well as general leaf necrosis, with sufficient confidence. Also for this reason, the individual varieties should be judged by their characteristics against all leaf spot diseases, including their ability to prevent or delay general leaf necrosis.



Figur 3. “Stackbars” for angreb af bygbladplet på udvalgte sorter i forhold til smittekilde, small-plot smitteforsøg, Flakkebjerg 2001-02. Sorterne blev smittet med bladplet-infesteret halm af forskellige oprindelse eller med sporeblanding fra vaskede, bladplet-inficerede blade af modtagelige sorter. Stackbars of net blotch severity in relation to the inoculum source (= smittekilde) on selected spring barley varieties in inoculated small-plot nursery trials at Flakkebjerg 2001-02. The varieties were inoculated either with net blotch-infested straw (= halm) of various origin or with a mixture of spores (= spore blanding) washed off net blotch-infected leaves of susceptible varieties collected in fields around Flakkebjerg.



Figur 4. “Stackbars” for angreb af skoldplet på udvalgte sorter i forhold til smittekilde, small-plot smitteforsøg, Flakkebjerg 2000-02. Sorterne blev smittet med sporeopløsninger af enkelt-spore-isolater af forskellige oprindelse. Stackbars of leaf scald severity in relation to the isolate (= isolat) on selected spring barley varieties in inoculated small-plot nursery trials at Flakkebjerg 2000-02. The varieties were inoculated with spore suspensions of single-spore isolates of various origin.



Figur 5. “Stackbars” for angreb af *Ramularia* bladplet, andre symptomer af blad-svampesygdomme og generelle nekroser på de øverste 3 blade af vigtige danske vårbygsorter under naturlige smittebetingelser i observationsparceller 2002 (til venstre) og i små-plot smitteforsøg 2003 (til højre) på Flakkebjerg. “Stackbars” of % severity of *Ramularia* leaf spot, symptoms of other leaf diseases and general necrosis on the upper 3 leaves of important Danish spring barley varieties under natural infection conditions in survey plots in 2002 (left) and in inoculated small-plot nursery trials 2003 (right) at Flakkebjerg.

Table 2. Resistance grouping in Planteværn Online (DJF 2003) of widely grown spring- and winter barley varieties. 0 = resistant, 1 = slightly susceptible, 2 = susceptible, 3 = very susceptible. Resistensgruppering i Planteværn Online (DJF 2003) af hyppigt dyrkede sorter af vår- og vinterbyg. 0 = resistent, 1 = svag modtagelig, 2 = modtagelig, 3 = meget modtagelig.

vårbyg spring barley			vinterbyg winter barley		
sort variety	bladplet net blotch	skoldplet leaf scald	sort variety	bladplet net blotch	skoldplet leaf scald
Alliot	2	2	Carola	2	1
Annabell	0	3	Clara	1	0
Astoria	2	3	Cleopatra	1	2
Barke	1	1	Effect	1	2
Brazil	2	2	Louise	1	0
Cicero	1	1	Ludo	0	1
Dialog	2	1	Menhir	1	2
Helium	1	1	Mombasa	1	1
Hydrogen	1	0	Nobilia	1	1
Jersey	2	3	Passion	2	1
Landora	1	1	Platine	1	2
Lux	3	1	Rafiki	1	2
Meltan	2	1	Reni	1	2
Neruda	2	3	Siberia	2	2
Odin	1	1	Vanessa	1	2
Orthega	0	1			
Otira	2	2			
Pasadena	2	2			
Prestige	3	1			
Scarlett	0	1			

Discussion

The quantitative level and stability of disease resistance across variable environments are important varietal characteristics for breeding as well as for plant production at the farm level. Such characteristics have generally been assessed for all approved varieties in Denmark based on non-inoculated, multi-location survey plots (e.g. Anon. 1997 – 2003). Between 1997 and 2002, a large number of varieties were also assessed in inoculated trials, using different sources and types of inoculum, which may illustrate the influence of presence/absence of particular virulence traits of the pathogen population and/or disease density effects interacting at the individual disease and variety level. Such aspects provide additional information about the stability of disease resistance across environments (Østergård & Pinnschmidt 1999, Pinnschmidt & Hovmøller, 2001, 2002). In general, the small-plot nursery approach is a more rigid method of resistance testing than the survey plot method, although the results depend heavily on the properties of the applied inoculum, which overall should represent pathogen populations in the area in which the varieties are grown (Pinnschmidt & Hovmøller 2001, 2002). The results presented here substantiate this. For example, varieties like Pasadena and Otira, while appearing usually quite resistant to leaf scald under „natural“ conditions, are potentially highly susceptible to scald when challenged with isolates possessing the appropriate virulence properties (Figure 2). The resistance of such varieties must thus be considered “unstable”.

The resistance characteristics of the individual varieties are utilised in decision support systems like “Planteværn Online” (= Plant Protection Online, PVO, DJF 2003), through a grouping into “resistance classes”. The grouping in PVO, which is based on a synthesis and interpretation by experts of the results from all available sources, is updated annually. Table 2 represents an up-to-date PVO grouping of spring and winter barley varieties for resistance to scald and net blotch. Varieties belonging to group 0 are those that have never been affected by the respective disease, whereas groups 2 and 3 represent susceptible to highly susceptible varieties. Increasing PVO group numbers denote increasing susceptibility and/or instability of resistance of the varieties belonging to the respective groups.

Ramularia surveys conducted in 2003 have revealed that this leaf spot disease is widespread in Denmark, although 2003 was perhaps not as *Ramularia*-prone as 2002. In 2002, clear varietal differences in *Ramularia*-severity were observed in the survey plots at Flakkebjerg, providing a preliminary estimate of the *Ramularia* susceptibility, although high net blotch severity levels may have masked the true expression of resistance of some few varieties, e.g. Lux (Figure 5). In *Ramularia*-inoculated nursery trials conducted in 2003, an exact assessment of *Ramularia* leaf spot severity was rendered difficult by simultaneously occurring heavy attacks of the net and spot types of net blotch. A reliable grouping of barley varieties with respect to their *Ramularia* resistance may not be possible until well-functioning inoculated trials have been established for this purpose.

Sammendrag

Ifølge Registreringsnettet for vårbyg havde bygbladplet relativ stor udbredelse i 2002 og 2003, medens bladplet i vinterbyg havde størst udbredelse i 1998 og 2001. Skoldplet forekom i vinterbyg mange steder i 1998-2002 men har kun haft mindre udbredelse i vårbyg i de senere år. Den forskellige betydning af de to sygdomme i vinter- og vårbyg i det enkelte år kan skyldes en forskellig fordeling af nedbør i henholdsvis april-maj og maj-juni, som er de ”kritiske” perioder hvad angår smitte med bladsvampe for de to afgrøder. Data fra observationsparceller (naturlig smitte) i de tilsvarende år viser store sortsforskelle i både vinter- og vårbyg, men tillige store vekselvirkninger mellem sort og lokalitet. Det tyder på, at resistensen i individuelle sorter påvirkes meget af miljø-sort vekselvirkninger. Dette kan f.eks. skyldes en forskellig virulenssammensætning i de lokale populationer af henholdsvis bladplet og skoldplet, hvilket bekræftes af resultater af smitteforsøg under Cerealienetværket og Pesticidhandlingsplan II. Resultater fra samtlige forsøg benyttes som grundlag for en opdeling i ”resistensgrupper” i Planteværn Online (figur 1 & 2 samt tabel 2). Bladplet: Annabell, Orthega og Scarlett har højt og ”stabilt” resistensniveau (Planteværn Online gruppe 0), mens resistensniveauet i Barke, Cicero, Helium, Hydrogen, Landora og Odin anses som tilfredsstillende (PVO gruppe 1). I vinterbyg havde Ludo et højt resistensniveau (PVO gruppe 0), mens mange andre sorter havde et tilfredsstillende niveau (gruppe 1 i PVO). Skoldplet: Hydrogen havde højt resistensniveau (PVO gruppe 0), mens Barke, Cicero, Dialog, Helium, Landora, Lux, Meltan, Odin, Orthega, Prestige og Scarlett havde et tilfredsstillende niveau (PVO gruppe 1). I vinterbyg havde Louise og Clara et højt og stabilt resistensniveau (PVO gruppe 0), mens Carola, Ludo, Mombasa, Nobilia og Passion er placeret i PVO gruppe 1.

Indtil 2002 havde *Ramularia*-bladplet kun ringe opmærksomhed i Danmark. Efter de markante angreb i 2002, blev der i 2003 gennemført et overvågningsprogram, som viste, at sygdommen forekommer i store dele af landet i både vår- og vinterbyg. I 2002 blev der observeret tydelige sortsforskelle med hensyn til angreb af *Ramularia* i observationsparceller ved Flakkebjerg. Dette blev fulgt op af et indledende smitteforsøg i 2003, men på grund af tilstedeværelsen af både bygbladplet (plet- og nettype) og *Ramularia* i samme forsøg betød det, at bedømmelsen af de enkelte sygdomme var forbundet med nogen usikkerhed. Der er behov for fortsat udviklingsarbejde i forbindelse med etablering af smitteforsøg med *Ramularia*. Indtil det lykkes vil grupperingen af sorternes resistens overfor *Ramularia* være forbundet med betydelig usikkerhed.

References

- Afanasenkov OS, Zubkovich AA & Makarova IH. 1999. Genetic control of resistance to Pyrenophora teres Drechs. strains in barley. Russian Journal of Genetics 35(3). 269-273.*
Anonymous. 1997. Sortsforsøg 1997. Landskontoret for Planteavl.
Anonymous. 1998. Sortsforsøg 1998. Landskontoret for Planteavl.

- Anonymous*. 1999. Sortsforsøg 1999. Landskontoret for Planteavl.
- Anonymous*. 2000. Sortsforsøg 2000. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl.
- Anonymous*. 2001. Sortsforsøg 2001. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl.
- Anonymous*. 2002. Sortsforsøg 2002. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl.
- Anonymous*. 2003. Sortsforsøg 2003. Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret Planteavl.
- Beer WW*. 1991. Leaf blotch of barley (*Rhynchosporium secalis*). Zentralbl. Mikrobiol. 46. 339-358.
- DJF (Danmarks JordbrugsForskning)*. 2003. PlanteInfo. (<http://www.planteinfo.dk>)
- DLRL (Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret)*. 2003a. Planteavlsorientering Nr. 09-630, Registreringsnet 2003 - vinterbyg (<http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/planteavlsorientering/pl09-630.htm>).
- DLRL (Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret)*. 2003b. Planteavlsorientering Nr. 09-633, Registreringsnet 2003 - vårbyg og havre (<http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/planteavlsorientering/pl09-633.htm>).
- MFAF (Ministry of Food, Agriculture and Fisheries)*. 2002. Final report on projects subsidised through the Danish Cereal Network, 1st Framework Programme. 23pp.
- MFAF (Ministry of Food, Agriculture and Fisheries)*. 2003. Slutrapport for forskningsprojekt finansieret af tilskudsbevillinger under §24.33, §24.38.60.30 og §24.38.40.10, Forskningsprogram: Pesticidhandlingsplan II.
- Pinnschmidt HO & Hovmøller MS*. 2001: Net blotch resistance in spring and winter barley. (Resistens mod bladplet i vår- og vinterbyg.) DJF rapport nr. 40 (2001). 95-106.
- Pinnschmidt HO & Hovmøller MS*. 2002. Genotype-by-environment interactions in the expression of net blotch resistance in spring and winter barley varieties. Euphytica 125(2). 227-243.
- Pinnschmidt HO & Hovmøller MS*. 2003. Ramularia, a new disease of barley – a review of present knowledge. (Ramularia, en ny sygdom i byg - opsamling af nuværende viden.) DJF rapport nr. 89 (2003). 313-321.
- Sokal RR & Rohlf FJ*. 1981. Biometry, 2nd edition. W: H. Freeman & Co., San Francisco, USA. 859pp.
- Tukey JW*. 1990. Data-based graphics: visual display in the decades to come. Statistical Science 5. 327-339.
- Østergård, H. & H. O. Pinnschmidt*, 1999. Stabilitet af resistens for skoldplet på byg. (Stability of resistance to scald of barley.) DJF rapport nr. 10 (1999), pp. 137-148. (In Danish with English summary, figures, and tables.)

Aksfusarium. Sortsmodtagelighed og kemisk bekæmpelse

Fusarium ear blight. Variety resistance and control by fungicides

Lise Nistrup Jørgensen & Louise Vedel Olsen

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

In a winter wheat trial in 2002 and 2003 with artificial inoculation, fungicides were tested for their efficacy against Fusarium ear blight. Half dose of tebuconazole and metconazole applied at GS 65 gave approximately 50% control. The mixture of ¼ dose azoxystrobin and ¼ dose tebuconazole applied at GS 55 gave approximately 25% control and at GS 65 this mixture gave 40% control. In 2003 prothioconazole was tested for the first time. Full dose gave 65% control, which was found to be the best of the tested products.

16 varieties of spring barley were tested for their susceptibility to Fusarium ear blight. The varieties showed significant differences in susceptibility. Otira, Odin and Simba were most susceptible and Lux, Cicero and Landora were most resistant. The attack had significant but relatively low impact on yield, thousand grain weight and screening.

15 varieties of winter wheat were tested for their susceptibility to Fusarium ear blight. The varieties showed significant differences in susceptibility. The 15 varieties showed almost similar response to *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* and *M. nivale*. Few varieties showed interaction between variety and Fusarium species. This was only the case for *F. avenaceum*, which for some varieties showed at different pattern of reaction to other Fusarium species. *F. culmorum* and *F. graminearum* had most impact on yield whereas *F. avenaceum* and *M. nivale* had less impact.

Indledning

Fusariumangreb og indhold af Fusariumtoksiner i korn vurderes i flere europæiske lande som et stigende problem. Især Fusariumsvampenes evne til at producere mykotoxiner giver anledning til bekymringer, da disse kan forringe kornets kvalitet og værdi. I Danmark vurderes aksfusarium kun med års mellemrum at optræde med betydelige angreb i korn.

Problemerne med *Fusarium* er størst i fugtige vækstsæsoner, som bl.a. 1998, 1999 og 2002, hvor det regner under blomstringen (McMullen, Jones & Gallenberg, 1997).

Valg af *Fusarium*resistente sorter vurderes at være vigtig for at kunne minimere risikoen for at udvikle kraftige angreb, og sorternes resistens har derfor været undersøgt ved Danmarks JordbrugsForskning i bl.a. 2003. Der foreligger en lang række undersøgelser fra udlandet, der viser, at visse fungicider kan have reducerende effekt på angreb af *Fusarium* (Hutcheon & Jordan, 1992) og også reducere niveauet af mycotoxin (Jenninger *et al.*, 2000). I udlandet anbefales ofte brug af fungicider, hvor der traditionelt er høje angrebsgrader, eller hvor man på grund af forfrugt, jordbehandling og sort kan forudsige et kraftigt angreb. I Danmark anbefales generelt ikke fungicider til bekæmpelse af *Fusarium*, men midlernes effektivitet undersøges bl.a. med henblik på eventuelt at kunne anbefale sprøjtninger, hvis det på sigt bliver muligt at udpege risikosituationer, hvor behandling er lønsom.

Metode

Fungicidforsøg

I 2002 og 2003 blev udført hver 1 forsøg, hvor forskellige fungicider blev afprøvet for deres evne til at bekæmpe aksfusarium i hvede. Forsøgene var behandlet med 0,375 l Opus Team på vs. 33 for at give en generel beskyttelse imod bladsygdomme. Forsøgene blev kunstigt smittet på vs. 65 med en sporeopløsning indeholdende både *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*. For at stimulere til angreb blev der kunstvandet 1 gang før inokulering. Efter inokulering var der flere naturlige nedbørshændelser. 2 dage efter inokulering blev forsøget sprøjtet med de forskellige fungicider. Enkelte led var allerede sprøjtet på vs. 55, hvilket skete 6 dage før inokulering.

Ca. 14 dage efter inokulering kunne de første tegn på angreb af aksfusarium observeres. Angrebene var tydelige og jævnt fordelte. I 2002 udviklede angrebene sig meget kraftigt, mens de i 2003 udviklede mere moderat. Aksangreb blev vurderet såvel i marken, som ved at udtage 50 aks pr. parcel og efterfølgende bedømme disse i laboratoriet. Forsøget blev høstet og udbyttet bestemt.

Sortsforsøg i vårbyg

I foråret 2003 blev 16 vårbyg-sorter udsået i et small-plot-forsøg. Forsøget var placeret, så det kunne vandes for at skabe gode betingelser for angreb. Fra begyndende blomstring blev sorterne smittet i alt 5 gange (17/6; 20/6; 22/6; 25/6; 30/6) med 2-5 dages mellemrum for at sikre, at alle sorter og sideskud blev inficeret under blomstringen. Der blev anvendt en sporeblanding af *F. culmorum* og *F. avenaceum*. Halvdelen af de 8 gentagelser i forsøget blev sprøjtet med 1 l Folicur d. 22/6. Der udviklede sig kraftige *Fusarium*angreb i forsøget. Procent angrebne småaks blev bedømt eller talt for at rangordne sorternes modtagelighed.

Aksene blev klippet af til høst og kernerne tærsket i et lille tærskværk. De høstede kerner pr. parcel blev vejede, og der blev foretaget kvalitetsanalyser på kernerne, målt tusindkornsvægt og lavet sortering på kernerne. Kerneprøverne vil senere blive analyseret for forekomst af mykotoxinet DON.

Sortsforsøg i vinterhvede

I 2003 blev gennemført 1 small-plot markforsøg med screening af 15 hvedesorters modtagelighed over for forskellige Fusariumarter. Forsøget var en del af Louise Vedel Olsens specialeprojekt på KVL. Forsøget var et splitplotforsøg med 4 gentagelser. I forsøget blev smittet individuelt med 4 arter, der giver aksfusarium, *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* og *Microdochium nivale*. Desuden forblev et led ubehandlet. I forsøget udviklede der sig kraftige Fusariumangreb. Procent angrebne småaks blev bedømt eller talt for at rangordne sorternes modtagelighed. I forsøget blev der også målt udbytte og foretaget kvalitetsanalyser på kernerne.

Resultater og diskussion

Fungicidbehandling

Resultaterne fra forsøgene i 2002 og 2003 med fungicider ses i tabel 1. Som det fremgår, er der generelt opnået meget lave effekter ved en behandling på vs. 55 (6 dage før blomstring). De anvendte løsninger på dette tidspunkt repræsenterer typiske løsninger til septoriabekæmpelse. Dette indikerer, at der kun kan forventes en begrænset effekt på Fusarium ved en traditionel septoriabekæmpelse.

Ved behandlingen på vs. 65 har der været meget ligeværdige effekter efter behandling med $\frac{1}{2}$ dosering af Folicur og Juventus, men også blandingerne 0,25 Amistar + 0,25 Folicur, 0,25 Comet + 0,25 Folicur og 0,25 Amistar + 0,25 Juventus har givet en pæn reduktion i angrebsgraden. Hvor der var brugt Comet eller Amistar alene på vs. 65, var der en yderst begrænset effekt på Fusarium, der ikke adskilte sig fra effekterne ved en tidlig sprøjtning på vs. 55.

I gennemsnit af de 2 forsøgsår har Amistar + Folicur (0,25 + 0,25) udsprøjtet på vs. 55 givet ca. 25% bekæmpelse. Hvis der i stedet er sprøjtet på vs. 65, er effekten hævet til omkring 40%. Til sammenligning har $\frac{1}{2}$ dosering af Folicur eller Juventus givet ca. 50% bekæmpelse udsprøjtet på vs. 65.

Bedst effekt blev opnået efter fuld dosis af Proline, der gav 55-85% reduktion afhængigt af bedømmelsestidspunktet. Denne behandling var kun med i 2003.

Behandlinger med Comet og Opera gav den bedste effekt på bladsygdommene hvedebladplet og septoria, som begge optrådte i forsøgene.

På grund af de kraftige aksangreb var der i 2002 et meget lavt udbyttensniveau i forsøget. De lave bekæmpelseseffekter fra behandlingerne på vs. 55 bevirkede, at udbyttet kun blev forøget med 3-5 hkg/ha, mens der blev høstet væsentligt større merudbytter efter behandlingerne på vs. 65. Disse gav merudbytter på 25-27 hkg/ha. Behandling alene med strobilurinerne Comet og Amistar udbragt på vs. 65 forøgede kun udbyttet med 12-13 hkg/ha. Så til trods for, at bladene var holdt mest sunde og grønne efter behandling med Comet, resulterede dette ikke i de bedste merudbytter, da planten ganske enkelt ikke kunne indlejre sine kulhydrater i de syge Fusarium angrebne aks.

I 2003 havde septoria større indflydelse på de høstede udbytter end angrebene af Fusarium. Her gav Opera-behandlinger både på vs. 55 og vs. 65 de højeste merudbytter.

Resultaterne fra de 2 forsøg har bekræftet resultaterne fra mange forsøg fra udlandet, som viser, at flere fungicider har en reducerende effekt på Fusariumangreb. Forsøgene har ligeledes vist, at effekten på Fusarium ofte er forholdsvis lav og især af nedsatte doseringer. De fulde doseringer af Folicur og Proline, der blev afprøvet i 2003, viste dog ikke nogen stor forskel i de opnåede bekæmpelseseffekter mellem hel og halv dosering. Forsøgene viser også, at timing af bekæmpelsen af Fusarium er yderst vigtig, hvilket er i overensstemmelse med resultater fra andre undersøgelser (Suty *et al.*, 1996).

Fusarium vårbygforsøg

Alle sorter fik betydelige angreb af Fusarium. Rangordningen af 16 vårbygssorters modtagelighed over for Fusarium er vist i figur 1. Odin og Otira har været mest angrebet, mens Landora, Cicero, og Lux har været mindst angrebet.

Der findes ikke mange udenlandske kilder, der beskriver vårbygssorters modtagelighed. Et indledende forsøg fra 2002 viste også, at Otira var meget modtagelig, mens Cicero udviste god resistens. Tyske data peger på, at Prestige har forholdsvis moderat modtagelighed, hvilket stemmer overens med de danske resultater (Topagrar, 2002).

Udbyttmålinger viste kun begrænset forskel i udbyttet for de forskellige sorter, derimod var der klar forskel mellem ubehandlede og Folicur-behandlede parceller. I gennemsnit af de 16 sorter var der et merudbytte på 11% for fungicidbehandlingen. Landora og Hydrogen gav de højeste udbytter, mens Odin og Lux gav de laveste udbytter i ubehandlede led. Tilsvarende øgede fungicidbehandlingen tusindkornsvægten med 10% i gennemsnit af de testede sorter. Der var klare signifikante forskelle mellem tusindkornsvægten for de enkelte sorter. Prestige og Simba havde den højeste tusindkornsvægt, mens Neruda og Jacinta havde den mindste størrelse.

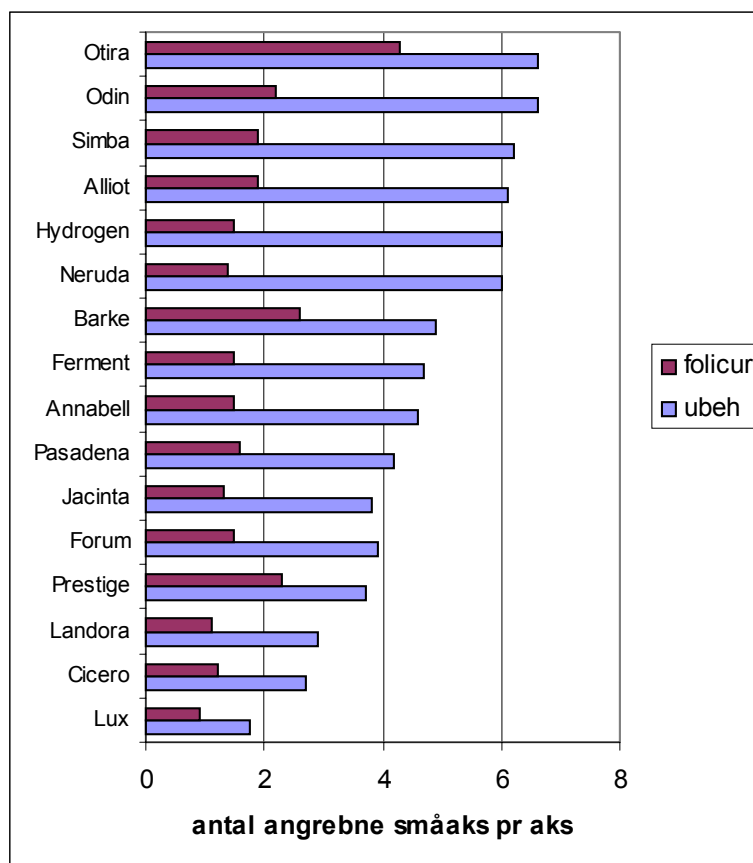
Sorteringen af kerneprøverne viste generelt en stor andel af kerner, som var mindre end 2,5 mm. Andelen af små kerner var reduceret efter svampebehandling med 29% i gennemsnit, men ingen sorter overholdt maltningskravet om < 10% kerner i denne kategori, hverken i

Tabel 1. Bekæmpelse af Fusarium i hvede samt merudbytter for bekæmpelse i forsøg med kunstig inokulering – 2002-2003. Control of Fusarium ear blight in wheat and yield responses from using different fungicides. The trial was inoculated with Fusarium – 2002-2003.

2002 Behandling vs. 55	Behandling vs. 65	% Fusarium		% septoria 2. blad	Udbytte og merudbytte Hkg/ha	
		vs. 75	vs. 77	vs. 77	Brutto	Netto
Ubehandlet	Ubehandlet	35,0	73,8	83,4	27,9	-
0,5 l Amistar	Ubehandlet	30,0	70,0	16,3	3,0	-2,1
0,5 l Comet	Ubehandlet	31,3	71,3	1,5	5,3	-0,6
0,25 l Amistar+0,25 Folicur	Ubehandlet	26,3	60,0	5,3	3,4	-1,1
Ubehandlet	0,5 l Amistar	30,0	55,0	12,0	13,0	7,9
Ubehandlet	0,5 l Folicur EW	13,8	38,8	56,3	24,9	21,0
Ubehandlet	0,25 l Amistar+0,25 l Folicur	21,3	43,8	16,8	23,0	18,5
Ubehandlet	0,5 l Juventus 90	16,3	35,0	32,5	27,2	23,4
Ubehandlet	0,25 l Amistar+0,25 l Juventus	20,0	38,8	9,5	21,5	17,0
Ubehandlet	0,25 l Comet + 0,25 l Folicur	16,3	42,5	4,5	21,9	17,0
Ubehandlet	0,5 l Comet	26,3	52,5	4,5	12,8	6,9
Ubehandlet	ubehandlet (ikke inokuleret)	1,0	1,0	86,0	23,0	(23,0)
LSD ₉₅		4,2	10,1		6,1	

2003 Behandling vs. 55	Behandling vs. 65	% Fusarium		% DTR 2. blad	Udbytte og merudbytte Hkg/ha	
		vs. 75	vs. 77	vs. 77	Brutto	Netto
Ubehandlet	Ubehandlet	19,5	15	10,0	58,3	-
0,75 l Opera	Ubehandlet	13,5	8,7	0,1	13,8	8,2
0,25 l Amistar+0,25 Folicur	Ubehandlet	13,3	8,7	0,7	12,9	8,9
Ubehandlet	0,8 l Proline	8,9	3,0	2,0	12,7	-
Ubehandlet	0,4 l Proline	9,4	4,7	2,7	6,9	-
Ubehandlet	1,0 l Folicur EW	12,8	3,7	2,3	11,6	5,6
Ubehandlet	0,5 l Folicur EW	11,8	4,0	2,7	6,5	3,1
Ubehandlet	0,25 l Amistar+0,25 Folicur	13,0	6,0	1,0	11,6	7,6
Ubehandlet	0,5 l Juventus 90	15,1	6,0	3,3	10,3	6,9
Ubehandlet	0,375 l Opera+0,25 l Juventus	11,0	5,0	0,1	17,1	12,6
Ubehandlet	0,25 l Juventus + 0,25 l Sportak	14,6	6,7	5,0	2,6	-0,7
LSD ₉₅		4,5	1,5	1,8	3,0	

ubehandlede eller behandlede led. Jacinta og Otira havde den største andel af små kerner, mens Simba og Annabell havde den mindste andel. Der var ikke specielt god sammenhæng mellem de fundne angrebsgrader af *Fusarium*, de høstede udbytter, tusindkornsvægten og sorteringen, selvom tendensen dog klart viste, at højere angreb gav lavere udbytte og tusindkornsvægt samt større andel af små kerner.



Figur 1. Angreb af *Fusarium* i 16 forskellige vårbygsorter med og uden Folicur-behandling. Number of attacked spikes in 16 different varieties of spring barley with and without Folicur treatment.

Forsøg med *Fusarium* modtagelighed i vinterhvedesorter

Der udviklede sig meget kraftige angreb af *Fusarium* i forsøget, som viste en betydelig forskel i de forskellige sorters modtagelighed. Petrus og Terra var de mest resistente sorter, mens Ritmo, Hanseat og Galicia var blandt de mest modtagelige (figur 2). Dette bekræfter generelt den samme rangordning, som også er set i tyske forsøg, hvor Ritmo er kendt som værende meget modtagelig og Petrus som værende den mest resistente.

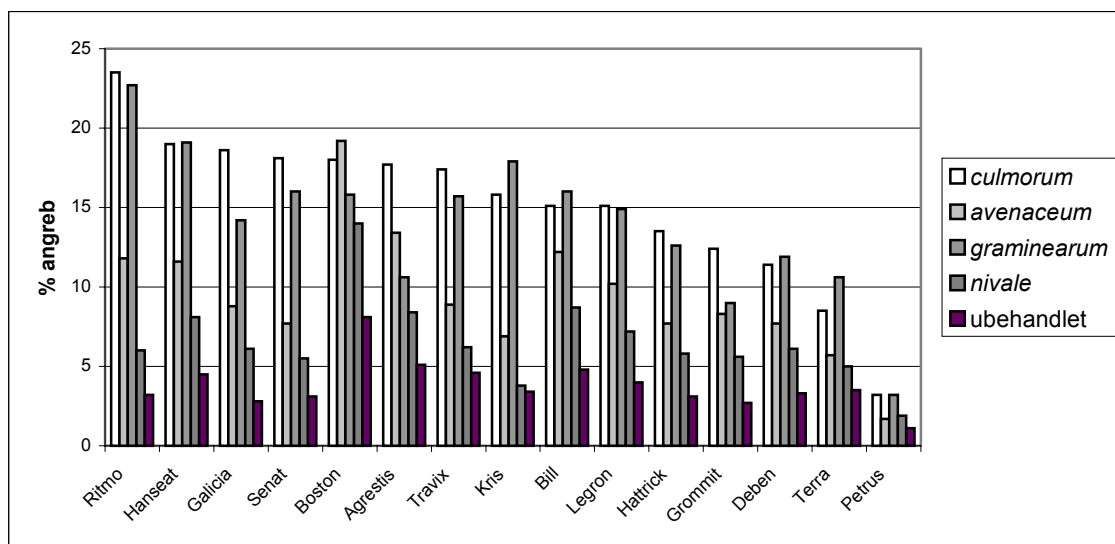
Angrebet blev gjort op individuelt for hver af de 4 forskellige *Fusarium*arter. *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*, der begge producerer toksiner, gav generelt de kraftigste angreb (3-24%). *Fusarium avenaceum* og *Michrodochium nivale* gav mindre aggressive angreb (henholdsvis 2-19% og 2-8%). De fleste sorter reagerede ens på de 4 arter. Dog var der hos enkelte sorter tendens til et anderledes reaktionsmønster over for *F. avenaceum*. Dette var især tilfældet for sorterne Boston og Agrestis, som viste en betydelig modtagelighed over for *F. avenaceum*. I de ikke smittede parceller blev der målt angreb på mellem 1-8%, hvilket indikerer, at der har været en vis naturlig smitte på arealet.

Aksene blev høstet, og der blev bestemt udbytte i forsøget. *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum* havde en meget reducerende effekt på udbyttet, mens *Fusarium avenaceum* og *Michrodochium nivale* kun i mindre grad påvirkede udbyttet (figur 3). Der var også klare sammenhænge mellem tusindkornsvægten og angrebsgraden, hvor tusindkornsvægten faldt med stigende angrebsgrad.

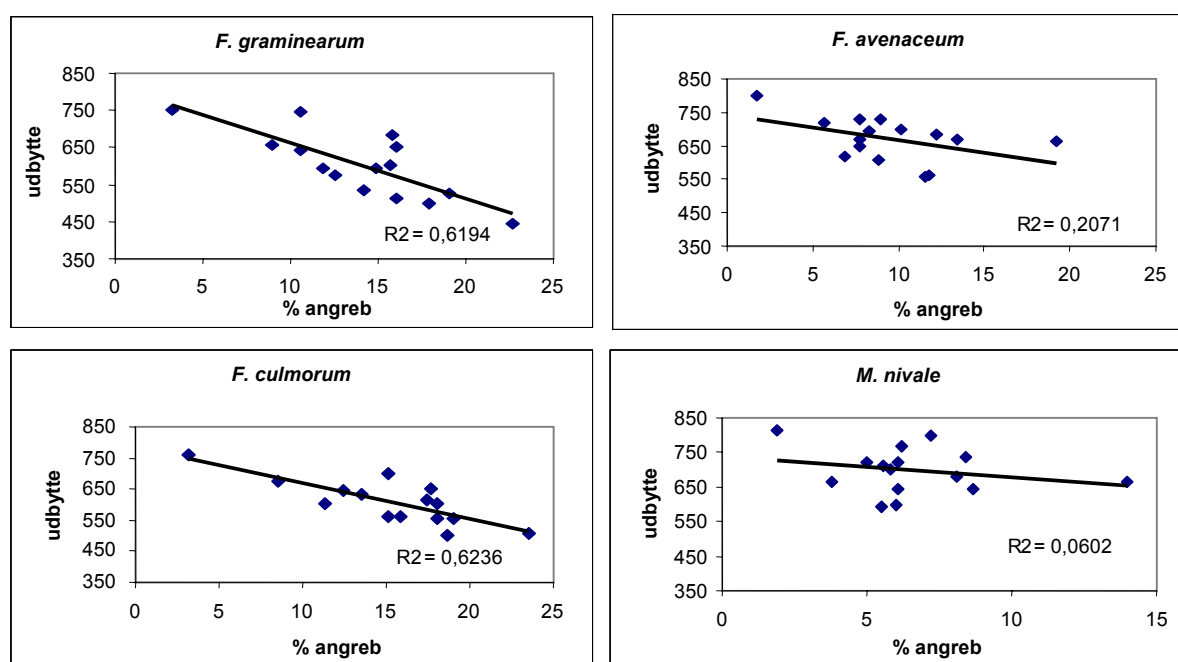
Som det fremgår af de gennemførte undersøgelser, er der klare forskelle i sorternes resistens, og forædlerne arbejder intensivt på at indbygge god resistens i nye sorter. Der opereres generelt med 2 former for resistens. Den ene er en morfologisk resistens knyttet til sortens højde, aksformen og blomstringstiden. Den anden er en mere specifik genetisk resistens. Desuden udviser visse sorter også en vis tolerance, der gør, at deres udbytte ikke reduceres væsentligt ved angreb (Mesterhazy, 1989).

Høje sorter giver mindre muligheder for spredning af smitstof fra jorden til akset. Det er således velkendt, at dværgsorter angribes lettere end langstråede sorter. Oprette og kompakte aks med stak giver de største angreb på grund af fugtigheden bedre bibeholdes i akset, hvilket giver de bedste infektionsbetingelser. Sorter med en langvarig blomstringsperiode og mange blomster har ligeledes større risiko for angreb af *Fusarium* end tilsvarende sorter med kort blomstringsperiode. Sorter, som har deres støvknapper hængende længe, er også mere modtagelige for infektion, ligesom sorter der modner sent har en større risiko for angreb. Høje og tidligt modne sorter er de mest resistente (Ablova & Slusarenko, 1996).

Der mangler stadig viden om nedarvningen af fysiologisk resistens. Resistensen er polygent nedarvet og afhænger af forskellige gener (Snijders, 1990). Generelt er det fundet, at sorter, der er resistente over for en *F. culmorum*, også er resistente over for *F. graminearum* (Mesterhazy, 1989; Mesterházy *et al.*, 1999). Nyere resultater viser, at denne resistens er linket til resistensen overfor bl.a. *F. poae*, *F. avenaceum* og *M. nivale* (Mesterhazy, 2002).



Figur 2. Gennemsnitsangreb af aksfusarium i forskellige hvedesorter. Tallene er gennemsnit af 4 gentagelser, som er inficeret med henholdsvis *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* og *Michrodochium nivale* (Del af Louise Vedel Olsens Speciale på KVL). Attack of Fusarium ear blight in different varieties of winter wheat, which has been inoculated with 4 species which all can give attack of ear blight; *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* and *Michrodochium nivale*.



Figur 3. Sammenhæng mellem procent angreb af Fusarium i forskellige hvedesorter og udbyttet for 4 arter, som kan forårsage aksangreb. Fusarium ear blight's impact on yield for 4 species which each can give symptoms of Fusarium ear blight.

Sammendrag

I to hovedforsøg blev der kunstigt smittet med *Fusarium*, og forskellige fungiciders effekt over for aksfusarium blev afprøvet. Ved sprøjtning på vs. 65 gav halv dosis af Folicur og Juventus ca. 50% effekt, mens blandingen af Amistar + Folicur (0,25 + 0,25) gav ca. 40% effekt. Hvis blandingen af Amistar + Folicur blev udsprøjtet en uge tidligere på vs. 55, blev der kun opnået ca. 25% effekt.

16 vårbygsorter blev testet for deres modtagelighed over for aksfusarium. Sorterne udviste stor forskel i modtagelighed. Otira, Odin og Simba udviste størst modtagelighed, mens Luc, Cicero og Landora havde største resistens. *Fusarium*angrebet havde begrænset effekt på udbytte, tusindkornsvægt og sortering.

15 hvedesorter blev testet for deres modtagelighed over for aksfusarium. De 15 sorter udviste generelt stor forskel i modtagelighed. De viste næsten samme respons over for *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* og *M. nivale*. Nogle enkelte sorter viste dog vekselvirkning mellem sort og *Fusarium*art. Det var tilfældet for *F. avenaceum*, der for visse sorter havde et anderledes reaktionsmønster. *F. culmorum* og *F. graminearum* havde den største negative effekt på udbyttet, mens *F. avenaceum* og *M. nivale* kun i mindre grad påvirkede udbyttet negativt.

Litteratur

- Ablova IA & Shusarenko AN.* 1996. Problems Associated with breeding winter wheat for head scab resistance. Proceedings of Workshop on: *Fusarium* Head Scab, Cimmyt, 93-96.
- Bruns T, Rodemann B, Bartels G & Aust HJ.* 2002. Top agrar. No. 12. 2002.
- Hutcheon JA & Jordan VWL.* 1992. Fungicide timing and performance for *Fusarium* control in wheat Brighton crop Protection Conference Pest and Diseases 633-638.
- Jennings P, Turner JA & Nicholson P.* 2002. Overview of *Fusarium* ear blight in the UK – effect of fungicides treatment on disease control and mycotoxin production. Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases 707-712233-238.
- McMullen M, Jones R & Gallenberg D.* 1997. Scab of wheat and barley: A re-emerging disease of devastating impact. Plant Disease 81, 1340-1348.
- Mesterhazy A.* 1989. Progress in breeding of wheat and corn genotypes not susceptible to infection by fusaria. In Chelkowski, J. Ed: *Fusarium* mycotoxins, taxonomy, and pathogenicity Elsevier, Amsterdam.
- Mesterházy Á.* 2002. Role of deoxynivalenol in aggressiveness of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* and in resistance to *Fusarium* head blight. European Journal of plant pathology 108, 675-684.

- Mesterházy Á, Bartók T, Mircoha CG & Komoróczy R.* 1999. Nature of wheat resistance to *Fusarium* head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. *Plant Breeding*. 118, 97-110.
- Snijders CHA.* 1990. The inheritance of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. *Euphytica* 50: 11-18.
- Suty A, Mauler-Machnik & Courbon R.* 1996. New findings on the epidemiology of *Fusarium* ear blight on wheat and its control with tebuconazole. Brighton Crop Protection Conference- Pest and Diseases 511-516.

Den danske virulensovervågning af meldug og rust 1985-2003 – hvad har vi lært?

The Danish virulence survey for cereal powdery mildews and rusts 1985-2003; what did we learn?

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

Summary

The virulence survey is just one of many activities, which are carried out annually for evaluating disease resistance in cereals in Denmark. The survey was established in 1985 as a research project mainly focused on virulence dynamics for wheat and barley powdery mildews. Around 1990 the investigations were extended to comprise wheat yellow rust, and to a lesser extent barley leaf rust. Activities on scald and net blotch have been carried out to a limited extent only. The overall activity level has decreased since 1999 and the priorities have changed considerably. The powdery mildew investigations in both barley and wheat have been reduced, mainly because of the extensive use of Mlo-resistance in barley, whereas the yellow rust activities have largely been maintained.

The survey results have shown that:

- "New virulence and new pathotypes (combinations of specific virulence traits) within the cereal pathogen populations have resulted in changes in disease susceptibility of the cultivated varieties.
- The susceptibility for powdery mildews and rusts may change within season, but the most significant changes occur between seasons. Changes in disease susceptibility have resulted in changes in fungicide application strategy in many varieties.
- In most cases, the change go from "resistant" to "susceptible", although the opposite has also been observed. Some of the most grown varieties of winter wheat are at present highly resistant to yellow rust under Danish field conditions, although the source of resistance in these varieties was only partly effective between 1987 and 1995.
- Despite long distance dispersal of fungal spores, significant differences between pathogen populations in different regions/countries in NW Europe may exist for longer periods of time. The same variety may therefore display high levels of resistance against a certain

pathogen in a certain area for several years, whereas it may be highly susceptible to the same disease in another country/region.

- The virulence dynamics are generally identified earlier and more precisely through the virulence survey compared to the observations based on traditional variety trials under field conditions.
- New isolates/pathotypes, which are identified through the virulence survey, have often been a prerequisite for the postulation of new sources of resistance (R-genes) in new varieties and breeding lines.
- Assessment of the level of partial resistance (under field conditions) has proved effective using isolates or populations identified through the survey activities.

Virulence dynamics is, just like the dynamics of fungicide resistance or other trials subject to selection, the result of natural biological processes, which may be delayed but not prevented. However, the “damages” can be minimised by constantly growing varieties with sufficient high levels of resistance against the most predominant diseases and by using cultural practices which reduce as much as possible the general levels of pathogen inoculum.

Resume

Virulensovervågning for meldug og rust er blot én blandt mange aktiviteter, som hvert år gennemføres for svampesygdomme i korn. Det specielle ved virulensovervågningen i forhold til øvrige sortsforsøg er, at man “aflæser” de forskellige svampes biologiske/genetiske mulighed for at etablere angreb af den pågældende sygdom på de enkelte sorter. Undersøgelsesresultater er således uafhængig af vejr, jordbund, næringsstoffer og dyrkningsforhold i øvrigt. Virulensovervågningen blev i Danmark etableret som et forskningsprojekt i 1985, og var i de første år koncentreret omkring meldug i byg og hvede. Omkring 1990 blev undersøgelserne udvidet til også at omfatte gulrust i hvede og i mindre omfang bygrust. I enkelte år har der tillige været gennemført undersøgelser for bygbladplet og skoldplet. Siden 1999 har der været et fald i de samlede aktiviteter, bl.a. begrundet i en øget indsats i beslægtede aktiviteter under Pesticidhandlingsplan II (2000-2002). Der er over årene sket en betydelig omprioritering mellem de forskellige indsatsområder, mest markant er virulensdynamik i byg- og hvedemeldug nedprioriteret til fordel for øget fokus på hvedegulrust. Det skyldes dels den store udbredelse af Mlo-resistens¹ i vårbyg, som p.t. er særdeles effektiv, dels et stigende areal med vintersæd og øget fokus på svampesygdomme i hvede.

Virulensovervågningen har vist at:

¹ Virulens overfor Mlo-resistens kan ikke detekteres ved en traditionel virulens-test, og ”fuld” virulens er i øvrigt endnu ikke detekteret i Europa eller andre steder

- ”Ny” virulens og nye patotyper (kombinationer af specifikke virulensegenskaber) i patogenpopulationerne resulterer i en ændret sygdomsmotagelighed for de dyrkede sorter.
- Modtagelighed for meldug og rust kan ændres indenfor vækstsæsonen, men de mest markante ændringer ses ofte fra én vækstsæson til den næste. Den ændrede sygdomsmotagelighed har i mange tilfælde medført en ændret bekæmpelsesstrategi i de pågældende sorter.
- I de fleste tilfælde ændres sygdomsmotageligheden fra ”resistent” til ”modtagelig”, men det omvendte er også observeret. Nogle af de mest dyrkede sorter af vinterhvede har p.t. en effektiv resistens mod gulrust, som kun havde delvis effekt under danske dyrkningsforhold mellem 1987 og 1995.
- På trods af mulighed for langdistance spredning af svampesporer, er de markante forskelle mellem patogenpopulationer i forskellige regioner/lande i Nordvest-europa. Samme sort kan således have højt niveau af resistens mod en given sygdom i ét område over en længere årrække og være moderat-stærk modtagelig overfor samme sygdom i et andet land/region i samme periode.
- Virulens-dynamik i meldug og rust bliver typisk identificeret tidligere og mere præcist via virulensovervågningen, i forhold til observationer baseret på traditionelle sortsforsøg og praksis.
- Nye isolater/patotyper af meldug og rust, som identificeres via virulensovervågningen, er ofte forudsætning for påvisning af ny, specifik resistens (R-gener) i nye sorter og forædlingsmateriale.
- Påvisning af partiel resistens under markforhold kan med fordel gennemføres ved hjælp af specifikke isolater/populationer som er fundet via Virulensovervågningen.

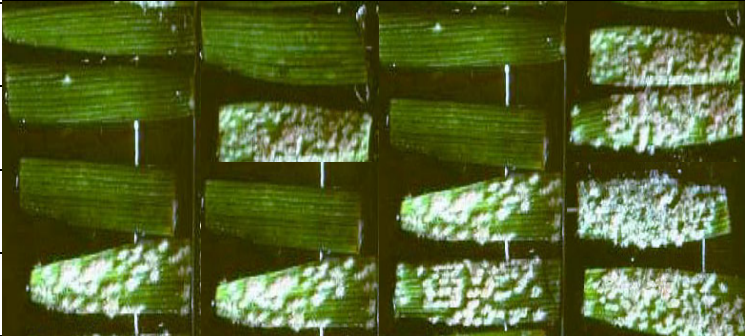
Virulensdynamik er, i lighed med dynamikken af fungicidresistens og andre svampeegenskaber, resultatet af naturlige, biologiske processer, som kan forsinkes men ikke forhindres. ”Skaderne” som følge af denne populationsdynamik kan dog begrænses ved konstant at vælge sorter med højt niveau af resistens og ved at anvende dyrkningsstrategier, som mindsker det generelle smittetryk for de pågældende svampesygdomme.

Aktiviteter under virulensovervågningen

I det følgende omtales specielt aktiviteterne omkring varsling for ”ny” virulens i bygmeldug og hvedegulrust og registrering af smittetryk i hvedemeldug.

Definition af virulens: Begrebet virulens hører nøje sammen med Flor’s gen-for-gen hypotese (Flor, 1956), som udtrykker, at for enhver resistensegenskab (R-gen) i planten findes der et tilsvarende virulensegenskab hos svampen (figur 1).

Figuren illustrerer vekselvirkningen mellem sort og patogen (her meldug på byg). De fire sorter indeholder henholdsvis 0, 1 eller 2 resistensgener (R_1 og/eller R_2) og de fire meldugisolater indeholder henholdsvis virulens og avirulens korresponderende til disse. Avirulens x resistens (dvs. $A_{R1} \times R_1$ og $A_{R2} \times R_2$) er de eneste kombinationer, der resulterer i en ”resistent” plante. De fire isolater repræsenterer fire patotyper, defineret som en specifik kombination af virulens/avirulens mod henholdsvis R_1 og R_2 . Frekvenserne af V_{R1} og V_{R2} i meldugpopulationen angiver den overordnede risiko for angreb på sorterne B og C, medens frekvensen af $V_{R1} + V_{R2}$ repræsenterer risikoen for angreb på sort A. Erfaringerne fra meldugvirulensovervågningen i Danmark mellem 1985 og 2001 har vist, at frekvenser på 5-10% kan medføre angreb under markforhold i år med moderat til højt smittetryk, medens frekvenser under 2½% kun undtagelsesvis har medført angreb i praksis.

		Svampens egenskaber			
		isolat I	isolat II	isolat III	isolat IV
Sortsegenskaber		$A_{R1}A_{R2}$	$V_{R1}A_{R2}$	$A_{R1}V_{R2}$	$V_{R1}V_{R2}$
Sort A	$R_1 R_2$				
Sort B	$R_1 -$				
Sort C	$- R_2$				
Sort D	$- -$				

Figur 1. Illustration af vekselvirkningen mellem fire sorter, A, B, C, D (repræsenteret ved afskårne bladstykker) med og uden resistensgener og fire meldugisolater I, II, III og IV med korresponderende virulensegenskaber. Interactions between four varieties, A, B, C and D (represented by detached leaves) with and without resistance genes, and four powdery mildew isolates, I, II, III and IV possessing the corresponding virulence- and avirulence traits.

Varsling for forekomst af ”ny” virulens

Formålet med denne aktivitet har været at varsle for begyndende angreb på sorter med hidtil effektiv resistens (dvs. ”ny” virulens). Et andet formål er at identificere de bedst egnede isolater til brug for påvisning af byg- og hvedesorters resistensgrundlag i forbindelse med forædling og sortsafprøvning. Det drejer sig om isolater af bygmeldug til påvisning af meldugresistensgener i vår- og vinterbyg og gulrustisolater til påvisning af gulrustresistensgener i vinterhvede, samt at finde velegnede isolater til vurdering af niveau af partiel gulrustresistens (”markresistens”) i hvede. Det er afgørende, at der løbende findes nye isolater til påvisning af resistensgener i takt med, at der i planteforædlingen bliver introduceret ny resistens eller nye kombinationer af allerede kendt resistens i de nye sorter.

Gulrustundersøgelser

I gulrust blev der mellem 1997 og 2002 påvist ”ny” virulens i fire tilfælde: virulens mod *Yr17*, *Yr7*, *Yr8* og *Yr15* (Tabel 1). Specielt *Yr17*-virulens fik stor praktisk betydning, idet adskillige sorter og forædlingslinier havde denne resistens, og sådanne sorter blev derfor med ’et slag’ modtagelige for gulrust. Der blev fundet gulrust på *Yr17*-resistente sorter i både OBS-parceller og Registreringsnet 1997 og 1998 men kun ved få lokaliteter, og angrebsniveauet var så lavt, at sortsdifferentieringen blev mangelfuld. Niveauet af modtagelighed (= partiel resistens) i sorterne blev derfor undersøgt ved hjælp af smitteforsøg under markforhold (Anonym, 2002b). Udviklingen af *Yr7* og *Yr8* virulens har ikke haft praktiske konsekvenser for hvededyrkningen i Danmark, idet ingen af de sorter, der p.t. dyrkes har *Yr7* eller *Yr8*. Fundet af *Yr15* virulens var bemærkelsesværdigt, idet der her er tale om ”ny” virulens på globalt plan (ikke verificeret nogen steder tidligere). *Yr15* resistens findes i en del nyere danske sorter og sandsynligvis i et større antal forædlingslinier.

Tabel 1. Fund og anvendelse af patotyper af hvedegulrust med ”ny” virulens i Danmark 1997-2002. Observations and utilization of wheat yellow rust pathotypes possessing ”new” virulences 1997-2002.

Påvist l. gang	”Ny” virulens mod	Betydning for sorter i DK	Benyttet i smitteforsøg under markforhold (forædling/rådgivning)	Benyttet til påvisning af R-gener
1997	<i>Yr17</i>	Brigadier, Hussar, Pentium m.fl.	1998-2002	ja
1999	<i>Yr6+Yr17</i>	Lynx, Madrigal	2000-2002	ja
2000	<i>Yr7</i>	ingen p.t.	nej	ja
2001	<i>Yr8</i>	ingen p.t.	nej	ja
2002	<i>Yr15</i>	Boston, Agrestis m.fl.	2003	ja

I alt blev der i perioden 1993-2003 fundet 20 patotyper² af gulrust (tabel 2). Før 1996 blev der ofte fundet 6-8 patotyper/år, men siden 1997 er der typisk fundet færre. Der er stor forskel på hyppigheden af de forskellige patotyper i de enkelte år. De fleste patotyper fra før 1996 er ikke observeret siden, og omvendt blev de nuværende patotyper ikke fundet før 1996. Hyppigheden af de enkelte patotyper hænger i nogen grad sammen med hvilke sorter, der dyrkes i Danmark og i vore nabolande, men fjernsmitte fra andre dele af Europa formodes også at have betydning (Brown & Hovmøller, 2002).

Flere af de nye patotyper, som blev observeret mellem 2000 og 2003, er kendetegnet ved at mangle virulens på mange sorter, som p.t. dyrkes i Danmark. I 2003 blev der oven i købet observeret en patotype, som mangler virulens mod alle de hidtil kendte R-gener; den

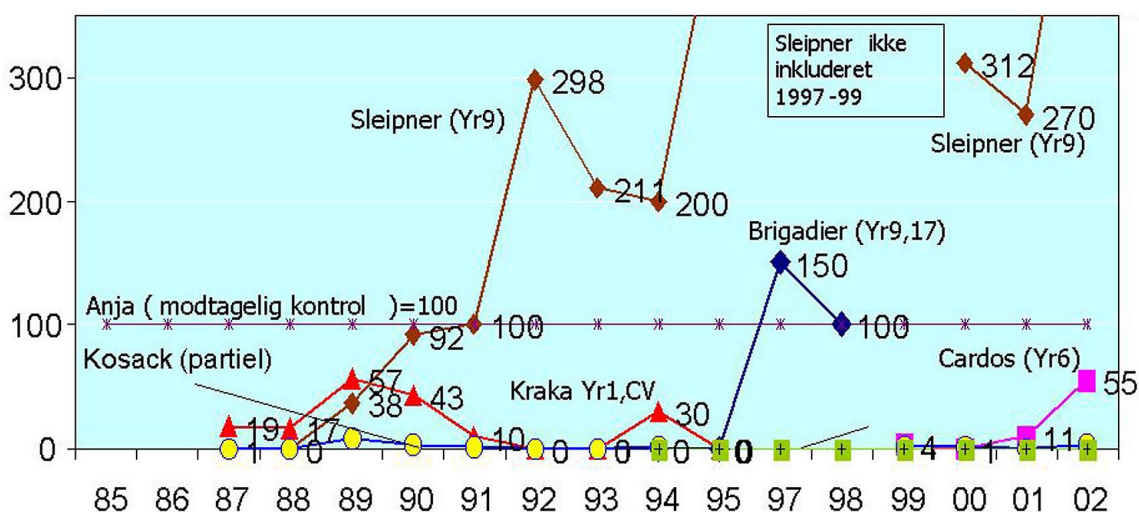
² Patotype eller ”race” er defineret ved den specifikke kombination af virulensegenskaber, som et givet isolat måtte besidde (se figur 1)

pågældende patotype blev fundet på flere sorter af Triticale og kan ikke angribe en eneste af de hvedesorter, der p.t. er i dyrkning i Danmark.

Tabel 2. Patotyper af hvedegulrust fundet i Danmark mellem 1993 og 2003. Patotyperne er samlet i grupper, som henviser til sorter, hvor de pågældende patotyper typisk blev fundet. Pathotypes of wheat yellow rust observed in Denmark between 1993 and 2003. The pathotypes are grouped according to varieties on which they were often collected.

	Patotype (og virulensprofil)																			
Ar	"Cartago"		"Kraka"			"Sleipner"					"Haven"		"Brigadier"		"Lynx"		Cardos	"Boston"		
	3, 4, 6, CV	2, 3, 4, 6, CV	1, 2, 3, CV	1, 2, 3, 4, CV	1, 2, 3, 4, 9, CV	3, 4, 9	3, 4, 6, 9	1, 2, 3, 9	2, 3, 4, 9	1, 2, 3, 4, 9	2, 3, 4, 6, 9	1, 2, 3, 4, 6, 9	1, 2, 3, 9, 17	1, 2, 3, 4, 9, 17	1, 2, 3, 6, 9, 17	1, 2, 3, 4, 6, 9, 17	2, 6, 7, 8, 9	1, 2, 3, 9, 15, 17	1, 2, 3, 4, 7, 9, 17	ingen (Triticale)
1993			14		2	2	1	6	83	4	2									
1994				2			3	1	86		12	1				2				
1995	6	4	1			1		1	38		6									
1996	ingen gulrust observeret																			
1997								1					6	3						
1998													15	23						
1999							1	1					15	31		5				
2000													27	25		8				1
2001													13	16		5	4			
2002													34	4	21	3	6	4		
2003													4	1	4	2	3			

Gulrustsvampens virulensdynamik har betydning for praksis, som det fremgår af figur 2. Fem af de seks sorter havde højt niveau af resistens ved deres introduktion på det danske marked, men



Figur 2. Relativ gulrust modtagelighed (i forhold til Anja) for seks udvalgte sorter i perioden 1985-2002. Data er baseret på bedømmelser i Observationsparceller, hvor der ikke foretages svampebekæmpelse. Relative yellow rust susceptibility for six varieties with R-gene based resistance (as compared to Anja without R-genes of any effect under Danish conditions). Data are based on assessments of % leaf area covered in non-fungicide treated Observation Plots.

Sleipner, Brigadier og Cardos, som alle har gulrust R-gener, viste sig efter få år at blive stærkt modtagelige. Kraka, der var delvis modtagelig i 1987, har sammen med sorter med samme resistensgrundlag (f.eks. Solist) derimod haft en særdeles effektiv resistens siden 1995. Figuren viser også, at sorter som Kosack og Terra, som er karakteriseret ved et moderat-højt niveau af partiel resistens, bevarede deres høje niveau af resistens gennem hele den periode, hvor de var på markedet i Danmark.

Undersøgelser i bygmeldug

Virulensdynamik mellem 1994 og 2001 for bygmeldug i Danmark er illustreret i tabel 3. Der blev fundet både ”ny” virulens og nye patotyper i adskillige tilfælde, og en lang række nye bygsorter blev dermed modtagelige for meldug.

Tabel 3. Vårbygsorter som blev modtagelige for meldug i perioden 1993-2001. Skyggede felter repræsenterer kraftige angreb i Observationsparceller (% dækket bladareal – maksimum/år) og dermed eksempler på meldugresistens, som bliver ”brudt” i praksis. I kolonnerne til højre ses, hvornår den korresponderende virulens blev detekteret 1. gang, og hvornår virulensfrekvensen 1. gang oversteg 2½ %. # indikerer, at den pågældende resistens var ikke påvist i sorten på det tidspunkt, hvor resistensen blev ”brudt”. Spring barley varieties, which during the period 1993-2001 became susceptible to powdery mildew. The shadowed fields represent 1st cases of strong powdery mildew attack in Observation plots (% leaf area infected – max attack/year), whereas columns to the right show the year for first detection of the corresponding virulence in the pathogen population. # implies that the corresponding resistance was not identified in the variety at the time where the resistance became inefficient for powdery mildew control (Anonym, 2002a).

		Max af angreb (%) i OBS-parceller									Virulensovervågning	
Variety	Resistens	94	95	96	97	98	99	00	01	Påvist 1. X	vir.freq.>2,5%	
Tofta	Mla13, U	1	0,1	0,1	5	50	20	30		1993	1998	
Alanis	Mla13, Im9, Hu4 [#]		0,1	1	17,5	3		17,5		1993		
Cecilia	Mla12, U [#]			0,1	3	50	30	50		1992	1997	
Henni	Mla7, U	0,5	0,1	0,1	0	7,5	15	50		1998	1998	
Mentor	Mla12, Im9, Hu4	0,5	0	0,1	0,1	50	8	15	25	1996	1997	
Linus	U		0,1	1	0,5	37,5	10	20	10	1992	1997	
Lamba	Mla3, Tu2	0,5	0,5	0,5	0,5	25	10	25		1996		
Goldie	Mla12, La, U	0,1	0,1	0,1	0,1	10				1992	1997	
Lysiba	Mla3, Tu2 [#]			0,1	0	10	3	5		1996		
Meltan	Mla13, Im9, Hu4	1	0,1	0	0	5	1	5	10	1993		
Scarlett	St [#]		0,5	5	0,1	0,5	10	40	10	1994	1998	
Lux	Mla12, U [#]			0	0	1	5	15	5	1992	1997	
Jacinta	Mla13, Im9, U [#]						3	8	10	1999		
Punto	Mla3, Tu2, Im9, Hu4	0,1	0	0	0	0,1	0,01	0,5	8	2001		
Alabama	Mli [#]							3	0,5	2001		
Ferment	Mlo [#]		0	0,1	0	0	0	5	0			

Oversigten viser det maksimale meldugangreb på de nævnte sorter mellem 1994 og 2001 baseret på alle lokaliteter og bedømmelsestidspunkter for Observationsparceller det enkelte år. Det fremgår, at virulens typisk bliver opdaget flere år, før angreb bliver konstateret i OBS-parceller (eller i praksis). Den første observation af en given ny meldugvirulens udløste således ikke en generel varslings i rådgivningsmæssig sammenhæng. Desuden ses, at Alanis, Cecilia, Lysiba, Scarlett og Lux blev modtagelige for meldug på et tidspunkt, hvor deres

resistensgrundlag ikke var kendt. Meldugangrebet i Ferment (Mlo) er ikke siden verificeret og ikke nødvendigvis udtryk for udvikling af ny Mlo-virulens.

Meldugundersøgelserne gav i øvrigt anledning til følgende konklusioner:

- En ”skadetærskel” for virulens-frekvens i den luftbårne sporepopulation på ca. 2½% forekommer rimelig, når der sammenlignes med, hvornår der 1. gang kan observeres svigtende effekt af den pågældende resistens.
- Mangelfuld information omkring mange sorters meldugresistens (undersøgelserne indgik ikke i den lovbestemte værdiafprøvning mellem 1997 og 2000) betød, at der ikke kunne varsles effektivt for resistenssammenbrud i en del vårbygsorter.
- Max. angreb i observationsparceller er vigtig som indikator for, hvornår en ny resistens viser begyndende ”nedbrydning”.
- Der blev indsamlet adskillige isolater, som var nødvendige for påvisning af nye meldug R-gener.

Varsling for smittetryk af hvedemeldug

Disse undersøgelser blev iværksat i 1997 efter, at der i foråret 1996 blev observeret tidlige og kraftige angreb af meldug på hvede. Undersøgelserne blev gennemført ved at udsætte fangplanter af hvede (modtagelig sort) så langt væk fra nabo-hvedemarken som muligt. Der blev eksponeret planter i 3-4 perioder i marts-april, hvilket typisk var før meldugangreb kunne erkendes under markforhold. Efter eksponering blev fangplanterne sat i drivhus ved 18-20°C for at fremskynde udviklingen af meldug i forhold til udviklingen på friland.

I perioden 1997-2002 var der generelt en god sammenhæng mellem den varslede mængde af meldugsporer i luften i det tidlige forår (før angreb kan erkendes i praksis) og angrebsstyrken senere i vækstsæsonen. Der forekom markante forskelle i det registrerede smittetryk mellem år men også lokale forskelle indenfor år, specielt hvis der kunne findes meldug i nærmeste hvedemarken. Der blev eksempelvis konstateret relativt højt smittetryk på fangplanter i foråret 1998, hvilket også resulterede i relativt kraftige meldugangreb i mange marker i praksis senere i samme vækstsæson. I 2003 var sammenhængen mindre iøjnefaldende, idet der blev observeret et relativt lavt smittetryk på fangplanter i marts-april, men relativt kraftige meldugangreb i mange hvedemarken 1-2 måneder senere. Det gjaldt også Boston, som i de foregående år havde haft en effektiv resistens.

Der er således rimelig god sammenhæng mellem højt smittetryk tidligt i foråret og højt sygdomstryk senere i vækstsæsonen, hvorimod lavt smittetryk tidligt forår ikke er nogen garanti for lavt sygdomsniveau senere. Det kan skyldes to forhold: 1) usikkerhed om de indsamlede stikprøver (sporefangster) svarer til det overordnede smittetryk i hele det område, som stikprøven forventes at repræsentere, og 2) ”fjernsmitte” kombineret med godt

'meldugvejr' kan resultere i kraftig epidemiudvikling af specielt meldug, selvom udgangsniveauet er lavt.

Nationalt og internationalt samarbejde

Der er etableret et forskningssamarbejde med Forskningscenter Risø og KVL samt relevante europæiske forskergrupper, der i perioden 1993-99 deltog i COST 817: "Population Studies of Airborne Pathogens on Cereals". Både det danske og det europæiske netværk har som overordnet formål at koordinere de nationale virulensovervågninger samt forsknings- og udviklingsarbejde indenfor populationsdynamik for patogene svampe på korn. Betydningen af det internationale samarbejde skal ses i sammenhæng med, at meldug og rust er "internationale" svampe, som kan spredes over store afstande, og at mange planteforædlingsvirksomheder i stor udstrækning udnytter genetisk materiale af fælles oprindelse.

Litteratur

- Anonym.* 2002a. Virulensovervågning af meldug og gulrust i Danmark 1997-2001. Planteavlsovervågning 01-314, Landskontoret for Planteavl, 5.
- Anonym.* 2002b. Smitteforsøg, virulensundersøgelser og økologiske forsøg i korn. Bidrag til Deneken G., og Petersen J.B. (eds.) "Sortsforsøg 2002, korn, bælgssæd og olieplanter, Danmarks JordbrugsForskning og Landbrugets Rådgivningscenter s. 6-8 & 21.
- Bayles RA, K Flath, MS Hovmøller & de Vallavieille-Pope C.* 2000. Breakdown of the Yr17 resistance to yellow rust of wheat in northern Europe. *Agronomie* 20, 805-811.
- Brown JKM & Hovmøller MS.* 2002. Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. *Science* 297, 537-541.
- Flor HH.* 1956. The complementary genetic system in flax and flax rust. *Adv. Genet.* 8, 29-54.
- Hovmøller MS.* 1998. Survey activities for fungal pathogens on cereals in Denmark. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 34, 107-109.
- Hovmøller MS.* 2001. Disease severity and pathotype dynamics of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in Denmark. *Plant Pathology* 50, 181-189.
- Hovmøller MS, Caffier V, Jalli M, Andersen O, Besenhofer G, Czembor JH, Dreiseitl A, Felsenstein F, Fleck A, Heinrichs F, Jonsson R, Limpert E, Mercer P, Plesnik S, Rashal I, Skinnens H, Slater S & Vronska O.* 2000. The European barley powdery mildew virulence survey and disease nursery 1993-1999. *Agronomie* 20, 729-743.
- Hovmøller MS, Justesen AF & Brown JKM.* 2002. Clonality and long-distance migration of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in NW Europe. *Plant Pathology* 51, 24-32.

Ukrudt - sidste nyt fra Landsforsøgene

Results from Danish field trials

Poul Henning Petersen
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret|Planteavl
Udkærsvej 15
DK-8200 Århus N

Summary

Results and conclusions from Danish field trials concerning weed control in cereals, peas and maize are presented.

Sammendrag

Resultater og konklusioner fra landsforsøg med bekæmpelse af ukrudt i vintersæd, vårsæd, ærter og majs præsenteres.

Vinterhvede

Der er opnået meget store merudbytter for bekæmpelse af vindaks og agerrævehale. Merudbytterne for bekæmpelse af andet ukrudt varierer men efterlader generelt pæne nettomerudbytter. De største nettomerudbytter er generelt opnået ved den laveste af de afprøvede doseringer, og bekæmpelseseffekten har i langt de fleste tilfælde været tilstrækkelig. Strategier med en kombination af bekæmpelse efterår og forår er effektive og kan gennemføres med nettomerudbytter, der svarer til en efterårsbekæmpelse alene. En supplerende forårsindsats giver en lidt bedre bekæmpelse og renere afgrøde ved høst.

Rajgræs har i forsøgene kunnet bekæmpes tilstrækkeligt effektivt og mest økonomisk med 2,0 liter Boxer pr. ha om efteråret eller 50 gram Hussar pr. ha om foråret. Der er ikke i 2003 som i 2002 fundet udbyttetab ved at vente med bekæmpelse af rajgræs til om foråret.

Der har i 2003 været store merudbytter for bekæmpelse af burrener. Det har ikke haft betydning, om bekæmpelsen er udført efterår, tidligt forår eller hen i maj.

Lexus kan give afgrødeskade, som koster udbytte, specielt ved anvendelse om foråret.

Vårbyg

Bekæmpelse af ukrudt i vårbyg kan, både med hensyn til effekt mod ukrudt og størst nettomerudbytte, gennemføres med et behandlingsindeks, der maksimalt er 0,5. I vårsæd er der mange muligheder for middelblandinger, der har en bred effekt mod ukrudtsarterne.

Enårig rapgræs bekæmpes med i gennemsnit 60 procent af 50 g Hussar pr. ha, men effekten svinger betydeligt fra forsøg til forsøg.

Gul okseøje bør bekæmpes tidligt, når planterne har maksimum to løvblade. Ally giver en god bekæmpelse af gul okseøje. Tilsætning af Oxitril har ikke forbedret effekten, når gul okseøje har maksimum et til to løvblade.

Ærter

Ukrudtsbekæmpelse i ærter giver sjældent positive nettomerudbytter. Splitbehandling med to gange halv normaldosering giver i forhold til en enkelt behandling med halv normaldosering den bedste bekæmpelse af ukrudt, men den ringeste økonomi. Escort er et nyt middel med god effekt mod græsukrudt og en god skånsomhed over for afgrøden.

Majs

Forskellige bekæmpelsesstrategier med MaisTer er afprøvet. Det bedste resultat opnås ved, at de hidtil kendte midler indgår som blandingspartner eller som et led i bekæmpelsesstrategien. MaisTer har givet over 90 procent effekt mod kvik.

Resultaterne er nærmere præsenteret i tabeller og kommenteret i Oversigt over Landsforsøgene 2003.

Litteratur

Pedersen CA. 2003. Oversigt over Landsforsøgene 2003. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteavl.

Ukrudt – sidste nyt fra Danmarks JordbrugsForskning

Weed – latest news from Danish Institute of Agricultural Sciences

S.K. Mathiassen, P. Kudsk, P.E. Jensen & K.J. Fertin

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

In this paper new results concerning herbicide efficacy primarily from semifield experiments are presented. The efficacy of different acetyl-CoA carboxylase (ACCase) inhibitors was compared on 5 grass species at two growth stages (GS 12-14 and 22-24). On *Poa annua* maximum control was only obtained with tepraloxym, clethodim and at the early growth stage with haloxyfop while the effects of propaquizafop, fluazifop-p-butyl, cycloxydim, fenoxaprop-p-ethyl and clodinafop were too low. All herbicides provided good control of *Alopecurus myosuroides*, *Lolium perenne* and *Poa pratensis* at both growth stages. In field experiments a higher level of control of *P. pratensis* was obtained following autumn application of fenoxaprop-p-ethyl and clodinafop compared to spring application. The activity of propaquizafop on volunteer cereals varied less between species and growth stages than the activity of fluazifop-p-butyl. Differences in susceptibility were more pronounced between species than growth stages. Winter rye was the most tolerant species. Desiccation of winter barley proceeded faster following treatment with cycloxydim, clethodim and propaquizafop compared to haloxyfop, fluazifop and tepraloxym. High temperatures promoted the speed of desiccation. A screening of the efficacy of different herbicides on *Setaria viridis* and *Echinochloa crus-galli* revealed a high level of control of ACCase inhibitors, foramsulfuron + iodosulfuron and rimsulfuron. A study on the rainfastness of different sulfonylurea herbicides applied in mixture with the recommended adjuvant revealed that the rainfastness of iodosulfuron and tribenuron was better than the rainfastness of metsulfuron, rimsulfuron and foramsulfuron + iodosulfuron.

Indledning

Formålet med denne artikel er, at præsentere et udpluk af aktuelle resultater af herbicidforsøg udført ved Afdeling for Plantebeskyttelse i de seneste år. Emnerne er udvalgt ud fra et kriterium om, at resultaterne er af særlig interesse for praksis. Der er således tale om vidt

forskellige emner som effekt af acetyl-CoA carboxylase (ACCase) hæmmere, spildkornsbekæmpelse, bekæmpelse af hanespore og grøn skærmaks og regnfasthed af sulfonylurea herbicider. De fleste af resultaterne stammer fra pottforsøg, men i det omfang det har været muligt, er der suppleret med resultater fra markforsøg.

Effekt af ACCase hæmmere

Der er i de senere år blevet markedsført en række nye herbicider indenfor gruppen af 'fop' og 'dim' midler. For at identificere styrker og svagheder ved de forskellige herbicider er effekten sammenlignet ved udsprøjtning på to udviklingstrin af enårig rapgræs, almindelig rapgræs, almindelig rajgræs og agerrævehale.

Metode

Almindelig rajgræs (*Lolium perenne*), agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*) og almindelig rapgræs (*Poa pratensis*) blev dyrket udendørs i 2 l potter i en jord, sand og sphagnum blanding. Hver art blev sået på to forskellige tidspunkter, således at planter på stadie 12-13 og stadie 22-23 kunne sprøjtes samtidig. Planterne blev behandlet med 3 doseringer af Gallant (haloxyfop, 125 g/l), Agil 100 EC (propaquizafop, 100 g/l), Focus Ultra (cycloxydim, 100 g/l) + 0.5 l/ha Dash, Select 240 EC (clethodim, 240 g/l) + 0.5 l/ha Renol, Aramo (tepraloxym, 50 g/l) og Fusilade X-tra (fluazifop-p-butyl, 250 g/l) + 0.1% Lissapol Bio. I et andet forsøg blev almindelig rapgræs (*P. pratensis*) og enårig rapgræs (*Poa annua*) på stadie 12-14 og stadie 23-24 behandlet med 5 doseringer af ovenstående herbicider samt Topik 100 EC (clodinafop, 100 g/l) + 0.5 l/ha Renol og Primera Super (fenoxaprop-p-butyl, 69 g/l) + 0.2% Isoblette. Der blev i begge forsøg anvendt Hardi ISO F-015 dyser og en vandmængde 146.5 l/ha. Planterne blev høstet 3-4 uger efter sprøjtning. Frisk- og tørvægt blev bestemt.

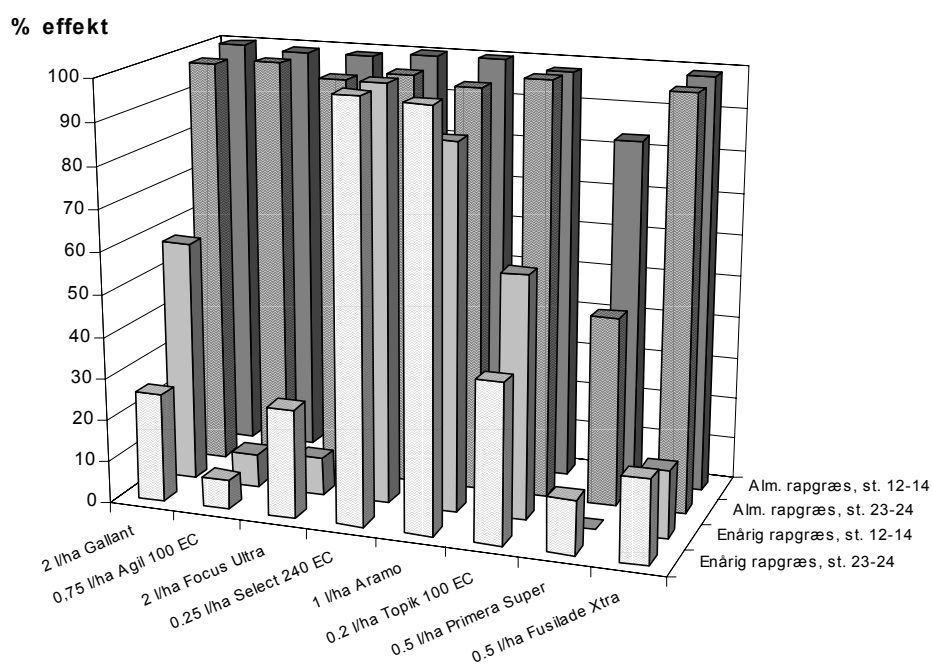
Resultater og diskussion

På begge udviklingstrin af almindelig rapgræs blev der opnået mere end 90% effekt med 1/9 normaldosering af følgende herbicider: Gallant (N= 2 l/ha), Agil 100 EC (N= 1.5 l/ha), Focus Ultra (N= 4 l/ha), Select 240 EC (N= 0.5 l/ha), Aramo (N= 2 l/ha) og Fusilade X-tra (N= 1 l/ha). Effekten over for agerrævehale var ligeledes over 90% ved 1/9 normaldosering af alle herbicider med undtagelse af Gallant og Aramo på det sene udviklingstrin, hvor der blev opnået ca. 85% effekt. Over for almindelig rajgræs var effekten af 1/3 normaldosering større end 90% af alle herbicider, men i 1/9 normaldosering faldt effekten af Gallant og Agil 100 EC til mellem 40 og 60%, mens de øvrige herbicider havde 80-90% effekt.

I forsøget med enårig og almindelig rapgræs blev der uanset udviklingstrin fundet en betydelig højere effekt over for almindelig rapgræs end over for enårig rapgræs af alle de afprøvede herbicider (figur 1). Med de fleste herbicider var der ikke væsentlig forskel på effekten på de to udviklingstrin, men med Gallant og Topik 100 EC på enårig rapgræs og Primera Super på almindelig rapgræs var effekten bedre ved sprøjtning på det tidlige

udviklingstrin end på det senere. Select 240 EC, Aramo og Gallant havde betydelig bedre effekt over for enårig rapgræs end de øvrige herbicider.

I et markforsøg i 2003 blev der opnået mere end 95% effekt over for almindelig rapgræs ved behandling med Primera Super (0.4 og 0.8 l/ha) og Topik 100 EC (0.2 og 0.4 l/ha) i efteråret. Effekten af 0.4 l/ha Primera Super faldt fra 95% ved sprøjtning i efteråret til 65% ved sprøjtning ved begyndende vækst i foråret, mens effekten af 0.2 l/ha Topik 100 EC faldt fra 98% ved efterårsbehandling til 87% effekt ved behandling i foråret. I gennemsnit af flere års markforsøg blev effekten af Primera Super over for agerrævehale halveret ved behandling i foråret frem for i efteråret. Disse forsøg viser også, at både Topik 100 EC og Primera Super har en betydelig effekt over for almindelig rapgræs og agerrævehale, når behandling udføres i efteråret.



Figur 1. Effekt af forskellige ACCase hæmmere over for enårig rapgræs og almindelig rapgræs på 2 udviklingstrin i semifieldforsøg. Focus Ultra blev udsprøjtet i blanding med 0.5 l/ha Dash, Select 240 EC og Topik i blanding med 0.5 l/ha Renol, Primera Super med 0.2% Isobleto og Fusilade X-tra med 0.1% Lissapol Bio. Efficacy of different ACCase inhibitors on *Poa annua* and *Poa pratensis* at two growth stages in a semifield experiment.

Spildkornsbekæmpelse

Spildkornsbekæmpelse i vinterraps kan udføres i september - oktober med Agil 100 EC, Gallant eller Fusilade X-tra eller senere på efteråret med Kerb. Vi har i et forsøg sammenlignet effekten af Agil 100 EC og Fusilade X-tra over for spildkorn af vår- og vinterbyg, vinterhvede og vinterrug på to forskellige udviklingstrin. Gallant blev ikke medtaget i forsøget, da den udgår af markedet. Ved tætte bestande af spildkorn kan det have betydning, hvor hurtigt konkurrencetrykket fjernes. Derfor har vi i et andet forsøg undersøgt nedvisningshastigheden af vinterbyg ved 2 forskellige klimaer efter behandling med forskellige herbicider.

Metode

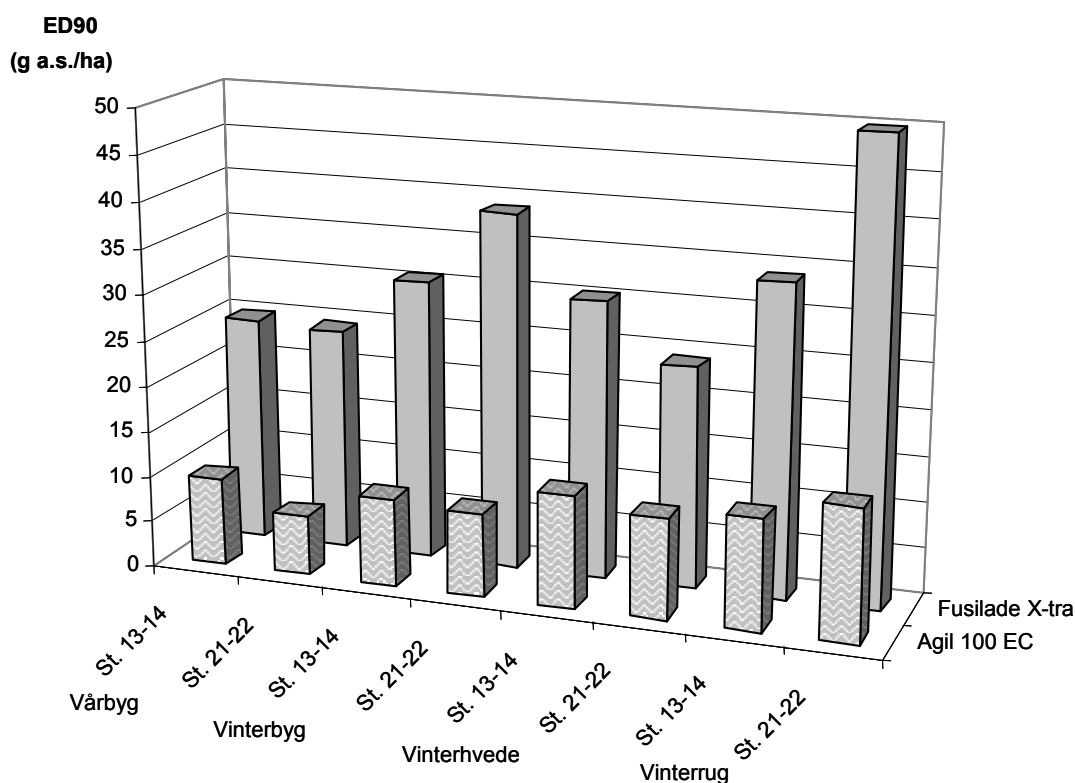
I det første forsøg blev vår- og vinterbyg, vinterhvede og vinterrug dyrket udendørs i potter i en jord, sand og sphagnumblanding. Planterne blev sået på 2 forskellige tidspunkter for at kunne sprøjte to forskellige udviklingstrin af hver art samtidig. Da planterne var på henholdsvis stadie 13-14 og 21-22 blev Fusilade X-tra (fluazifop-p-butyl, 250 g/l) + 0.1% Lissapol Bio og Agil 100 EC (propaquizafop, 100 g/l) udsprøjtet i 5 doseringer. Der blev anvendt Hardi ISO F-015 dyser og en vandmængde på 147 l/ha. Planterne blev høstet 4 uger efter sprøjtning, hvor frisk- og tørvægt blev bestemt. Ved hjælp af non-liniære regressioner blev doseringskurverne for de forskellige behandlinger estimeret, og ED₉₀ doseringerne blev bestemt.

I nedvisningsforsøget blev vinterbyg dyrket i væksthuse. Et døgn før sprøjtning blev potterne placeret i klimasimulatorer ved henholdsvis et normalt medio september klima og et klima, hvor temperaturen var 4°C lavere. Herbiciderne blev udsprøjtet i 2 doseringer på kornets stadie 13. Der blev anvendt en vandmængde på 148 l/ha. Følgende herbicider indgik i forsøget: Agil 100 EC (propaquizafop, 100 g/l, N=0.5 l/ha), Fusilade X-tra (fluazifop-p-butyl, 250 g/l, N=0.5 l/ha) + 0.1% Lissapol Bio, Gallant (haloxyfop, 125 g/l, N=0.5 l/ha), Focus Ultra (cycloxydim, 100 g/l, N=2 l/ha), Aramo (tepraloxymid, 50 g/l, N=1.5 l/ha) og Select 240 EC (clethodim, 240 g/l, N=0.5 l/ha) + 0.5 l/ha Renol. Der blev foretaget visuelle bedømmelser af nedvisningen henholdsvis 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19 og 25 dage efter sprøjtningen.

Resultater og diskussion

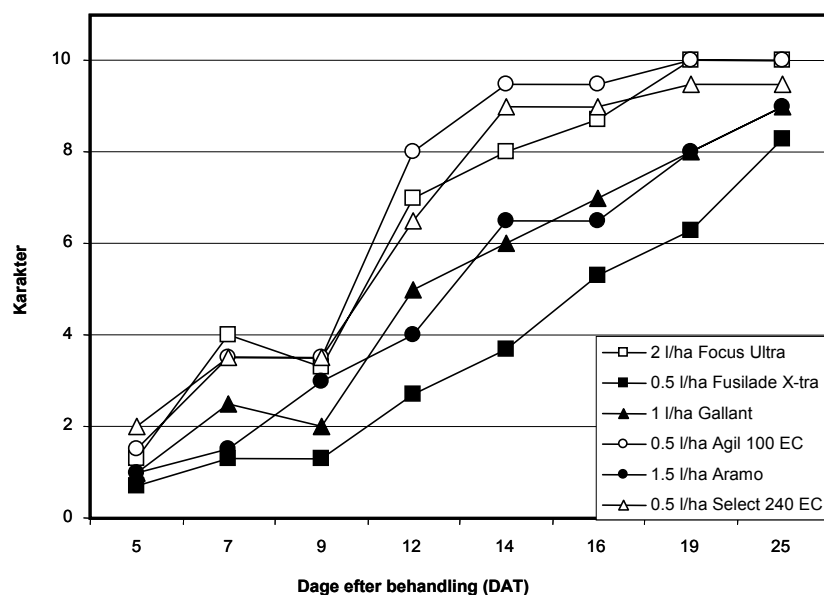
I figur 2 er de beregnede ED₉₀ doseringer for Fusilade X-tra og Agil 100 EC på de forskellige kornarter og udviklingstrin vist. Generelt var der større forskel på ED₉₀ doseringerne af Fusilade X-tra end af Agil 100 EC ved de forskellige behandlinger. Med Fusilade X-tra var der signifikant forskel på ED₉₀ doseringerne på de forskellige udviklingstrin af vinterbyg og vinterrug, mens det med Agil 100 EC kun var vinterrug, som krævede en signifikant højere dosering på det sene udviklingstrin. Vårbyg var på begge udviklingstrin og med begge herbicider signifikant lettere at bekæmpe end vinterrug, og vinterrug var efter buskning signifikant vanskeligere at bekæmpe end alle de øvrige arter. Generelt var der større forskel i

følsomhed mellem arterne efter buskning end på 3-bladstadiet. Resultaterne er i god overensstemmelse med en tidligere undersøgelse af bekæmpelse af spildkorn, hvor markforsøg dog viste en bedre bekæmpelse ved sen end ved tidlig behandling, muligvis på grund af nyfremspiring efter første sprøjtetidspunkt (Mathiassen *et al.*, 1992). Resultaterne viser, at indtil stadie 22 bør doseringen i højere grad fastsættes ud fra spildkorn-art end ud fra planternes udviklingstrin, og at behovet for doseringsjustering er større med Fusilade X-tra end med Agil 100 EC.



Figur 2. Beregnede ED₉₀ doseringer af Fusilade X-tra + Lissapol Bio og Agil 100 EC på forskellige arter og udviklingstrin af spildkorn. Semifieldforsøg. Calculated ED₉₀ doses of Fusilade X-tra and Agil 100 EC on different species and growth stages of volunteer cereals. Semifield experiment.

Figur 3 viser nedvisningsforløbet efter behandling med normaldosering af forskellige herbicider i normalt september klima. Nedvisning var ved begge klimaer og i begge doseringer hurtigere efter behandling med Focus Ultra, Agil 100 EC og Select 240 EC end med Gallant, Aramo og Fusilade X-tra. Forskelle indenfor disse to grupper varierede mellem klima og dosering. Det skal bemærkes, at Focus Ultra i dette forsøg er anvendt uden additiv. Nedvisningsforsøget viste, at temperaturen har stor indflydelse på nedvisningshastigheden. Ved normalt septembervejr blev 50% nedvisning opnået efter 9 til 12 dage, mens nedvisningseffekten i det kølige vejr var forsinket 4-5 dage. Det var primært perioden fra sprøjtning til de første symptomer viste sig, der blev forlænget ved det kolde klima. Aramo og Select 240 EC er ikke godkendt til anvendelse i vinterraps.



Figur 3. Nedvisning af vinterbyg efter behandling med forskellige ACCase hæmmere. Normalt medio september klima. Fusilade X-tra og Select 240 EC blev udsprøjtet i blanding med henholdsvis 0.1% Lissapol Bio og 0.5 l/ha Renol. Skala 0 til 10 (0= ubehandlet). Semifieldforsøg. Visual assessment of desiccation following treatment with different ACCase inhibitors. Fusilade X-tra and Select 240 EC were applied in mixture with 0.1% Lissapol Bio and 0.5 l/ha Renol respectively. X-axis is days after treatment (DAT) and y-axis is score (score: 0 to 10, 0= control). Normal medio September climate. Semifield experiment.

Bekæmpelse af hanespore og grøn skærmaks

Hanespore og grøn skærmaks er to græsukrudtsarter, som i de senere år har fået øget udbredelse i Danmark. Begge arter er varmekrævende, sent fremspirende og ret skyggefølsomme. De findes derfor mest udbredt i rækkesåede afgrøder, specielt majsmarker, hvor de har let ved at etablere sig på grund af den sene såning, og hvor de trives godt på grund af majsens ringe konkurrenceevne i den første del af vækstperioden. Begge arter kan af og til også optræde i kornafgrøder.

Der er meget lidt viden om mulighederne for bekæmpelse af hanespore og grøn skærmaks under danske forhold. I 2003 blev der foretaget en screening af forskellige herbiciders effekt over for hanespore og grøn skærmaks i et semifieldforsøg.

Metode

Hanespore (*Echinochloa crus-galli*) og grøn skærmaks (*Setaria viridis*) blev dyrket udendørs i pletter i en jord, sand og sphagnumblanding. Da planterne havde 3-4 blade, blev en række forskellige herbicider udsprøjtet i 3 doseringer. Følgende herbicider blev afprøvet i forsøget: Hussar (iodosulfuron, 50 g/kg) + 0.5 l/ha Renol, Lexus 50 WG (flupyralsulfuron, 500 g/kg) +

0.1% Lissapol Bio, Atlantis WG (mesosulfuron + iodosulfuron, 30 + 6 g/kg) + 0.5 l/ha Renol, Monitor (sulfosulfuron, 800 g/kg) + 0.1% Lissapol Bio, Primera Super (69 g/l fenoxaprop-p-ethyl) + 0.2% Isoblette, Topik 100 EC (clodinafop, 100 g/l) + 0.5 l/ha Renol, Grasp 80 WG (tralkoxydim, 800 g/kg) + 0.5 l/ha Renol, Fusilade X-tra (fluazifop-p-butyl, 250 g/l) + 0.1% Lissapol Bio, Agil 100 EC (propaquizafop, 100 g/l), Select 240 EC (clethodim, 240 g/l) + 0.5 l/ha Renol, Aramo (tepraloxym, 50 g/l), MaisTer (foramsulfuron + iodosulfuron, 300 + 10 g/kg) + 2 l/ha MaisOil og Titus (rimsulfuron, 250 g/kg) + 0.1% Lissapol. Der blev anvendt Hardi ISO F-015 dyser og en vandmængde på 147 l/ha. Sprøjtningen blev udført i starten af september måned, og planterne blev efterfølgende anbragt i væksthuse for at sikre tilstrækkelig høj temperatur for fortsat vækst. Planterne blev høstet 4 uger efter sprøjtning, hvor frisk- og tørvægt blev bestemt.

Resultater og diskussion

Resultaterne af forsøget tyder på, at grøn skærmaks generelt er lidt vanskeligere at bekæmpe end hanespore. På begge arter blev der opnået meget høj effekt af alle doseringer af 'fop' og 'dim' midlerne (Primera Super, Grasp 80 WG, Fusilade X-tra, Agil 100 EC, Select 240 EC og Aramo) med undtagelse af Topik 100 EC, hvor effekten var reduceret en del i den laveste dosering. Atlantis WG var det sulfonylureamid i korn, som havde bedst effekt over for grøn skærmaks. Effekten over for begge arter af Lexus var god i normaldosering, men blev på grøn skærmaks reduceret en del i nedsatte doseringer. Effekten over for grøn skærmaks af Hussar var markant dårligere end af Atlantis WG, hvilket tyder på, at mesosulfuron er mere aktivt end iodosulfuron på denne art, mens det omvendte var tilfældet på hanespore, hvor Hussar virkede bedre end Atlantis WG. MaisTer og Titus, som også er sulfonylurea herbicider til brug i henholdsvis majs og kartofler, havde god effekt over for begge ukrudtsarter i alle doseringer.

Resultaterne kan ikke umiddelbart omsættes til forventet markeffekt, da planterne ofte er lettere at bekæmpe i semifieldforsøg end i marken. Dette skyldes, at en række forhold af betydning for vækst af planterne og virkning af herbiciderne er optimerede i semifieldforsøg. Resultaterne kan derimod bruges til at rangordne de forskellige herbicider i forhold til deres effekt over for de to arter. Forsøget tyder på, at der er gode muligheder for bekæmpelse af hanespore og grøn skærmaks i alle landbrugsafgrøder.

Regnfasthed af sulfonylurea herbicider

Regn kort tid efter sprøjtning kan reducere effekten af herbicider, idet midlerne afvaskes. Regnfastheden af et herbicid afhænger af optagelseshastighed, vedhæftningsevne og vandopløselighed, og der er således mange forhold, som kan påvirke regnfastheden herunder temperatur og luftfugtighed efter sprøjtning, ukrudtsart og additivtilsætning. Generelt anses 2-6 timers tørvejr for at være tilstrækkeligt til at sikre fuld effekt af en sprøjtning med et

sulfonylurea herbicid. I denne undersøgelse er regnfastheden inden for de første 4 timer efter sprøjtning af en række sulfonylurea herbicider i blanding med relevante additiver undersøgt.

Metode

Lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum*), raps (*Brassica napus*) og almindelig rajgræs (*Lolium perenne*) blev dyrket udendørs i pletter i en jord, sand og sphagnumblanding. Raps og almindelig rajgræs blev behandlet på 4-bladstadiet og lugtløs kamille på 8-bladstadiet. Regnfastheden af Express 75 DF (tribenuron, 750 g/kg) + 0.1% Lissapol Bio og Ally 20 DF (metsulfuron, 200 g/kg) blev undersøgt på lugtløs kamille og raps, mens regnfastheden af Hussar (iodosulfuron, 50 g/kg) + 0.5 l/ha Renol, Titus (rimsulfuron, 250 g/kg) + 0.1% Lissapol Bio og MaisTer (foramsulfuron + iodosulfuron, 300 g/kg + 10 g/kg) + 0.6 l/ha MaisOil blev testet på lugtløs kamille og almindelig rajgræs. Sprøjtning blev udført med Hardi ISO F-015 dyser med en ydelse på 147 l/ha. Regnbehandling blev udført i en regnsimulator 1.5 og 4 timer efter sprøjtning. Der blev behandlet med 5 mm regn ved en intensitet på 20 mm/time. Planterne blev høstet 3 uger efter sprøjtning, hvor frisk- og tørvægt blev bestemt. Ved hjælp af non-liniære regressioner blev doseringskurverne for de forskellige behandlinger estimeret, og ED₉₀ doseringerne blev bestemt.

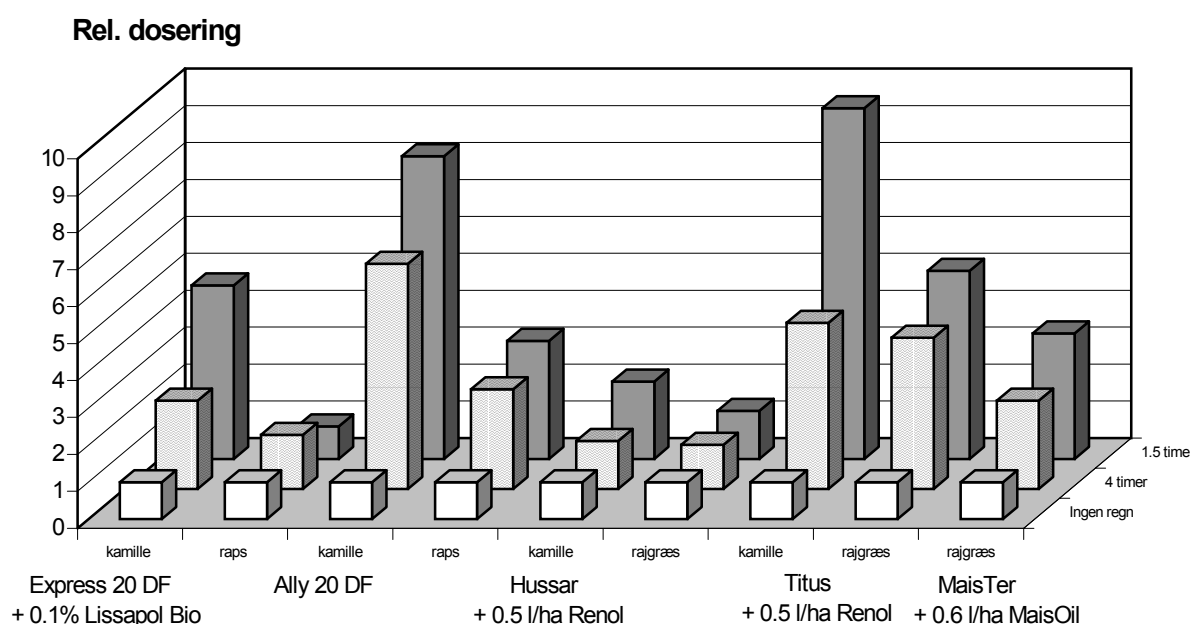
Resultater og diskussion

Regnfastheden af de forskellige herbicider er vist i figur 4. Figuren viser, hvor meget doseringerne skal øges i tilfælde af regn sammenlignet med doseringen uden regn for at opnå samme effekt. Resultaterne viser, at regnfastheden af herbiciderne kan rangordnes som følger: Hussar > Express 75 DF > MaisTer > Ally 20 DF > Titus. Den bedste regnfasthed blev således fundet med Hussar, som var regnfast på både lugtløs kamille og almindelig rajgræs 4 timer efter udsprøjtning. Express 75 DF var ligeledes regnfast på raps efter 4 timer, mens regnfastheden på lugtløs kamille var mindre. Resultaterne illustrerer således, at der kan være forskel i regnfastheden på forskellige ukrudtsarter.

Vandopløseligheden af de forskellige aktivstoffer kan i nogen grad forklare forskelle i midlernes regnfasthed. Ved pH 7 stiger midlernes opløselighed i rækkefølgen tribenuron (2040 mg/l), metsulfuron (2790 mg/l), foramsulfuron (3300 mg/l), rimsulfuron (7300 mg/l) og iodosulfuron (25.000 mg/l). For de 4 førstnævnte aktivstoffer er der således en god sammenhæng mellem vandopløselighed og regnfasthed med undtagelse af rækkefølgen af metsulfuron og foramsulfuron. I en tidligere undersøgelse fandt vi, at Ally 20 DF var mere regnfast end Express 75 DF, når midlerne blev udsprøjtet uden additiv. Ved tilsætning af 0.1% Lissapol til sprøjteopløsningerne blev effekten af begge herbicider forøget, og regnfastheden af de to herbicider var ens (Kudsk *et al.*, 1989). I indeværende undersøgelse blev Ally 20 DF udsprøjtet uden additiv, hvilket formodentlig er årsagen til, at regnfastheden forholdsmæssigt er dårligere end forventet ud fra forskelle i vandopløselighed. Titus og MaisTer er udsprøjtet i blanding med additiver, som os bekendt primært er udvalgt med henblik på at optimere effekten af disse midler, mens det er uvist, i hvor høj grad disse additiver påvirker regnfastheden. Iodosulfuron skulle teoretisk set have den ringeste

regnfasthed. Tidligere undersøgelser har da også vist, at regnfastheden af Hussar udsprøjtet alene er meget ringe. Til gengæld har et omfattende udviklingsarbejde med Hussar ført til en optimering af additivtilsætning. De omtalte undersøgelser viste, at nogle af de additiver, som forbedrede effekten af Hussar, havde en negativ effekt på regnfastheden, men også at det var muligt at finde et additiv, som optimerede såvel effekt som regnfasthed (Mathiassen & Kudsk, 2002).

Med hensyn til forskel på regnfasthed på forskellige ukrudtsarter viser resultaterne, at både Express og Ally har en bedre regnfasthed på raps end på lugtløs kamille, mens regnfastheden af Hussar og Titus er bedre på almindelig rajgræs end på lugtløs kamille. Raps og almindelig rajgræs er arter, som er vanskelige at befugte sammenlignet med lugtløs kamille. Resultaterne indikerer, at herbiciderne lettere afvaskes fra en let befugtbar bladoverflade, hvilket vi også har påvist i en tidligere undersøgelse (Kudsk, 1989).



Figur 4. Regnfasthed af forskellige sulfonyleurea herbicider udtrykt som relativ dosering ved regnbehandling i forhold til behandling uden regn for opnåelse af samme effekt. Express, Hussar, Titus og Maister udsprøjtet i blanding med additiver (se teksten). Rainfastness of sulfonyleurea herbicides expressed as relative dose for rain treatments compared to 'no rain' for obtaining the same level of control. Express, Hussar, Titus and MaisTer were applied in mixture with adjuvants.

Sammendrag

I denne artikel fremlægges nye aktuelle resultater af herbicidforsøg, som vurderes at have speciel interesse for praksis. Der er derfor tale om flere vidt forskellige emner som sammenligning af effekten af acetyl-CoA carboxylase (ACCase) hæmmere over for forskellige græsukrudsarter, bekæmpelse af spildkorn, bekæmpelse af hanespore og grøn skærmaks og regnfasthed af sulfonylurea herbicider. Sammenligningen af ACCase hæmmere viste en meget høj effekt af alle herbicider over for agerrævehale, almindelig rajgræs og almindelig rapgræs. Med undtagelse af Select 240 EC, Aramo og Gallant var der kun ringe effekt over for enårig rapgræs. I markforsøg blev der opnået bedre effekt over for almindelig rapgræs ved behandling med Primera Super og Topik i efteråret fremfor i foråret.

Udviklingstrin og specielt kornart havde større betydning for følsomheden af spildkorn over for Fusilade X-tra end over for Agil 100 EC. Med begge herbicider var rug den vanskeligste art at bekæmpe. Et andet forsøg viste, at nedvisningen var hurtigere efter behandling med Focus Ultra, Select 240 EC og Agil 100 EC end efter behandling med Fusilade X-tra, Gallant og Aramo, og at nedvisningen startede og forløb hurtigere ved højere temperatur. Ved screening af forskellige herbiciders effekt over for grøn skærmaks og hanespore blev der fundet gode muligheder for bekæmpelse i alle landbrugsafgrøder. Hanespore var generelt lettere at bekæmpe end grøn skærmaks. En sammenligning af regnfastheden af en række sulfonylureamidler i blanding med relevante additiver viste en betydelig bedre regnfasthed af Hussar og Express 75 DF end af Ally 20 DF, Titus og MaisTer.

Litteratur

- Kudsk P, Mathiassen S & Kristensen J.* 1989. The rainfastness of five sulfonylurea herbicides on *Sinapis alba* L. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 54/2a, p. 327-332.
- Kudsk P.* 1989. Herbicide rainfastness on indoor and outdoor pot-grown plants. Aspects of Applied Biology, 21, s. 133-135.
- Mathiassen S & Kudsk P.* 2002. The influence of adjuvants on the rainfastness of iodosulfuron. Proc. 12th EWRS Symposium, 206-207.
- Mathiassen SK, Kudsk P, Jensen PE & Rydahl P.* 1992. Bekæmpelse af spildkorn i vinterraps. Tidsskrift for Planteavl (1992), 86, (S-2178), s. 61-70.

Svampebekæmpelse - sidste nyt fra landsforsøgene

Fungicide control – latest news from the national field trials

Ghita Cordsen Nielsen

Dansk Landbrugsrådgivning

Landscentret|Planteavl

Udkærsvej 15, Skejby

DK-8200 Århus N

Summary

Extract of results from national field trials in 2003 with fungicide control in winter wheat. The highest net extra yields from ear protection was obtained with a mixture of Comet (pyraslostrobin) + Opus (epoziconazol). In 2003 the optimum doses for ear protection was within the interval $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ doses. The resistance in Septoria against strobilurins has made it necessary to quantify the physiologic effect of strobilurins.

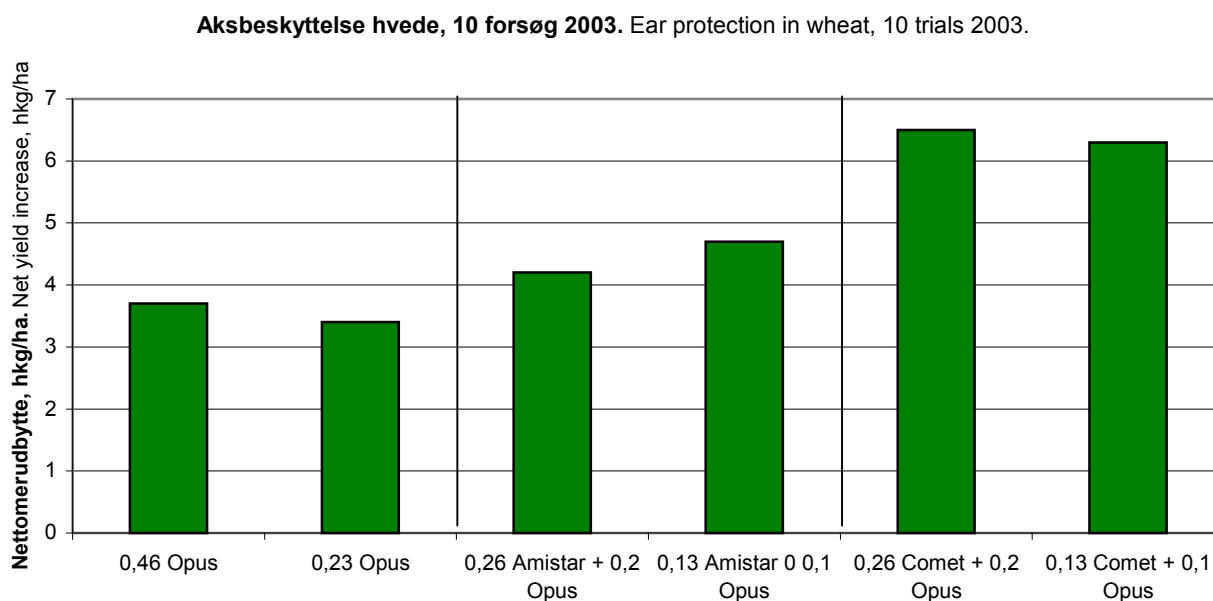
Indledning

I det følgende vil der blive fokuseret på udvalgte resultater fra landsforsøg med svampebekæmpelse i hvede i 2003. Resultater fra landsforsøg med svampebekæmpelse i vårbyg og raps er vist i andre afsnit i denne publikation.

Udbyttestigning med strobiluriner

I hvede er der i de senere år opnået en udbyttestigning ved at anvende strobiluriner. Se figur 1.

Fordelen ved at anvende Comet + Opus i stedet for ren Opus har i 2003 været netto 2,8-2,9 hkg/ha afhængig af, hvilken dosis, der sammenlignes. Opus blev godkendt i 2003. Opus er et væsentligt stærkere triazol end Folicur og især end Tilt.



Figur 1. Opnåede nettomerudbytter for aksbeskyttelse med forskellige midler i vinterhvede, 10 landsforsøg 2003. Net yield increase obtained through ear protection with different agents in winter wheat, 10 national field trials.

Forsøgene er udført med midlet Opera, som i skrivende stund ikke er godkendt. Normaldoseringen på 1,5 l Opera indeholder 0,8 l Comet + 0,6 l Opus.

Dosering ved aksbeskyttelsen

Den optimale dosering ved aksbeskyttelsen fremgår af tabel 1.

Det fremgår, at nettomerudbyttet er beregnet ved forskellige hvedepriser. Jo højere kornpris jo højere indsats er der tendens til er rentabel. Kunsten består i ved aksbeskyttelsen at kunne vurdere, hvad kornprisen bliver f.eks. 6-8 måneder senere.

Tabel 1. Nettomerudbytter ved forskellige doser af Opera ved aksbeskyttelsen, 11 landsforsøg 2003. Net yield increase at different doses of Opera for ear protection, 11 national field trials 2003.

Vinterhvede	Be-handlings-indeks	Pct. dækning med Pct. coverage with			Hkg kerne pr. ha Hkg kernel per ha			
		mel-dug Eryp-siphe spp.	Sep-toria	gul-rust Puccini a strii-formis	Udbytte og mer-udbytte Yield and yield increase	Netto-mer-udbytte, korn= 75 kr.	Netto-mer udbytte, korn= 95 kr.	Netto-mer udbytte, korn = 115 kr.
		ca. 6/7				Net yield increase, cereals=75 DKK	Net yield increase cereals=95 DKK	Net yield increase, cereals=115 DKK
	Treatment index							
2003. 11 forsøg								
1. Ubehandlet	0	4	28	0	67,0	-		
2. 0,25 l Opus Team 0,75 l Opera	0,95	1	9	0	12,7	5,1	6,7	7,8
3. 0,25 l Opus Team 0,5 l Opera	0,72	2	11	0	12,0	6,0	7,3	8,1
4. 0,25 l Opus Team 0,375 l Opera	0,60	2	10	0	11,5	6,3	7,4	8,1
5. 0,25 l Opus Team 0,25 l Opera	0,48	2	11	0	10,3	5,9	6,8	7,4
6. 0,25 l Opus Team 0,125 l Opera	0,37	2	12	0	8,3	4,7	5,4	5,9
7. 0,75 l Opera	0,70	2	11	0	11,5	5,9	7,1	7,8
8. 0,5 l Opera	0,47	2	11	0	10,7	6,7	7,5	8,1
9. 0,375 l Opera	0,35	2	12	0	10,0	6,8	7,4	7,9
10. 0,25 l Opera	0,23	2	12	0	9,2	6,8	7,3	7,6
11. 0,125 l Opera	0,12	2	13	0	7,9	6,2	6,6	6,8
LSD 1-11					1,6			
LSD 2-11					1,4			

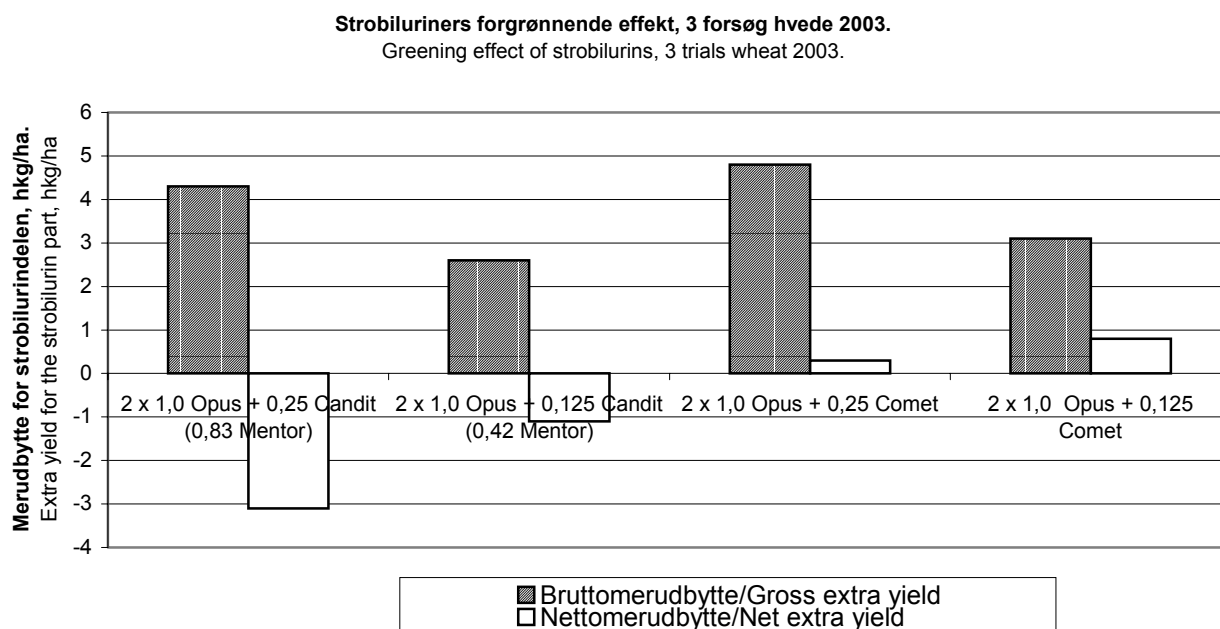
Led 2-6 behandlet i stadium 31-32 og stadium 45-51. Plot 2-6 treated in growth stage 31-32 and 45-51.

Led 7 -11 behandlet i stadium 45-51. Plot 7-11 treated in growth stage 45-51.

Strobilurinresistent Septoria

I 2004 forventes der mange steder resistens hos Septoria mod strobiluriner. Forsøgene vil i 2004 derfor fokusere på, om strobiluriner fortsat skal anvendes. Strobiluriner har en fysiologisk effekt, så det forventes, at strobiluriner fortsat skal anvendes, men det skal belyses, hvilket strobilurin og i hvilken dosis, der er mest optimal ved de gældende prisforhold. I 2003 er der udført indledende forsøg. Se figur 2. På grund af resistensen anbefales blandingsforholdet mellem strobilurin og triazol ændret fra 1:1 til 1:2 eller 1:3 i 2004. Ønskes der ved aksbeskyttelsen f.eks. anvendt 0,25 l/ha Comet + 0,25 l/ha Opus,

ændres dette til 0,15 l/ha Comet + 0,35 l/ha Opus. Ved en delt aksbeskyttelse anvendes f.eks. to behandlinger med 0,1 l/ha Comet + 0,2 l/ha Opus mod før 0,15 l/ha Comet + 0,15 l/ha Opus.



Figur 2. Opnåede merudbytter for at tilsætte strobilurin til to behandlinger med 1,0 l/ha Opus i vækststadium 39 og 2-3 uger senere, 3 landsforsøg 2003. Yield increase obtained by adding strobilurins to two treatments with 1.0 l/ha Opus in growth stage 39 and 2-3 weeks later, 3 national field trials 2003.

Opus er udsprøjtet to gange i fuld dosering for at bekæmpe Septoria effektivt. Det fremgår, at der er opnået et yderligere merudbytte med de to strobiluriner pyraclostrobin (Comet) og Candit. Candit indeholder strobilurinet kresoximmethyl, som sammen med Corbel indgår i Mentor. Candit er ikke godkendt i landbrugsafgrøder, men Mentor er. Den anvendte dosering af Candit har dog været alt for høj og er ikke rentabel. Forsøgene fortsætter i 2004.

Svampebekæmpelse i forskellige hvedesorter

I tabel 2 ses resultater fra forsøg med svampebekæmpelse i tre sorter med forskellig resistens mod svampesygdomme.

Tabel 2. Svampebekæmpelse i tre hvedesorter, 10 landsforsøg 2003. Fungicide control in three wheat varieties, 10 national field trials 2003.

Vinterhvede	Be-hand-lings-in-deks Treat-ment indexs	Pct. dækning med			Hkg kerne pr. ha		Pct. dækning med			Hkg kerne pr. ha		Pct. dækning med			Hkg kerne pr. ha		
		mel-dug Erypsiphe spp.	Sep-toria	gul-rust Puccinia striiformis	Udb. og mer-udb. Yield and yield increase	Netto-mer-ud-bytte Yield and yield increase	mel-dug Erypsiphe spp.	Sep-toria	gul-rust Puccinia striiformis	Udb. og mer-udb. Yield and yield increase	Netto-mer-ud-bytte Net yield increase	mel-dug Erypsiphe spp.	Sep-toria	gul-rust Puccinia striiformis	Udb. og mer-udb. Yield and yield increase	Netto-mer-ud-bytte Net yield increase	
ca. 3/7					ca. 3/7					ca. 3/7							
2003. 10 forsøg		Kris					Solist					Boston					
1. Ubehandlet	0	0,8	26	0	68,4	-	2	13	0	71,1	-	4	15	0	70,6	-	
2. 0,25 l Opus Team																	
0,25 l Opera																	
0,25 l Opera	0,72	0,3	7	0	11,4	4,5	1	5	0	7,5	0,6	2	7	0	8,5	1,6	
3. 0,25 l Opera																	
0,25 l Opera	0,47	0,4	7	0	11,6	6,7	0,9	5	0	6,7	1,8	2	6	0	7,4	2,5	
4. 0,25 l Opus Team																	
0,25 l Opera	0,48	0,4	7	0	10,5	6,1	0,9	5	0	6,5	2,1	2	6	0	7,1	2,7	
5. 0,25 l Opus Team																	
0,5 l Opera	0,72	0,3	7	0	11,4	5,4	1	5	0	7,1	1,1	2	6	0	8,8	2,8	
6. 0,25 l Opera	0,23	0,4	10	0	8,7	6,2	1	5	0	5,5	3,0	2	7	0	6,4	3,9	
7. 0,5 l Opera	0,47	0,5	9	0	9,3	5,3	1	5	0	6,8	2,8	3	7	0	7,9	3,9	
LSD 1-7					2,2		1,6					2,0					
LSD 2-7					1,3		1,1					1,3					
Led 2 behandlet i stadium/treated in stage																	
			30-31	-	35-37	-	59-61.										
Led 3 behandlet i stadium/treated in stage																	
			-	-	35-37	-	59-61.										
				31													
Led 4 og 5 behandlet i stadium/treated in stage																	
			-	32	-	45-51	-										
Led 6 og 7 behandlet i stadium/treated in stage																	
			-	-	-	45-51	-										

I tabel 3 ses en oversigt over udbredelsen af sorter i indeværende sæson. På ca. 20 pct. af arealet dyrkes sorter, som er mindre modtagelige mod Septoria.

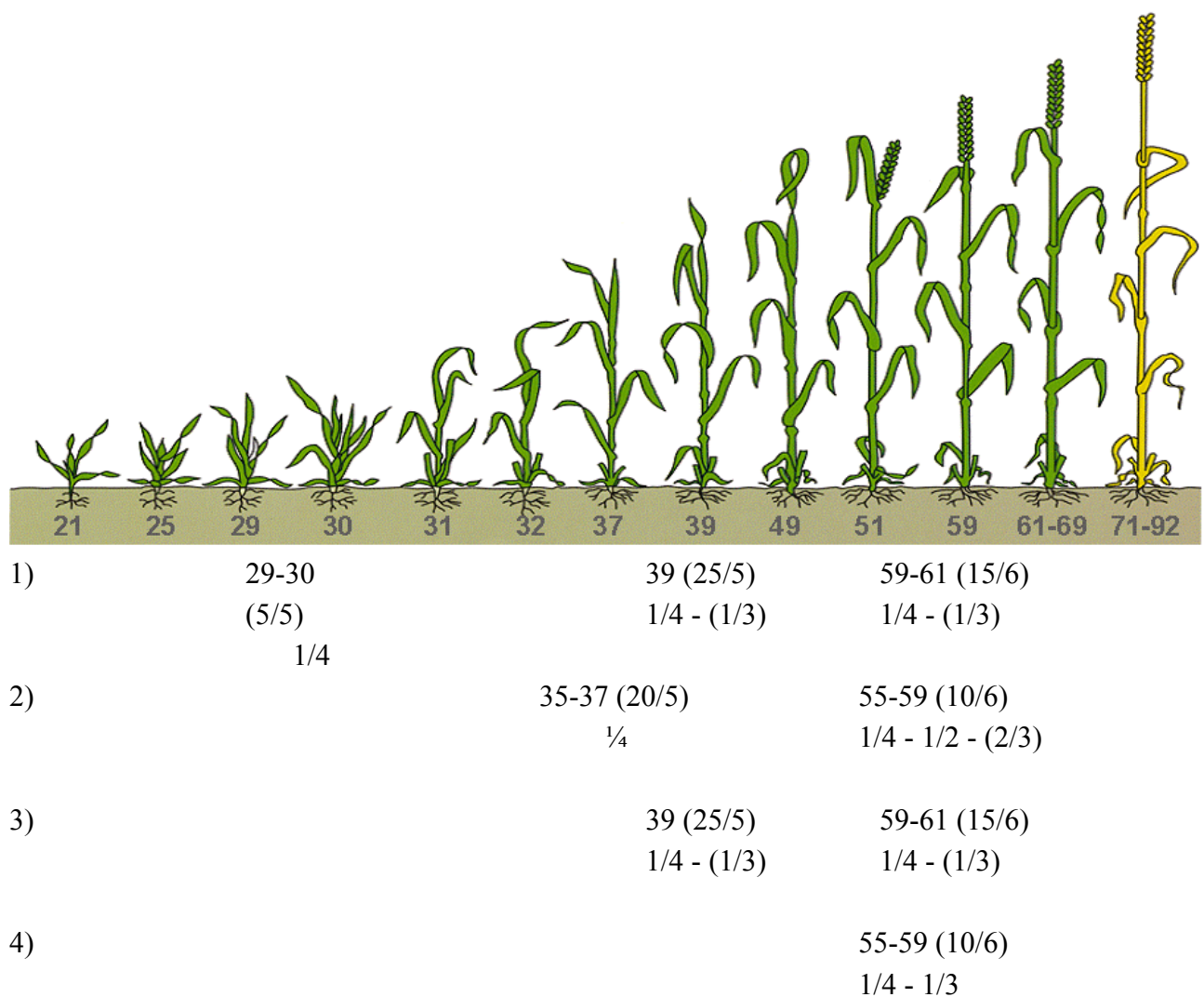
Tabel 3. De mest udbredte hvedesorter i indeværende sæson. The most used wheat varieties this season.

Sort	Pct. af hvedeareal
Deben	15
Grommit	13
Hattrick	12
Solist *	11
Bill	8
Ritmo	8
Galicia	6
Senat *	6
Symbol	4
Kris	4
Skater	3
Biscay	3
Robigus *	2

* = mindre modtagelig mod Septoria

Strategier for svampebekæmpelse i hvede

Afhængig af, hvor tidligt angrebene dukker op i hvede, bliver der i Danmark ofte anvendt en af de i figur 3 viste strategier.



Figur 3. Strategier for svampebekæmpelse i vinterhvede afhængig af angrebstidspunkt.
Strategies for fungicide control in winter wheat dependent on time of attack.

Sammendrag

Udvalgte resultater fra landsforsøg i 2003 med svampebekæmpelse i vinterhvede vises. De højeste nettomerudbytter ved aksbeskyttelsen er opnået med blandingen Comet (pyraclostrobin) + Opus (epoxiconazol). Den optimale dosering ved aksbeskyttelsen lå i 2003 i intervallet kvart til halv dosering. Resistens hos Septoria mod strobiluriner har gjort det nødvendigt at kvantificere den fysiologiske effekt af strobiluriner.

Kan landbruget reducere pesticidforbruget yderligere?

Is it possible for the Danish farmers to reduce the use of pesticides any further?

Carl Åge Pedersen
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Planteavl
Udkærsvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N

Summary

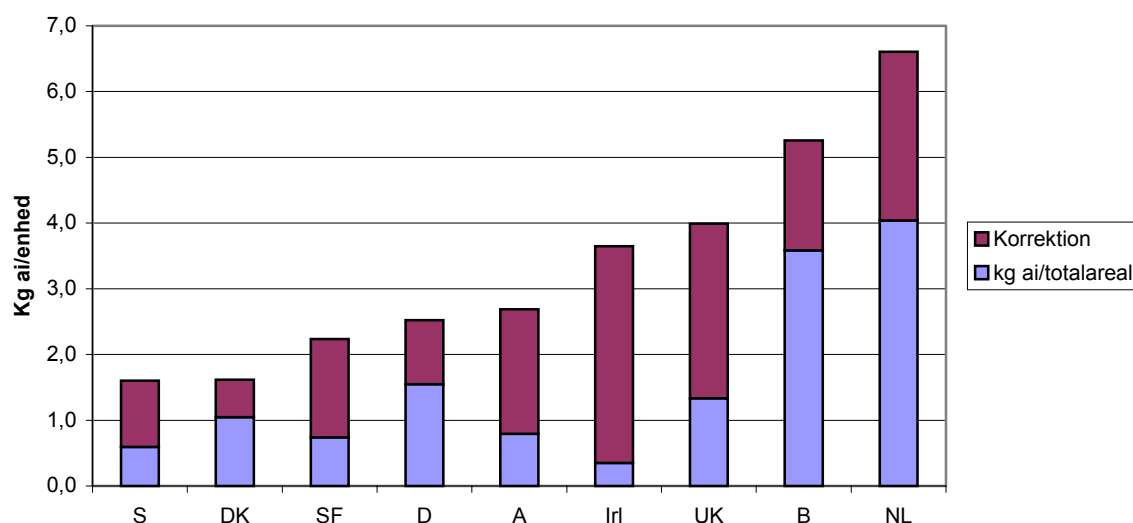
Despite the fact that the use of pesticides on cultivated Danish fields is among the absolute lowest in the rich part of the world, it should still be possible to reduce it by approx. 15 per cent without any large net costs for the farmers. But it will not happen by itself, and it will probably be necessary to document that the necessary effort has a positive net effect on human health and the environment. At the moment this documentation is not present.

Lavt pesticidforbrug i Danmark

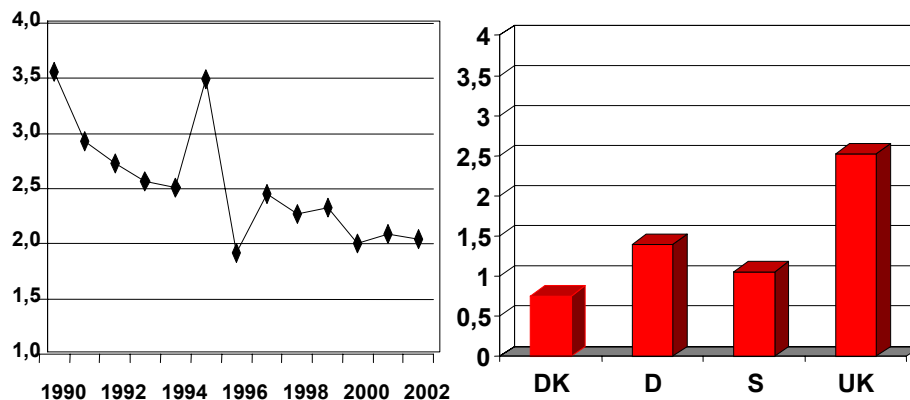
Det danske pesticidforbrug er blandt det absolut laveste i Europa. Figur 1 viser forbruget i forskellige europæiske lande i 2002 opgjort i forhold til det samlede dyrkede areal, og i forhold til produktionen af de væsentligste salgsafgrøder.

Da Pesticidhandlingsplan II blev vedtaget var det danske forbrug meget lavt (Bicheludvalget, 1999). Ikke desto mindre vedtog man Pesticidhandlingsplan II, der krævede af dansk landbrug, at pesticidforbruget blev reduceret til et behandlingsindeks under 2,0 i 2002. Landbruget har faktisk levet op til dette mål. (Se figur 2).

Forbrug af aktivstof i EU-lande



Figur 1. Forbruget af aktivstof pr. ha i nordlige EU-lande i 2002. Nederst ses totalforbruget delt ud på det totale landbrugsareal. Søjlerne samlede længde viser totalforbruget af aktiv stof i forhold til størrelsen af produktionen af korn, raps, sukkerroer og kartofler, vægtet som kg a.i. pr. 6 tons korn, 3 tons raps, 10 tons kartofler, og 30 tons sukeroer. Bemærk, at forbruget på denne måde bliver overvurderet, idet forbruget af pesticider til andre afgrøder på marken og i væksthuse indgår i opgørelsen af det samlede forbrug. Søjlerne højde kan derfor alene anvendes som grove forholdstal for et areal-, behovs- og udbyttevægtet forbrug i de sprøjtede afgrøder. Kilde: (Anon. 2003 (a) og egne beregninger). The consumption of active ingredient per ha in Northern EU countries in 2002. The total consumption distributed on the total agricultural area is shown at the bottom. The total height of the columns show the total consumption of active ingredient in proportion to the extent of the production of cereals, oilseed rape, sugar beets and potatoes, weighted at kg of a.i. per 6 tonnes of cereals, 3 tonnes of oilseed rape, 10 tonnes of potatoes and 30 tonnes of sugar beets. Please note that the consumption in this way is overestimated, as the consumption of pesticides for other crops in the field and in greenhouses is included in the calculation of the total consumption. The height of the columns can therefore only be used as rough proportionals for an area-, need- and yield-weighted consumption in the sprayed crops. Anon. 2003 (a) and own calculations.



Figur 2. Behandlingshyppighed i alt i DK (kurve) typisk behandlingsindeks alene til svampe og vækstregulering i hvede (søjler). Kilde: Pedersen 2003. Total treatment frequency in Denmark (curve); typical treatment index only for fungi and growth regulation in wheat (columns).

Ovenstående mål er blandt andet nået gennem en intens forsknings-, udviklings-, uddannelses- og rådgivningsindsats, samt ikke mindst en motivation hos danske landmænd til at vise, at de kun sprøjter, når der er behov for det, med det rigtige middel og en dosering, der netop er tilstrækkelig til at holde mængden af skadevoldere på et niveau, således at for store økonomiske eller kvalitetsmæssige tab undgås.

Se eventuelt pjecen: Pesticidhandlingsplan II, Rådgivning nytter (Nielsen *et al.*, 2003).

Baggrund for målene i pesticidhandlingsplanerne og i den nye Pesticidplan 2004-2009 (Anon. 2003 (b)) er udredningen foretaget af Bicheludvalget i 1998 (Bichel, 1998).

Konklusionen i Bicheludvalget forudsatte, at der blev gjort en meget stor indsats såvel i hele forskningskæden som i informations-, uddannelses- og rådgivningsleddet. Fra Bicheludvalget kan citeres følgende:

Anbefaling

Intensiveret forskning

Udvalget anbefaler en intensiveret forskning i forbedring og udvikling af alternative metoder, så de bliver økonomisk konkurrencedygtige. Ligesom det anbefales, at man så vidt det er muligt, udnytter de markedsmæssige mekanismer til at lave sædskifter med mindst mulig behandlingsintensitet.

En mere intensiv indsats i forlængelse af de allerede eksisterende forskningsaktiviteter kan bl.a. anbefales på følgende områder:

Især vurderes nedenstående som potentielle og vigtige at støtte:

- *Forebyggende og ikke-kemisk relaterede bekæmpelsesmetoder:*
 - ◆ *Forskning i skadegøreres populationsdynamik i forskellige dyrkningssystemer/bedrifter*
 - ◆ *Forskning i forebyggelsesstrategier via afgrødevalg og kulturtekniske faktorer herunder indflydelsen af gødningsniveau på skadegørere*
 - ◆ *Udvikling af nye teknikker til mekanisk ukrudtsbekæmpelse*
 - ◆ *Udvikling af lugerobotter, som kan afløse manuel lugning*
 - ◆ *Udvikling af sorter med forbedret resistens og forskning i mekanismerne bag resistens*
 - ◆ *Forskning og udvikling af alternative metoder til bekæmpelse af udsædsbårne sygdomme*
- *Kemisk relaterede områder:*
 - ◆ *Intensiveret udvikling af varslings- og beslutningsstøttesystemer, som kan forudsige de situationer, hvor der vil udvikles betydelige angreb, som bør afbødes med sprøjtning*
 - ◆ *Udvikling af beslutningsstøttesystemer for specialafgrøder, som inddrager både forebyggelse og kemisk bekæmpelse*
 - ◆ *Udvikling af forbedrede kemiske bekæmpelsesmetoder til anvendelse i kombination med mekanisk bekæmpelse i rækkesåede afgrøder*
 - ◆ *Udvikling og anvendelse af informationsteknologi til formidling af viden og vejledning i plantebeskyttelse*
 - ◆ *Udvikling af positionsbestemt plantedyrkning og plantebeskyttelse, hvor bekæmpelsen begrænser sig til de områder af marken, hvor der er behov for bekæmpelse eller regulering af skadegørere*
 - ◆ *Intensiveret fokus på håndteringen af pesticider i forbindelse med påfyldning og rengøring af sprøjter.*
 - ◆ *Intensiveret fokus på sprøjteteknik, der kan mindske risikoen for afdrift*
 - ◆ *Vurdering af sammenhæng mellem udbyttetab, sprøjtetidspunkt og restkoncentrationer i fødevarer, med henblik på at minimere indtaget af pesticider*

Rådgivning

For at få formidlet forskningsresultater ud er det vigtigt, at der sker en koordineret indsats for at sikre, at alle tilgængelige informationer kommer ude til jordbrugerne.

Udvalget anbefaler følgende strategi for dette:

- *Rådgivning om strategisk planlægning med valg af sort og sædskifte*
- *Etablering af lokale og nationale varslingsystemer*
- *Formidling af varslingsfor sygdomme og skadedyr*
- *Demonstrationsbrug som illustrerer problemstillinger omkring forskellige beskyttelsesniveauer og sædskifter*

- *Indøvelse af beslutningsværktøjer og tilgængelighed via f.eks. internettet*
- *Etablering af erfagrunder med fokus på lavt pesticidforbrug*

Den indsats, der blev gjort fra 2000 til 2002, koncentrerede sig hovedsageligt om den anvendelsesorienterede forskning samt uddannelse, rådgivning og information. Derimod blev der kun i begrænset grad skabt væsentlig ny grundlæggende viden om skadevoldere mv. Det er derfor fuldstændig afgørende for mulighederne for at nå målet, at forskningsindsatsen bliver intensiveret i de kommende år, samt at der ikke sker en svækkelse af indsatsen på informations-, uddannelses- og rådgivningsområdet.

Desværre er der ikke til Pesticidplan 2004-2009 afsat nær samme beløb til opfølgning, som der blev afsat i forlængelse af Pesticidplan II. Det kan derfor blive vanskeligt at nå det opstillede mål.

Motivation for landmænd

Oplægget til Pesticidplan 2004-2009 var to rapporter udarbejdet af Fødevareøkonomisk Institut (FØI) (Christensen & Huusom, 2003; Ørum, 2003). Heraf fremgår det, at det ikke er nok at fremskaffe den nødvendige viden om skadevoldernes biologi mv. og at få den formidlet til landmændene. Det er også meget nødvendigt, at landmændene er motiverede for at reducere pesticidforbruget. Der er nemlig ikke væsentlige økonomiske argumenter for at reducere pesticidforbruget fra eksempelvis 2,0 til 1,7 i behandlingsindeks.

Tværtimod konkluderer FØI, at det nuværende pesticidforbrug meget vel kan være driftsøkonomisk optimalt, idet en yderligere reduktion vil kræve, at man sætter plantebeskyttelsen over alle andre opgaver, også selvom man er i en tidsmæssig presset situation. Det kræver også, at man konstant tilpasser middelvalg og dosering til de aktuelle problemer i de enkelte marker. Det er altså arbejdsmæssigt noget mere krævende at praktisere et ultra-lavt pesticidforbrug end at praktisere et middel pesticidforbrug. Og da man ved altid at skulle sætte plantebeskyttelsen over andre arbejdsopgaver risikerer at tabe penge andre steder i bedriften, skal der derfor gode argumenter og stor overtalelse til at få landmændene til at prioritere et lavere pesticidforbrug over alt andet.

I den forbindelse kunne det være et godt argument overfor landmanden, hvis man kunne dokumentere, at det nuværende pesticidforbrug er en alvorlig trussel for folkesundheden, miljøet eller lignende. Bicheludvalget undersøgte disse spørgsmål og måtte konkludere, at en sådan effekt ikke er dokumenterbar. Der hvor man med sikkerhed kunne få en gevinst af et reduceret pesticidforbrug var ved at undgå vinddrift til arealer udenfor markerne samt punktkildeforurening fra vaskepladser og lignende. Bicheludvalget nåede langt fra til en færdig analyse af, om de risici, der opstår som følge af en reduceret pesticidanvendelse,

eksempelvis for dannelse af naturlige giftstoffer, vil overskygge en eventuel minimal gevinst for folkesundheden som følge af det reducerede forbrug.

Det incitament, der er for landmændene til at reducere pesticidforbruget yderligere er derfor alene begrundet i folkeopinionen og politikernes negative holdning til pesticidanvendelse. Det er derfor helt afgørende overfor landmændene at få dokumenteret, at der rent faktisk vil være en samfundsmæssig gevinst ved at reducere pesticidforbruget fra 2,0 til 1,7. I modsat fald er der en risiko for, at pesticidforbruget ikke vil falde til det krævede niveau.

Spørgsmålet er så, om det vil være nogen større katastrofe, idet pesticidanvendelsen næppe er et problem hverken for folkesundheden eller miljøet, hvis blot man undgår vinddrift og spild fra vaskepladser og lignende. Sidstnævnte er der helt sikkert i landbruget en stor interesse for at få minimeret, men det får af gode grunde ikke betydning for forbrugets størrelse.

Litteratur

- Anon.* 2003(a). ECPA statistical review 2002. European Crop Protection Association, Brussels.
- Anon.* 2003(b). Pesticidplan 2004 – 2009 for nedsættelse af pesticidanvendelsen og pesticidbelastningen. Miljøministeriet og Fødevareministeriet, København.
- Bichel S.* 1998. Udvalget til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen, BICHEL-UDVALGET, Rapport fra hovedudvalget Miljøstyrelsen.
- Christensen T & Huusom H.* 2003. Evaluering af informations- og rådgivningsbaserede virkemidler i Pesticidhandlingsplan 2004-2009. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 22.
- Nielsen GC, Jensen JE, Jensen LS, Rüegg K & Petersen PH* 2003. Pesticidhandlingsplan II. Rådgivning Nyttet. Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret|Planteavl, Århus.
- Pedersen CA (ed.)* 2003. Oversigt over Landsforsøgene 2003. Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret|Planteavl, Århus.
- Ørum JE.* 2003. Opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomiske analyser. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 20.

En opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomisk analyser

An update on the Bichel Committee's analyses of business economics

Jens Erik Ørum

Fødevareøkonomisk Institut

Rolighedsvej 25

DK-1958 Frederiksberg C

En opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomiske analyser har vist, at dansk landbrug uden væsentlige omkostninger kan reducere pesticidforbruget fra det nuværende behandlingsindeks (BI) på 2,0 til f.eks. 1,4 BI.

Ifølge beregningerne vil det være økonomisk optimalt for landbruget at reducere pesticidforbruget til 1,7 BI, som er målsætningen i den nye Pesticidplan 2004-2009, mens en frivillig reduktion til 1,4 BI vil koste ca. 50 kr. pr. ha, der svarer til 0,5 pct. af de samlede produktionsomkostninger i planteavlen.

Ved at reducere pesticidforbruget til f.eks. 1,4 BI vil det med en uændret indsats af mekanisk ukrudtsbekæmpelse være muligt at halvere herbicidforbruget i f.eks. vinterhvede og vårbyg. Nye forsøgsresultater indikerer, at en sådan halvering vil kunne forøge forekomsten af ukrudtsflora, insekter og lærker i de dyrkede marker med både 25 og 50 pct.

De nye analyser og den nye pesticidplan giver anledning til en række spørgsmål. Skal det nødvendigvis tage landbruget fem år at tilpasse pesticidforbruget til de gældende priser eller tage fem år at lære at anvende diverse standardløsninger i kvart dosis? Er det på tide at supplere målsætningen om et lavt behandlingsindeks med et krav om synlige miljøeffekter, og må det koste 50 kr. pr. ha at fordoble forekomsten af vild flora, insekter og lærker? Skal en reduktion til f.eks. 1,4 BI nødvendigvis understøttes af kvoter eller en afgiftsforhøjelse?

Problemer ved økonomisk værdisætning af pesticidanvendelsens natureffekter

Discussion of economic valuation in a Danish context

Pernille Kaltoft

Danmarks Miljøundersøgelser

Afdeling for Systemanalyse

Frederiksborgvej 399

DK-4000 Roskilde

Summary

This contribution discusses methodological, ethical and democratic problems of using economic valuation of, for example, the effects on nature and environment of using pesticides.

With reference to a completed pilot study, a number of methodological problems of effecting an economic valuation are pointed out; the problems uncovered by a sociological evaluation are discussed in particular: 1) The economic valuation presupposes that the respondents answer as consumers, but this cannot be controlled. Respondents answer randomly as consumers and/or citizens. 2) There is no systematic relationship between the stated willingness to pay and actual action.

Then the ethical assumptions on which economic valuation is based are discussed. Briefly, it can be said that the environmental economics includes the kind of ethical considerations that are implied in the utility ethics and use of the environmental economics at the same time rules out (overlooks) other kinds of ethical considerations, such as for example justice, solidarity, respect for the individual human being and respect for animals and nature as such.

Finally, the consequences for democracy are discussed in case these assumptions and limitations of the environmental economics are not presented for public discussion.

Indledning

Det er nyt i en dansk sammenhæng, at man begynder at forsøge at værdisætte f.eks. pesticidanvendelsens natur- og miljøkonsekvenser i kroner og øre. Hidtil har vi kun arbejdet med de direkte fysiske og biologiske effekter og udformet politik på den baggrund. Mere alment formuleret er det nyt i Danmark at sætte økonomisk værdi på natur og miljø. I USA og andre lande har man efterhånden mange års erfaring med at gøre sådan, især i forbindelse med erstatningssager. I maj 2003 afholdt Teknologirådet en konsensuskonference om emnet (Teknologirådet, 2003) for at rejse diskussionen i Danmark.

Jeg har – udover at deltage i denne konsensuskonference – deltaget i et forskningsprojekt, der gik ud på at afprøve mulighederne for at prissætte netop pesticidanvendelsens natur- og miljøeffekter (Schou *et al.*, 2003). Ideen i dette er, at man ved at spørge befolkningen (typisk ved hjælp af spørgeskemaer) om, hvad den er villig til at betale for et gode, i dette tilfælde mere eller mindre natur, kan finde en pris for ikke markedsomsatte goder. Indlægget her diskuterer metodiske, etiske og demokratiske problemer ved at anvende økonomisk værdisætning til at prissætte eksempelvis natur- og miljøeffekter ved pesticidanvendelse.

Efter en kort præsentation af det konkrete pilotstudie, en lidt længere gennemgang af de metodiske problemer ved værdisætning, som det sociologiske delprojekt af pilotstudiet afslørede, følger en diskussion af de etiske forudsætninger ved økonomisk værdisætning og til sidst diskuteres betydningen af værdisætning i forhold til vores demokrati.

Pilotstudiet: værdisætning af pesticidanvendelsens natureffekter

Økonomisk værdisætning er en helt videnskab for sig, og når man skal lave et konkret studie, må man gøre sig en række valg inden for denne videnskabs mulighedsfelt. Én hovedskelnen er, hvorvidt man benytter sig af direkte eller indirekte metoder til værdisætningen – kan man aflæse et eksisterende markeds priser (f.eks. ændringer i huspriser som følge af en eller anden miljøforbedring eller -forringelse), eller må man opfinde et marked (hypotetiske metoder)? I vores studie benyttede vi os af den sidste mulighed. Det vil sige, at vi forsøgte at få svarpersonerne til at forestille sig en eller anden valgsituation, som indebærer forskellige konsekvenser for natur og miljø, og som koster noget forskelligt. Deres valg fortæller dermed, hvad de er villige til at betale for det pågældende gode.

Vi tog udgangspunkt i biologiske forsøg med nedsat sprøjtning i form af sprøjtefri randzoner og de tællinger af antal plantearter, antal af de enkelte planter, mængder af insekt- og fugleføde, som biologerne havde foretaget. Vi lavede biologernes tal om til noget, som vi mente, at almindelige mennesker kunne forholde sig til, nemlig antallet af vilde plantearter og overlevelsesprocenter for agerhønskyllinger. Et vigtigt metodisk problem ved værdisætningsstudier, som ikke vil blive diskuteret nærmere i denne artikel, er hvordan koblingen mellem de naturvidenskabelige data og spørgsmålene til svarpersonerne skal og kan være.

Herefter præsenterede vi i spørgeskemaform en række respondenter for valget mellem brød til forskellige priser, hvor kornet var dyrket ved forskellige typer markdrift (forskellige slags sprøjtefri zoner), og hvor konsekvenserne for biodiversiteten i form af antallet af vilde plantearter og agerhønskyllingernes overlevelse varierede. Først fik respondenterne ikke at vide, at det handlede om pesticider, men kun om biodiversitet og forskellig markdrift. De blev bedt om at rangordne fire alternativer. Først derefter fik de at vide, at det handlede om pesticider, og at det ville koste ca. 50% mere, hvis de helt ville af med pesticiderne. Dermed

fik vi også et indtryk af, hvordan holdningerne til henholdsvis biodiversitet og pesticider var. Den rationelle naturvidenskabsmand/-kvinde vil jo nok mene, at de to resultater burde være ens, medmindre respondenterne indregnede flere konsekvenser (f.eks. grundvand og sundhedseffekter), når de fik at vide, at det handlede om pesticider. Det viste sig, at respondenterne ikke kom til at tænke på flere konsekvenser, men at betalingsviljen steg markant, når ordet pesticider blev introduceret.

Studiet viste, at det kan lade sig gøre at lave sådan en værdisætning, men også at der er et hav af metodiske problemer knyttet hertil – og dermed også, at det konkrete talmæssige resultat er meget usikkert, så usikkert at vi har valgt ikke at fremhæve det overhovedet som et af pilotstudiets resultater. Jeg skal her redegøre for nogle af de sociologiske problemstillinger, som også blev belyst som en integreret del af projektet. Disse problemstillinger peger videre over i nogle mere principielle problemstillinger omkring de værdiantagelser, der implicit ligger i den økonomiske teori.

Sociologisk evaluering af pilotstudiet

Der er lavet forskellige studier af værdisætningsstudier (Clark *et al.*, 2000; Schkade og Paynes, 1993; Vahnjal og O'Connor, 1994; Brouwer *et al.*, 1999), hvor man undersøger svarpersoners overvejelser eller motiver for at svare på værdisætningssspørgsmål.

Temaerne, der går igen i de fire studier, er accept/afvisning af værdisætningen og en forbruger versus borger problematik. I de fokusgruppeinterviews, som vi brugte til at udforme og tilrette spørgematerialet, var forbruger versus borger problemstillingen åbenlys. Når vi fik deltagerne argumentere for at have rangordnet på en given måde, sprang det i øjnene, at der var to måder at argumentere for sin rangordning, nemlig enten som stående ved køledisken i supermarkedet eller som borger med ønsker for fremtidens fødevareproduktion. Vi spurgte også eksplicit (i slutningen af fokusgruppeinterviewene) til deltagerne holdning til selve ideen bag spørgematerialet om at værdisætte natur. Der blev i alle tre fokusgrupper udtrykt bred accept af den foreliggende undersøgelse, en accept som kun genfindes i den ene (Brouwer *et al.*, 1999) af de fire ovenfor nævnte studie. Derfor blev det kvalitative studie (Kaltoft, 2003) udformet med vægt på borger/forbruger problematikken, og det udforskede desuden sammenhængen mellem udtrykte holdninger og handlinger – med henblik på at belyse, hvad vi kan bruge et forestillet marked (det hypotetiske værdisætningsstudie) til.

Borger eller forbruger

I alle undersøgelserne – også vores kvalitative interviewstudie – fremgår det, at folk svarer som borgere og forbrugere, nogle gør det ene eller det andet konsekvent, og nogle skifter rolle fra spørgsmål til spørgsmål. I borgerrollen forholder man sig langt fra kun til sine egne snævre behov. Der forholder man sig til samfundet som sådan, til alle de etiske spørgsmål i relation til vores liv, og man kan f.eks. sagtens gå ind for en politik, som ikke direkte gavner en selv. Det er således et stort metodisk og i sidste ende også demokratisk problem, at det ved

denne form for værdisætning forudsættes, at folk alene svarer som forbrugere. Problemet hænger sammen med den etik, der ligger bag miljøøkonomien.

Sammenhæng mellem udtrykte holdninger og handlinger

Respondenterne i vores undersøgelse svarer overvejende det, man kan kalde politisk korrekt. Det vil sige, at hovedparten erklærer sig enige (eller meget enige) i følgende tre udsagn: at der skal bruges offentlige midler på miljø- og naturbeskyttelse, at de gerne vil betale mere for deres fødevarer, hvis det er til gavn for naturen, og at de dyrkede marker har stor betydning for deres naturoplevelser. Disse holdningsudsagn siger meget lidt eller intet om, hvordan de faktisk handler. Et par eksempler:

En 33-årig kvinde, som er meget bevidst om sit fødevalg og om sundhed i bred forstand, ser kritisk på sine egne forbrugsvalg i dette lys. Hun har meget få penge (på SU) og vil gerne købe økologisk, men gør det kun i begrænset omfang. Derfor svarer hun – i et forsøg på at være ærlig – at den nuværende landbrugsdrift (billigste alternativ, dårligst for biodiversiteten) stemmer bedst overens med det, hun kan betale. Da hun kort efter bliver spurgt, om hun vil betale 52% mere for helt at undgå pesticider i kornet, siger hun ja – det er det, hun ønsker. Hun springer altså fra at svare som forbruger til at svare som borger, og som forbruger ”dømmer” hun sig selv i forhold til sine idealer.

En mand, også i 30'erne, med egen virksomhed afgiver den stik modsatte rangordning. Han prioriterer altså den dyreste model højest og så fremdeles. Han siger også ja til at ville betale 52% mere for at få kornet pesticidfrit. Denne mand køber (og spiser) væsentlig færre økologiske produkter end førnævnte kvinde. Det vil sige, at der ikke er nogen umiddelbar sammenhæng mellem udtrykt betalingsvilje og faktiske handlinger. Hvert menneske svarer ud fra sin kontekst, og det der betyder noget for denne mand er, at prisen på fødevarer er ligegyldig. Han har råd til at betale, hvad det koster. Han køber det, han har lyst til, og det han synes er kvalitet. Det er nogen gange økologisk men langt fra altid. Hans kone trækker ham i retning af økologien og hans venner i landbruget den modsatte vej.

Enkeltpersoninterviewene viser således, at relationen mellem holdning og handling er kompleks, og at man f.eks. ikke kan trække 20% eller 50% fra den udtrykte betalingsvilje og så nå frem til den reelle. Der er altså ingen simpel sammenhæng mellem den udtrykte og den faktiske betalingsvilje, hvilket hænger sammen med, om respondenterne svarer som forbruger eller borger – og det kan endda skifte for den enkelte person indenfor en besvarelse. Det hænger endvidere sammen med, at vi som mennesker ikke går rundt med en fælles målestok.

Konklusion fra den sociologiske evaluering

Resultaterne af det konkrete værdisætningsstudie for pesticider kan ikke tolkes som et egentlig udtryk for danskernes betalingsvilje for at reducere pesticidforbruget. Resultaterne fremstår som et konglomerat af betalingsvilje og politiske ønsker, af respondentens selvbillede og vurdering af egne handlinger.

Metodisk kan det konkluderes, at det i en spørgeskemaundersøgelse ikke er muligt at præsentere mere komplekst materiale, end det der blev brugt i pilotstudiet (Schou *et al.*, 2003). De fleste detaljer går allerede, som det foreligger, hen over hovedet på respondenterne, men de forstår hovedbudskabet: ”hvis vi betaler noget mere for vore fødevarer, bliver der bedre forhold for planter og dyr”, og de anerkender/respekterer denne sammenhæng. Accepten af undersøgelsen er ligeledes koblet til denne forståelse af hovedbudskabet: Det gode, der værdisættes, de positive effekter af reduceret pesticidanvendelse, opfattes som allerede markedsomsatte. Det vil sige, at man ikke automatisk kan forvente en lignende accept af den økonomiske værdisætningsmetode ved andre cases.

Metodisk kan det endvidere konkluderes, at det ikke er muligt at sikre sig præmissen betalingsvilje under budgetrestriktion, idet respondenterne uanset introduktionstekst svarer ud fra deres eget univers og kontekst – det være sig som forbrugere eller borgere, og det være sig ud fra en kritisk indstilling til egne gerninger eller ud fra idealiserede forestillinger om sig selv.

Etiske forudsætninger bag økonomisk værdisætning af natur/miljø

Miljøøkonomi er en del af den neoklassiske økonomi, som historisk og idémæssigt er udviklet i sammenhæng med den nytteetiske (eller utilitariske) etik. Man kan således kort sige, at miljøøkonomien rummer den slags etiske hensyn, som ligger i nytteetikken, og at en brug af miljøøkonomien samtidig udelukker (overser) andre typer etiske hensyn.

Nytteetikken står for en optimeringstankegang: Det gode forstås som størst mulig lykke til flest mulige og lykke oversættes med livskvalitet. Livskvalitet inden for nytteetik kan begrebsliggøres på flere måder (hedonisme, perfektionisme eller præferenceopfyldelse). I økonomien forstås lykke eller livskvalitet som præferenceopfyldelse. Et mere lykkeligt samfund er altså et samfund, hvor flere præferencer bliver opfyldt i forhold til et samfund, hvor færre præferencer bliver opfyldt. Præferencer tænkes som behov, der kan tilgodeses på et marked – det er hele grundlaget for, at vi kan regne lykke/livskvalitet i penge. Det vil sige, at når man fra et nytteetisk/økonomisk/miljøøkonomisk perspektiv skal vælge mellem to løsninger, så er det etisk rigtige at vælge den, som giver mest lykke/livskvalitet alias præferenceopfyldelse (i miljøøkonomien oversættes dette til ”mest miljø for pengene”).

Det er indlysende, at denne tankemåde udelukker en masse andre etiske hensyn. For det første er der ingen garanti for, at den optimale løsning (som giver den største sum af lykke/livskvalitet/præferenceopfyldelse/mest miljø for pengene) er retfærdig. Handel med CO₂ kvoter kunne være et eksempel på dette problem. Miljøøkonomer mener vist nok, at de ved hjælp af udviklede modeller kan inkorporere såvel fremtidige generationers interesser såvel som fordelingsaspekter i deres kalkuler – og dermed løse fordelingsproblematikken.

Værre er det, hvis man helt grundlæggende set tvivler på, at nytteetikken har ret i sin forståelse af, hvad lykke og livskvalitet er for noget. Hvad nu hvis det basale etiske handler om fællesskab og omsorg (tanker som ligger i dydsetik, kommunitarisme, kristen etik m.fl.) eller om respekt for det enkelte menneske, og eventuelt også for dyr og planter og hele naturen (som det tænkes i pligtetik, megen kristen etik, nyere miljøetik etc.)?

Jeg vil prøve at blive mere konkret ved at vende tilbage til vores specifikke tema, værdisætning af natur- eller miljøeffekter. En af forudsætningerne bag er, at natur eller miljø på en eller anden måde kan være en præference for befolkningen, som den er villig til at betale for. Det behøver ikke at være som en direkte brugsværdi (rent vand, rekreativt), det kan også være som en såkaldt eksistensværdi – at man er villig til at betale for blot at vide, at noget eksisterer (en blomst, en dyreart, et naturområde etc.). Den etiske forudsætning, det natursyn, som hermed er bygget ind i miljøøkonomien, er altså ikke, at naturen har værdi i sig selv eller er ukrænkelig eller har en integritet, men at den har den værdi, vi som forbrugere giver den i form af vores betalingsvillighed. Altså hvis folk vil betale ved kasseapparatet, så er naturen værdifuld og præcis så værdifuld, som folk vil betale – ellers ikke. I de udenlandske undersøgelser af respondenters motiver til at svare på bestemte måder på værdisætningsspørgsmål, er protesterne, som er fundet i flere studier (Clark *et al.*, 2000; Schkade og Paynes, 1993; Vahnjal og O'Connor, 1994), rettet mod dette, som vi kan kalde miljøøkonomiens natursyn. Respondenter giver udtryk for, at de slet ikke vil være med til at værdisætte, eksempelvis et naturområde.

En anden forudsætning bag værdisætningsstudier, som kan kaldes menneskesynet, handler om at det forudsættes, at mennesker søger at optimere deres behovstilfredsstillelse med de (økonomiske!) midler, de har til rådighed, og dermed kan natur og miljø kun omfattes med hensyn for så vidt som, at det på en eller anden måde udgør et gode for personen (snævert sundhed eller ressourcer, men i videre forstand giver god samvittighed, har en æstetisk værdi osv.). Det forudsættes, at vi skal have noget for pengene – at det er sådan mennesker tænker/er. Det er her, vi kommer ind i den tidligere beskrevne problematik med, at det enkelte menneske kan agere både som forbruger og som borger, hvor den økonomiske teori vil begrænse os til kun at forholde os til omverdenen som forbrugere (se f.eks. Sagoff, 1994; Keat, 1994).

Anerkender man resultaterne af disse undersøgelser (Clark *et al.*, 2000; Schkade og Paynes, 1993; Vahnjal og O'Connor, 1994; Brouwer *et al.*, 1999; Kaltoft, 2003), og er man teoretisk stringent økonom, vil man sige, at resultaterne af værdisætningsstudierne dermed ikke kan bruges til noget, fordi forudsætningerne ikke er opfyldt. Ser man mere pragmatisk på metoderne og resultateterne, så kan man måske sige, at et højt beløb er et fingerpeg om et stort politisk ønske hos befolkningen om at få gjort noget ved det givne natur- eller miljøspørgsmål. Men hvorfor så gå hele den komplicerede vej rundt om et værdisætningsstudie? Det kan der i hvert fald gives et meget pragmatisk svar på: Når nu økonomi har så stor magt her i samfundet, så kan vi give miljøsagen eller miljøhensynet mere

magt, hvis vi ved hjælp af miljøøkonomiske analyser kan dokumentere, at natur faktisk er en præference hos befolkningen – naturen får en positiv pengestørrelse i regnestykket. Men det er et tveægget sværd, idet man ved sådan en form for pragmatisme (hvor man søger at tale magtens sprog) mister muligheden for at kritisere grundlaget og forudsætningerne for at lave disse analyser.

Demokratiske aspekter ved brug af værdisætning

Man kan anskue denne problemstilling som på linie med det problem, vi i forvejen har med ekspertviden og demokrati. Den verden, vi lever i, er fantastisk kompleks, og de problemer, som vores levevis producerer for os, er også komplekse. Belysning af hver eneste lille problemstilling kræver brug af forskellig ekspertviden, ligesom der er indbygget ekspertviden af forskellig art i alt det vi omgiver os med og betjener os af (computerteknologi, fødevareteknologi etc.). Vi oplever på flere områder et voksende svælg imellem eksperter syn på en sag og den menige befolknings. Genteknologien er et klokkeklart eksempel herpå. De divergerende holdninger drejer sig om forskellige værdisæt hos henholdsvis eksperter og menigmand, men den handler også om mistillid hos menigmand til eksperter og myndigheder. Set i dette lys er det ikke anderledes med miljøøkonomien end med så mange andre ekspertfelter. Og der er heller ikke andet at sige end, at det er et demokratisk problem, og at den eneste måde at forsøge at genvinde tillid er ved at være ærlig fra videnskabernes og myndighedernes side om kompleksitet, divergerende syn og værdiantagelser, og at der også er tale om reelle uenigheder. Ført over på miljøøkonomien kan man sige, at den må deklarere sine værdiantagelser (f.eks. menneskesyn og natursyn) og dermed begrænsningerne i sin anvendelse.

Jeg har hørt visse økonomer fremføre, at økonomisk værdisætning kan ses som uhyre demokratisk, idet man spørger et repræsentativt udsnit af befolkningen. På en måde en lille folkeafstemning. Til dette kan der argumenteres både for og imod. Imod taler at spørgsmålene, som stilles, allerede er afgrænsede ganske kraftigt (borgersynsvinklen er således uønsket/negligeret, og natursynet er instrumentelt). For synspunktet taler, at man kan se svaret som en pejling på befolkningens syn på den givne sag (den pragmatiske tolkning af værdisætningsresultater).

Hvis ikke miljøøkonomien deklarerer sine antagelser og præmisser – og det gør økonomi i almindelighed ikke på grund af denne disciplins særlige magtposition – så vil resultaterne fremstå som objektive, selvom det i realiteten er falsk eller pseudo-objektivitet. På grund af økonomiens specielle status kan man derfor godt frygte de demokratiske konsekvenser af, at politiske spørgsmål pakkes ind i økonomi og dermed ”objektiveres”. Men som sagt, dette gælder ikke kun miljøøkonomien.

Afsluttende kommentar

Hvis man stiller sig kritisk overfor såvel natur- som menneskesynet i den økonomiske teori – og det gør jeg og mange af de mennesker, som har prøvet at svare på værdisætningsspørgeskemaer – hvordan kan man så forholde sig til økonomien, specifikt miljøøkonomien?

Det er svært at forestille sig at kunne undvære økonomi som en metode til at få overblik over ressourcernes og godernes fordeling i samfundet og som værktøj til at styre fordelingen. Men hvorfor skal alt sættes på pengeformler? Hvorfor ikke regne i ressourcer og natur, så langt som der *kan* regnes, og derudover diskutere ønsker, visioner og prioriteringer med hinanden? Diskussionen bliver mere kompleks, men også både mere åben og ærlig.

Litteratur

- Brouwer R et al.* 1999. Public attitudes to contingent valuation and public consultation. *Environmental Values*, 8:325-347.
- Clark J, Burgess J. & Harrison CM.* 2000. "I struggled with this money business": respondents' perspectives on contingent valuation. *Ecological Economics*, 33:45-62.
- Kaltoft P.* 2003. Værdisætning af pesticidanvendelsens natur- og miljøeffekter. Kvalitativ interviewundersøgelse. Bilag D. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 72. Bilagsrapport. Kun udgivet elektronisk.
- Keat R.* 1994. Citizens, consumers and the environment: reflections on "The economy of the earth", *Environmental values*, v 3, n 4 (winter 1994), p. 333-49
- Sagoff M.* 1994. Four dogmas of environmental Economics, *Environmental values*, v 3, n 4 (winter 1994), p. 285-310
- Schkade DA & Payne JW.* 1993. Where Do the Numbers Come From? How People Respond to Contingent Valuation Questions. In J.A. Hausman (ed.): *Contingent Valuation. A Critical Assessment*. Amsterdam: North Holland, pp 271-293.
- Schou JS, Andreasen C, Hald AB, Hasler B, Kaltoft P & Vetter H.* 2003. Værdisætning af pesticidanvendelsens natur- og miljøeffekter. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 72.
- Teknologirådet.* 2003. Pris på miljøet?. Slutdokument og ekspertindlæg fra konsensuskonference den 9. til 12. maj 2003. Teknologirådets rapporter 2003/2.
- Vandjal & O'Connor M.* 1994. What is the Value of Rangitoto Island? *Environmental Values*, 3:369-380.

Sådan blev pesticidinnehållet i overfladevand reduceret i Skåne

Reduction of pesticide concentrations in surface water in southern Sweden

Jenny Kreuger

Sveriges lantbruksuniversitet

P.O.Box 7072

SE-750 07 Uppsala

Sverige

Eskil Nilsson

VISAVI AB/SYDEK

Glimmerv. 6

SE-224 78 Lund

Sverige

Summary

A monitoring project was initiated in 1990 aimed at investigating pesticide sources, pathways and occurrence in stream water within an agricultural catchment. The work was carried out in close co-operation with the farmers operating in the selected area. Since 1995, farmers in the catchment have received extensive information regarding best management practises for pesticides adapted to local conditions on the farm. The program has continued during the entire 1990's. The results demonstrate a considerable reduction in overall pesticide findings in the stream, with concentrations down by more than 90%. The most notable decrease in concentration levels and transported amounts occurred in 1995, coinciding with the onset of the site specific information efforts. The decreasing levels of pesticides in stream water from the catchment area can primarily be attributed to an increased awareness amongst the farmers on better routines for the correct handling of spraying equipment and application procedures, including the practice of total weed killing on farmyards.

Inledning

Våren 1990 inleddes en undersökning av förekomst av bekämpningsmedel i ytvatten i ett litet avrinningsområde i södra Skåne. Undersökningen har fortsatt under hela 90-talet, dels som ett led i forskningen på området och sedan 1995 som ett led inom miljöövervakningen, och pågår ännu 2003. Målsättningen har varit att undersöka omfattning, haltnivåer och trender av bekämpningsmedelsrester i avrinningen, samt (efter den första 5-års perioden) att genom

olika åtgärdsprogram studera möjligheterna att minska halterna i vattenmiljön. Avrinningsområdet ingår i miljöövervakningsprogrammet 'Typområden för jordbruksmark' som undersöker jordbrukets påverkan på vattenkvaliteten i små jordbruksdominerade avrinningsområden.

Metod

Undersökningen är förlagd till de övre delarna av Vemmenhögsåns avrinningsområde i södra Skåne. Området omfattar 900 ha, varav 95% åker, med moränlättna som dominerande jordart. En stor del av arealen är täckdikad. Dräneringsledningarna, som samlar in både ytavrinning från gårdsplaner och fält och dräneringsvatten från fälten, mynnar i en kulvert som i sin tur mynnar i vattendraget ca 1 km uppströms avrinningsområdets nedre punkt. I området bedrivs växtodling med en i huvudsak 4-årig växtföljd omfattande höstraps, höstvet, sockerbetor och vårkorn på ca 80% av arealen. Övriga grödor är till övervägande del stråsäd, med endast en mindre andel av arealen i vall (3%). Tidigare mätningar av växtnäringsförluster från området visade att dessa var normala för regionen.

För att kunna följa utvecklingen intervjuas samtliga lantbrukare varje år om grödor och växtnäringsanvändning samt när, var och hur mycket bekämpningsmedel som använts, på fältnivå. I genomsnitt har använts ca 1300 kg aktiv substans per år, varav 75% sprids under april-juni och 25% september-oktober. Mest används herbicider, men även fungicider och insekticider används regelbundet på en stor andel av arealen. Användningen av bekämpningsmedel i området följer den generella utvecklingen för Sverige. Under 1990-talet har över 50 olika aktiva substanser använts i området, i medeltal 30 st per år, varav tio svarar för den huvudsakliga användningen. Användningen har i stort sett varit ganska konstant under 13-årsperioden.

Provtagningen av pesticider i bäcken sker med hjälp av en automatisk vattenprovtagare under perioden maj-november (de första åren endast till september).

Från och med vintern 1994/95 har lantbrukarna i området fått särskild rådgivning om säker hantering av pesticider, både på gården och i fält. Under senare delen av 1990-talet infördes ny lagstiftning, samt delvis EU-finansierade miljöstöd och kontraktsskrav från industrin vilket också innebar ett ekonomiskt incitament för lantbrukarna att följa råden om God Växtskyddssed. Råden innefattade bl a åtgärder om säker förvaring, säker plats för påfyllning och rengöring av sprutan, skyddsavstånd till brunnar (i fält och på gården) och diken, undvika att bekämpa på gårdsplaner och test av sprutan.

Resultat

Resultaten visar att halterna i vattnet från avrinningsområdet har minskat med över 90% sedan början av 1990-talet (figur 1). Även den totala mängden som borttransporteras har minskat i motsvarande grad. Minskningen av halter i överfladevand har skett utan att användningen av pesticider i området har minskat. Huvudorsaken är att bidraget från spill och andra punktkällor i området har minskat tack vare att lantbrukarna har anpassat sin hantering och användning av pesticider till de nya miljöanpassade riktlinjerna på växtskyddsområdet.

De högsta halterna påträffades vanligen under maj-juni, men toppar förekom även senare under sommaren i samband med större regntillfällen, samt under spridningsperioden i september-november. Under första halvan av 1990-talet noterades ibland även förhöjda halter i vattendraget utan att det hade regnat under provperioden. Provtagning på gårdsplaner visade också höga halter i vatten därifrån. Detta kan tillskrivas läckage vid hantering, påfyllning och sköljning av spruta.

En del av de substanser som påträffats har inte använts för jordbruksändamål utan framförallt vid ogräsbekämpning på gårdsplaner. Främst gäller detta ogräsmedlen atrazin och terbutylazin, där atrazin, trots att försäljningen upphörde hösten 1989, har hittats under hela provtagningsperioden. Detta kan bero på att gamla lager har funnits kvar, men också av att atrazin kan finnas kvar i markprofilen under lång tid och därmed fortsätta att lakas ut även efter att användningen har upphört eller att preparatet kan komma upp till markytan igen på grund av grävning eller andra markarbeten.

De mycket höga halter som vid ett flertal tillfällen påträffades i vattendraget i början av 90-talet återfinns man numera inte alls. Inte heller har det på senare tid uppmätts höga halter i vattendraget utan föregående nederbörd, vilket hände vid vissa tillfällen under de första åren, och var en tydlig påverkan av spill eller andra former av läckage från punktkällor inom området.

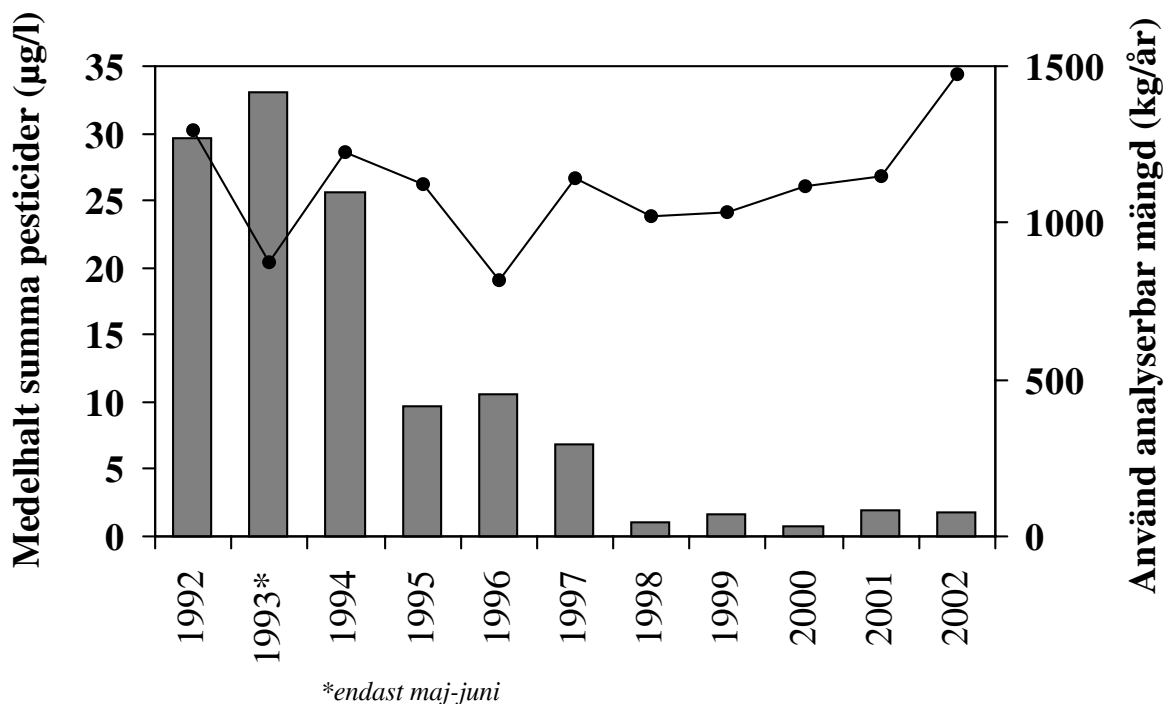
Resultaten återspeglar en positiv trend med minskande koncentrationer av bekämpningsmedel i vattendraget från avrinningsområdet.

Man måste vara medveten om att hanteringen av växtskyddsmedel inte kan vara helt utan läckage. Redan mycket små läckage som t ex en spridare som droppar på gårdsplanen i tio minuter eller de små rester som finns på insidan av ett tappat lock kan återfinnas vid analyser. Men – de praktiska åtgärder man som lantbrukare kan vidta kan ha stor inverkan på miljöbelastningen.

Vari ligger då hemligheterna? Enkla och rimliga åtgärder som alla kan förstå klara av. I korthet:

- Förbättra påfyllningsplatsen och tänk på skyddsavstånd till brunnar och vattendrag.

- Var noggrann och försiktigt vid hanteringen (dvs vid påfyllning av sprutan och rengöring av förpackningar). Var medveten om betydelsen av små spill.
- Tänk på Din egen arbetsmiljö. Förkläden, handskar och andningsskydd skall användas enligt etiketten.
- Rengör sprutan i fält och sprid vätskan på fältet
- Undvik kemisk bekämpning på gårdsplaner. Om Du måste; håll skyddsavstånd till brunnar
- Håll skyddsavstånd till dräneringsbrunnar, diken och vattendrag vid sprutning i fält.
- Testa sprutan med jämna mellanrum; då kan Du minska risken för läckage från ledningar, spridare mm och känna att resultatet blir säkrare



Figur 1. Medelkoncentrationen av summa bekämpningsmedel i vatten från Vemmenhögsområdet i Skåne under maj-september åren 1992-2002 (staplar), samt använd mängd i området av de medel som inkluderats i analyserna (punkter).

Litteratur

Kreuger J. 2002. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögsprojektet 2001. *Ekohydrologi* 69. 33 pp. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för vattenvårdslära, Uppsala.

Kreuger J & Nilsson E. 2001. Catchment scale risk-mitigation experiences - key issues for reducing pesticide transport to surface waters. In: (Ed. A. Walker) BCPC Symposium No. 78: Pesticide Behaviour in Soils and Water, 319-324.

Kreuger J, Holmberg H, Kylin H & Ulén B. 2003. Bekämpningsmedel i vatten från typområden, åar och i nederbörd under 2002. Årsrapport till det nationella programmet för miljöövervakning av jordbruksmark, delprogram pesticider. Ekohydrologi 77/IMA Rapport 2003:12. 66 pp. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Information om det nationella programmet för miljöövervakning av bekämpningsmedel i Sverige återfinns på följande hemsida: <http://www.mv.slu.se/vv>
Programmet finansieras av naturvårdsverket <http://www.naturvardsverket.se>

Sprøjteteknik er afgørende for effekt og afdriftens størrelse

Application technique is decisive for efficacy and amount of spray drift

Peter Kryger Jensen
Danmarks JordbrugsForskning
Afdeling for Plantebeskyttelse
Forskningscenter Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse

Summary

A review is given concerning application technique with conventional field sprayers. The influence of droplet size and carrier volume for the performance of herbicides is discussed in relation to the wind conditions at application. Investigations with fungicides and insecticides are discussed. Finally, different suggestions to choice of nozzles for different applications are given in relation to application conditions.

Indledning

Igennem de sidste 10-15 år har afdrift i forbindelse med marksprøjtning haft stigende fokus. Det har betydet et øget udbud af afdriftsreducerende udstyr og specielt afdriftsreducerende dyser. Undersøgelser af biologisk effekt ved anvendelse af forskelligt sprøjteteknisk udstyr og dysetyper udføres i forholdsvis begrænset omfang. Det betyder, at der er en lang række åbne spørgsmål om hvilken sprøjteteknik, der er den optimale til en given opgave. I den følgende artikel gives en status på dette område, når det gælder dysevalg til konventionelle marksprøjter. Afdriftsrisikoen ved anvendelse af forskellige dysetyper og størrelser må anses for at være mere veldokumenteret. Det skyldes dels, at det som følge af lovkrav i en række lande har været nødvendigt for fabrikkerne at dokumentere afdriften fra deres udstyr, og dels at afdrift ikke vekselvirker i så høj grad med faktorer, som det er tilfældet med biologisk effekt. Det betyder, at der findes en veldokumenteret klassifikation af afdriftspotentialet fra de kendte dysetyper og størrelser.

Dråbestørrelse

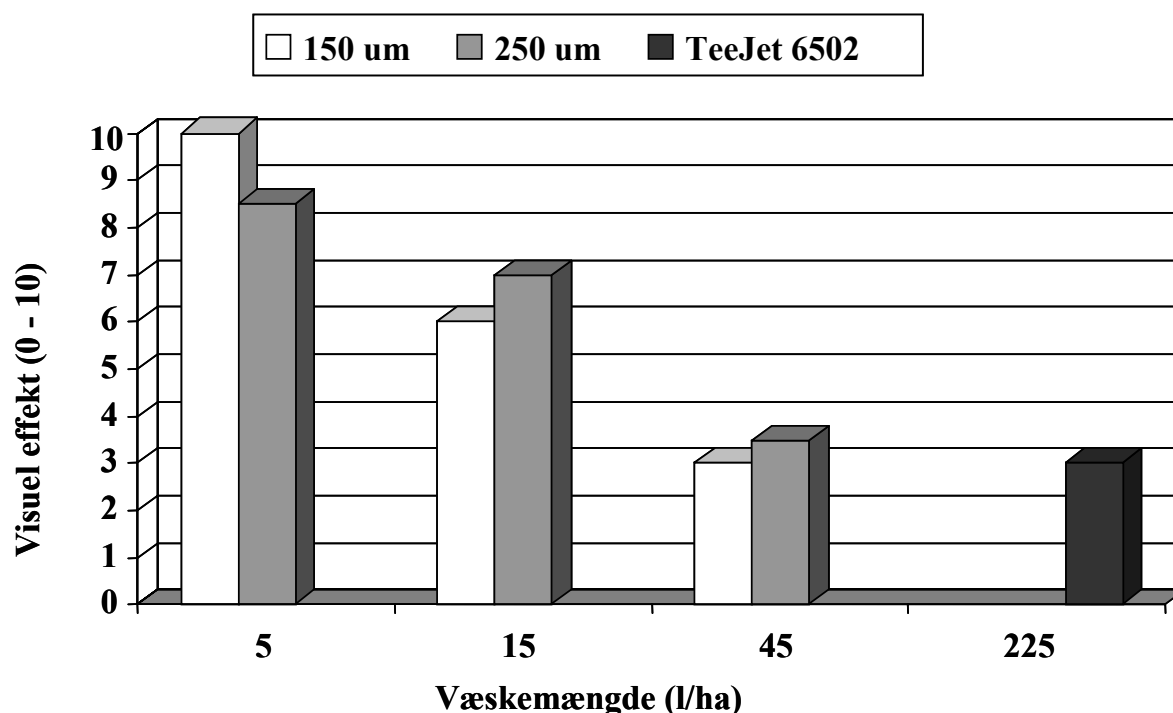
De fleste undersøgelser af sprøjteteknikkens betydning for biologisk effekt er gennemført med herbicider. Det skyldes, at ukrudt generelt anses som et vanskeligere sprøjtemål end de typisk væsentlig større afgrødeplanter i de senere vækststadier, hvor hovedparten af fungicider og insekticider finder anvendelse. Det seneste review på området blev gennemført af Knoche i 1994, som sammenfattede betydningen af dråbestørrelse og væskemængde for herbicideffekt. Tabel 1 sammenfatter de undersøgelser, der er gennemført med forskellige dråbestørrelser ved konstant væskemængde. Det betyder, at en ændring i dråbestørrelse er korreleret til dækningsgrad. Ved halvering af dråbestørrelsen ottedobles antallet af dråber ved samme væskemængde. Materialet er inddelt i 4 grupper efter dråbestørrelse, men det fremgår af tabellen, at der uanset gruppe generelt blev opnået øget biologisk effekt ved at reducere dråbestørrelsen. Således også i gruppen med dråbestørrelse <150 µm er der generelt fundet en stigende biologisk effekt med aftagende dråbestørrelse. Ved en gennemgang af de undersøgelser, der ligger til grund for tabellen, viser det sig imidlertid, at langt hovedparten af resultaterne kommer fra undersøgelserne i laboratorier og væksthuse. Generelt har der været anvendt forskellige former for specialsprøjter for at opnå en monostørrelse dråber (i modsætning til et dråbespektrum med en middeldråbestørrelse som fremkommer ved anvendelse af hydrauliske dyser). I en del tilfælde er der ikke tale om sprøjtning men om direkte applicering af de valgte dråbestørrelser på testplanterne. Hvor der er foretaget sprøjtning, vil der typisk være tale om vindstille forhold med høj luftfugtighed. Sådanne forhold vil favorisere små dråber som under markforhold vil være udsat for den forekommende vind med risiko for afdrift og uens fordeling. Ligeledes vil små dråber under markforhold være udsat for fordampning.

Tabel 1. Betydning af aftagende dråbestørrelse for effekt af bladherbicider (Knoche, 1994). Significance of decreasing drop size on the effect of leaf herbicides.

Udslag for aftagende dråbestørrelse (% forsøg) Effect of decreasing drop size (% trials)				
Dråbestørrelse (µm) Drop size	Antal forsøg Number of trials	Øget Increased	Neutral Neutral	Aftagende Decreasing
< 150	24	79	21	0
150 – 250	49	71	20	8
250 – 350	46	72	22	7
> 350	40	65	25	10
Totalt	159	71	22	7

For så vidt angår de undersøgelser i tabel 1, der er udført under markforhold, gælder det, at de er udført med CDA sprøjter, som kan frembringe en meget veldefineret dråbestørrelse, og

med væskemængder fra nogle få l/ha til 45 l/ha. De dråbestørrelser, der har været anvendt med CDA sprøjterne varierede fra 135 µm til 350 µm. Også her ses en stigende effekt med aftagende dråbestørrelse ved samme væskemængde. Det fremgår dog også i et enkelt delforsøg, hvor sammenligning er mulig, at dråbestørrelseeffekten overskygges af en væskemængdeeffekt (figur 1).



Figur 1. Visuel bedømmelse af effekt på tokimbladet ukrudt (0-10, 10=ubehandlet) efter sprøjtning med bromoxynil/ioxynil blanding med 3 væskemængder og 2 dråbestørrelser med CDA sprøjter. Konventionel TeeJet 6502 fladsprededyse ved 225 l/ha som sammenligning. Visual assessment of the effect on dicotyledonous weeds (0-10, 10=untreated) after application with a mixture of bromoxynil/ioxynil with 3 amounts of liquid and 2 drop sizes with CDA sprayers. Conventional TeeJet 6502 flat fan nozzle at 225 l/ha used for comparison.

Ved undersøgelser af afsætning af sprøjtevæske ses typisk, at dråbestørrelsen har relativ lille betydning for afsætning på vandrette mål men stor betydning ved afsætning på lodrette mål, hvor store dråber afsættes i mindre omfang end små dråber. På baggrund af sådanne undersøgelser, konkluderes det ofte, at tokimbladet ukrudt er mindre krævende med hensyn til dråbestørrelse end enkimbladet ukrudt ud fra den typiske bladstilling for disse 2 grupper. Ved Knoche's sammenstilling af forsøg med bekæmpelse af en- og tokimbladet ukrudt og med en inddeling af forsøgene i dråbestørrelse over henholdsvis under 150 µm, blev denne konklusion ikke støttet (tabel 2). Tabellen viser, at afhængigheden af dråbestørrelse ved bekæmpelse med bladherbicer har været lige så udtalt for tokimbladet ukrudt som for enkimbladet.

Tabel 2. Betydning af aftagende dråbestørrelse på effekt af bladherbicer over for en- og tokimbladet ukrudt (Knoche, 1994). Significance of decreasing drop size on the effect of leaf herbicides on monocotyledonous and dicotyledonous weeds.

		Udslag for aftagende dråbestørrelse (% forsøg) Effect of decreasing crop size (% trials)		
Dråbestørrelse (µm) Drop size	Antal forsøg Number of trials	Øget Increased	Neutral Neutral	Aftagende Decreasing
Enkimbladet				
< 150	5	80	20	0
> 150	22	68	18	14
Gns.	27	70	19	11
Tokimbladet				
< 150	19	79	21	0
> 150	52	73	19	8
Gns.	71	75	20	6

Væskemængde

I Knoche's review er der også foretaget en sammenstilling af undersøgelser, hvor den isolerede betydning af væskemængde for herbicideffekt fremgår (tabel 3). Dråbestørrelsen i de pågældende delforsøg har altså været konstant.

Tabel 3. Betydning af aftagende væskemængde for effekt af bladherbicer (Knoche, 1994). Significance of decreasing amount of liquid on the effect of leaf herbicides.

		Udslag for aftagende væskemængde (% forsøg) Effect of decreasing crop size (% trials)		
Væskemængde (l/ha) Amount of liquid	Antal forsøg Number of trials	Øget Increased	Neutral Neutral	Aftagende Decreasing
< 100	86	23	22	55
100 – 250	52	33	38	29
250 – 400	37	32	43	24
> 400	21	62	33	5
Totalt	196	32	32	37

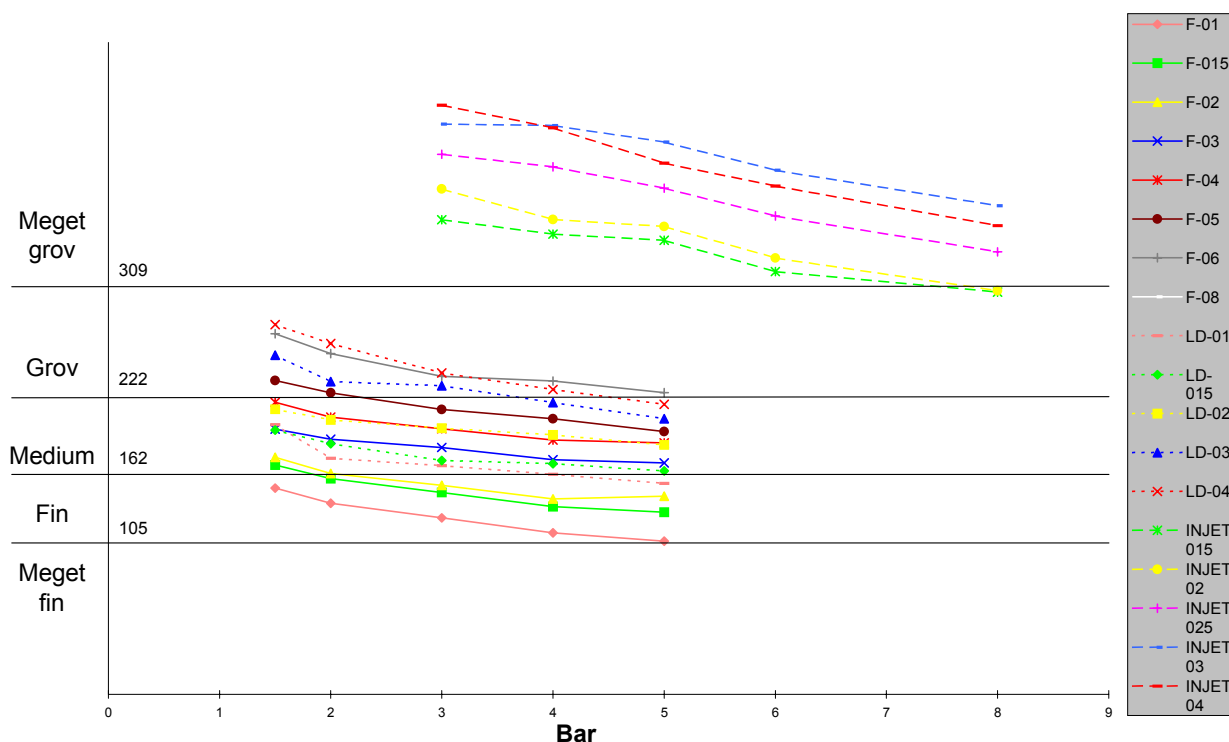
Det fremgår, at der i undersøgelser, hvor væskemængden er varieret indenfor intervallet 100 – 400 l/ha ved konstant dråbestørrelse, er fundet en neutral effekt af væskemængde. Ved store væskemængder over 400 l/ha er der en klar overvægt af forsøg, hvor effekten er øget ved aftagende væskemængde. Tilsvarende er der en overvægt af undersøgelser, hvor effekten af bladherbicer har været aftagende, når væskemængden blev reduceret yderligere i forsøg

med væskemængder under 100 l/ha. Denne sammenhæng blev overvejende fundet i forsøg, hvor der blev anvendt en stor dråbestørrelse.

Nyere undersøgelser under markforhold

Sammenhængen i Knoche's review, med stigende effekt med aftagende dråbestørrelse selv ved dråbestørrelser under 150 µm, svarer ikke til de konklusioner, der findes ved undersøgelser under markforhold. En årsag er som tidligere beskrevet, at mange af undersøgelserne med specifikke dråbestørrelser er udført ved meget små væskemængder, og at udslaget for dråbestørrelse aftager med stigende væskemængde. En anden årsag skal formentlig findes i den måde behandlingerne er udført på, med direkte applicering på planterne, eller sprøjtning under vindstille forhold i sprøjterum. Under markforhold vil dråber i kategorien "meget fin" være vanskelige at styre selv under gode sprøjteforhold, hvor disse små dråber er de mest udsatte for fordampning samt afdrift og uens fordeling selv ved begrænset vind. Ved ukrudtsbekæmpelse i forsøg under markforhold opnås typisk den bedste effekt med fladsprededyser størrelse F02 – F03 eller lavdriftdyser størrelse LD015. I figur 2 er vist middeldråbestørrelsen for Hardi ISO dyser. Det fremgår af figuren, at dråbestørrelsen for F02 – F03 fladsprededyser samt LD015 lavdriftdyser ligger i samme kategori. Det gør dråbestørrelsen for LD01 dysen også, men den er kun afprøvet i begrænset omfang, og da væskemængden med denne dyse vil være 2/3 af LD015 dysen, kan det måske medføre en svagere effekt jævnføre ovenstående. Ved grovere forstøvning end den nævnte viser forsøgene en svagt faldende effekt med stigende størrelse af fladsprede- eller lavdrift dyse (Jensen, 1994; Jensen & Kirknel, 1994). En meget markant effektreduktion ses ved anvendelse af luftinjektionsdyser ved bekæmpelse af såvel en- som tokimbladet ukrudt (Jensen, 1999; Miller *et al.*, 2003). Dette er ikke så overraskende, når man ser den væsentlig større dråbestørrelse, der produceres af disse dyser i forhold til fladsprededyser og lavdriftdyser.

Sprøjteteknikforsøg med bekæmpelse af svampesygdomme og skadedyr gennemføres i mindre udstrækning end herbicidforsøg. Forsøg med systemiske svampemidler i korn har vist en større tolerance over for grov forstøvning således at effekten med luftinjektionsdyser har været på højde med fint/medium forstøvende fladsprede- og lavdriftdyser ved flere undersøgelser (Anon, 2000; Giese, 1998). Under gunstige sprøjteforhold bør fladsprede- og lavdriftdyser dog foretrækkes også til denne opgave.



Figur 2. Dråbestørrelse af HARDI ISO dyser (Hardi International). Drop size of HARDI ISO nozzles.

Afdrift

Afdriften fra konventionelle sprøjter er tæt korreleret til forstøvningen fra de dyser, der anvendes. Det er specifikt andelen af dråber med en størrelse under ca. 100 µm, der giver anledning til afdrift, men dysernes middeldråbestørrelse er en god indikator for afdriftsrisikoen. Ser man på figur 2, er betegnelsen lavdriftdyser misvisende i forhold til den måde de typisk anvendes, hvor der vælges en lavdriftdyse med en størrelse 1-2 lavere end den alternative fladsprededyse. Det betyder, at forskellen i dråbestørrelse er meget begrænset og dermed også forskelle i forventet afdrift. Derimod afspejler luftinjektionsdysernes markant større dråbestørrelse sig i et tilsvarende lavere afdriftspotentiale, men som desværre også betyder, at effekten er nedsat til mange planteværnsopgaver, herunder næsten generelt alle former for ukrudtsbekæmpelse med bladmidler.

Diskussion

Undersøgelser af sprøjteteknik til ukrudtsbekæmpelse under kontrollerede forhold viser generelt, at effekten øges med aftagende dråbestørrelse. Under markforhold viser forsøgene derimod, at der er en optimal dråbestørrelse, som svarer til dyser i klassen ”fin” til ”medium”, svarende til F02 – F03 fladsprededyser og 015 lavdriftdyser. Forskellen skyldes formentlig, at de meget fine dråber under markforhold bliver udsat for fordampning samt afdrift og uens fordeling som følge af vind. Til systemiske svampemidler kan der anvendes en grovere forstøvning uden, at det påvirker effekten. Vejledningsgrundlaget for kontaktfungicider samt insekticider er meget spinkelt. Under ugunstige vindforhold (3 – 5 m/s) bør der anvendes større lavdriftdyser (02 eller større) eller luftinjektionsdyser. I forhold til ukrudtsbekæmpelse vil det resultere i en effektnedsættelse, mens systemiske fungicider bedre opretholder effekten ved grovere forstøvning.

Litteratur

- Anon.* 2000. Valg af dysetype. Oversigt over Landsforsøgene (redigeret af C, Å Pedersen), 70-71.
- Ayres P & Merritt CR.* 1978. Field experiments with controlled drop applications of herbicides for the control of dicotyledonous weeds. *Weed Research* 18, 209-214.
- Giese K.* 1998. Applikationstechnik im modernen Pflanzenschutz. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Amt für Land- und Wasserwirtschaft, Abt Pflanzenschutz, Kiel, 557-572.
- Jensen PK.* 1994. Effekt af herbicider udsprøjtet med nye dysetyper. 11. Danske Planteværns-konference / Pesticider og Miljø - Ukrudt, SP rapport nr. 6, 193-203.
- Jensen PK.* 1999. Herbicide performance with low volume low-drift and air-inclusion nozzles. *Proc Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 453-460.
- Jensen PK & Kirknel E.* 1994 Influence of spray quality on crop tolerance and weed control with foliage-applied herbicides in combining peas. *Crop Protection*, 13, 189-194.
- Knoche M.* 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides, *Crop Protection* 13, 163-178.
- Miller PCH, Powell ES, Orson JH, Kudsk P & Mathiassen S.* 2003. Defining the size of target for air induction nozzles. Project report 317, Home Grown Cereals Authority (HGCA).

I praksis kan håndtering af pesticider forbedres på de fleste ejendomme

In practice, pesticide handling can be improved on most farms

Henriette Hossy

Sjællandske Familielandbrug

Maglehøjen 19

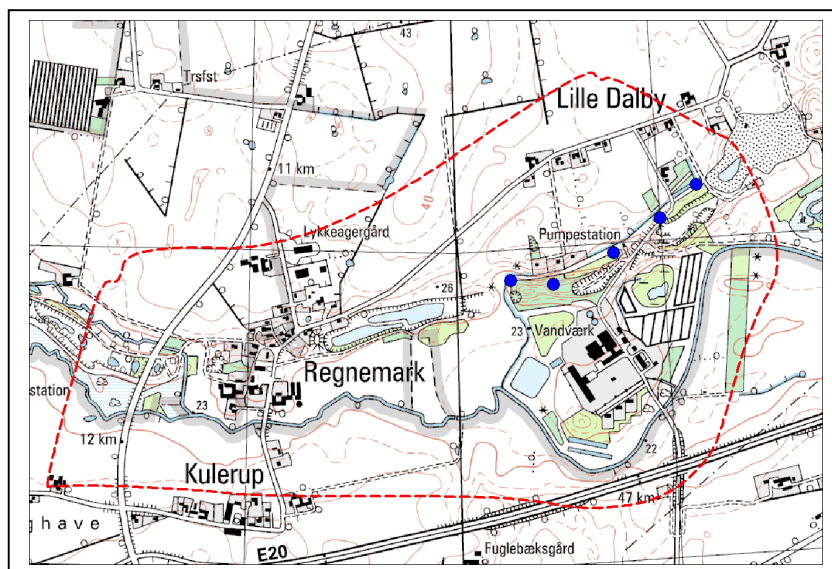
DK-4000 Roskilde

Summary

As a follow-up to its framework for action on groundwater protection the County of Roskilde carried out a check of the environment and worked out a Treatment Index on the agricultural holdings located at Almsgård Spring Site. By means of the check of the environment, the farmers' handling of spraying equipment and pesticides were to be studied, as washing and filling sites can be a source of pollution in the form of pesticides in streams through drains or locally in the groundwater reservoirs to another extent than sprayed fields. At each farm, a check of the environment consisted in a dialogue with the farmer on the property where the washing and filling site and the chemical store were inspected. There was great difference in what action was needed at the various properties, but all farmers were aware of the location "on top of the groundwater", and it was the impression that most were willing to improve conditions. It was primarily a matter of: washing and filling the sprayer on an area with grass or on a concrete site where spill and washing water is collected, only using approved pesticides for control in the yard, diluting the waste spray liquid in 2 or 3 steps with a small amount of water instead of 1 step with a large amount of water and disposing of the diluted spray liquid on grass areas or in the field. The important thing was to inform the farmer of how he may avoid point source pollution by a few means, as by far most problems can be solved through guidance and information to the farmer.

Indledning

I Roskilde Amt blev den første indsatsplan for grundvandsbeskyttelse vedtaget foråret 2002. Det var indsatsplanen for Almsgård Kildeplads, som tilhører Københavns Energi. På kildepladsen indvindes årligt ca. 0,6 mio. m³ grundvand fra 5 borer. Kildepladsen har siden årsskiftet 1995/1996 ikke leveret drikkevand, men har fungeret som afværgeanlæg. Det skyldes fund af pesticider i det oppumpede grundvand, i form af 2,6-dichlorbenzamid (BAM) og hexazinon. Altså henholdsvis nedbrydningsprodukt og aktivstof fra herbiciderne: Caseron, Prefix og Velpar (Roskilde Amt, 2002).



Billede 1. Almsgård Kildeplads med de 5 boringer. Watertech A/S. 2003. Almsgård Spring Site with the 5 borings. Watertech A/S. 2003.

I indsatsplanen er foreslået en række foranstaltninger, der kan forebygge grundvandsforurening plus forsøge at formindske eller rette op på de forureninger, der allerede er sket. Københavns Energi fulgte indsatsplanens anbefalinger op ved at kontakte et privat firma, der skulle udføre en interviewundersøgelse på Almsgård Kildeplads. Firmaet kontaktede så siden hen Sjællandske Familielandbrug, hvis opgave blev at udføre miljøtjekkene og beregne BehandlingsIndeks (BI) for landmændene i området.

Formålet med min del af opgaven var at undersøge landmændenes håndtering af bekæmpelsesmidler og sprøjteudstyr, da pesticider, der spildes, afvaskes eller bortskaffes uhensigtsmæssigt, kan bidrage til de fund af pesticider, der i dag gøres i vandløb og grundvand. Disse vaske og fyldepladser anses derfor for at forurene med pesticider større grad end sprøjtede marker og kan bidrage til en forurening af vandløb via dræn samt grundvand og drikkevandsforsyninger lokalt. Størrelsen af dette bidrag er dog meget usikkert.

Metode

Miljøtjekkene foregik på de bedrifter, som udførte sprøjtearbejde på kildepladsen. Et besøg på hver bedrift bestod af en samtale med den enkelte landmand på ejendommen, hvor vaskefyldepladsen og kemikalerummet blev besigtiget. Dette blev fulgt op af en gennemgang af tjekliste med spørgsmål udarbejdet af Landscenteret (Landscentret, Planteavl, 2000). Det var meget vigtigt, at interviewet foregik på selve ejendommen, og at både vaskefyldepladsen og

kemikalierummet blev besigtiget, således at der blev givet en præcis og målrettet rådgivning om en forbedring af forholdene. Derefter blev sprøjtejournalen gennemgået, da BI skulle udregnes på baggrund af denne.

Resultater

Miljøtjek

Der blev med udgangspunkt i den enkelt ejendom, som opfølgning på miljøtjekkene, anbefalet eller rådgivet om følgende punkter:

1. Fortynde restsprøjtevæsken i 2-3 omgange med mindre vandmængde i stedet for 1 gang med en større mængde vand

2. Eftermontering af rentvandstank, spuledyse samt højtryksvandudtag på sprøjten, så indvendig og udvendig rengøring kan finde sted i marken

Den sidste rest af sprøjtevæsken bør fortyndes og udsprøjtes på afgrøden, en rentvandstank og spuledyse muliggør, at rengøringen kan ske i marken. Hvis der efter endt sprøjtning er 10 liter restsprøjtevæske tilbage, som fortyndes op til 100 liter to gange er den samlede fortynding 100x. Mens en fortynding med 60 liter tre gange giver en samlet fortynding på 216x.

3. Sørge for at vaske og fylde sprøjten på et areal med bevoksning

4. Undgå at ukrudtssprøjte på en vaske-fyldeplads af sten og grus

På et areal med bevoksning er der, modsat et grusareal, et muldlag med mikroflora og et plantedække til at optage eventuelle spild. I muldlaget vil midlerne blive bundet og efterhånden nedbrudt.

5. Rådgive omkring anlæggelse af betonbefæstede plads med opsamling

Ofte benyttes møddingpladsen/betonbefæstede plads til vaske-fyldeplads, det er uden tvivl den bedste løsning, hvis man er sikker på, at opsamlingen foregår til en lukket beholder og opsamles her. Mange landmænd har en gammel møddingplads med opsamlingstank, denne tank kan dog være utæt.

6. Overvejelser omkring placering af vaske-fyldepladsen i forhold til egen boring/brønd og i forhold til vandløb

Hold mindst 10 m afstand til egen brønd. Overfladestrømning kan give spor af bekæmpelsesmidler i vandløb og søer medmindre, der er et stabilt plantedække, jo mere skrånede arealet er, desto vigtigere er bræmmen af plantedække.

7. Rådgive om brugen af det begrænsede godkendte middelvalg til ukrudtsbekæmpelse på gårdspladser

Nedbrydning af ukrudtsmidler på gårdspladser sker normalt langsomt, og bindingen i jorden kan være ringe. Der er kun godkendt få midler til brug på arealer med belægninger af sand, grus, fliser, sten o.lign. Det drejer sig om: Basta, Roundup midler (kun "klar-til-brug" - produkter), Zeppelin og Top Gun.

8. Overveje placering af uvasket sprøjte

Efter en behandling vil der normalt sidde mellem 1-10 g aktivstof, hvis sprøjten ikke stilles under tag, kan sprøjtevæksten blive skyllet af i regnen. Hvis sprøjten er placeret på et grusareal, vil der være samme betæneligheder, som nævnt ovenfor.

9. Få monteret kontraventil på vandforsyningen

Hvis vandpåfyldningen ikke foregår fra en separat beholder men direkte fra vandforsyningen, skal der for en sikkerheds skyld være kontraventil på anlægget, så vandet ikke kan løbe tilbage.

10. Opsætning af skilt ved kemikalierummet

Skiltning giver et signal til uvedkommende personer om ikke at opholde sig på pågældende sted. Ved brand er det desuden vigtigt for brandpersonalet at vide, hvor kemikalierummet er på ejendommen. (Landscentret, Planteavl, 2000)

BehandlingsIndekset (BI)

Der blev udregnet BI for 13 ejendomme. BI er et tal for forbruget af pesticider på ejendommen (ca. normaldosise forbrugt pr. hektar) og bliver sammenlignet med måltallet (MT) for hver ejendom. MT angiver et mål for bekæmpelsesindsatsen under gennemsnitlige forhold ved god landbrugsmæssig praksis. MT kan således på ingen måde opfattes som en ejendomskvote, men er et signal til den enkelte driftsleder om størrelsen af pesticidforbruget i forhold til pesticidhandlingsplanens målsætning.

For Almsgård Kildeplads lå forholdstallet BI/MT fra 0,34-1,35. Det vil sige landmændene i området bruger fra 34% til 135% af de af Bichelsudvalgets fastsatte måltal. Størstedelen af landmændene lå under måltallet, og samlet set levede de op til Pesticidplan 2004-2009's mål om en behandlingshyppighed på 1,7 på de i alt 430 ha.

Diskussion og konklusion

Eftersom det ikke var landmænd jeg normalt var konsulent for, var det af stor betydning at få opbygget en vis tillid med det samme, så de oplysninger jeg fik på ejendommen var oprigtige. Efterhånden fandt jeg ud af, at landmændene havde tillid til, at jeg kun videregav oplysninger, der var nødvendige for Københavns Energi. Efter hvert besøg gik jeg hjem og skrev et referat, som blev sendt til landmanden, inden det blev skrevet ind i den endelige rapport. Ingen af landmændene havde kommentarer til referatet.

Der var stor forskel på, hvad indsatsen skulle være på de forskellige ejendomme, men alle de involverede landmænd var bevidste omkring beliggenheden lige "ovenpå grundvandet", og mit indtryk var, at stort set alle var villige til at forbedre forholdene.

Indsatsen drejede sig primært om: at vaske og fylde sprøjten på et areal med græsbevoksning eller på en betonplads med opsamling, kun bruge godkendte midler til ukrudtsbekæmpelse på gårdspladsen, fortynde restsprøjtevæske i 2-3 omgange med mindre vandmængde i stedet for 1 gang med større mængde vand og bortskaffe den fortyndede sprøjtevæske på græsbevoksede arealer eller i marken.

Desuden blev der udarbejdet kommentar til hvert BehandlingsIndeks om forslag til andre middelvalg eller nedsatte doseringer ud fra sorternes modtagelighed og sæsonens klima. Grunden til, at enkelte ejendomme lå over måltallet, havde både med sæsonens angreb af skadedyr og specielle ukrudtsproblemer at gøre. Københavns Energi var specielt positive over kommentarer til BI, da de mente at heri lå et godt redskab til at nedsætte pesticidforbruget.

Alt i alt var det væsentligste at orientere landmanden om, hvordan han med små midler kunne undgå en punktkildeforurening, det var jo i sidste ende et spørgsmål om at beskytte grundvandet, og langt de fleste problemer kunne løses ved målrettet vejledning og information til landmanden.

Sammendrag

Som opfølgning på amtets indsatsplan for grundvandsbeskyttelse blev der i foråret 2003 udført miljøtjek og udarbejdet BehandlingsIndeks på landbrugsejendommene beliggende på Almsgård Kildeplads. Gennem miljøtjekket skulle landmændenes håndtering af sprøjteudstyr og bekæmpelsesmidler undersøges, da vaske- og fyldepladser kan være kilde til forurening i form af pesticider i vandløb via dræn eller lokalt i grundvandsdepoterne, i en anden grad end sprøjtede marker er. Et miljøtjek på hver bedrift bestod af en samtale med den enkelte landmand på ejendommen, hvor vaske- og fyldepladsen og kemikalierummet blev besigtiget. Der var stor forskel på, hvad indsatsen skulle være på de forskellige ejendomme, men alle landmændene var bevidste omkring beliggenheden "lige ovenpå grundvandet", og indtrykket var, at de fleste var villige til at forbedre forholdene. Det drejede sig primært om: at vaske og fylde sprøjten på et areal med græsbevoksning eller på en betonplads med opsamling, kun bruge godkendte midler til ukrudtsbekæmpelse på gårdspladsen, fortynde restsprøjtevæske i 2-3 omgange med mindre vandmængde i stedet for 1 gang med større mængde vand og bortskaffe den fortyndede sprøjtevæske på græsbevoksede arealer eller i marken. Det væsentlige var, at orientere landmanden om, hvordan han med små midler kunne undgå en

punktkildeforurening, da langt de fleste problemer kan løses ved vejledning og information til landmanden.

Litteratur

Landscentret, Planteavl. 2000. Tjekliste for håndtering af bekæmpelsesmidler på landbrugsbedrifter 33 s.

Roskilde Amt. 2002. Indsatsplan for grundvandsbeskyttelse, Almsgård Kildeplads - teknisk rapport. 93 s.

WaterTech A/S. 2003. Interviewundersøgelse ved Almsgård Kildeplads. 158 s.

Status for overvågning af grundvand

Monitoring of ground water in Denmark

Walter Brüsch

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Østervoldgade 10

DK-1350 København K

Summary

Monitoring of ground water in Denmark presents data from the national groundwater monitoring areas (GRUMO), the agricultural watershed catchment areas (LOOP) and water abstraction wells, and provides a comprehensive picture of groundwater quality in Denmark. The data mainly represents the period from 1989 to 2002. The Action Plan for the Aquatic Environment was approved in 1987.

The number of well screens with pesticides and/or their metabolites in the groundwater monitoring areas was approximately 27% in both 2001 and 2002. The number of well screens with concentrations above the MAC for drinking water (0.1 µg/l) was about 8.5% in both years. Pesticides or their metabolites have been detected in more than 40% of the well screens sampled during the period from 1990 until 2001 (Brüsch & Juhler, 2003).

The metabolite 2,6-dichlorbenzamid (BAM, degradation product of chlorthiamid and dichlobenil), and the triazines and their metabolites, especially deethylisopropylatrazine, are the most commonly detected compounds. The detection of deethylisopropylatrazine has increased to 8.4% of the wells sampled. This metabolite is detected in more than 30% of monitoring wells that are completed at shallow depth below the agricultural watershed catchment areas. The metabolite was detected in about 3% of the water supply wells analysed. Only about 200 water supply wells were analysed for this metabolite, and it is anticipated that detection of the metabolite will increase as analyses are made in an increasing number of water supply wells. Groundwater abstraction wells are still severely affected by pesticides or metabolites. During the period from 1997 to 2002 the number of detections has varied by about 30%. During the same period, the number of wells with concentrations exceeding the MAC has declined from 10% to 7%. In 2002 pesticides or their metabolites were detected in more than 50% of the shallow (0 to 20 mbs) groundwater abstraction wells sampled. As in groundwater monitoring areas, their occurrence decreases with increasing depth.

Indledning

Denne status bygger på rapporten ”Grundvandsovervågning 2003”, som sammenfatter oplysninger fra grundvandsovervågningen, landovervågningen og vandværkernes boringskontrol. Grundvandsovervågningen giver et omfattende kvalitativt billede af grundvandets kemiske og forureningsmæssige tilstand. Størstedelen af det grundvand, der overvåges, er dannet før 1990, og det er derfor ikke muligt at konstatere nogen overordnet ændring af f.eks. nitratindhold i grundvandet begrundet i implementeringen af Vandmiljøplanen i 1987 og senere tiltag.

Pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen

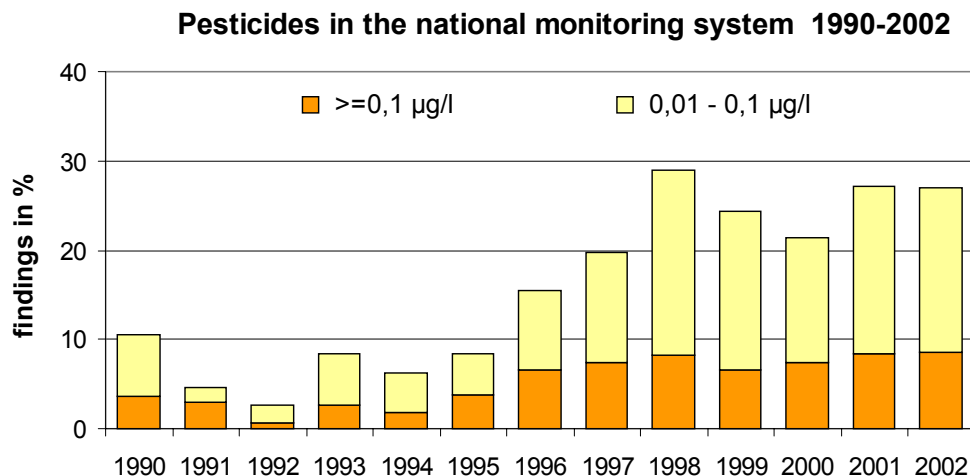
Der er i grundvandsovervågningen i perioden 1990-2002 gennemført 8626 analyser af grundvandsprøver udtaget fra 1.182 indtag i overvågningsboringer.

Der er fundet ca. 50 pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen, hvoraf ca. 20 er nedbrydningsprodukter. Derudover er der fundet en række phenolforbindelser, som kan stamme fra nedbrydning af phenoxysyrer, fra andre pesticider eller fra organisk stof.

I perioden 1990-2002 er der en eller flere gange fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 497 indtag ud af 1.182 undersøgte svarende til ca. 41%. Grænseværdien for indhold af et pesticid i drikkevand på 0,1 µg/l, er overskredet en eller flere gange i ca. 14% af de undersøgte indtag, tabel 1. Andelen på 41% af indtag svarer til det antal indtag, som på et eller flere tidspunkter gennem hele perioden har været i berøring med pesticidholdigt grundvand. De 41% er derfor den andel af indtag, der er placeret i grundvand, som er sårbart overfor nedvaskning af pesticider. Der blev i 2002 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i 27% af de undersøgte indtag, og grænseværdien var overskredet i 8,5%.

Tabel 1. Oversigt over gennemførte analyser for pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen 1990-2002. ”Alle pesticider, 1990-2002” omfatter alle analyser for pesticider og nedbrydningsprodukter. ”Alle pesticider, 2002” omfatter kun analysedata fra 2002, rapporteret til GEUS i 2003. Findings of pesticides in the national monitoring system, 1990-2002.

Grundvandsovervågning 1990-2002 Groundwater monitoring	Analyser Analyses	Indtag med analyse screens analyzed	Indtag med fund screens with findings		Indtag med fund $\geq 0,1\mu\text{g/l}$ screens $\geq 0.1\mu\text{g/l}$	
	antal	antal	antal	%	antal	%
Alle pesticider 1990-2002	8.626	1.182	487	41,2	163	13,8
Alle pesticider 2002	789	742	200	27	63	8,5

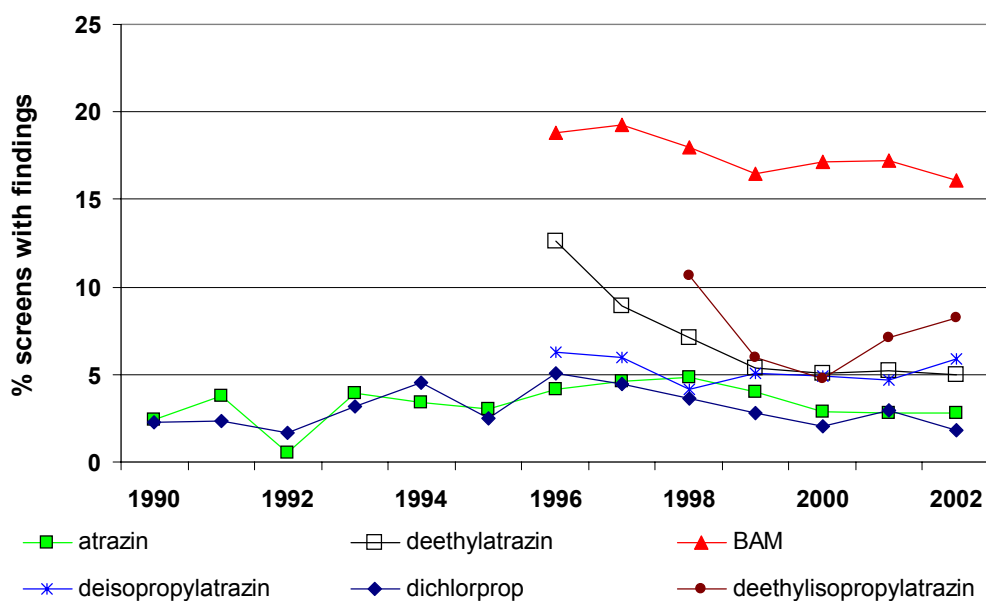


**Figur 1. Indtag med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvands-
overvågningen 1990-2002.** Finding of pesticides in the national monitoring system during the
period 1990-2002.

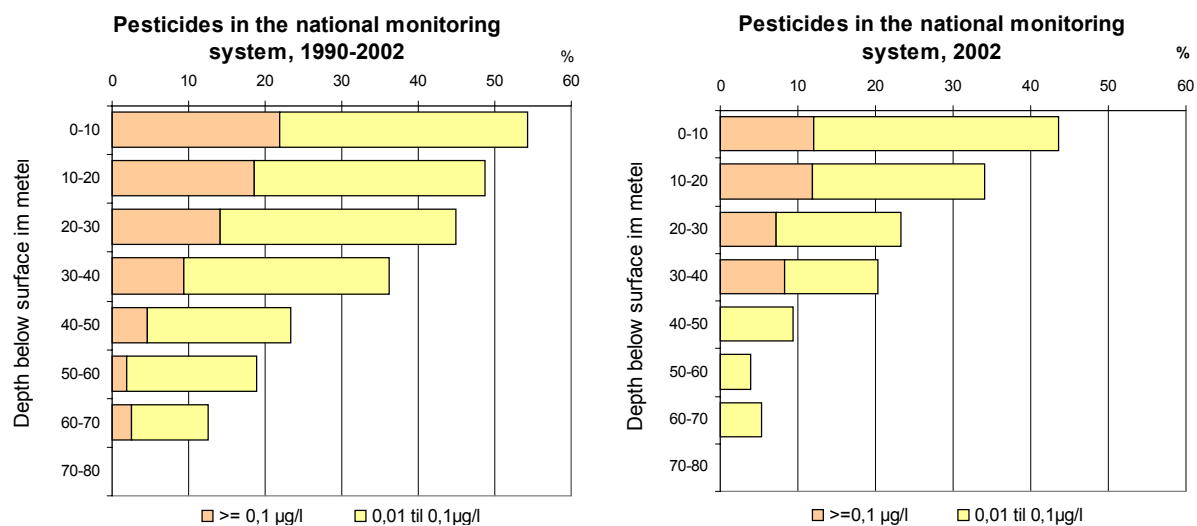
Andelen af indtag med fund i perioden 1993-1995 ligger lidt under 10% pr. år, men stiger til næsten 30% i 1998, figur 1. I 2000 falder andelen til ca. 21%, men stiger igen til 27% i 2001 og 2002. Det stigende antal fund af pesticider i grundvandsovervågningen i perioden frem til 1998 afspejler, at grundvandet i denne periode er blevet analyseret for stadig flere pesticider og nedbrydningsprodukter. Antallet af indtag med overskridelse af grænseværdien har været næsten konstant i perioden 1996-2002.

Faldet i antallet af indtag med pesticider fra 1998 til 2000 skyldes, at de oftest fundne stoffer findes mindre hyppigt, mens stigningen i 2001 skyldes, at mange stoffer findes lidt hyppigere, f.eks. de 3 triazin nedbrydningsprodukter, figur 2. Af figur 2 fremgår også, at indholdet af BAM, atrazin og dichlorprop generelt er faldende i indtag, som ligger fra 0 til 30 meter under terræn.

Den dybdemæssige fordeling af pesticidfund, figur 3, viser, at der i perioden 1990-2002 er fundet pesticider i ca. 55% af indtagene i dybdeintervallet 0-10 meter under terræn, og at grænseværdien var overskredet i ca. 20% af disse indtag. Fundhyppigheden aftager med dybden til ca. 12% i intervallet 60-70 meter under terræn, men der er også fundet pesticider i større dybder. De hyppige fund i det højtliggende grundvand skyldes især forekomsten af BAM og nedbrydningsprodukter fra triaziner og phenoxysyrer. Opgøres antal indtag med fund for året 2002 alene ses samme tendens men dog med en noget mindre fundhyppighed. F.eks. er der i 2002 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i ca. 45% af de indtag, der har toppen af indtaget liggende i intervallet 0-10 meter under terræn. Figur 3 giver et klart indtryk af, at det sårbare grundvand særligt ligger tæt ved terræn, men også at der findes en høj påvirkningsgrad i mere end 30 meters dybde.



Figur 2. Forekomst af 6 udvalgte pesticider og nedbrydningsprodukter: BAM (2,6-dichlorbenzamid), dichlorprop og de tre triazin nedbrydningsprodukter deisopropylatrazin, deethylatrazin og deethylisopropylatrazin i indtag 0 til 30 meter under terræn. Occurrence of 6 selected pesticides and metabolites analyzed in the ground water monitoring system in screens 0 – 30 meters below surface.



Figur 3. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandsovervågningen fra forskellige dybdeintervaller for perioden 1990 – 2002 og for 2002. Det yngste vand findes primært i intervallet 0-10 meter under terræn, hvor antallet af indtag med fund er mere end 50% for perioden 1990-2002. Der forekommer også fund af pesticider og nedbrydningsprodukter under 80 meters dybde, men da der kun er analyseret få indtag, er disse udeladt. Findings of pesticides and metabolites in depth intervals below surface in 2002, and in the period 1990-2002. Data from the ground water monitoring system.

Nedbrydningsproduktet BAM er fundet hyppigst i grundvandsovervågningen med 19,1%; heraf 7,5% over grænseværdien, tabel 2. BAM er et nedbrydningsprodukt, som stammer fra nedbrydning af herbiciderne dichlobenil (Prefix og Casoron G) og chlorthiamid (Casoron). Chlorthiamid nedbrydes i jord til dichlobenil. Dichlobenil har været anvendt som granulat ved bekæmpelse af ukrudt på udyrkede arealer, især i bymæssig bebyggelse, på gårdspladser, i plantager og under prydræer og prydbuske i doseringer op til 400 kg/ha med 6,75% aktivstof svarende til 27 kg aktivstof/ha. Dichlobenil blev solgt sidste gang i Danmark i 1997, hvor Miljøstyrelsen forbød anvendelse af stoffet.

Tabel 2. De 15 hyppigst fundne stoffer i grundvandsovervågningen, vandværkernes boringskontrol og landovervågningen fra 1993-2002. Der er kun medtaget stoffer, som er analyseret i mere end 200 indtag i grundvandsovervågningen og ved vandværkernes boringskontrol. ogr = større end grænseværdien på 0,1 µg/l for drikkevand. DEIA = deethylisopropylatrazin. The 15 most frequently found pesticides and metabolites in the national groundwater system (Grundvandsovervågning 1993-2002), from water abstraction wells (Vandværksboringer 1992-2002) and from the agricultural watershed catchment areas (LOOP 1993-2002).

Grundvandsovervågning 1993-2002				Vandværksboringer 1992-2002				LOOP 1993-2002			
Pesticides metabolites	analyzed screens	% findings	% ≥ 0,1 µg/l	Pesticides metabolites	analyzed screens	% findings	% ≥ 0,1 µg/l	Pesticides metabolites	analyzed screens	% findings	% ≥ 0,1 µg/l
BAM	1049	19,1	7,5	BAM	5548	21,4	6,6	4-Nitrophenol	54	35,2	3,7
DEIA	932	8,4	2,5	Atrazin	5796	2,9	0,2	DEIA	43	32,6	11,6
Atrazin, deisopropyl	1047	6,9	1,3	Atrazin, deethyl-	5317	2,8	0,2	Atrazin, deisopropyl-	94	21,3	8,5
Atrazin, deethyl-	1047	6,1	1,2	4CCP	970	2,6	0,4	Bentazon	103	20,4	1,0
4-nitro-phenol	924	6,0	0,3	Atrazin, deisopropyl	5255	2,1	0,1	AMPA	58	19,0	10,3
Atrazin	1117	5,1	1,3	Mechlorprop	5869	1,9	0,2	Glyphosat	58	15,5	12,1
Bentazon	1048	4,2	1,2	Simazin, hydroxy-	230	1,7	0,4	Atrazin, deethyl-	100	15,0	2,0
Dichlor-prop	1117	4,0	1,0	Bentazon	5309	1,7	0,3	Terbutylazin, deethyl-	57	10,5	1,8
Mechlor-prop	1117	3,2	0,6	Dichlorprop	5871	1,7	0,2	Metamitron	95	10,5	
Atrazin, hydroxy-	996	2,5	0,2	Hexazinon	5332	1,5	0,2	Mechlorprop	118	10,2	
AMPA	939	2,2	0,4	Simazin	5857	1,5	0,1	MCPA	118	9,3	
Simazin	1117	2,1	0,4	Glyphosat	274	1,5		Isoproturon	103	8,7	2,9
Hexazinon	1044	1,8	0,6	AMPA	296	1,0	0,3	Atrazin, hydroxy-	77	7,8	
Glyphosat	940	1,8	0,1	Terbutylazin, hydroxy	298	1,0	0,3	BAM	91	7,7	1,1
Metribuzin	978	1,6	0,5	Atrazin, hydroxy-	4461	0,8	0,1	Atrazin	118	6,8	1,7

Nedbrydningsprodukterne deethyldeisopropyl -, deethyl -, deisopropyl - og hydroxyatrazin fra triaziner er også fundet hyppigt i grundvandet. De mange fund af deethylisopropylatrazin på henholdsvis 8,4% og heraf 2,5% over grænseværdien for drikkevand er repræsentative, da der nu er analyseret vandprøver fra mere end 900 indtag. Det fremgår af tabellen, at nedbrydningsprodukterne fra triaziner er fundet hyppigere end moderstofferne.

Bentazon er fundet i 4,2% af de undersøgte indtag, hvoraf 1,2% var over grænseværdien for drikkevand. Der er analyseret for glyphosat i 940 indtag med fund af stoffet i 17 indtag, mens der er fundet AMPA i 21 indtag ud af 939 analyserede svarende til 2,2%.

Opgøres fordelingen af triaziner og triazinernes nedbrydningsprodukter i redoxgrupper, findes en klar overrepræsentation i de iltrige miljøer. Dette skyldes formodentlig, at triazinerne nedbrydes langsomt i iltrigt grundvand, og derfor dominerer i de højtliggende grundvandsmagasiner, hvor en række andre pesticider som phenoxysyrerne omsættes.

Sammenholdes forekomsten af de to phenoxysyrer dichlorprop og mechlorprop med forekomsten af BAM og atrazin i grundvand findes, at phenoxysyrerne forekommer i nitratfrit grundvand, mens atrazin og BAM også forekommer i nitatholdigt iltet vand. Dette stemmer godt overens med fordelingen af stofferne på landsplan, hvor phenoxysyrer særligt forekommer i magasiner under lerede sedimenter i "Østdanske" oplande.

BAM og atrazin forekommer også i de sandede iltede grundvandsmagasiner med frit vand-spejl i "Vestdanske" oplande. I de iltede og sandede magasiner når phenoxysyrerne formodentligt sjældent grundvandet, da de omsættes i den umættede zone.

Pesticider og nedbrydningsprodukter i landovervågningen

Der er fundet ca. 35 pesticider og nedbrydningsprodukter ud af ca. 90 analyserede stoffer i de fem undersøgte landovervågningsoplande (LOOP), hvor højtliggende grundvand overvåges. I perioden 1990-2002 er der gennemført 1167 analyser af vandprøver, heraf er 366 med fund af pesticider, og med 70 fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$. Vandprøverne er udtaget fra 142 indtag, og der er en eller flere gange påvist pesticider eller nedbrydningsprodukter i 78 indtag svarende til ca. 55% af de undersøgte indtag. Grænseværdien er overskredet én eller flere gange i 26 indtag svarende til ca. 18%.

Indholdet af pesticider og metabolitter i landovervågningsoplandene svinger meget fra år til år. Da grundvandsprøverne fra landovervågningsoplandene alle er udtaget fra højtliggende og relativt ungt grundvand, er det den aktuelle brug af pesticider og de klimatiske forhold som nedbørsfordeling, som præger omsætningen og nedvaskningen af pesticider og nedbrydningsprodukter.

Det er især triaziner og nedbrydningsprodukter, som er fundet hyppigt i landovervågningen (tabel 2). De mange fund af deethylisopropylatrazin er i overensstemmelse med mange fund af samme stof i grundvandsovervågningen, mens stoffet endnu kun sjældent findes i vandværksboringer, hvilket dog kan skyldes, at stoffet p.t. kun er analyseret i små 200 vandværksboringer. Atrazin blev sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994. Det skønnes dog, at der i rodzonen må være opbygget en pulje af stoffet, som langsomt frigives. Bentazon er fundet hyppigt, men kun i ét tilfælde i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand.

Vandværksboringer

Vandværkerne har gennemført 13.880 analyser i perioden 1989-2002 i boringer, hvorfra der i de sidste tre år før prøvetagningen i 2002 er indvundet grundvand til drikkevandsformål. De analyserede vandprøver er udtaget fra 6.012 boringer (tabel 3).

Der er fundet ca. 45 pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværksboringer.

I vandværksboringerne er der i 1992-2002 en eller flere gange fundet pesticider i 1.533 boringer ud af de 6.012 undersøgte i dag aktive vandværksboringer. Det svarer til 25,5% af de undersøgte boringer, tabel 3. Grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l er overskredet i 438 boringer svarende til 7,3% af de undersøgte boringer.

I de vandværksboringer, som blev undersøgt i 2002, blev der fundet et eller flere pesticider i 33,4% af de undersøgte vandværksboringer, mens grænseværdien var overskredet i 7,4% af de undersøgte boringer. Af skema 3 fremgår, at andelen af boringer med fund er steget fra 31% i 2001 til 33,4% i 2002, mens antallet af boringer med fund over grænseværdien for pesticider er næsten uændret, dog med et lille fald fra 7,5% til 7,4% af de analyserede boringer.

Tabel 3. Samlet antal analyser, analyserede boringer, boringer med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter, boringer med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter over grænseværdien på 0,1 µg/l i 2001, 2002 og fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværksboringer fra perioden 1989-2002. Finding of pesticides in water abstraction wells in 2001, 2002 and total in the period 1989-2002.

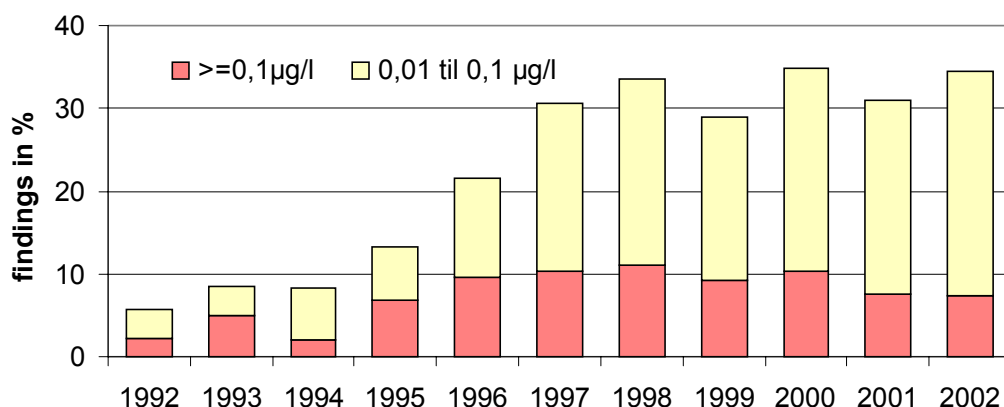
Vandværksboringer Water company wells	Analyser Analyses	Boringer med analyse analyzed wells	Boringer med fund wells with findings		Boringer med fund ≥ 0,1 µg/l Wells ≥ 0.1 µg/l	
	antal	antal	antal	%	antal	%
Alle pesticider 1989-2002	13.880	6.012	1.533	25,5	438	7,3
Alle pesticider 2002	1.622	1.289	430	33,4	95	7,4
Alle pesticider 2001	2.097	1.713	531	31	128	7,5

Der er fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i 36,7% af det vand, der blev indvundet fra boringer analyseret for pesticider i 2002. Vandindvindingen for vandværker med flere boringer er fordelt ligeligt på de enkelte boringer, og der er derfor tale om et skøn. Nogle boringer kan være ude af drift, og de indvundne vandmængde kan være skævt fordelt på de enkelte boringer.

Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværksboringer er steget gennem perioden 1992-1998 til et niveau på ca. 30%, figur 4. Stigningen gennem perioden kan skyldes, at indvindingsboringerne gennem perioden er blevet undersøgt for et stigende antal stoffer men formodentlig også en stigende forureningsgrad. Vandværkerne har dog været i stand til fra 1998 til 2002 at mindske andelen af boringer, som overskrider grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l fra ca. 11% til ca. 7%.

Fordelingen af pesticidfund i forhold til dybde viser, at ca. 50% af de undersøgte boringer i intervallet 0-20 meter under terræn indeholdt et eller flere pesticider eller nedbrydningsprodukter i perioden 1989-2002. Grænseværdien var overskredet i ca. 15% af boringerne i intervallet 0-20 meter under terræn. Antallet af fund falder med dybden, men selv i boringer, som indvinder grundvand i intervallet 60-70 meter under terræn, er der fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i ca. 10% af de undersøgte boringer.

Pesticides in water abstraction wells 1992-2002



Figur 4. Fund af pesticider i vandværkernes indvindingsboringer i perioden 1992-2002.
Findings of pesticides and metabolites in water abstraction wells, 1992 – 2002.

BAM er fundet hyppigst i vandværksboringer i perioden 1995 til 2002. Stoffet er fundet i ca. 21% af de undersøgte boringer og i ca. 7% af boringerne med mindst én overskridelse af grænseværdien for drikkevand, tabel 2.

I 2002 er der analyseret for BAM i 1254 vandværksboringer, hvor der blev detekteret BAM i 354 svarende til 28,2%. Ud af disse blev der fundet 79 boringer (6,3%) med overskridelse af grænseværdien.

Blandt de ”gamle” pesticider er det især atrazin og deethylatrazin, der forekommer hyppigt (2,9% og 2,8%), mens to af phenoxysyrerne dichlorprop og mechlorprop er fundet omtrent lige hyppigt (1,7 og 1,9%). Overskridelser af grænseværdien ligger for alle stoffer på nær BAM under én procent.

Der foreligger nu analyser for fem nedbrydningsprodukter, som kan stamme fra nedbrydning af triaziner som f.eks. atrazin, terbuthylazin og simazin. Stofferne deethylisopropyl-, deethyl-, deisopropyl-, hydroxyatrazin og hydroxyterbuthylazin forekommer i op til ca. 3% af de undersøgte boringer.

Glyphosat og AMPA er analyseret i små 300 boringer og fundet i henholdsvis 4 og 3 boringer, heraf AMPA over grænseværdien på 0,1 µg/l i en boring.

Den relative forekomst af forskellige pesticider og disses nedbrydningsprodukter viser, at gruppen ”BAM og moderstoffer” forekommer hyppigst, mens gruppen ”triaziner og nedbrydningsprodukter” og gruppen ”phenoxysyrer og nedbrydningsprodukter” forekommer i omtrent lige store mængder. Vurderes på samme måde fund $\geq 0,1$ µg/l ses, at ”BAM og moderstoffer” er den stofgruppe, som udgør langt de fleste fund.

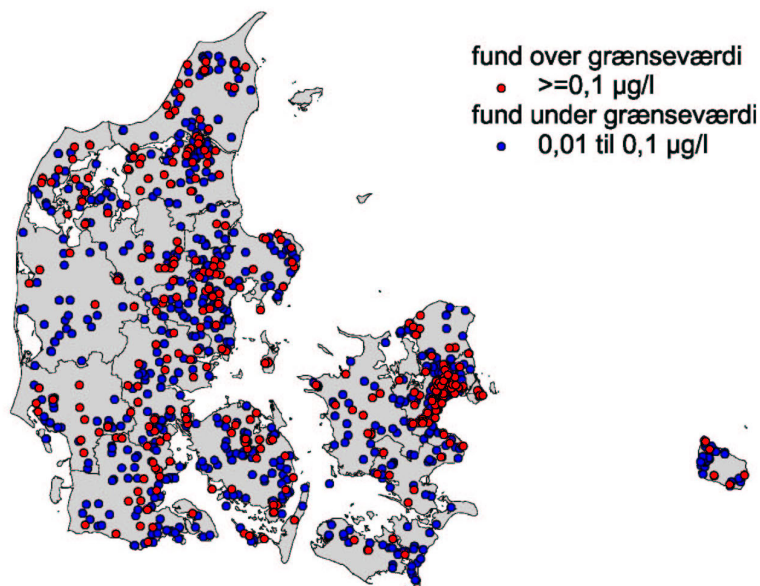
Vurderes fund af pesticider og nedbrydningsprodukter efter anvendelsesformål, kan det konstateres, at det i overvejende grad er herbicider, som dominerer fundmønstret i vandværksboringer, men at der også findes både fungicider, insekticider samt stoffer, som kan stamme fra træbeskyttelse.

Medtages kun fund $\geq 0,1$ µg/l indtager herbiciderne en helt dominerende rolle, men andre typer er også repræsenterede.

Der er fundet mange pesticider og nedbrydningsprodukter ved de større byer, figur 5, og der er tilsyneladende en overrepræsentation af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i lerede områder. F.eks. er der kun fundet få pesticider og nedbrydningsprodukter på de sandede jyske hedesletter og på de marine sletter i Nordjylland.

Dette stemmer godt overens med, at en række pesticider og nedbrydningsprodukter tilsyneladende er stabile i iltfattige grundvandsmiljøer, og at pesticider og nedbrydningsprodukter hurtigt kan transporteres til disse grundvandsmiljøer ved præferentiel strømning gennem sprækker.

Pesticidfund i vandværksboringer 1992-2002



Figur 5. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværksboringer i 1992-2002. Der er kun medtaget koordinatsatte boringer med fund. Geographic location of water abstraction wells with findings of pesticides and metabolites in Denmark.

Desuden viser amternes analyser af vandløbsprøver også, at der netop i de lerede og drænedede oplande findes mange pesticider og nedbrydningsprodukter. I modsætning hertil er de sandede oplande, hvor der oftest kun findes triaziner og nedbrydningsprodukter heraf samt BAM i vandløbsvandet. Hertil kommer, at nedbørsmængden og dermed fortyndingsgraden i Midt- og Vestjylland er langt større end i Østdanmark, der har en mindre nedbør og en betydelig mindre grundvandsdannelse.

Pesticider i små vandforsyningsanlæg

Der findes i Danmark ca. 70.000 private indvindingsboringer og gravede vandforsyningsbrønde. Disse anlæg er ofte uheldigt placeret i forhold til mulige forurenende kilder, og boringerne kan være placeret i bunden af gamle gravede brønde. Anlæggene er oftest placeret på gårdspladser eller i nærheden af landejendomme. Boringskontrollen omfatter normalt ikke vandværker, som forsyner under 10 husstande, det vil sige private gravede vandforsyningsbrønde, enkelthusstandsboringer og små vandværker til 2-9 husstande. Et samarbejdsprojekt gennemført af Viborg Amt, Storstrøms Amt, Københavns Amt, Sønderjyllands Amt, GEUS og Miljøstyrelsen har undersøgt udbredelsen af pesticider og nedbrydningsprodukter i 628 små vandforsyningsanlæg (Brüsch, 2002).

Ca. en tredjedel af de undersøgte anlæg er gravede brønde, ca. en tredjedel er egentlige boringer, mens ca. 25% er anlæg etableret med en boring sat i bunden af en gammel gravet brønd.

Den gennemsnitlige dybde for gravede brønde er ca. 9 meter, mens borer i brønde i gennemsnit er ca. 27 meter dybe. Boringerne er i gennemsnit ca. 35 meter dybe. Mere end 60% af de undersøgte anlæg indvinder grundvand fra intervallet 0 til 20 meter under terræn, mens 80% indvinder grundvand fra intervallet 0 til 30 meter under terræn. Med det gennemførte analyseprogram er der fundet et eller flere pesticider samt nedbrydningsprodukter i 366 anlæg svarende til 58%. I 223 anlæg var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet, mens 68 anlæg indeholdt mere end 1 µg/l svarende til henholdsvis 35,5% og 10,8% af de undersøgte anlæg.

Der blev fundet en lang række forskellige stoffer i drikkevandet, hvor særlig BAM blev fundet hyppigt (41% og 28% over grænseværdi), men også triaziner (atrazin, simazin, terbuthylazin og nedbrydningsprodukter fra disse) blev fundet hyppigt, fra 18% - 25% og ca. 7% over grænseværdien (for hvert enkelt stof).

Desuden blev der også fundet både glyphosat og AMPA samt i mindre grad phenoxysyrer og nedbrydningsprodukter fra disse.

Der er fundet en klar overvægt af gravede brønde med fund af pesticider. I ca. 82% af de gravede brønde blev der fundet pesticider og nedbrydningsprodukter, og grænseværdien var overskredet i 55%. I borer placeret i bunden af en gravet brønd blev der fundet pesticider i 56% og pesticider over grænseværdien i 32%, mens der i enkeltstående borer blev fundet pesticider i 39% og pesticider over grænseværdien i ca. 22%.

Anlæg med fund af pesticider er generelt fordelt jævnt i de fire amter i forhold til det samlede antal anlæg, men der kan for nogle pesticider og nedbrydningsprodukter findes en fordeling, som afspejler jordbundsforhold og geologi.

Man kan ikke med sikkerhed udpege f.eks. gårdspladser som den værste placering, men det er antagelig *alene* nærheds princippet i forhold til bygninger og arealer, hvor pesticider håndteres, som spiller en rolle for, om disse findes.

Der er også analyseret for 4 bakterielle parametre, og der er fundet overskridelser af en eller flere af grænseværdier for de bakterielle parametre i 48% af de undersøgte anlæg. De mange fund af colibakterier tyder på, at der kan ske en direkte forurening fra overfladen eller fra nærtliggende forureningskilder som sivbrønde kloaker mm.

Sammenholdes borer med bakterielle overskridelser med borer med fund af pesticider findes, at der i en stor del af disse anlæg også er fundet pesticider (74,2%).

Miljøministeren har nedsat en administrativ og en teknisk arbejdsgruppe, som netop nu er ved at afslutte vurderingen af resultaterne fra projektet.

Sammenfatning om pesticider og nedbrydningsprodukter

Andelen af indtag med fund af pesticider i grundvandsovervågningen har stabiliseret sig på ca. 27% i 2001 og 2002, mens andelen af indtag med fund over grænseværdien begge år var ca. 8,5%. I perioden 1990-2001 er der nu fundet pesticider i mere end 40% af de undersøgte indtag, og andelen af indtag i grundvandsovervågningen, som i samme periode en eller flere gange har været påvirket af pesticider, er stigende.

Der er særligt fundet BAM, triaziner og triazinnedbrydningsprodukter, og deethylisopropylatrazin findes i stadigt stigende omfang. I vandværkernes kontrol af boringer er stoffet fundet i ca. 3% af de analyserede boringer. Stoffet er dog kun analyseret i små 200 vandindvindingsboringer, og det må derfor forventes, at vandværkerne fremover vil finde stoffet hyppigere.

Vandværkernes boringer er stadig påvirket af pesticider. Andelen af boringer med fund har gennem perioden 1997-2002 været omkring ca. 30%. I samme periode er andelen af vandværksboringer med fund over grænseværdien faldet fra ca. 10% til ca. 7%. Det er stadig BAM, atrazin og triazinnedbrydningsprodukter samt mechlorprop og dichlorprop, som findes hyppigst. I 2002 blev der fundet pesticider i mere end 50% af det højtliggende grundvand i intervallet 0-20 meter under terræn, og antallet af fund bliver som i grundvandsovervågningen mindre med tiltagende dybde.

En undersøgelse af 628 små private vandforsyningsanlæg viser, at denne anlægstype er kraftigt påvirket af både pesticider, nedbrydningsprodukter og bakterielle forureninger.

Litteratur

Brüsch W. 2002. Statusrapport 2002. Pesticidforurennet vand i små vandforsyningsanlæg.

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Rapport 2002/87.

Brüsch W. 2003. Pesticidforurennet vand i små vandforsyningsanlæg. Og ”Den gemte fauna”

Vandforsyningsteknik 52. Danva. Dansk vand- og spildevandsforening. P 85-103.

Brüsch W & Juhler R. 2003. Pesticider og nedbrydningsprodukter. I ”Grundvandsovervågning 2003”, 53-72.(ed. L. F. Jørgensen). Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Brüsch W & Stockmarr J. 2003. Pesticidforurennet vand i små vandforsyningsanlæg. 20.

Danske Planteværnskonference. DJF rapport markbrug nr. 89. p 243 – 255. Februar 2003.

Varslingssystemet for udvaskning af pesticider - Status efter tre års monitoring

The Pesticide Leaching Assessment Programme – Status after three years of monitoring

Preben Olsen
Danmarks JordbrugsForskning
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Jeanne Kjær
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Øster Voldgade 10
DK-1350 København K

Ruth Grant
Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
DK-8600 Silkeborg

Summary

The Pesticide Leaching Assessment Programme has proven a useful supplement for the existing procedures of pesticide approval. The system makes it possible to measure leaching of pesticides and their metabolites under actual field cropping conditions. Thereby the system can contribute to the necessary scientific basis needed, when it is evaluated whether the approved pesticides apply with the regulations.

Three years of monitoring for 27 pesticides have shown that:

- Two pesticides leached from the root zone in unacceptably, high concentrations
- Fourteen other pesticides have been seen leaching, however concentrations did not exceed the limit of 0.1 µg/l
- Eleven other pesticides did not leach at all.

Indledning

I sommeren 1998 besluttede Folketinget, at Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), Danmarks JordbrugsForskning (DJF), Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) og Miljøstyrelsen skulle etablere et monitoringsprogram. Programmet blev kaldt "Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand", i daglige tale forkortet "VAP". Dets formål var på en række marker at undersøge om godkendte pesticider eller deres nedbrydningsprodukter kunne udvaskes til grundvandet i uacceptable koncentrationer, når de anvendes efter de gældende regler. Såfremt en udvaskning over den tilladte grænseværdi blev observeret, skulle måleresultaterne fra VAP kunne indgå i Miljøstyrelsens grundlag for en efterfølgende revurdering af det pågældende stof. I forbindelse med en eventuel udvaskning på en forsøgslokalitet var det derfor væsentligt at kunne fastslå, om udvaskningen hang sammen med regelret anvendelse af stoffet. I forbindelse med vedtagelsen af Pesticidplan 2004-2009 blev videreførelsen af VAP sikret frem til og med 2009. Forligspartierne bag Pesticidplanen udtrykte samtidig vilje til at ville arbejde for programmets fortsættelse også efter 2009.

Metodebeskrivelse

De 6 marker, der blev udvalgt, varierer i størrelse mellem 1,1 og 2,6 ha og repræsenterer forskellige typer af geologi. To marker er placeret på sandet jord; grovsandet ved Jyndevad og finsandet ved Tylstrup. De øvrige fire er beliggende på moræneleraflejringer; Estrup på gammel moræne (bakkeø) og Silstrup, Fårdrup og Slæggerup på ung moræne. Ved placeringen af forsøgslokaliteterne blev der specielt taget hensyn til nedbørsvariation i landet. Tre marker ligger i områder med relativt høj nedbør, og tre i områder med lav til middelstor nedbør, se figur 1.

På alle arealer ligger grundvandsspejlet i 2 til 5 fem meters dybde og er dermed forholdsvis terrænnært. Forsøgsområderne er beskrevet grundigt med hensyn til jordbundsprofiler, geologi og instrumentering i Lindhardt *et al.* (2001).

Markerne bliver drevet som konventionelt landbrug hvad angår sædskifter og jordbehandling. I sædskifterne indgår vårsæd og vintersæd, roer, raps, majs, kartofler og ærter. Måleprogrammet omfatter på nuværende tidspunkt 27 sprøjtemidler. Midlerne er udvalgt af Miljøstyrelsen på baggrund af flere forhold: de forbrugte mængder i Danmark; mistanke om uacceptabel udvaskning; stoffer hvor tilladte dosering er blevet nedsat inden for de sidste år. For bedst muligt at kunne beskrive vandtransporten blev der ved den første sprøjtning af forsøgsarealerne udbragt 30 kg KBr/ha som sporstof.

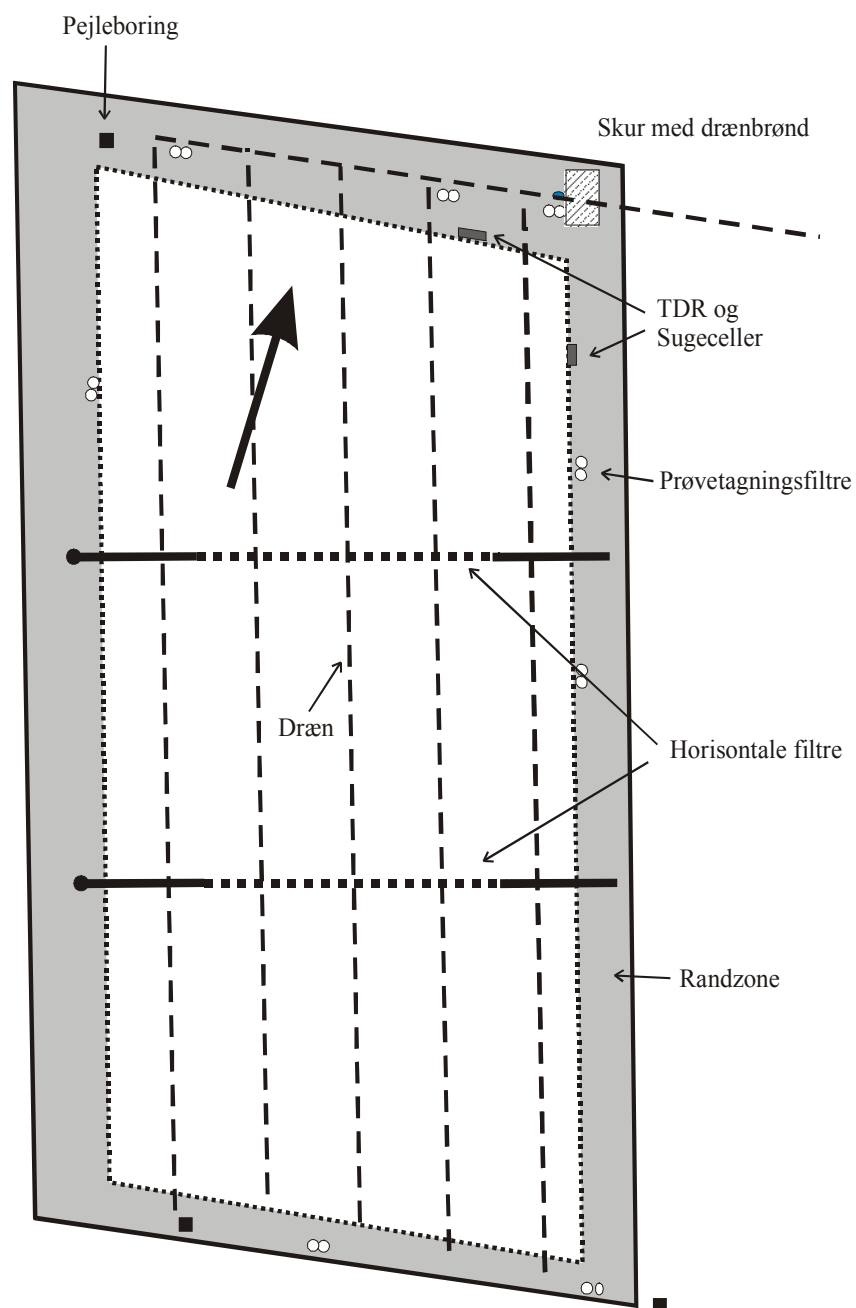


Figur 1. De seks forsøgsmarkers geografiske placering. Geographic location of the six experimental fields.

For at undgå menneskeskabte sprækker og revner på arealerne hvor udvaskningen skal undersøges, er alt gravearbejde og placering af måleudstyr foregået i den omkringliggende randzone (figur 2).

På lokaliteterne bliver der målt nedbør, jordens vandindhold (TDR) og temperatur, og der bliver udtaget vandprøver fra såvel den vandmættede som den umættede zone af jorden, figur 2:

- *Jordvandsprøver* bliver udtaget månedligt fra sugeceller placeret to steder på hver mark i henholdsvis 1 og 2 meters dybde.



Figur 2. Instrumentering af marker, principskitse. Det inderste hvide areal er den dyrkede mark, mens det omkringliggende grå område er randzonen. Placeringerne af diverse installationer er ligeledes vist på figuren. Den store pil angiver grundvandsretningen. Sandjordsmarker er uden drænsystem og horizontale filtre. Overview illustrating the typical layout of monitoring devices at a tile-drained experimental site. The innermost area indicates the cultivated area, while the grey area indicates the surrounding buffer zone. The positions of the various installations are indicated, as is the direction of the groundwater flow (by an arrow). On the sandy fields there are no drainage system or horizontal wells.

- *Grundvandsprøver* udtages månedligt fra lodrette monitoringsboringer placeret i randzonen. Hver boring består af 4 stk. 1 m lange filtre, der tilsammen dækker de ca. 4 øverste meter af den mættede zone. Foruden de 7 lodrette boringer er der på de lerede lokaliteter placeret vandrette boringer ca. 3,5 meter under terræn. Hver af disse boringer består af 3-5 filtersektioner af hver 18 meters længde. Hver sektion leverer således integrerede vandprøver til karakterisering af grundvandskvaliteten umiddelbart under marken.

- *Drænvandsprøver* udtages på de lerede lokaliteter ved hjælp af såvel tids- som flowproportionale prøvetagere:

- Igennem hele afstrømningsperioden udtages drænvandsprøverne proportionalt med tiden og uafhængigt af flowet – *tidsproportional prøvetagning*.
- Ved kraftige afstrømningshændelser udtages drænvandsprøverne også proportionalt med flowet - *flowproportionale prøvetagning*. Den flowproportionale prøvetager bliver kun aktiveret ved kraftige afstrømningshændelser og prøvetagningen forløber over en periode på 1-2 dage alt afhængig af afstrømningsintensitet.

Resultat og diskussion

Den overordnede status efter de første tre års monitoring (1999 – 2002) er vist i tabel 1. For stoffer, der kun har været med i programmet i én udvaskningssæson (en stjerne i tabellen), kan der ikke konkluderes noget endeligt.

To af de udbragte stoffer, henholdsvis metribuzin og glyphosat, har givet anledning til en uacceptabel udvaskning:

Metribuzin

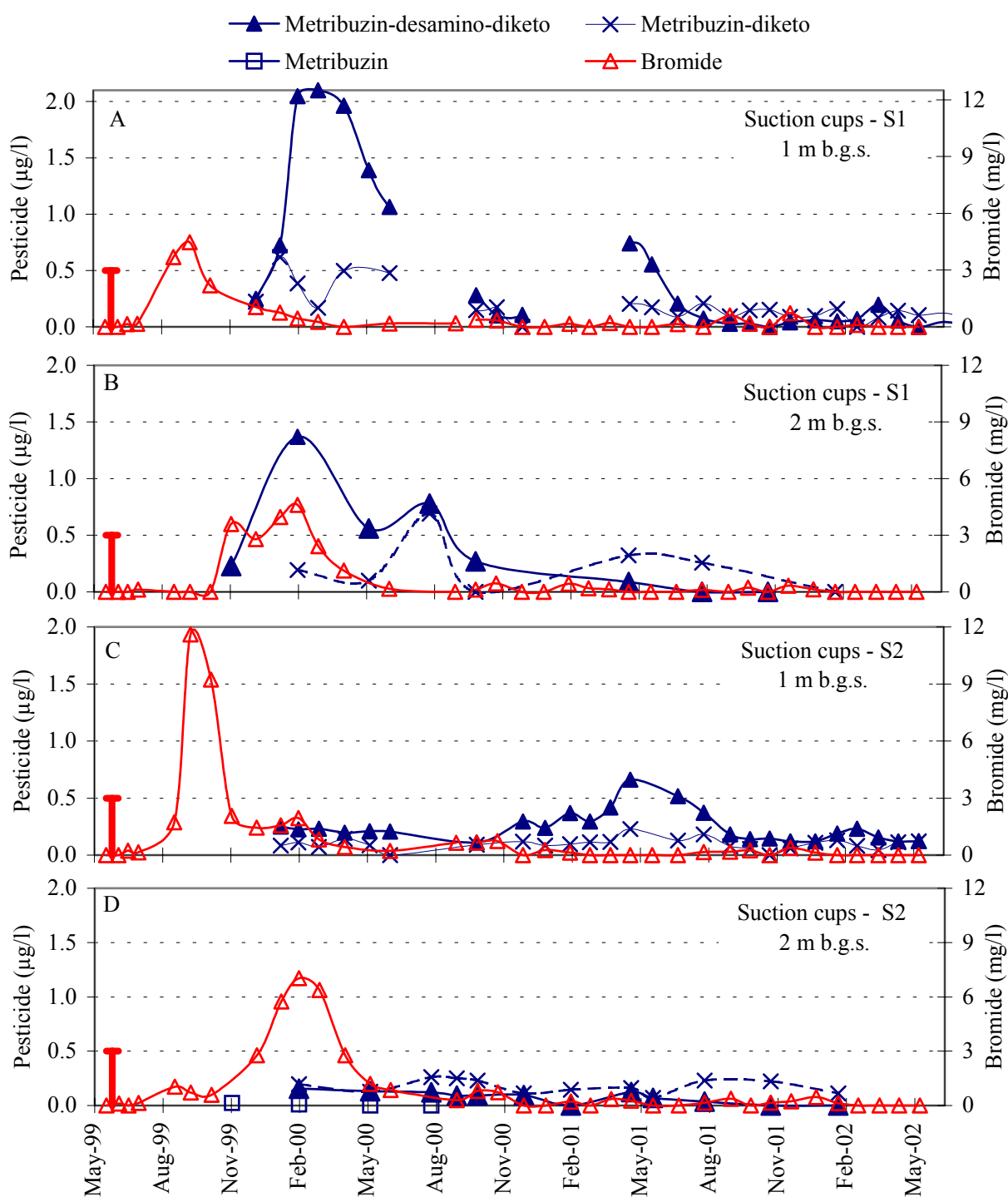
Udvaskningen af metribuzin er blevet undersøgt ved Tylstrup (JB2) i forbindelse med kartoffeldyrkning. To nedbrydningsprodukter fra metribuzin, diketo-metribuzin og diketo-desamino-metribuzin, blev udvasket fra rodzonen (1 meter dybde), i gennemsnitskoncentrationer, der i flere tilfælde oversteg 0,1 µg/l. Nedbrydningsprodukterne er relative stabile, og tre år efter anvendelsen blev de stadig udvasket kontinuert, se figur 3. Tidligere anvendelse af metribuzin havde medført en vis grundvandsforurening ved både Jyndevad og Tylstrup. Af de analyserede prøver fra Tylstrup indeholdt 91% diketo-metribuzin, og i 67% af de analyserede filtre oversteg medianværdierne 0,1 µg/l.

Tabel 1. Pesticidudvaskning på de seks 6 forsøgsmarker. Antallet af stjerner viser antallet af udvaskningssæsoner, hvor stofferne har været inkluderet i monitoringsprogrammet (Kjær *et al.*, 2003). Pesticide leaching on the six experimental fields. Number of stars indicates number of leaching seasons where the pesticide has been included in the monitoring programme (Kjær *et al.*, 2003).

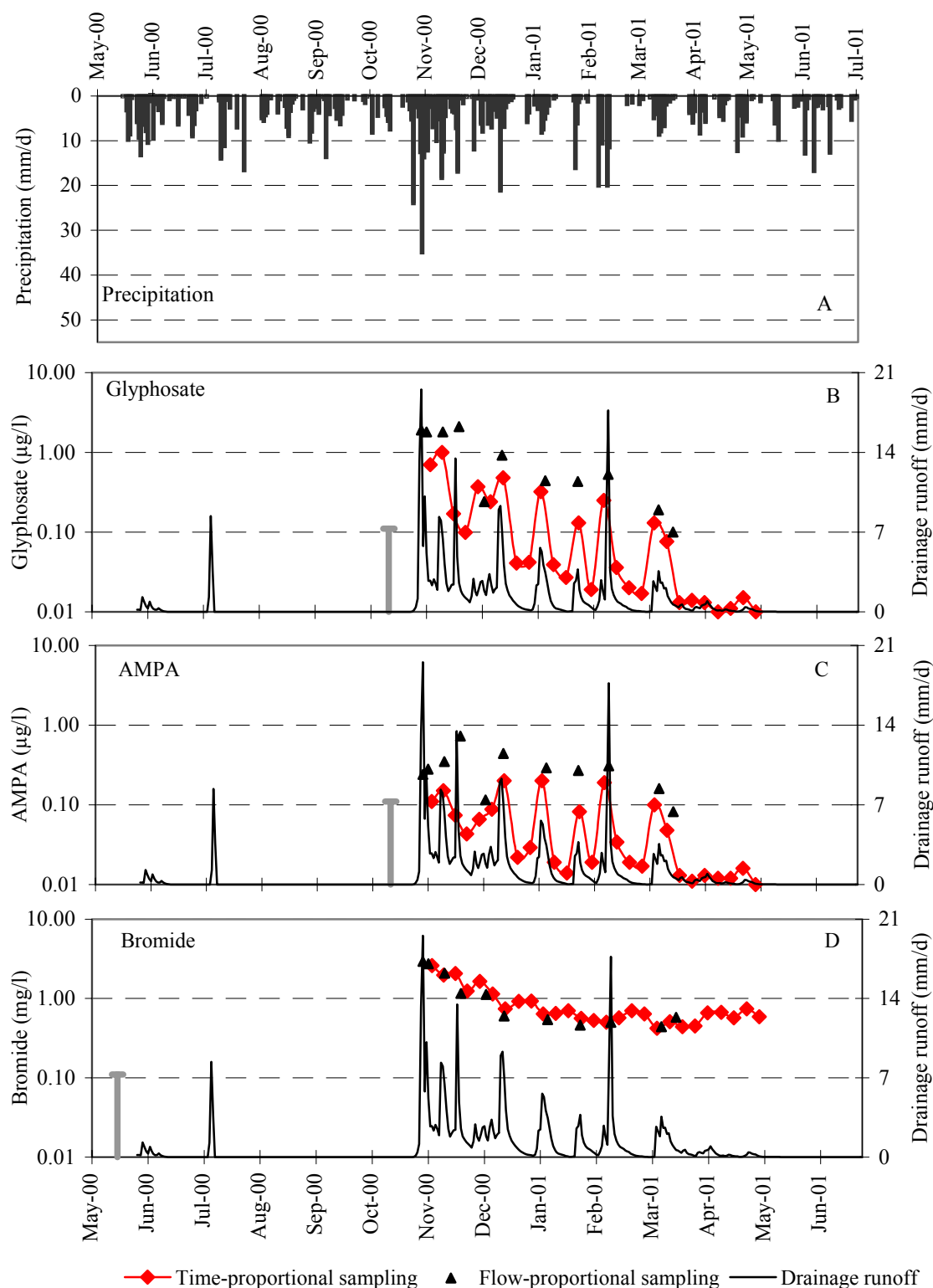
	Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Fårdrup	Slæggerup
Metribuzin	***	** ¹⁾				
Glyphosate		**	*	**	***	*
Metamitron			**		*	
Ethofumesat			**		*	
Bentazon				*		*
Ioxynil				*	**	*
Flamprop-M-isopropyl			*	**		*
Fluazifop-P			**		*	
Pirimicarb	*		**	*	**	*
Terbuthylazin		*				
Propiconazole	**	**	*	**	**	**
Bromoxynil				*	**	*
Pendimethalin	**			*		*
Phenmedipham			**		*	
Fenpropimorph	**	**	*	**	**	**
Dimethoate			*	**		**
Clomazone	*					
Clopyralid	*					
Desmedipham			**		*	
Fluroxypyr					**	
Metsulfuron-methyl				**		**
Triazinamin-methyl (Tribenuron methyl)	*	**	*			**
Pendimethalin	**			*		
ETU (Mancozeb)	**					
Linuron	**					
Triasulfuron	**					
Pyridate		*				

¹⁾ Skyldes tidligere anvendelse

- + Pesticid eller nedbrydningsprodukt udvasket fra rodzonen (1 m.u.t.) i koncentrationer der som gennemsnit overskrider 0,1 µg/l.
- + Pesticid eller nedbrydningsprodukt udvasket fra rodzonen i flere udtagne vandprøve . Gennemsnitskoncentrationerne ligger under 0,1 µg/l
- Pesticid og nedbrydningsprodukter ikke fundet eller kun fundet i få prøver og da i koncentrationer under 0,1 µg/l



Figur 3. Bromid og pesticid koncentrationer i den umættede zone ved Tylstrup. Data indsamlet med sugekopper i 1 og 2 meters dybde på de to steder indikeret i figur 2. Den lodrette streg angiver tidspunktet for udbringning af bromidet. Bromide and pesticide concentrations in the unsaturated zone at Tylstrup. The measured data derive from suction cups installed 1 m b.g.s. and 2 m b.g.s. at two locations as indicated in figure 2. The vertical line indicates the date of bromide application.



Figur 4. Nedbør (A) samt glyphosat (B), AMPA (C) og bromid (D) i drænvandet ved Estrup 2000/2001, den lodrette linie viser tidspunktet for udbringning. Bemærk at den venstre Y-akse er logaritmisk. Precipitation (A) together with concentration of glyphosate (B), AMPA (C) and bromide (D) in the drainage runoff in 2000/2001 at Estrup. The vertical lines indicate the date of application. Ordinate axis on the left hand side is logarithmic.

Glyphosat

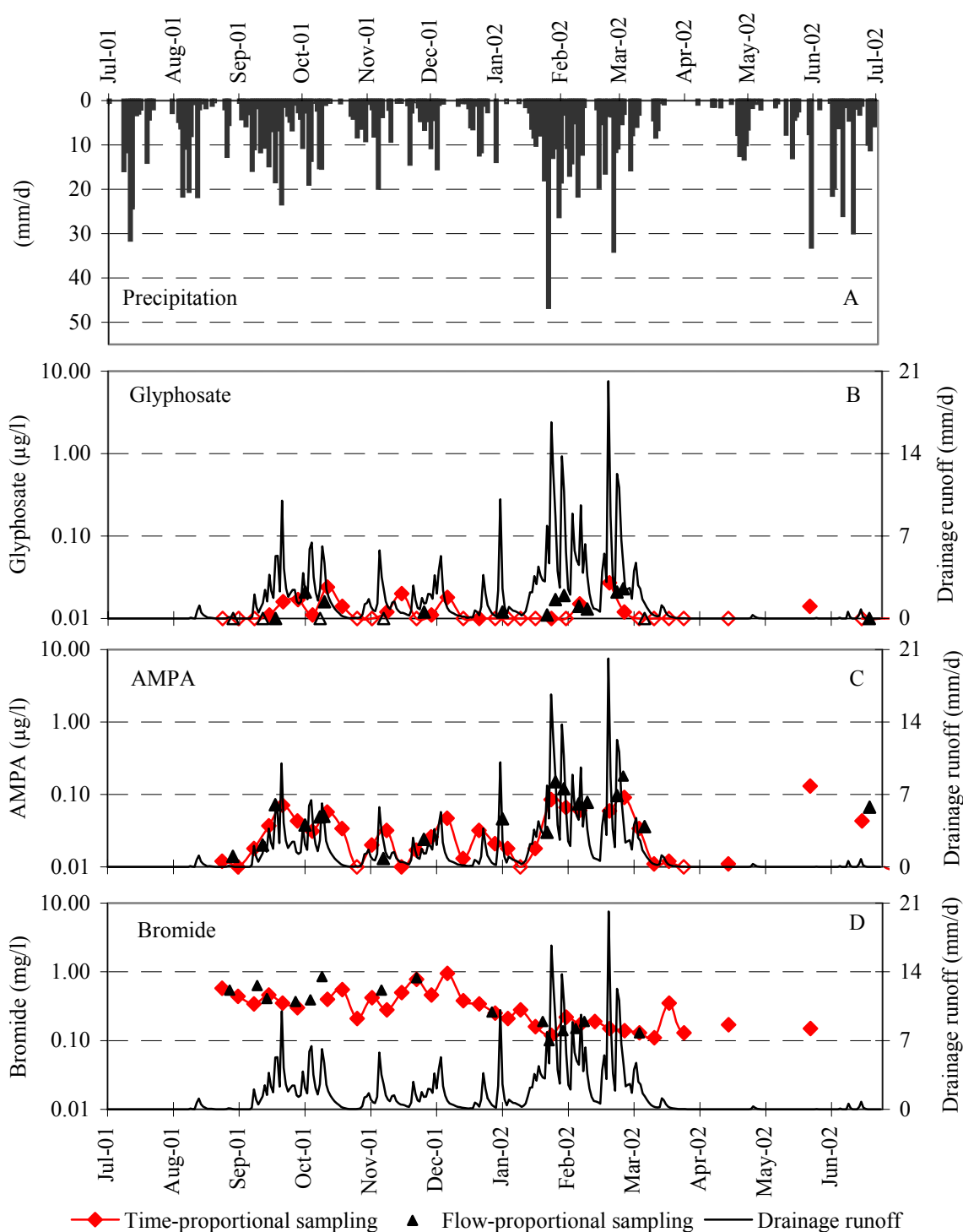
Udvaskningen af glyphosat er blevet undersøgt på 5 forsøgsmarker, henholdsvis fire lerede (JB5/6) og en sandet (JB1). Glyphosat og dets nedbrydningsprodukt AMPA blev fundet udvasket på alle de fire lerlokaliteter. En markant udvaskning blev fundet ved Estrup og Silstrup. Hvad angår udvaskningen af glyphosat fra rodzonen, lå gennemsnitskoncentrationerne over 0,1 µg/l. Gennemsnitskoncentrationen af AMPA lå ved Estrup tillige over 0,1 µg/l, figur 4.

En kombination af markant makroporeflow og begrænset adsorptions- og nedbrydningskapacitet syntes at styre udvaskningen, hvorved stofferne kunne udvaskes løbende igennem store dele af monitoringsperioden. Specielt for AMPA var der tale om langvarig udvaskning. Ved Estrup fandtes stoffet hyppigt mere end 1½ år efter udbringning, figur 5. Udvaskningen var begrænset til drændybde, idet glyphosat og AMPA frem til 1/7-2002 kun er fundet i enkelte prøver udtaget under drændybde i enten sugeceller eller monitoringsfiltre. Skønt der på den grovsandede lokalitet ved Jydevad var tale om en udsprøjtning efterfulgt af stor nedbør og nedsivning og en kort afstand til grundvand, var udvaskningen ubetydelig. En mulig årsag skal antagelig findes i, at der på denne grovsandede lokalitet var et stort indhold af jern- og aluminiumoxider med stor bindingskapacitet, samtidig med at afstrømningen ikke sker gennem makroporer og sprækker (præferentielt) men i stedet gennem det samlede jordvolumen (matrix).

Andre pesticider

Yderligere 14 stoffer blev udvasket og trods det, at flere af disse ofte fandtes i koncentrationer over 0,1 µg/l, oversteg udvaskningerne som årsmiddel ikke grænseværdien på 0,1 µg/l. Bortset fra Jydevad, hvor der blev fundet begyndende udvaskning af desethylterbuthylazin (nedbrydningsprodukt af terbuthylazin) var udvaskningerne koncentreret til lerjordsarealerne antagelig som følge af makroporestrømning gennem rodzonen. Enkeltstående regnhændelser gav i flere tilfælde en hurtig, højt koncentreret udvaskning til drændybde. Der gik imidlertid oftest kort tid, før koncentrationerne igen var mindsket, hvorfor gennemsnitskoncentrationerne generelt var meget lave. Typisk kunne en udvaskning finde sted i en periode af 6 til 9 måneder efter udbringning. Undtagelsen var bentazon og metamitron-desamino (nedbrydningsprodukt af metamitron), der begge kunne findes mere end et år efter udbringning.

11 ud af de 27 pesticider, svarende til ca. 40% af midlerne blev ikke set udvasket over den treårige monitoringsperiode. I denne gruppe af midler fandtes bl.a. de tre sulfunylureaer (minimidler) metsulfuronmethyl, triasulfuron og tribenuronmethyl. Efter undersøgelser på flere forskellige marker, under meget varierende nedbørsforhold, er hverken de tre udbragte sulfunylureaer eller deres nedbrydningsprodukter, triazinamin og triazinamin-methyl, blev fundet udvasket.



Figur 5. Nedbør (A) samt glyphosat (B), AMPA (C) og bromid (D) i drænvandet ved Estrup 2001/2002. Bromid og glyphosat blev udbragt henholdsvis april og oktober 2000. Åbne symboler betyder, at koncentrationerne var under detektionsgrænsen på 0,01 µg/l. Bemærk at Y-aksen til venstre i figur B, C og D er logaritmisk. Precipitation (A) together with concentration of glyphosate (B), AMPA (C) and bromide (D) in the drainage runoff in 2001/2002 at Estrup. Bromide and glyphosate were applied in April 2000 and October 2000, respectively. Open diamonds and triangles indicate that the concentrations were below the detection limit of 0.01 µg/l. Please notice the log scale on the ordinate axis on the left hand side of figure B, C and D.

Sammendrag

VAP har vist sig særdeles velegnet som et supplement til det eksisterende godkendelses-system for pesticider. Det er med systemet muligt - på markskala og under reelle klima- og dyrkningsforhold - at måle udvaskning af pesticider og deres nedbrydningsprodukter fra rodzonen og til ungt grundvand. Systemet kan således yde et bidrag til det nødvendige, videnskabelige grundlag, når det skal vurderes, hvorvidt de lever op til godkendelseskravene under danske forhold.

Tre års monitoring af 27 forskellige pesticider kan summeres som følger:

- to stoffer kan udvaskes af rodzonen i uacceptabelt, høje koncentrationer
- yderligere 14 andre stoffer er set udvaskes, dog ikke i koncentrationer over den tilladte grænseværdi
- andre 11 stoffer udvaskes overhovedet ikke.

Litteratur

- Frich P, Rosenørn S, Madsen H & Jensen JJ.* 1997. Observed Precipitation in Denmark, 1961-90. Danish Meteorological Institute, Technical report 97-8, 38 pp.
- Kjær J, Ullum M, Olsen P, Sjelborg P, Helweg A, Mogensen B, Plauborg F, Grant R, Fomsgaard IS & Brüch W.* 2003. The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme: Monitoring results. May 1999–June 2002. Third report. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser, Maj 2003, <http://www.pesticidvarsling.dk/>.
- Lindhardt B, Abildtrup C, Olsen P, Torp S, Vosgerau H, Iversen BV, Gravesen P, Jørgensen O, Plauborg F & Rasmussen P.* 2001. The Danish Pesticide Leaching Assessment Program: Site Characterization and Monitoring Design. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Danmarks JordbrugsForskning og Danmarks Miljøundersøgelser, September 2001, <http://www.pesticidvarsling.dk/>

Mulighed for at udpege arealer med særlig risiko for pesticidudvaskning

Possibility to identify areas vulnerable to pesticide contamination

Ole Hørbye Jacobsen & Sven Elsnab Olesen

Danmarks JordbrugsForskning

Postboks 50

DK-8830 Tjele

Erik Nygaard, Henrik Vosgerau, Carsten Suhr Jacobsen & Vibeke Erntsen

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Øster Voldgade 10

DK-1350 København K

(Ovennævnte personer sidder i projektgruppen. Flere personer fra de to institutioner har deltaget i arbejdet)

Summary

The Danish Parliament requires individual counties to identify areas where shallow aquifers are vulnerable to pesticide contamination. However, the scientific background for identifying such areas is insufficient. Therefore, the Geological Survey of Denmark and Greenland and the Danish Institute of Agricultural Sciences have carried out a project in order to, if possible, develop a concept for identifying areas where shallow aquifers are particularly vulnerable to pesticide contamination. In this project which can be considered part I, the focus is on a concept for sand areas. We suggest that the identification of areas could be a stepwise process. First a screening to find potentially vulnerable areas. Then as a next step within these areas mapping of the variability in the magnitude of individual soil parameters to identify areas where the parameters have critical values with respect to pesticide leaching.

Sammendrag

I forbindelse med gennemførelsen af Vandmiljøplan II og Drikkevandsudvalgets betænkning fra 1997 fik amterne til opgave at udpege de områder, som er særligt følsomme for bestemte typer af forurening samt at prioritere den indsats, der skal gennemføres i disse områder for at beskytte vandressourcen.

Dette skal ske på baggrund af en detailkortlægning, som amterne skal gennemføre. I Drikkevandsudvalgets betænkning er det vurderet, at der ikke foreligger et tilstrækkeligt vidensgrundlag til at gennemføre en sådan kortlægning, og at arbejdet med at udarbejde en vejledning om kortlægningen baseret på faglige, geologiske kriterier skulle gives høj prioritet.

På denne baggrund har Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) og Dansk JordbrugsForskning (DJF) i fællesskab gennemført et projekt (Koncept til Udpegning af Pesticidfølsomme Arealer – KUPA) med henblik på at etablere det nødvendige vidensgrundlag vedrørende risikoen for udvaskning af pesticider og muligheden for at zonere på dette grundlag (for sandede jorde) og til at afklare, om der metodisk vil være muligt at etablere et analogt vidensgrundlag og værktøj for lerjorde.

Vandopløselige pesticider, som efter udbringning transporteres ned i jorden, underkastes effekterne af naturlige processer. Processerne styres af egenskaber og forhold, hvoraf nogle er naturlige randbetingelser, mens andre kan være under indflydelse af arealanvendelsen. Zonering forventes på denne baggrund at kunne foregå trinvist, idet der først udpeges potentielt følsomme områder under mistanke for særlig udvaskelighed på grundlag af kortlægning af bl.a. strømningsrelaterede forhold (nettonedbør, hydrauliske egenskaber og dybden til grundvandet). Indenfor de afgrænsede potentielt følsomme områder kortlægges variationen i de væsentlige jordparametre, som betinger, at pesticid tilbageholdes ved binding (sorberer), nedbrydes eller på anden måde forsvinder (forsvindingsmålet DT50).

Forhold med særlig udvaskningsrisiko modsvarer kombinationer af karakteristiske værdier af disse væsentlige jordparametre. Næste trin i zoneringen er derfor at kortlægge variationen i de væsentlige jordparametre og afgrænse de områder, hvor de antager kritiske værdier med hensyn til udvaskning. De pesticider, der er undersøgt i projektet, repræsenterer yderpunkter med hensyn til sorption og nedbrydning, men de foreløbige resultater viser alligevel, at deres udvaskningsforhold overordnet er afhængige af de samme jordparametre. Derfor formodes en sådan kortlægning overordnet at have gyldighed for pesticider med samme kemiske affinitet som de undersøgte stoffer.

Det bør verificeres, at de udpegede zoner også er relevante for andre stoffer end de, som ligger til grund for udpegning, idet pesticider er en stofgruppe, hvis fællespræg i højere grad består i anvendelsen end i de kemiske egenskaber. Et tredje trin i zoneringen kunne derfor bestå i at skaffe et datagrundlag for nye stoffer, som muliggør, at deres rubricering efter væsentlige jordparametre kan verificeres. For stoffer, som kræver zoneringsarealer udenfor/i tilgift til de omtalte generelle zoneringsarealer kan generel regulering være et alternativ.

På grund af den stofspecifikke variation i beregnet udvasket koncentration kan reduktionen af den potentielle udvaskning, som opnås ved at friholde en zone for udbringning af pesticid,

ikke angives absolut, men effekten vurderes generelt at være betydeligt større end proportionen af areal, som indgår i beskyttelseszonen.

Litteratur

<http://www.KUPA.dk/>.

Krav til vaskepladser

Regulations of the filling and rinsing site for spray equipment

Poul Henning Petersen
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret|Planteavl
Udkærsvej 15
DK-8200 Århus N

Summary

Regulations for filling and rinsing sites for spray equipment will be implemented during Pesticide Plan 2004-2009. The following sites will presumably be included in the regulations: a) concrete area, where spill and rainwater are collected in a slurry tank, b) concrete area, where spill and rainwater are collected in a tank. Polluted water must be spread on fields or treated c) in the fields. This solution is most suitable on farms with few crops where the sprayer is only rinsed a few times. The aim of the regulation is to avoid point sources. At the same time the regulation should be adaptable on the different kinds of farms.

Indledning

Undersøgelser i bl.a. Sverige og Tyskland har vist, at fund af pesticider i vandløb i et meget væsentligt omfang skyldes udledninger fra landbrugets fylde- og vaskepladser til marksprøjter (Kreuger og Nilsson, 2001; Frede, Fischer & Bach, 1998). Pesticider findes i mange brønde og borer, der ligger tæt på det sted, hvor marksprøjten fyldes og vaskes (Brüh, 2003). Der er stor sandsynlighed for, at en del af disse forureninger skyldes, at fylde- og vaskeplads ligger tæt på borerne. En rådgivningsaktivitet under Pesticidhandlingsplan II har været at gennemføre næsten 2.500 bedriftstjek vedrørende håndtering af pesticider. Erfaringerne fra dette projekt har vist, at der også i Danmark er behov for en indsats for at forhindre udledning af pesticider fra fylde- og vaskepladser. Næsten halvdelen af bedrifterne fyldte og vaskede marksprøjten på et grusbelagt areal, som anses som uhensigtsmæssigt til dette formål, idet pesticider nedbrydes langsomt og fastholdes i ringe grad på disse arealer. Almindelige vaskepladser kan desværre have direkte eller indirekte forbindelse til dræn, som leder vandet og dermed pesticiderne ud i vandløbene. På 15-20 procent af ejendommene kunne det ikke udelukkes, at der var risiko for, at der kunne ske afstrømning til dræn eller vandløb (Petersen og Rüegg, 2003). Det er således nødvendigt fortsat at have fokus på hensigtsmæssig håndtering af pesticider.

Pesticidplan 2004-2009

Som en del af Pesticidplan 2004-2009 vil Miljøstyrelsen i løbet af 2004 udarbejde regler for håndtering af pesticider i forbindelse med påfyldning og rengøring af sprøjteudstyr. Hjemmel til regulering af området vil være tilstede i Miljøbeskyttelsesloven, som indeholder bestemmelser om, at stoffer, der kan forurene grundvand, jord og undergrund, ikke må nedgraves, udledes eller oplægges på jorden, samt at stoffer, der kan forurene vandet, ikke må tilføres vandløb, søer eller havet. Det må forventes, at de kommende regler vil tage udgangspunkt i de faglige anbefalinger, der vil blive resultatet af projektet ”Udarbejdelse af praktiske retningslinier for forebyggelse af forurening af små vandforsyninger i forbindelse med håndtering af pesticider”, som er iværksat af Miljøstyrelsen. I projektgruppen er der deltagelse af Danmarks JordbrugsForskning, Cowi Consult, Hardi International og Dansk Landbrugsrådgivning.

Opsamling af fortyndet sprøjtevæske og vaskevand

På husdyrbrug bør indretning af en støbt vaskeplads med opsamling af vaskevand i gyllebeholder overvejes. Denne løsning er allerede beskrevet i landbrugets byggeblade (findes på LandbrugsInfo). Restsprøjtevæsken skal efter en sprøjtning fortyndes og udsprøjtes i afgrøden, så det kun er den sidste beskedne rest, der opsamles. En vurdering af worst case viser, at den dosis, der vil blive tilført en afgrøde, maksimalt vil være en hundrededel af den godkendte ha-dosis. I praksis vil den tilførte dosis være langt mindre. Det lave indhold af pesticid i gyllen vurderes ikke at udgøre en risiko for hverken afgrøder eller miljø.

På maskinstationer og planteavlsbrug, hvor der er stort behov for at rengøre marksprøjten ved skift mellem afgrøder, er der behov for løsninger, hvor spildevandet opsamles og efterfølgende spredes på landbrugsarealer. Den aktuelle indretning må afhænge af forholdene på den enkelte maskinstation/bedrift. Det opsamlede spildevand vil eventuelt kunne renses. Der findes forskellige kommercielle anlæg, som kan være aktuelle, hvis deres effekt bliver dokumenteret.

Mark eller græsareal

Mange bedrifter har forbedret forholdene meget væsentligt ved at flytte det sted, hvor sprøjten fyldes og vaskes nogle få meter, så man kommer ind på et græsbevokset areal med muldlag. Pesticider fastholdes og nedbrydes hurtigt i et muldlag med en stor aktivitet af mikroorganismer. Det samme gælder for marken. Det skal være muligt at flytte påfyldnings- og vaskestedet rundt på græsarealet, så der ikke sker spild det samme sted hele tiden. I marken må fyldning og vask ligeledes ikke ske samme sted, hvilket dog heller ikke vil være et problem i betragtning af, hvor stort markarealet er i forhold til det begrænsede areal, der anvendes til fyldning og vask. Dette kan være en god løsning på ejendomme, hvor der ikke sprøjtes ret meget.

Biobed

Et biobed sikrer ikke hundrede procent mod nedsivning af alle pesticider og er vanskeligt at holde i drift. Det er derfor for tidligt at drage endelige konklusioner med hensyn til biobed.

Pesticidrester skal blive i marken

Restsprøjtevæsken skal fortyndes og udsprøjtes på afgrøden. Det er ikke acceptabelt at lukke ufortyndet sprøjtevæske ud gennem bundproppen. Det må anbefales, at marksprøjten udstyres med skyllevandstank, så fortynding af restsprøjtevæske og indvendig rengøring kan ske i marken. Skyllevandstank er allerede standardudstyr på alle nye sprøjter.

Montering af udstyr til udvendig rengøring i marken kan også stærkt anbefales. Det betyder, at sprøjten hurtigt kan gøres ren efter hver sprøjtedag, så der ikke samler sig høje koncentrationer af sprøjtemiddel uden på sprøjten. Vask må ikke ske samme sted i marken flere gange.

Nye marksprøjter må i stigende omfang forventes udstyret med rengøringsudstyr, således at redskaberne kan forlade den behandlede afgrøde i rengjort tilstand.

Påfyldning af kemi og vand

Præparatfyldestyr giver mere sikre arbejdsforhold under påfyldning og giver mulighed for rengøring af dunke med minimal risiko for spild.

Vand bør påfyldes fra en separat vandtank for at sikre mod overløb og tilbageløb. Vandtanken bør have en størrelse eller udstyres således, at der er sikring mod overløb. Behovet herfor vil være størst, hvor spild ikke opsamles.

Beredskab

Bedriften skal have et beredskab til at imødegå spild i forbindelse med uheld. En væsentlig foranstaltning vil være at have savsmuld, kattegrus eller et andet sugende materiale klar, hvis uheld er ude og sørge for, at eventuel medhjælper er instrueret. Mindre spild skal opsamles og kan afleveres på en kommunal modtageplads. Ved større spild skal myndighederne inddrages. Kemikalier skal opbevares på en sådan måde, at der ikke kan ske afløb fra kemikalierummet.

Konklusion

Der findes forskellige løsningsmuligheder, der kan sikre, at der ikke sker en uacceptabel påvirkning af miljøet med pesticider i forbindelse med fyldning og vask af marksprøjter. Et regelsæt for håndtering af pesticider vil blive udformet af Miljøstyrelsen. Det vil forhåbentlig resultere i enkle og praksisnære regler, som brugerne vil finde det hensigtsmæssigt at følge. En væsentlig forudsætning for at undgå utilsigtet belastning af miljøet vil trods regler være, at brugerne har kendskab til risikoen og indretter praksis på en hensigtsmæssig måde.

Sammendrag

I Pesticidplan 2004-2009 indgår, at der vil blive indført regler for indretning af fylde- og vaskeplader til sprøjteudstyr. Forskellige muligheder for indretning er skitseret i forventning om, at disse løsninger vil indgå i et kommende regelsæt. Reglerne vil forhåbentligt blive udformet, så drift og indretning af pladserne kan tilpasses forholdene på den enkelte bedrift. En støbt plads med opsamling af spildevand i gyllebeholder vil være en god og sikker løsning på husdyrbrug. På maskinstationer og planteavlsbrug, hvor der er stort behov for at rengøre marksprøjten ved skift mellem afgrøder, er der behov for løsninger, hvor spildevandet opsamles og efterfølgende spredes på landbrugsarealer. Den aktuelle indretning må afhænge af forholdene på den enkelte maskinstation/bedrift. På bedrifter, hvor sprøjteudstyret *ikke* skal rengøres så ofte, vil påfyldning af kemikalier og rengøring af sprøjten kunne ske i marken. Fokusering på punktkildeproblematikken betyder, at nyt sprøjteudstyr i stigende omfang designes med henblik på, at fortynding samt ind- og udvendig rengøring kan ske i den behandlede afgrøde.

Litteratur

- Brüsch W.* 2002. Pesticidforurenede vand i små vandforsyningsanlæg. Statusrapport 2002. http://www.geus.dk/programareas/water/denmark/rapporter/status_2002_pesticid_smaa_anlaeg-dk.htm.
- Frede HG, Fischer P & Bach M.* 1998. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 161: 395-400.
- Kreuger J & Nilsson E.* 2001. Catchment scale risk-mitigation experiences – key issues for reducing pesticide transport to surface waters. *Pesticide Behaviour in Soil and Water, BCPC Symposium Proceedings*, 78: 319-324.
- Petersen PH & Rüegg KR.* 2003. Erfaringer fra rådgivningsprojekt vedrørende håndtering af pesticider på landbrugsejendomme. 20. Danske Planteværnskonference. DJF-rapport nr. 89: 255-262.

Biobed – er det en praktisk mulighed?

Biobed – a feasible way?

Niels Henrik Spliid

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

Danish Institute of Agricultural Sciences established in 2001 a full-scale biobed and has during the last years investigated the efficiency of the biobed to retaining and degrading pesticide residues after washing of sprayer equipment. Generally, it could be concluded that use of biobeds for the washing of sprayers would be a substantial improvement in the protection of the environment against pesticide residues in soil and water. 21 different pesticides were studied and 13 were retained in the biobed. 8 pesticides were detected in the percolate leaving the bottom of the biobed, with bentazone as the most dominant. 11% of the applied bentazone was recovered in the percolate. About 90% could not be detected in the biobed material and was degraded. For the other detected pesticides less than 2% were recovered in the percolate. The retained pesticides were primarily sorbed in the uppermost 10 cm and high sorption meant low bio availability with slow degradation, but after half a year all pesticides were at least degraded to half of the initial amount.

The Danish Institute of Agricultural Sciences prepares to investigate alternative biobed solutions in the near future and expects an improved efficiency in the retaining and degradation of the more soluble pesticides.

Indledning

Med Pesticidplan 2004-2009 er det blandt andet regeringens mål at reducere pesticidbelastningen fra punktkilder. De seneste år har da også givet klare indikationer for, at fylde- og vaskepladser for marksprøjter er væsentlige kilder til forurening af jord og vand (Helweg *et al.*, 2001 og 2002). Med henblik på at opnå et bedre videngrundlag for løsning af problemet med vaskepladserne iværksatte Miljøstyrelsen i 2001 projektet: ”Udarbejdelse af praktiske retningslinier for forebyggelse af forurening af små vandforsyninger i forbindelse med håndtering af pesticider”. Projektet afrapporteres i starten af 2004 og har fokuseret på at

kvantificere de mængder af pesticider, der afsættes på sprøjten, og hvad der er tilbage i sprøjten efter brug, samt hvordan man på en miljømæssigt forsvarlig vis kan foretage fyldning, tømning og vask af sprøjtemateriel uden, at der opstår risici for forureningssituationer og punktkilder.

I Sverige har man i en årrække været opmærksom på problemet og har udviklet et biobedskoncept (Torstensson and Castillo, 1997), som har fundet stor udbredelse. Danmarks JordbrugsForskning har i forbindelse med projektet for Miljøstyrelsen fået etableret et fuldskalabiobed for at få dokumenteret biobedets evne til at tilbageholde og nedbryde pesticider og for at få belyst de forskellige praktiske aspekter, der vil være ved den løbende brug af biobedet. I denne artikel beskrives biobedet og de resultater, der er opnået med hensyn til biobedets effektivitet, og den praktiske anvendelighed af biobedet diskuteres.

Metodebeskrivelse

Biobedet er bygget af beton-elementer fra firmaet Perstrup A/S. Dimensionerne er 4 x 3,8 m svarende til et areal på 15,2 m². Dybden er 0,8 m. Der er tale om et lukket system, men i bunden er lagt 2 drænsrør, som kobles til et opsamlingsreservoir, således at mængden af perkolerende vand kan måles, og der kan udtages vandprøver til analyse for udvaskede pesticider.

Drænsrørene lægges i 15 cm groft vasket sand. Ovenpå er udlagt et 10 cm tykt lerlag, som er komprimeret ved stampning. Så følger 50 cm biobedsmateriale, der består af 25% jord, 25% sphagnum og 50% snittet halm, og endelig er der øverst udlagt rullegræs for at øge fordampningen fra biobedet.

Biobedet tilføres over de 6 sommermåneder ca. 85 mm nedbør pr. måned bestående af naturlig nedbør suppleret med vand i det omfang, det er nødvendigt. Desuden er der i sommerperioden tilført 100 l et par gange på den midterste del af biobedet, hvilket skal simulere vaskevand fra sprøjter.

Pesticiderne tilføres i mængder svarende til det bedst mulige skøn for hvilke mængder, der gennemsnitligt vaskes af en marksprøjte gennem sprøjtesæsonen.

Bedet blev behandlet 2 gange pr. år med 5 g af hvert pesticid, første gang 13. maj 2002. Det svarer typisk til 1-10% af mængden udbragt på én ha, afhængigt af det anvendte middel. Dette antages at afspejle en worst-case situation. Pesticiderne tilføres med i alt 100 liter vand pr. gang til simulering af en samtidig vask. For at kunne følge vandbevægelse og gennembrud af vand efter første tilførsel af pesticider, er der samtidig med pesticidblandingen udvandet 3,8 g bromid. Bromidkoncentrationen i perkolatet fra bedet er bestemt ved massespektrometri. Pesticiderne bestemmes ved brug af væskechromatografi kombineret med dobbelt

massespektrometri, LC-MSMS. Herved opnås en høj grad af specificitet kombineret med høj følsomhed, så selv små koncentrationer af pesticiderne kan bestemmes med stor pålidelighed. I nedenstående skema vises tidsforløbet fra fyldning af biobedet til overdækning af bedet 28. november 2002.

Tidsforløb

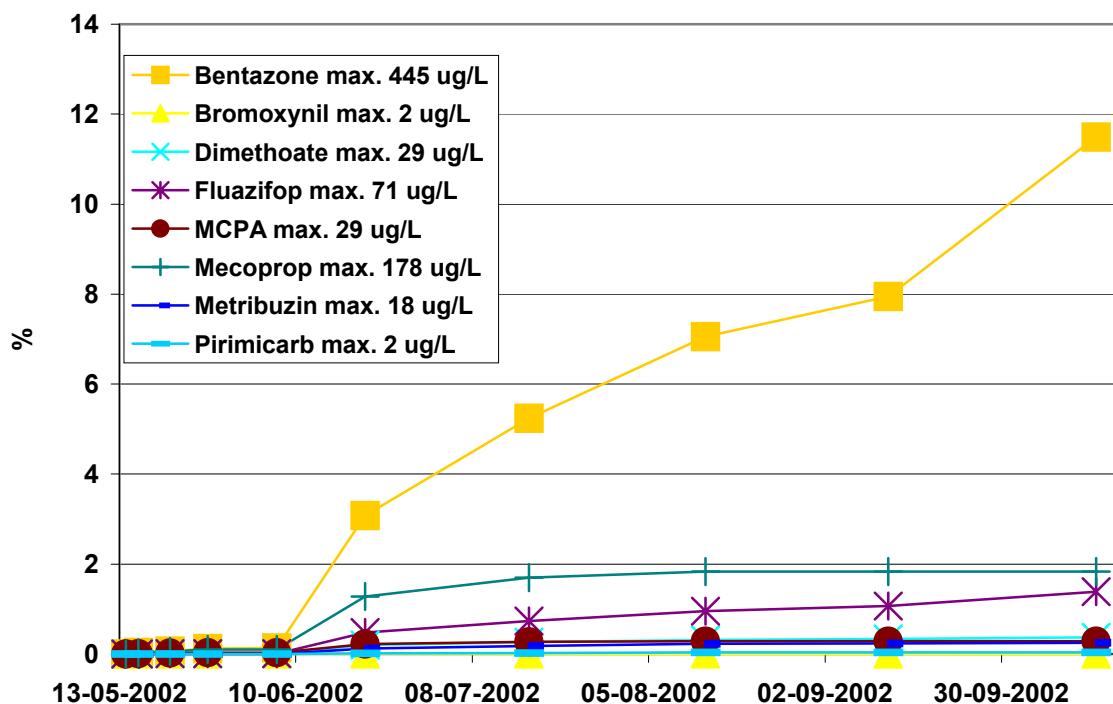
27. september 2001.	Biobedet fyldes
13. maj 2002.	Tilførsel af 21 pesticider (5 g af hver i 100 l vand)
14. maj 2002.	Første perkolat opsamling, derefter prøvetagning gennem sommeren
26. juni 2002.	Jordprøver fra profilen: 0-10 cm, 10-25 cm, 25-40 cm.
29. oktober 2002.	Jordprøver fra profilen: 0-10 cm, 10-25 cm, 25-40 cm.
27. november 2002.	Tilførsel af 21 pesticider (5 g af hver i 100 l vand) Bundventil lukkes
28. november 2002.	biobed overdækkes for vinteren.

Resultater

Perkolat

I Spliid og Helweg (2003) er undersøgelser af vandgennemstrømningen i biobedet og pesticidindholdet i det perkolerende vand beskrevet. Biobedet er i bunden forsynet med en lermembran, der skulle tilbageholde vandet. Den ler, der er anvendt i dette projekt, er hentet fra en nærliggende mark og har ikke været særligt effektiv til at tilbageholde vandet, idet 90% af den nedbør, der ramte biobedet i vinterhalvåret kunne opsamles som perkolat, mens 40-50% af den tilførte vandmængde i sommerhalvåret trængte igennem bunden af biobedet. Af figur 1 fremgår det, at 8 af de tilførte pesticider kunne måles i perkolatet. De seks i koncentrationer over 10 µg/L og to over 100 µg/L. Procentuelt blev der udvasket godt 10% af den tilførte bentazon, mens den procentuelle udvaskning af de øvrige stoffer lå under 2%.

Pesticid i perkolat - akkumuleret %



Figur 1. Maximale pesticidkoncentrationer i biobedsperkolatet og den procentuelle udvaskning af de 8 udvaskelige pesticider. Maximum concentration of leaching pesticides and per cent leaching of the pesticides.

Jordprofiler

Tabel 1 viser restindholdet i biobedsprofilen halvanden og fem en halv måned efter tilførsel. Efter fem en halv måned er der højst halvdelen af den tilførte mængde tilbage. Ved at sammenligne fordelingen ned gennem profilen med restindholdet ses, at de stoffer med størst sorption i de øverste 10 cm også nedbrydes langsomt. Dette er et udtryk for, at med en kraftig sorption reduceres biotilgængeligheden og dermed nedbrydeligheden. Derimod er et stof som Bentazon, der blev udvasket 11% i løbet af det første halve år, stort set væk i biobedsmaterialet. Op mod 90% er således blevet nedbrudt.

Tabel 1. Restindhold i procent af den tilførte pesticidmængde i biobedsprofilen 1½ og 5½ måned efter tilførsel. Residual percentage of the applied pesticides one and a half month and five and a half month after application.

5 g tilført 13-05-02	Udtaget 26-06-02				Udtaget 29-10-02			
% i de enkelte lag	Samlet %	0-10 cm	10-25 cm	25-40 cm	Samlet %	0-10 cm	10-25 cm	25-40 cm
Diuron	80	72	7	1	21	17	3	1
Linuron	75	68	6	1	7	5	1	1
Propiconazol	77	67	9	1	48	42	5	1
Methabenzthiazuron	69	61	7	1	47	42	5	1
Propyzamid	73	52	18	3	13	4	6	3
Fenpropimorph	67	50	14	3	13	5	5	4
Terbuthylazin	57	45	11	1	11	8	3	1
Pirimicarb	67	42	19	6	28	14	8	6
Azoxystrobin	47	40	5	2	26	22	2	2
Metribuzin	34	20	10	4	3	1	1	1
Ioxynil-octanoat	16	16	1	n.d.	1	1	n.d.	1
Metamitron	15	6	7	2	1	0,3	1	0,3
Dimethoat	10	6	3	2	0,1	0,0	0,0	0,0
Bentazone	17	4	5	7	1	0,1	0,1	0,3
Fluazifop	11	4	3	3	1	0,1	0,1	1
Prosulfocarb	3	2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2
Ioxynil	2	2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Fenpropimorph-syre	3	1	2	0,2	4	1	2	1
Kresoxim-methyl	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Mecoprop	3	0,1	0,1	3	0,0	0,0	0,0	0,0
Bromoxynil	0,1	0,1	0,0	n.d.	0,0	0,0	n.d.	n.d.
MCPA	1	0	0	1	0,0	0,0	spor	spor
Bromoxynil-octanoat	0,2	n.d.	n.d.	0,2	0,0	n.d.	n.d.	spor

Diskussion

Indretning af vaskepladser

Den stadig udbredte praksis med fyldning og vask af sprøjter på bar jord og ofte på stabiliseret grus med et lavt indhold af organisk materiale er meget uheldig. Der er forskellige andre muligheder for vask af sprøjten. Har man en gyllebeholder, kan vandet fra vaskepladsen, der skal være indrettet med beton eller på anden måde være sikret mod nedsivning, ledes til gyldebeholderen og bringes ud sammen med gyllen, stærkt fortyndet. Alternativt kan man opsamle vaskevandet i en opsamlingsstank og sprøjte det ud på marken. Er ens sprøjte forsynet med skyllevandstank og spuleudstyr, er det også muligt at vaske

sprøjten i marken, hvis der er et godt plantedække, der medvirker til at holde på vandet, så det ikke trækker ned i jorden og når dræn eller grundvand.

Biobedet

Biobedet er indrettet, så tilbageholdelse og nedbrydning af pesticiderne sker under kontrollerede forhold. Biobedet har en række fordele, men der er stadig også nogle problemer forbundet med anvendelsen af biobedet. Undersøgelsen har vist, at de fleste pesticider tilbageholdes og nedbrydes af biobedsmaterialet. En række insekticider, f.eks. pyrethroiderne, der er særligt problematiske, hvis de havner i vandmiljøet, har ikke været medtaget i undersøgelsen, men da de typisk vil sorberes meget kraftigt til organisk materiale, er der ingen tvivl om, at biobedet også vil være effektivt overfor disse stoffer. 11% af det mest udvaskelige af de afprøvede stoffer, bentazon, blev genfundet i perkolatet. Den resterende mængde af det tilsatte bentazon var nedbrudt i løbet af det første halve år. For de meget udvaskelige pesticider, kan det imidlertid være et problem, hvis bundmembranen er gennemtrængelig, som i denne undersøgelse, da koncentrationerne stadig kan være relativt høje (445 µg/L som maksimum for bentazon) efter passage af biobedsmaterialet.

I sidste del af undersøgelsen blev det forsøgt at holde bundventilen lukket, men det bevirkede en opstuvning af vand i bunden af bedet. Dette er u hensigtsmæssigt for nedbrydningen, da der vil opstå anaerobe forhold, hvilket betyder, at der ikke er ilt til stede, og dermed vil mikrofloraen ændres, og formentlig vil nedbrydningshastighederne generelt blive reduceret. Biobedet blev dækket med græs ved etableringen. Hvor det blev ramt af sprøjtemiddelrester, gik det ud, men i det hele taget havde græsset svært ved at etablere sig på biobedsmaterialet. Der blev kun gødet sparsomt af frygt for, at en øget mikrobiel aktivitet ville bevirke en øget nedbrydning af biobedsmaterialet, hvilket er konstateret i Sverige, uden en tilsvarende mere effektiv nedbrydning af sprøjtemiddelresterne. En bedre græstørv, der kunne trives, ville formentlig også have hjulpet på vandbalancen, så der ikke ville opstaves vand i bunden af bedet.

Etableringsomkostninger

Biobedet er tænkt som en lavteknologisk løsning, og i større eller mindre omfang, vil man selv kunne stå for etableringen. Der vil være konkrete udgifter til køreramper og sphagnum, men man selv foretage udgravningen og enten støbe bassinet eller fore med ler eller plastik, er etableringsomkostningerne minimale. Ved køb af en fuldt færdig løsning, vil etableringsomkostningerne være på i størrelsesordenen 50.000 kr.

Pleje af biobedet

Egentlige spild af koncentreret sprøjtevæske skal bortgraves og bortskaffes via kommunens modtageplads for kemikalieaffald, og sprøjtemiddelrester i tanken skal udsprøjtes efter fortynding med vand fra skylletanken. Biobedet er tænkt at skulle modtage de rester, der afvaskes fra sprøjten yderside og bom og fra traktoren.

I vinterperioden, hvor der ikke sprøjtes, skal biobedet overdækkes for at undgå overskudsnedbør, der forøger vandindholdet og risikoen for udvaskning. Biobedet vil hvert eller hvert andet år skulle efterfyldes, efterhånden som halm og sphagnum nedbrydes. Efter en årrække skal biobedet tømmes. Det må anbefales at lade det opgravede materiale ligge på en presenning sommeren over, da det vil reducere restindholdet af pesticider fra den seneste vask. Undersøgelsen har vist, at indholdet af de mest stabile stoffer blev halveret i løbet af et halvt år. Under forudsætning af en generel tilladelse fra Miljøstyrelsen, vil det udbrændte biobedsmateriale derefter kunne spredes ud på marken, uden at der vil være nogen udvaskningsrisiko.

Andre muligheder

Biobedet vil kunne etableres med forskellige muligheder for forbedringer. Et tykkere lag biobedsmateriale vil reducere risikoen for udvaskningen. En anden mulighed vil være opsamling af vaskevandet, der så ledes til en brønd med biobedsmateriale, hvor vandet eventuelt recirkuleres. Der findes kommercielle produkter for alternativ rensning af vaskevandet. Danmarks JordbrugsForskning har planer om at teste disse systemer, og resultaterne af undersøgelserne vil eventuelt kunne præsenteres på en kommende planteavlskongres.

Sammendrag

Danmarks JordbrugsForskning har etableret et fuldskala biobed og undersøgt bedets evne til at tilbageholde og nedbryde pesticidrester, der vaskes af sprøjteudstyret. Den overordnede konklusion er, at der ved benyttelse af biobed opnås en væsentlig reduktion i risikoen for punktkildeforureninger ved vaske- og fyldepladser for sprøjteudstyr. I alt blev udvaskningsrisikoen for 21 pesticider undersøgt. 13 af stofferne kunne ikke genfindes i det vand, der forlod bunden af biobedet. Af de 8 stoffer, der blev detekteret, blev bentazon fundet i højeste koncentration. 11% af tilført mængde blev genfundet i perkolatet. Resten kunne ikke genfindes i biobedsmaterialet efter et halvt år og var således blevet nedbrudt. Af de øvrige stoffer, der blev fundet i perkolatet, var det under 2% af tilført mængde, der var udvasket efter et halvt år. De stoffer, der ikke blev udvasket, var primært bundet i de øverste 10 cm. En stærk tilbageholdelse betyder mindre biotilgængelighed og dermed en længere nedbrydningstid, men efter et halvt år var der ikke nogen af stofferne, der var til stede i over 50% af tilført mængde.

Danmarks JordbrugsForskning planlægger at afprøve alternative opbygninger af biobede i de nærmeste par år og forventer en forbedret effektivitet af tilbageholdelsen af de mere vandopløselige pesticider.

Litteratur

- Helweg A, Bay H, Hansen HPB, Rabølle M, Sonnenborg A & Stenvang L.* 2002. Pollution at and below sites used for mixing and loading of pesticides. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, Vol. 82, No. 8-9, pp. 583-590.
- Helweg A, Rabølle M, Bay H, Birk Hansen HP, Sonnenborg A & Stenvang L.* 2001. Pesticidforureninger på og under vaske- og fyldepladser for sprøjter. 18. Danske Planteværnskonference DJF rapport, Nr. 41, Markbrug, Februar 2001, 51-62.
- Spliid NH & Helweg A.* 2003. Udvaskning af pesticider fra fuldskalabiobed – analyser fra projektets første år. 20. Danske Planteværnskonference DJF rapport, markbrug Nr. 89, Februar 2003, 271-275.
- Torstensson L & Castillo MdP.* 1997. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment. *Pesticide Outlook*, June 1997, pp. 24-27.

Hvor meget af pesticiderne bliver tilbage på sprøjten?

What proportions of the applied pesticides are deposited on the external parts of the sprayer?

Peter Kryger Jensen & Niels Henrik Spliid

Danmarks JordbrugsForskning

Afdeling for Plantebeskyttelse

Forskningscenter Flakkebjerg

DK-4200 Slagelse

Summary

External deposits of spray liquids on a field sprayer were investigated. After a one-hectare application external deposits on the sprayer varied from 0.04 to 0.09 per cent of the applied amount. In a second investigation, a mixture of pesticides with different water solubility characteristics was applied. Concentration of the pesticide in the washing water was correlated to the water solubility characteristics. Pesticides left on the sprayer after the washing procedure was determined by wiping the boom section with a cotton swab moistened with ethanol. Axozystrobin was found at a concentration 100 times higher than dimethoate although both pesticides were applied at the same dose.

Indledning

Under en sprøjtning afsættes sprøjtevæske på sprøjtemateriellets ydre. Disse rester udgør en potentiel kilde til forurening af grund- og overfladevand. Pesticidrester på sprøjtes ydre dele kan ligeledes have betydning for arbejdsmiljøet for personer, der arbejder med sprøjtemateriellet. For at muliggøre en risikovurdering for de pladser, der anvendes ved rengøring af sprøjtemateriel, er det nødvendigt at vide hvilke pesticidmængder, der i praksis forekommer på sprøjtemateriellets ydre dele efter en sprøjtning. Gennem de seneste år er der udført en række undersøgelser på dette område. Tracere er blevet anvendt til at undersøge i hvilket omfang, der afsættes sprøjtemidler på sprøjten under normale sprøjtebetingelser (Balsari *et al.*, 2002; Holst *et al.*, 2002). Tracere er også blevet anvendt til at undersøge betydning af sprøjte type (Ärlemo, 2000) og sprøjte teknik (Cooper & Taylor, 1998). De tracere, der anvendes, er meget vandopløselige og er derfor lette at vaske af sprøjten, således at mængden af afsat sprøjtevæske ret enkelt kan bestemmes. Tracerne er imidlertid ikke repræsentative for pesticider med lille vandopløselighed. Til test af rengøringsudstyr

anvendes derfor stoffer med mindre vandopløselighed. Data præsenteret i denne artikel kommer fra et projekt, der havde til formål at undersøge og præsentere forslag til fylde- og vaskepladser for marksprøjter. En del af projektet havde til formål at fremskaffe oplysninger om udvendig kontaminering af marksprøjter under brug. Som supplement til de udenlandske undersøgelser med tracere, blev der gennemført forsøg under danske forhold. Som en opfølgning blev det med 4 pesticider undersøgt, om den udvendige afsætning svarede til det, der blev fundet med tracere. I denne del blev det ligeledes undersøgt, hvor meget pesticid og tracer der kunne findes udvendigt på sprøjten efter en vaskeprocedure. Tilsvarende undersøgelser af pesticidrester på marksprøjter er tidligere foretaget af Ramwell *et al.* (2002) og Nilsson *et al.* (2003).

Materialer og metoder

En konventionel Hardi LY marksprøjte med 12 meter bom blev anvendt i forsøgene. Sprøjten var monteret med ISO F02 fladsprededyser med en dyseydelse på 0,8 l/min., og der blev anvendt en kørehastighed på 6 km/t. Sprøjtning foregik på en mark med kortklippet græs, hvor der blev kørt i en cirkel med en diameter på 2 x bombredden. Under testen blev der udsprøjtet 200 l sprøjtevæske svarende til sprøjtning af 1,25 ha med den anvendte teknik. I sprøjtevæsken blev der anvendt tracer (Brillantsulfoflavin) med 10 g/ha tilsat spredemiddel (Lissapol Bio 0,1%) ved tracerundersøgelserne. Ved pesticidforsøgene blev der anvendt en blanding af tracer og 4 pesticider (tabel 1).

Tabel 1. Tracer og pesticider. Tracer and pesticides.

Aktivstof	Produkt	Vandopløselighed
Active ingredient	Product	Water solubility
Tracer	Brillantsulfoflavin	>1 g/l
Azoxystrobin	Amistar, Syngenta, 250 g/l	6 mg/l
Dimethoate	Perfektion, BASF, 500 g/l	25 mg/l
Fenpropimorph	Corbel, Makteshim Agan, 750 g/l	4.3 mg/l
Prosulfocarb	Boxer, Syngenta, 800 g/l	13 mg/l

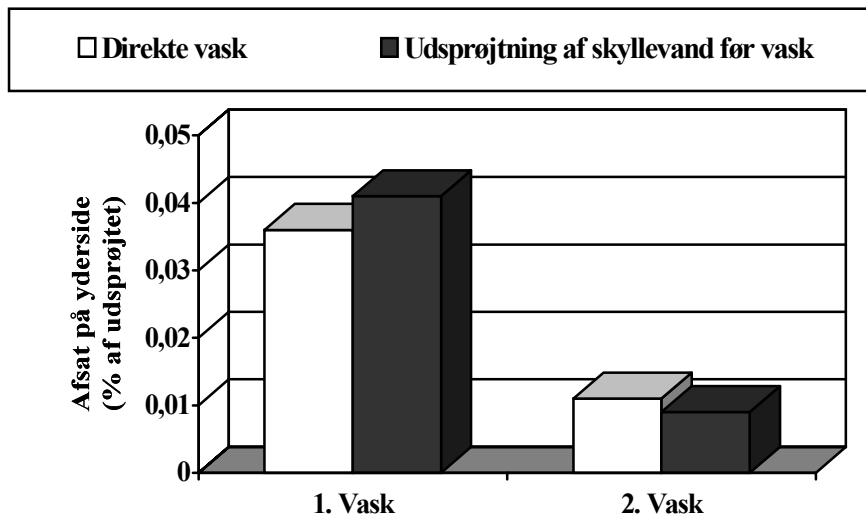
Mængden svarer til, at der er anvendt 100 g aktivstof af hvert af de 4 pesticider.

Efter udsprøjtning blev sprøjten kørt til vask og vasket over en pool med en renser ved et tryk på 6 bar og en vandmængde på 4 l/min. En sprøjtevaske blev gennemført med 40 l vand og gentaget 2 gange. Vandet blev opsamlet i poolen, og efter hver vask blev vandet i poolen blandet grundigt, og der blev udtaget 3 repræsentative prøver til tracer/pesticidbestemmelse. Resultaterne fra de 3 delprøver blev poolet til en repræsentativ middelværdi. Baseret på det fundne indhold af tracer/pesticid i prøverne samt det anvendte kvantum vand til gennemførelse af sprøjtevaske, blev mængden af tracer/pesticid, der var vasket af sprøjten, beregnet. Denne mængde er præsenteret som procentdel af den mængde tracer/pesticid, der

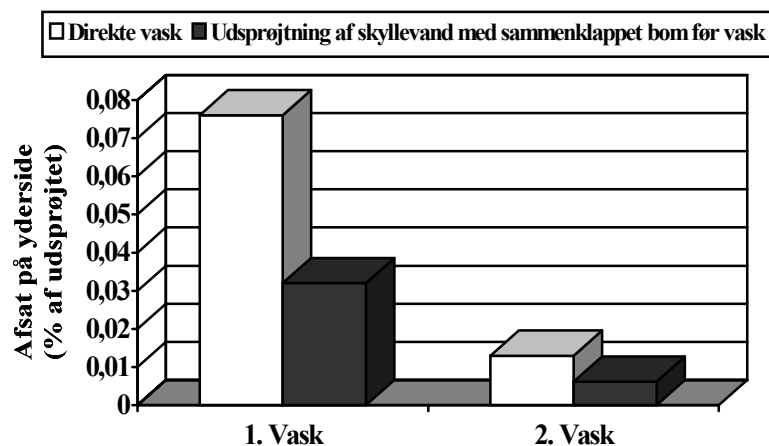
blev udsprøjtet i marken. I tracerforsøgene blev det også undersøgt, om det var muligt at reducere mængden af sprøjtemiddelrester på sprøjtes udvendige dele ved at gennemføre indvendig sprøjtevask, som det anbefales i marken. Dette blev gjort ved, at indholdet i skyllevandstanken (110 l) i 3 portioner blev tilledt tanken og udsprøjtet. Herved sker der en kraftig fortynding, således at koncentrationen af tracer i 3. hold skyllevand var nede på 1% af den oprindelige koncentration. I forsøget med tracer og pesticider blev der yderligere gennemført en registrering af rester på sprøjten efter de 2 vaskeprocedurer. Før udsprøjtning var 3 sektioner på bommen aftørret med en bomuldsklud vædet med ethanol. Efter udsprøjtning af tracer/pesticidblandingen, samt gennemførelse af den udvendige sprøjtevask, blev de samme 3 sektioner igen aftørret med bomuldsklude vædet med ethanol. Koncentration af tracer og de 4 pesticider i kludene blev analyseret.

Resultater

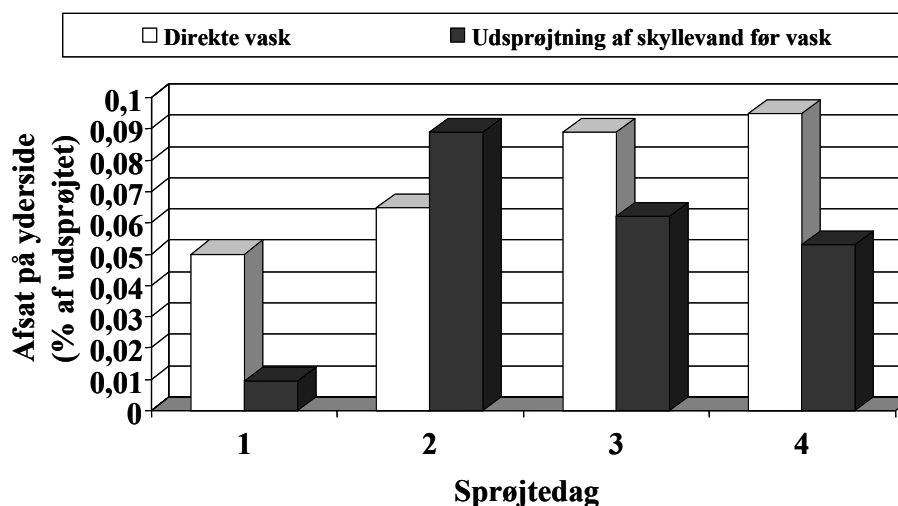
Resultaterne fra forsøgene med tracer, hvor det blev undersøgt, hvor meget sprøjtevæske der afsættes på sprøjtes yderside under en sprøjtning, er vist i figur 1-3. Som supplement til de undersøgelser der forelå, blev det undersøgt om gennemførelse og udsprøjtning af det stærkt fortyndede skyllevand kunne nedbringe koncentrationen af rester på sprøjtes udvendige dele. Specielt på bomsektioner afsættes der ofte så meget under udsprøjtningen, at sprøjtevæsken drypper af, og teoretisk set vil man derfor forvente, at udsprøjtning af den stærkt fortyndede restsprøjtevæske efter indvendig rengøring kunne nedbringe mængden af rester på de udvendige dele. Når den indvendige rengøring foretages som anbefalet med opdeling af skyllevandet i 3 lige store dele, reduceres sprøjtevæskens koncentration til ca. 1% af den oprindelige. I den første test blev der dog ikke fundet nogen reduktion i de koncentrationer, der blev fundet på sprøjtes udvendige dele (figur 1). I den næste forsøgsserie (figur 2) blev skyllevandet udsprøjtet med sammenklappet bom. På LY sprøjten peger dyserne gensidigt mod hinanden, når bommen er sammenklappet, og dette har medført, at mængden af tracer på sprøjtes udvendige dele er halveret. I den sidste forsøgsserie blev skyllevandet igen udsprøjtet med udslået bom. Resultaterne fra hvert delforsøg er vist i figur 3. Det fremgår, at udsprøjtning af skyllevandet har reduceret de udvendige rester 3 af de 4 dage, den ene dag med 80%. I relation til klimaforholdene er det naturligt, at den store reduktion er fundet en dag, med meget høj luftfugtighed, hvor afsat sprøjtevæske ikke når at indtørre, før det fortyndede skyllevand udsprøjtes.



Figur 1. Afsætning af sprøjtevæske på sprøjtens ydre sider efter sprøjtning af 1,25 ha. Sprøjten blev enten vasket straks efter udsprøjtning eller efter udsprøjtning af skyllevand. Gns. af 4 gentagelser. Deposition of spray liquid on the outside of the sprayer after spraying of 1.25 ha. The sprayer was washed either immediately after application or after application of rinsing water. Average of 4 replications.

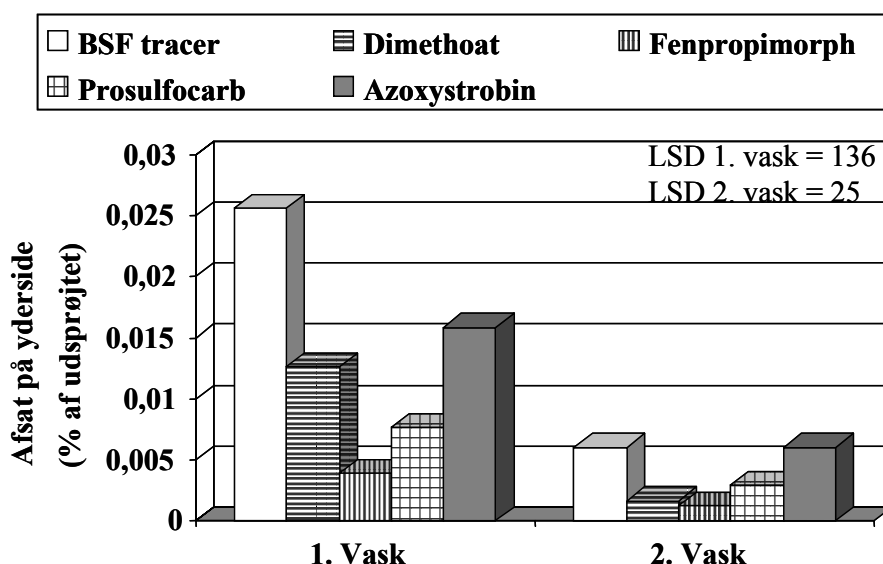


Figur 2. Afsætning af sprøjtevæske på sprøjtens ydre sider efter sprøjtning af 1,25 ha. Sprøjten blev enten vasket efter udsprøjtning eller efter udsprøjtning af skyllevand med sammenklappet bom. Gns. af 4 gentagelser. Deposition of spray liquid on the outside of the sprayer after spraying of 1.25 ha. The sprayer was washed either immediately after application or after application of rinsing water with folded boom. Average of 4 replications.



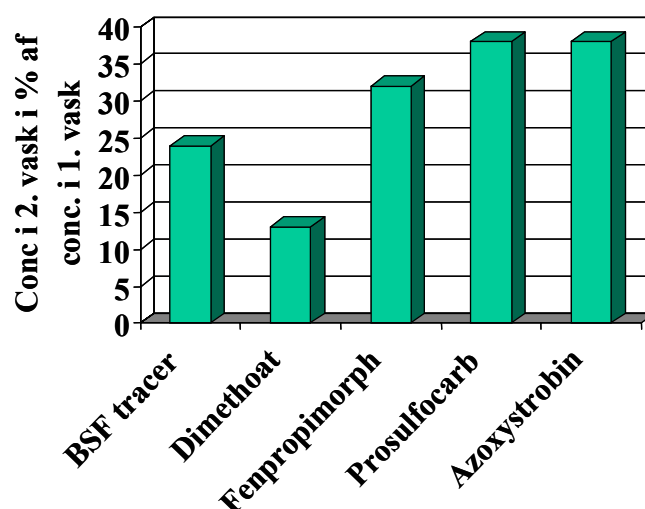
Figur 3. Afsætning af sprøjtevæske på sprøjtens ydre sider efter sprøjtning af 1,25 ha. Sprøjtten blev enten vasket straks efter udsprøjtning eller udsprøjtning af skyllevand. Figuren viser resultater fra 1. sprøjtevask på 4 sprøjtedage. Deposition of spray liquid on the outside of the sprayer after spraying of 1.25 ha. The sprayer was washed either immediately after application or after application of rinsing water. The figure shows the results of the first wash on 4 spray days.

Der blev gennemført 2 delforsøg med blandingen af tracer og 4 pesticider. I figur 4 og 6 er vist hvilken andel af de udsprøjtede mængder, der blev genfundet efter 1. henholdsvis 2. sprøjtevask. Figur 5 og figur 7 viser mængden, der blev fundet i 2. sprøjtevask i procent af den fundne mængde i 1. sprøjtevask. Der var udvalgt pesticider med forskellig vandopløselighed.

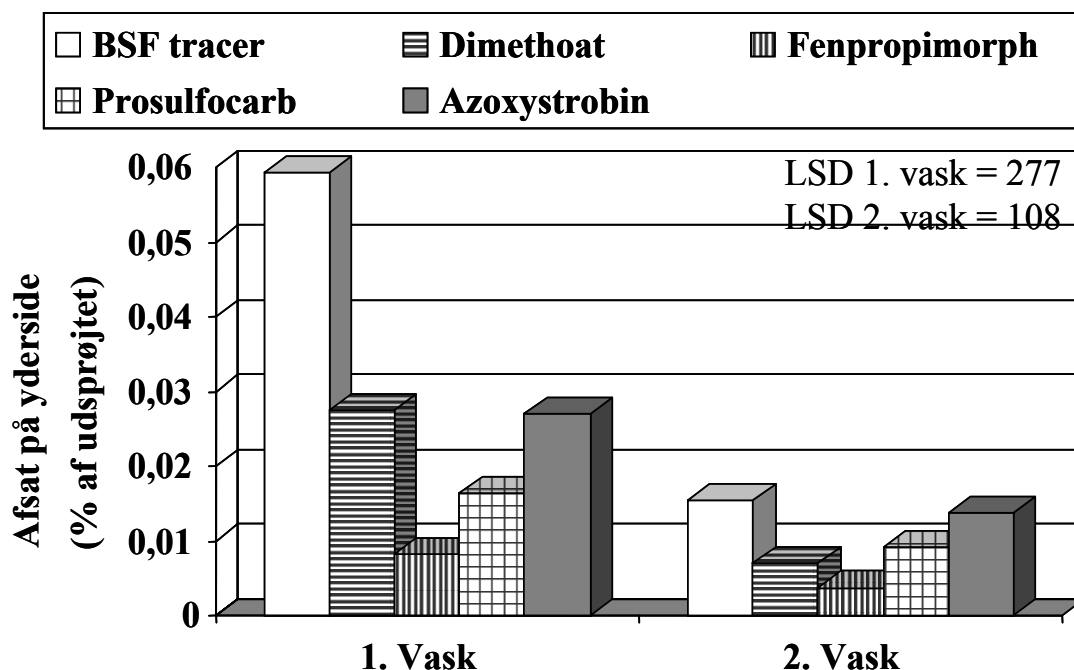


Figur 4. Afsætning af sprøjtevæske på sprøjtens ydre sider efter sprøjtning af 1,25 ha med en blanding af tracer og 4 pesticider. 1. Test med gns. af 4 sprøjtninger. Deposition

of spray liquid on the outside of the sprayer after spraying of 1.25 ha with a mixture of tracer and 4 pesticides. 1. Test with average of 4 applications.

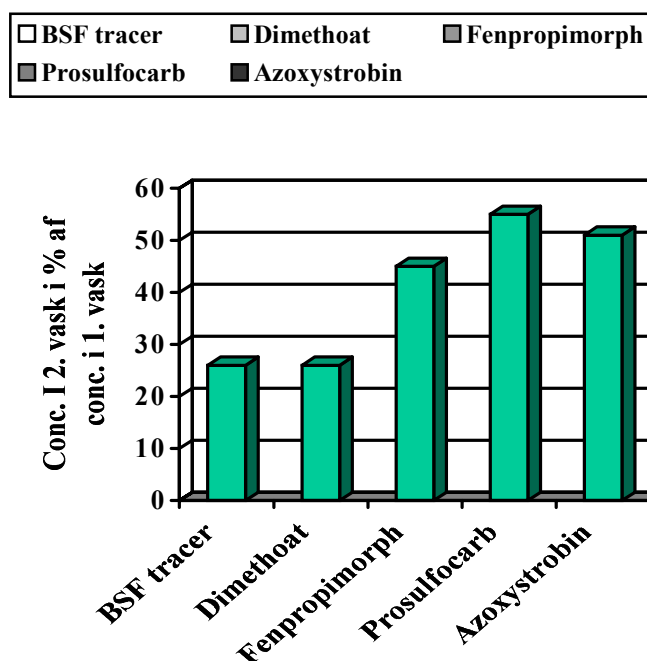


Figur 5. Koncentration af tracer og pesticider i vaskevand ved 2. sprøjtevaske i procent af koncentrationen i vaskevandet i 1. sprøjtevaske. 1. Test med gns. af 4 sprøjtninger.
Concentration of tracer and pesticides in wash water at the second washing of the sprayer in per cent of the concentration in the wash water at the first washing of the sprayer. 1. Test with average of 4 applications.



Figur 6. Koncentration af tracer og pesticider i vaskevand ved 2. sprøjtevaske i procent af koncentrationen i vaskevandet i 1. sprøjtevaske. 2. Test med gns. af 4 sprøjtninger.
Concentration of tracer and pesticides in wash water at the second washing of the sprayer in

per cent of the concentration in the wash water at the first washing of the sprayer. 1. Test with average of 4 applications.



Figur 7. Koncentration af tracer og pesticider i vaskevand ved 2. sprøjtevaske i procent af koncentrationen i vaskevandet i 1. sprøjtevaske. 2. Test med gns. af 4 sprøjtninger.

Concentration of tracer and pesticides in wash water at the second washing of the sprayer in per cent of the concentration in the wash water at the first washing of the sprayer. 2. Test with average of 4 applications.

De pesticider, der havde en lille vandopløselighed, blev registreret i relativt højere frekvenser ved 2. sprøjtevaske end den letopløselige tracer samt dimethoat, der er det mest vandopløselige af de 4 pesticider. Efter den 2. sprøjtevaske blev der foretaget en aftørring af 3 bomsektioner med en ethanolvædet bomuldsklud for at undersøge i hvilket forhold, der var restmængder af tracer og pesticid. Resultatet fra analysen af disse klude er vist i tabel 2.

Tabel 2. Koncentration af tracer og 4 pesticider (i µg) på 1800 cm² bomsektion af en sprøjte der var vasket med 80 l vand. Concentration of tracer and 4 pesticides (in µg) on 1,800 cm² sprayer boom section washed with 80 l of water.

Aktivstof	Mængde (µg)
Active ingredient	Amount (µg)
Tracer Brillantsulfoflavin	Under detektionsgrænsen
Dimethoate	4.7
Fenpropimorph	56
Prosulfocarb	181
Azoxystrobin	461
LSD(P<0.05)	78

Sprøjtevæsken var tilsat samme mængde aktivstof af hvert af de 4 pesticider, men den genfundne mængde på bomsektionen af den vaskede sprøjte varierede en faktor 100 i koncentration mellem dimethoat og axozystrobin.

Diskussion

Efter en sprøjtning med traditionelle fladsprededyser blev der udvendigt på sprøjten fundet rester, der svarer til mellem 0,04 – 0,09 procent af den udsprøjtede mængde. Dette stemmer godt overens med erfaringer fra Italien (Balsari, 2003; Balsari *et al.*, 2002), hvor de genfundne mængder afsat udvendigt på sprøjten svarede til 0,05% af den udsprøjtede mængde for marksprøjter med traditionelle fladsprededyser. Begge resultater stammer fra sprøjtning af et lille areal på ca. 1 ha og må betragtes som en worst case situation. Ved behandling af større arealer vil opbygningen af sprøjtemiddelrester ikke øges tilsvarende. Det skyldes primært, at der afsættes mere sprøjtevæske på bomsektionerne, end de kan tilbageholde med afløb/afdrypning til følge. Dette er demonstreret af Balsari (ikke publiceret) samt Cooper & Taylor (1998), der fandt, at en fordobling af sprøjtetiden fra 400 til 800 sekunder fordoblede mængden af rester på sprøjtebeholder men ikke øgede mængden på sprøjtebommen. I en undersøgelse af Ganzelmeier (1998) blev 50 sprøjter undersøgt for udvendige sprøjtemiddelrester. Generelt blev der fundet mængder, der varierede en del mellem aktivstofferne men som for de højeste fund svarede til at 18 m² kunne behandles med normaldoseringen. De mængder af sprøjtemiddelrester, der er fundet udvendigt på marksprøjter efter forsøgsbehandlinger eller regelrette marksprøjtninger i de hidtidige undersøgelser er på et niveau, hvor det er acceptabelt at anbefale og foretage udvendig sprøjtevaske i marken. Såfremt denne løsning anvendes, er det dog væsentligt, at der anvendes forskellige pladser igennem sæsonen.

Delforsøgene med pesticider viser, at det kan være vanskeligt at rengøre en sprøjte effektivt, og de understreger betydningen af valg af kemikalie ved test af rengøringsudstyr. De rester, der sidder tilbage efter rengøring kan efterfølgende vaskes af, hvis sprøjten placeres udendørs, men resterne kan også udgøre et arbejdsmiljøproblem for personer, der arbejder med sprøjten.

Litteratur

- Ärlemo T. 2000. Accumulation of spray deposits on tractor and on field crop sprayer boom and tank. Report 241, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering.
- Balsari P. 2003. Developing International Standards concerning cleaning of sprayers. Paper given at the “In-field sprayer cleaning” specialist day at Harper Adams University College – 31st March 2003, 10 pp.

- Balsari PB, Marucco P, Tamagnone M, Ganzelmeier H & Wehmann HJ.* 2002. Cleaning of sprayers: new European standard proposal and first test results. Aspects of Applied Biology 66, International Advances in Pesticide Application, 9-16.
- Cooper SE & Taylor WA.* 1998. Some factors that may influence rate of accumulation and final quantity of pesticide deposits on external surfaces of arable crop sprayers. BCPC Symposium no 70. Managing Pesticide Waste and Packaging, 203-210.
- Ganzelmeier H.* 1998. Proper cleaning of sprayers. BCPC Symposium no 70. Managing Pesticide Waste and Packaging, 91-98.
- Holst CD, Nielsen C & Andersen PG.* 2002. Developments with the internal and external cleaning of sprayers in the field of use. Aspects of Applied Biology 66, International Advances in Pesticide Application, 395-400.
- Nilsson E, Eriksson, A-M & Svensson SA.* 2003. Pesticide contamination on sprayers and tractors – A pary study. VII Workshop on spray application techniques in fruit growing, 50.
- Ramwell CT, Johnson PD, Boxall ABA & Rimmer D.* 2002. Exposure to pesticide residues on agricultural spraying equipment. Contract Research Report 440/2002, Cranfield Centre for Ecochemistry.

Fortynding af restsprøjtevæske og udstyr til rengøring af marksprøjter

Dilution of spray residues and equipment for sprayer cleaning

Christian Holst

Hardi International A/S

Helgeshøj Allé 38

DK-2630 Tåstrup

Summary

By using the right equipment in the right manner it is possible to clean the sprayer in the field of use. This can be done every day in a fast and easy way to ensure that the sprayer always is clean and ready for service, storage or for spraying in a sensitive crop.

Indledning

Efter hver sprøjtedag skal sprøjten rengøres indvendigt og udvendigt. Denne operation er i dag både nem og overkommelig, bl.a. fordi udstyret til dette er blevet bedre og er standard på de fleste sprøjter. Der er typisk en renvandstank fra 300 til 450 liter rent vand med på de fleste trailersprøjter, der sælges i dag. Dette vand, brugt effektivt sammen med rensedyser til tankrengøring og udstyr til udvendig rengøring, gør det muligt at rengøre sprøjten i marken uden at overdosere på arealet, man benytter til vasken.

Indvendig rengøring

Når sidste tankfuld er udsprøjtet, og pumpen ikke kan tømme beholderen mere, er der koncentreret sprøjtevæske tilbage i hovedtankens sump, kemikaliepåfyldet, omrøringssystemet og diverse returslanger. Dette betegnes som restsprøjtevæske og skal fortyndes, inden man kan tømme hovedtanken (åbne bundproppen).

For at opnå det bedste resultat ved indvendig rengøring af sprøjten, skal man først skylle alle slanger og kemikaliepåfyldet m.m. med rent vand og udsprøjte dette. Derefter skal man rengøre indersiden af hovedtanken 2-3 gange med ca. 50 liter vand af gangen og udsprøjte dette efter hver skylning. Følges denne rutine er det muligt at fortynde restsprøjtevæsken ned til 1% af den oprindelige sprøjtevæskkoncentration, det vil sige fortynde væsken 99 gange.



Billede 1. Tøm aldrig tanken uden en forudgående fortynding af restsprøjtevæsken.
Never drain residuals.

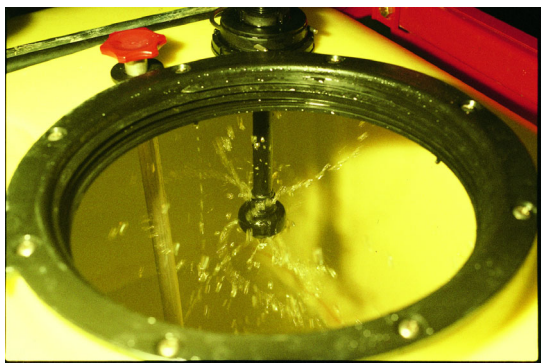
Med en koncentration på kun 1% er det muligt at tømme de sidste 5-6 liter ud på jorden, uden risiko for at lave en punktkilde forurening. Ligeledes kan slanger, pumpe mm serviceres uden risici for mekanikere m.fl. Indvendig rengøring kan udføres på 10 minutter og med et vandforbrug på 250-300 liter.



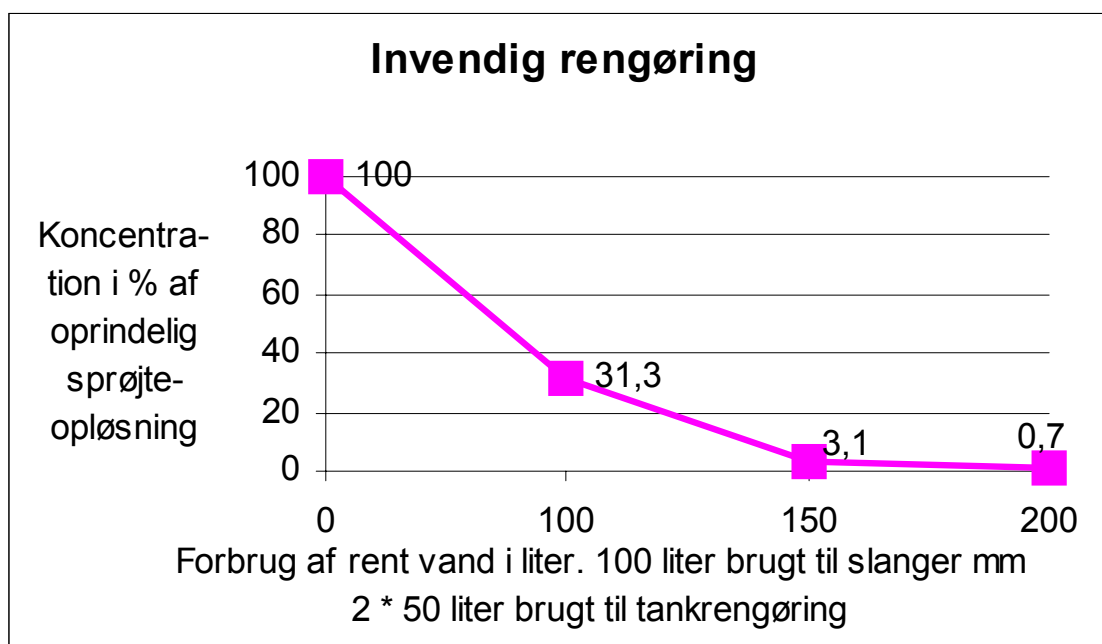
Billede 2. Jo flere gange man fortynder, jo bedre resultat opnår man. Divide rinsing water in 3 lots. Operate all functions whilst rinsing. Spray rinsing water over just treated crop.

På lift ophængte sprøjter er skylletanken noget mindre end på trailersprøjter, ofte er den på 80-160 liter. Det er derfor en mere sikker rutine at dele rens vandet i tre portioner. En portion lukkes ind i hovedtanken, hvorefter alle slanger og kemikaliepåfyldet gennemskylles, og

hovedtanken renses indvendigt, til sidst sprøjtes væsken ud gennem dyserne. Dette gentages 3 gange. Med denne metode er det muligt at fortynde sprøjtevæsken 50 gange og ende på en koncentration på 2% af den oprindelige sprøjteopløsning.



Billede 3. Til venstre en 80 liters rensetank. Til højre en spuledyse i aktion. To the left a rinse water tank. To the right a rinse nozzle.



Figur 1. Indvendig rengøring af en trailersprøjte. Inside cleaning of a trailed sprayer .

For både lift- og trailersprøjter gælder at:

- Det er vigtigt, at alle ventilerne betjenes under skylningen, således at der ikke står koncentreret sprøjtevæske nogen steder i systemet efter skylningen.
- Er sprøjten forsynet med indvendig spuledyse, skal den bruges under hver skylning for at rengøre sprøjtetanken mest mulig.

- På sprøjter med selvrensende filter skal der åbnes for retur til hovedtank, således at denne slange også rengøres.
- Det er vigtigt at huske at skrue trykket så højt op, at sikkerhedsventilen åbner, herefter sænkes trykket igen.
- Det er vigtigt, at sprøjten tømmes mest muligt ved hver skylning, idet der så opnås den størst mulige fortynding af væsken ved hvert nyt hold skyllevand.
- Skyllevandet udsprøjtes i marken på den netop behandlede afgrøde.

Sammenlignede test af indvendig rengøring

Der er foretaget en sammenligning af 5 trailersprøjter, som sælges på det danske marked, med hovedtank på mellem 3000-5000 l hovedtank og ca. 10% af dennes volumen til rensetank og 2 roterende indvendige dyser til indvendig rengøring af tanken. Restsprøjtevæske er blevet målt.

Sprøjte:	1	2	3	4	5*
% af den oprindelige sprøjteopløsning.	0,8	1,2	2,2	3,0	5,0
Restsprøjtevæske liter	35-40	45-50	47-52	30-35	70-75

* sprøjte 5 har recirkulering og dermed ekstra volumen i slanger mm.

Som det ses af tabellen, er der en sammenhæng mellem mængden af restsprøjtevæske og den opnåede fortynding. Jo mere restsprøjtevæske jo svære er det at rengøre sprøjten indvendigt. Dog ses der også forskelle mellem sprøjter med samme mængde af restsprøjtevæske, dette kan skyldes tankens udformning eller ekstra mange slanger eller ventiler.

Grundig indvendig rengøring af sprøjten

For at kunne behandle afgrøder, der er følsomme overfor de midler, der har været anvendt i tidligere sprøjtninger, er det nødvendigt med en yderligere rengøring af sprøjten. Metoden hertil er i nogle tilfælde beskrevet på etiketten til midlerne og skal i så tilfælde følges! Ellers er der grundlæggende 2 muligheder:

Rengøring uden spuledyse: Tanken fyldes med vand tilsat et egnet rengøringsmiddel som f.eks. salmiakspiritus eller et decideret sprøjterengøringsmiddel. Nu skal pumpen cirkulere væsken overalt i systemet i 15 minutter, alle ventiler betjenes. Herefter lades sprøjten stå i nogle timer for, at eventuelle belægninger kan opløses. Rensevandet udspreddes over afgrøden eller et græsdækket areal.

Filtre og dyser afmonteres og placeres i samme opløsning, som der anvendes til rengøring af sprøjten, efter et stykke tid rengøres de med børste og skylles med rent vand, inden de atter sættes på sprøjten. Der skylles efter med rent vand, der også udspreddes over afgrøden eller et græsdækket areal.

Rengøring med spuledyse: Tanken fyldes ca. 10% med vand tilsat egnet rengøringsmiddel. Med spuledysen i gang cirkuleres væsken i hele systemet i 15 minutter. I øvrigt følges proceduren beskrevet under ”Rengøring uden spuledyse”.



Billede 4. Nogle pesticider er ved selv meget små doser skadelige overfor følsomme afgrøder. Some selective herbicide can be damaging to a sensitive crop, even in small doses.

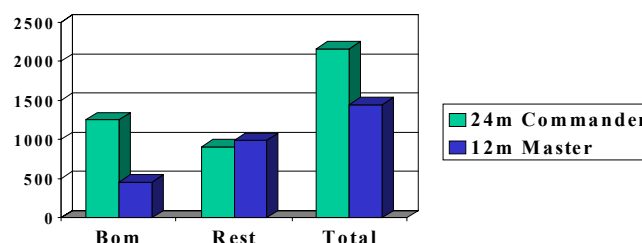
Udvendig rengøring

Under udsprøjtningen vil der afsættes pesticider udvendigt på sprøjten. Den mest effektive og for miljøet bedste metode til at fjerne dette er ved rengøring i marken, hvor sprøjten har været i brug. Således undgås opbygning af større mængder pesticidrester, som indtørre og derved bliver vanskelige at afvaske. En anden mulighed er at lave en betonplads, og således opsamle vaskevandet.



Billede 5. Ved udendørs opbevaring af sprøjten er der risiko for punktkildeforurening, hvis der parkeres samme sted hver gang. Outside storage of sprayers can be source to point contamination.

Afsætning af sprøjtevæske (ml) udvendig på sprøjten pr. time



Kilde: Hardi International

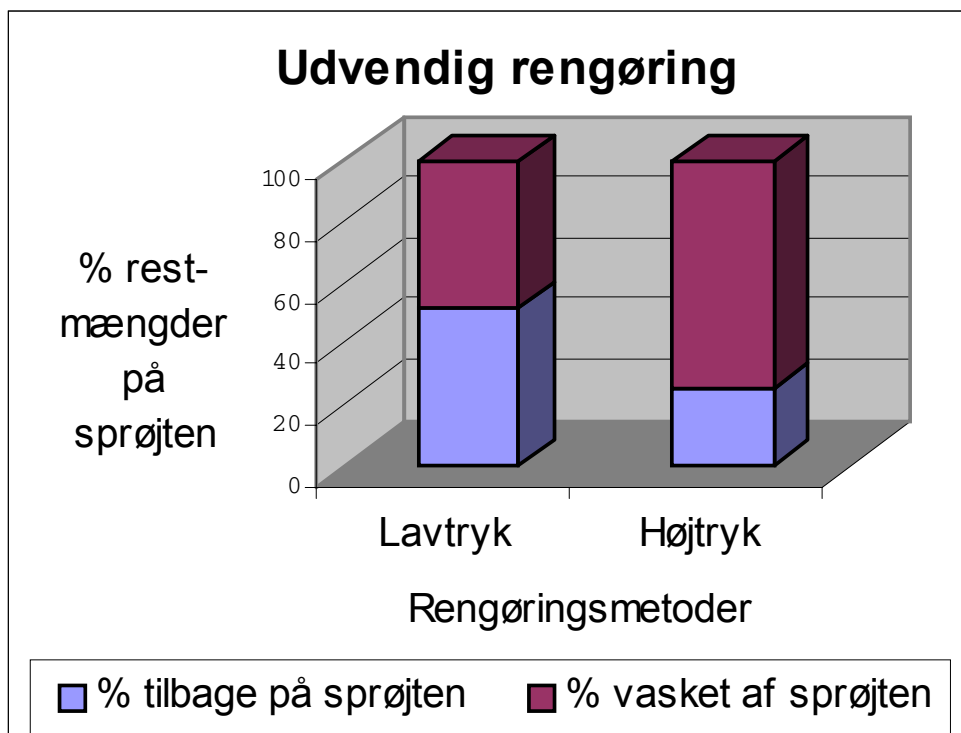
Figur 2. Afsætning på sprøjtes udvendige dele. External deposit on sprayers.

Som en ny mulighed kan de fleste sprøjter monteres med udstyr til udvendig rengøring af sprøjten i marken (højtryksrenser eller lignende). Det er bestemt at foretrække, at sprøjten vaskes udvendig i marken. Hvor meget sprøjtevæske, der sidder på sprøjtes yderside, afhænger af, hvor længe den har sprøjtet. Derfor er det vigtigt at spule sprøjten udvendig ofte - helst efter hver arbejdsdag. Det er også af sikkerhedsmæssig betydning ved opbevaring af sprøjten, at den er ren udvendig!



Billede 6. Til venstre ses rengøring i marken med højtryksrenser. Til højre ses rengøring over betonplads med opsamling af vaskevandet. To the left high pressure cleaning in the field, to the right cleaning over a concrete area with collection of the water.

På sprøjten er det muligt at montere enten et højtryks- eller et af to lavtrykssystem til udvendig rengøring. Lavtrykssystemet benytter enten sprøjten pumppe, eller der kan monteres en separat 12V pumpe med egen tank. Højtryksrenseren er monteret med egen oliemotor, der drives af traktorens udvendige hydrauliksystem. Den kan give et arbejdstryk på 100 bar.



Figur 3. Med et vandforbrug på 70 liter og et tidsforbrug på 7 minutter er det med lavtryk muligt at fjerne 50% af de pesticidrester, der sider på sprøjten's bomme, tank mm og med højtryksrenseren fjernes 75%. The use of high-pressure external cleaning systems can remove 75% and low-pressure system can remove 50% with use of 70 litres in 7 minutes.

Udstyr til en sikker og effektiv rengøring af sprøjter

Indvendig rengøring

- Rensetank
- Spuledyse
- Væskestandsmåler til rens tank
- El-fjernbetjening af manifoldventiler

Udvendig rengøring

- Rensetank
- Lavtryksrenser tilsluttet sprøjtes pumpe med lanse og slangerulle
- 12 V system med separat tank og slange og lanse
- Højtryksrenser med oliemotor til tilslutning på traktorens hydraulik med lanse og slangerulle

Konklusion

Det er nu muligt at få udstyr til rengøring af sprøjten i marken, hvor den netop er blevet brugt. Med det rette udstyr og den rette brug af dette er det muligt at rengøre sprøjten både indvendigt og udvendigt uden at overskride den dosis, som pesticidet er godkendt til. Dette sikrer, at der ikke sker punktkildeforureninger, idet arealet, hvorpå man udfører rengøringen, ikke er det samme fra gang til gang.

Sammendrag

Med det rigtige udstyr og rette rutine er det muligt at rengøre sprøjten i marken uden at overskride anbefalet dosis af plantebeskyttelsesmidler.

Atlantis® – ganske enkelt stærk

Atlantis – simply strong

Niels Bjerre

Bayer CropScience

Nørgaardsvej 32

DK-2800 Kgs. Lyngby

Summary

Atlantis is a novel grass herbicide from Bayer CropScience. Atlantis offers control of the most important grass weed species in cereals, and Atlantis controls some important dicot weed species. Atlantis sets a new standard for broad and consistent grass weed control with use of only very low amounts of active ingredient. At the same time Atlantis offers a very high degree of crop safety.

Bayer CropScience has applied for registration of Atlantis in winter wheat, winter rye and Triticale for use in the autumn and spring in Denmark, Sweden and Norway. Atlantis is not selective in barley and oats. Atlantis offers a very high and consistent control of loose silky-bent (*Apera spica-venti*), blackgrass (*Alopecurus myosuroides*), ryegrass (*Lolium species*), rough meadow grass (*Poa trivialis*), annual meadow grass (*Poa annua*). A significant side effect has been observed on brome-grass (*Bromus species*). Some inconsistent control of couch (*Elymus repens*) has been observed. Additionally to the grass weed effect, Atlantis offers control of some important dicot species like common chickweed (*Stellaria media*), mayweed (*Matricaria species*) and cruciferous weeds.

Atlantis belongs to the family of sulfonylurea herbicides and contains the two ai's mesosulfuron-methyl (mesomaxx®) (mesomaxx: the registered trademark for mesosulfuron-methyl) and iodosulfuron. The use in cereals is possible due to the use of safener technology. The safener technology is the background for the high degree of cropsafety, but without decreasing the high efficacy against grass weeds.

Grass weeds are an increasing problem in modern cereal production and causes substantial yield losses. Atlantis gives a very broad-spectrum and consistent efficacy. Atlantis will become a new strong weapon in the fight against grass and broad-leaved weeds.

Indledning

Græsukrudt er et stigende problem i moderne korndyrkning. Dette skyldes primært den udbredte dyrkning af vintersæd, men lave kvælstofnormer er nok også medvirkende til at mindske afgrødens konkurrencekraft. Græsukrudt kan give anledning til betydelige udbyttetab, selv ved moderat forekomst. Desuden kan selv få overlevende planter vedligeholde frøpuljen i jorden. Det er derfor overordentlig vigtigt, at foretage en effektiv bekæmpelse af græsukrudt i sædskiftet.

Atlantis er et nyt stærkt herbicid til bekæmpelse af de mest betydende græsukrudtsarter samt nogle vigtige tokimbladede arter.

Atlantis® indeholder to aktivstoffer Mesomaxx® (registreret varemærke for mesosulfuron-ethyl) samt iodosulfuron-methyl. Indholdet er 30 g mesomaxx og 6 g iodosulfuron pr. kg. Tilsætningen af safeneren Mefenpyr-diethyl sørger for, at Atlantis kan anvendes i vinterhvede, rug og tritcale uden afgrødepåvirkninger.

Der er søgt om registrering af Atlantis til anvendelse efterår eller forår. Optagelsen af Atlantis er helt overvejende gennem bladene, Atlantis bør derfor anvendes efter ukrudtets fremspiring. Atlantis har været afprøvet i en lang række forsøg i mange lande og findes allerede på markedet i bl.a. Tyskland og Frankrig, hvor produktet har stor succes.

Denne artikel bygger på 56 danske forsøg udført hos DJF i Danmark samt et enkelt internt Bayerforsøg udført i Sydsverige. Forsøgene er udført i 2002 og 2003 og danner basis for denne beskrivelse af produktens egenskaber, effekt spektrum og anvendelsesmuligheder under nordiske forhold. Det er artiklens formål at beskrive Atlantis anvendt uden eventuelle blandingspartnere.

Metodebeskrivelse

Atlantis har været testet i en række danske forsøg i årene 2002 og 2003. Der er i 2002 og 2003 udført 55 forsøg hos Danmarks JordbrugsForskning i Flakkebjerg. Alle forsøg er udført som parcellforsøg med 10 – 25 m² store parceller og 4 gentagelser. Der er endvidere medtaget et forsøg fra Bayer CropSciences interne forsøg. Det er udført som parcellforsøg med 32 m² store parceller samt 4 gentagelser. Alle forsøg er udført efter GEP standard. Resultatet af 2003 forsøgene er medtaget som de foreløbige resultater, der er afrapporteret i august 2003.

Der er testet for selektivitet både forår og efterår i vinterhvede, tritcale, rug og vinterbyg. I selektivetsforsøg er der tilstræbt ukrudtsfrie arealer, og der er målt udbytte. Det er således

muligt at måle, om Atlantis påvirker afgrøden negativt, uden at man samtidig opnår et merudbytte på grund af ukrudtseffekten.

Der er afprøvet effektivitet overfor en lang række græsukrudtsarter samt overfor tokimbladet ukrudt ligeledes ved efterårs- og forårsanvendelse.

Resultatet er opgjort som procent effekt i det enkelte forsøg, og gennemsnit er beregnet som gennemsnit af effekterne fra de enkelte forsøg.

I forsøgene er der tilsat enten 0,5 l/ha Renol eller 0,3-0,4 l/ha Isoblette. I denne artikel er der ikke skelnet mellem disse to additiver.

Produktfakta for Atlantis:

Formulering:	Vandopløseligt granulat WG
Indhold:	30 g mesosulfuron-methyl, 6 g iodosulfuron-methyl samt 90 g safener.
Ansøgt dosering:	150-250 g efterår, 150-300 g ved forårsanvendelse. Dog maksimalt 150 g i rug om foråret.
Formodet klassificering:	Xi lokalirriterende
Sikkerhedssætninger:	S26, S36/37/39, S60
Risikosætninger:	R41
Toxicitet:	Akut oral LD ₅₀ > 2000 mg/kg legemsvægt (ikke klassificeret)

Resultat

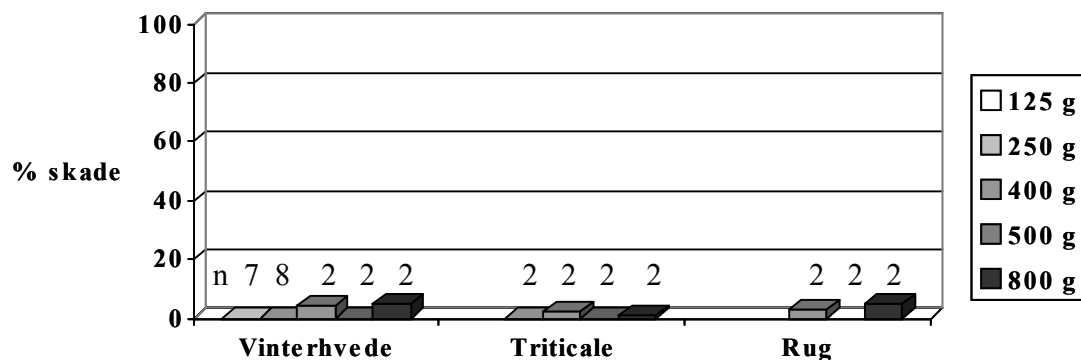
Afgrødetolerance

Ved efterårsanvendelse fra stadie 12-21 er der vurderet en generelt meget lille påvirkning af vinterhvede, vinterrug og tritcale selv ved anvendelse af helt op til 800 g Atlantis pr. ha, se figur 1.

Der har været målt udbytte efter 400 g/ha og 800 g/ha Atlantis, og der er ingen påvirkning af udbyttet. Atlantis har også været testet i vinterbyg med 400 g/ha og 800 g/ha med betydelig påvirkning af afgrøden, der også har givet udslag i negativ udbyttepåvirkning.

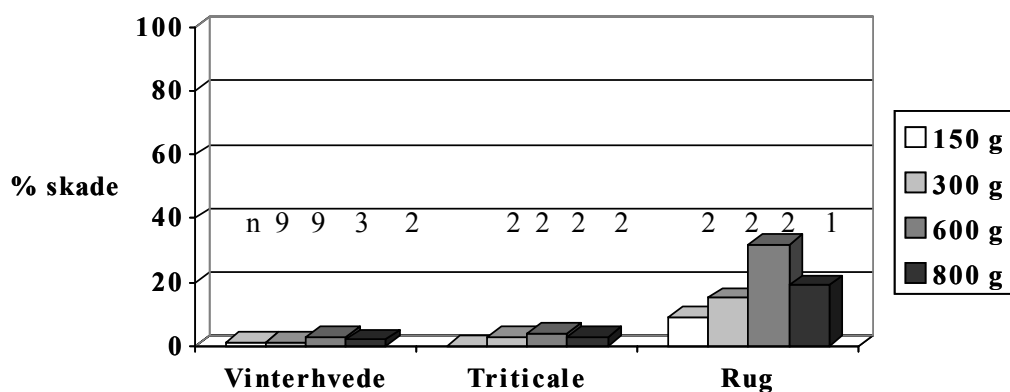
Ved anvendelse af Atlantis om foråret er der observeret en forskel i afgrødetolerance mellem kornarterne, se figur 2. I vinterhvede og tritcale er der kun iagttaget en meget lille påvirkning. Tallene er meget små og helt uden betydning. Ligesom efter efterårsanvendelse er der målt udbytte efter 400 og 800 g Atlantis pr. ha, og der er ingen påvirkning af udbyttet.

Atlantis efterår



Figur 1. Visuel bedømmelse af % afgrødepåvirkning ved anvendelse af Atlantis + additiv efterår i stadie 12-21 i vinterhvede, triticale og rug. Bedømmelsen er foretaget 12-39 dage efter sprøjtning. n = antal observationer. Visual assessment of % crop damage after use of Atlantis + additive at autumn treatment at stage 12-21 in winter wheat, winter triticale and winter rye. The assessment is done 12-39 days after application. n = number of observations.

Atlantis forår



Figur 2. Visuel bedømmelse af % afgrødepåvirkning ved anvendelse af Atlantis + additiv forår i stadie 22 - 32 i vinterhvede, triticale og rug. Bedømmelsen er foretaget 12-39 dage efter sprøjtning. n = antal observationer. Visual assessment of % crop damage after use of Atlantis + additive at spring treatment at stage 22-32 in winter wheat, winter triticale and winter rye. The assessment is done 12-39 days after application. n = number of observations.

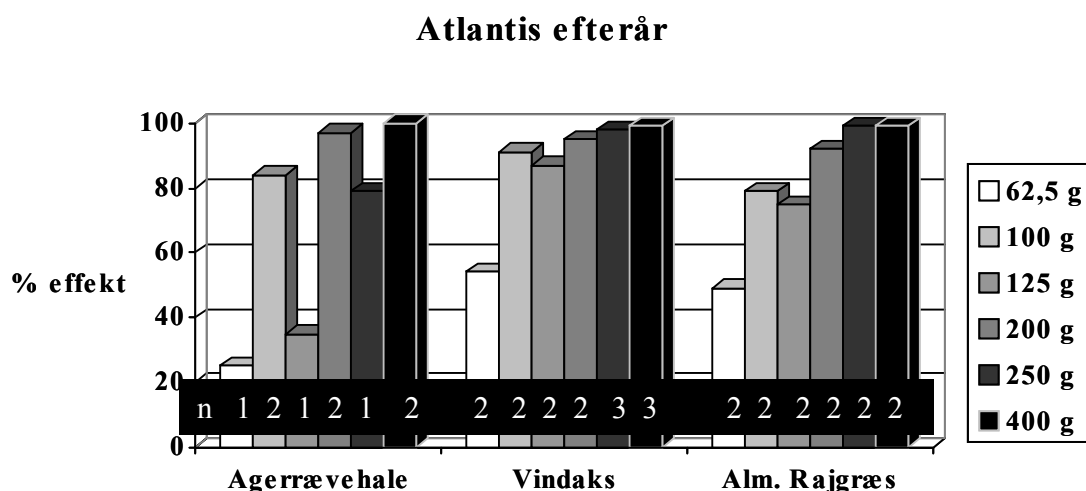
Rug er om foråret mere følsom overfor Atlantis, der er synlig påvirkning fra 150 g/ha og opad. Ved 300 g/ha (overlapping) er påvirkningen stadig acceptabel. Påvirkningen er forbigående og der har ikke, selv ved høje doseringer, været observeret påvirkning af udbyttet. Derimod har de høje doseringer i nogle tilfælde påvirket stråstyrken.

Disse forsøgsresultater er helt i linje med tyske forsøgsresultater (Brink *et al.*, 2002). Maksimal dosis i rug om foråret er derfor sat til 150 g/ha.

Ukrudtsspektrum der bekæmpes med Atlantis

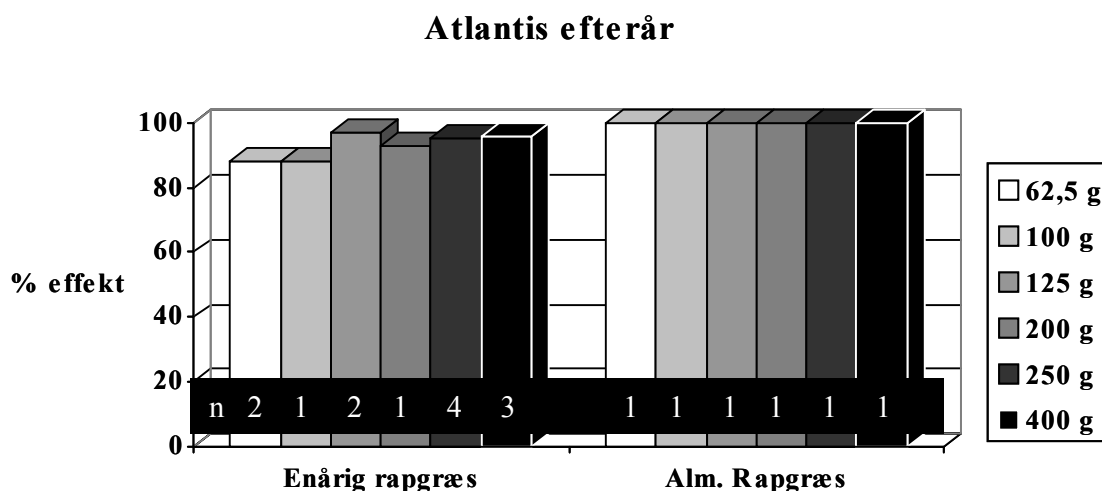
Atlantis bekæmper et meget bredt spektrum af græsukrudsarter samt nogle vigtige tokimbladede arter.

Figur 3 viser effekten af Atlantis + additiv anvendt om efteråret mod de tre mest udbyttekrævende græsukrudsarter. Med 150 g Atlantis pr. ha opnås en meget høj bekæmpelse af både vindaks, agerrævehale samt rajgræs. Et enkelt forsøg fra 2003 mod agerrævehale trækker dog effektniveauet noget ned også set i sammenligning til tyske forsøg.



Figur 3. Atlantis + additiv udsprøjtet efterår i stadie 12 – 21 mod agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*), vindaks (*Apera spica-venti*), og almindelig rajgræs (*Lolium perenne*). Effekten er opgjort som visuel bedømmelse af % effekt efter skridning af afgrøden. Atlantis + additive applied in the autumn at crop stage 12-21 for control of black grass (*Alopecurus myosuroides*), silky bent grass (*Apera spica-venti*) and ryegrass (*Lolium perenne*). Visual assessment of % efficacy after ear emergence of the crop.

Atlantis har en god effekt overfor enårig rapgræs og har vist en meget overbevisende bekæmpelse af almindelig rapgræs. Figur 4 viser effekten af en efterårsbekæmpelse med Atlantis + additiv i forskellige doseringer.



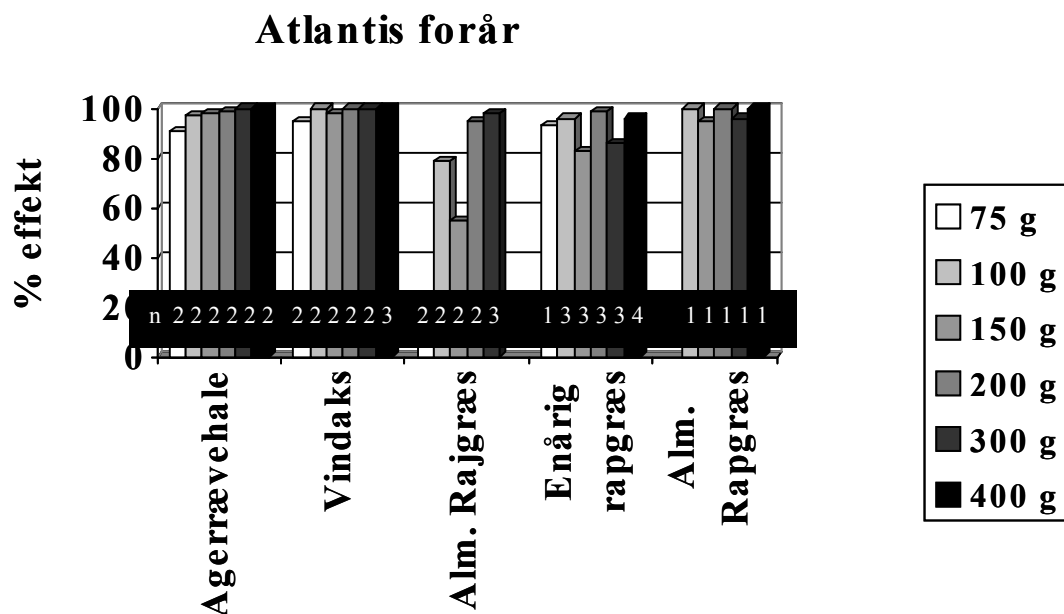
Figur 4. Atlantis + additiv anvendt efterår i stadie 12 – 21 mod enårig og almindelig rapgræs. (*Poa annua*, *Poa trivialis*) Bedømmelse er foretaget som visuel vurdering af % effekt efter skridning af afgrøden. Atlantis + additive applied in the autumn at crop stage 12-21 for control of annual meadow grass (*Poa annua*) and rough meadow grass (*Poa trivialis*). Visual assessment of % efficacy after ear emergence of the crop.

Med 150 – 250 g Atlantis + additiv pr. ha opnås en meget sikker bekæmpelse af alle de mest betydende græsukrudsarter i Danmark.

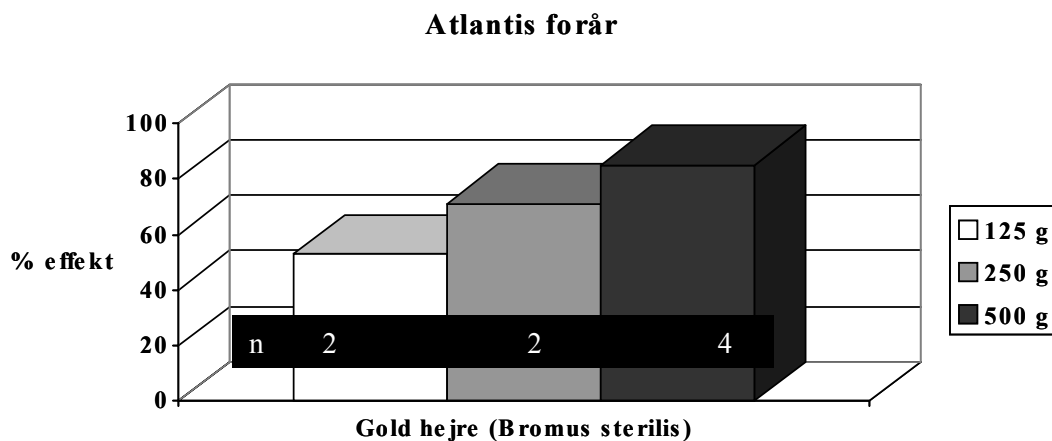
Ved forårsanvendelse bekæmper Atlantis også med stor sikkerhed de vigtigste græsukrudsarter. Figur 5 viser de opnåede effektniveauer med forskellige doseringer af Atlantis udsprøjtet i stadie 22 – 32. Både for rajgræs og vindaks kan man med fordel anvende Hussar, der giver en meget sikker bekæmpelse af disse to arter samt giver en langt bredere effekt på tokimbladet ukrudt.

Ud over den effekten på de nævnte græsukrudsarter har Atlantis også en effekt på hejrearter. Effektniveauet er dog ikke tilfredsstillende ligesom sikkerheden er svingende. Figur 6 viser nogle opnåede effekter overfor gold hejre (*Bromus sterilis*).

Atlantis er således ikke en sikker løsning på gold hejre, men man opnår en sideeffekt overfor arten. Ifølge tyske erfaringer (Brink *et al.*, 2002) er gold hejre, den hejre-art som Atlantis giver mindst effekt overfor, men for ingen af hejre-arterne opnås samme høje effektniveau som overfor f.eks. vindaks.



Figur 5. Atlantis + additiv udsprøjtet forår i stadie 22-32. Effekten er bedømt som visuel effekt efter skridning af afgrøden. Atlantis + additive applied in the spring at crop stage 22-32. Visual assessment of % efficacy after ear emergence of the crop.



Figur 6. Atlantis + additiv udsprøjtet forår mod gold hejre (*Bromus sterilis*) i forskellige doseringer. Visuel bedømmelse af % effekt efter skridning af afgrøden. Atlantis + additive applied in the spring for control of brome grass (*Bromus sterilis*). Visual assessment of % efficacy after ear emergence of the crop.

Ud over effekten på græsukrudt bekæmper Atlantis også nogle vigtige tokimbladede ukrudtsarter. Tabel 1 viser effekt niveauet overfor nogle hyppigt forekommende arter i de danske forsøg, både ved efterårsanvendelse og forårsanvendelse

Tabel 1. Gennemsnitlig % effekt overfor en række tokimbladede ukrudtsarter efter anvendelse af forskellige doseringer af Atlantis + additiv. n = antal observationer.

Average % efficacy on a range of dicot weeds after application of different dose rates of Atlantis + additive. n = number of observations.

Dosering Doserate g/ha	Hyrde- taske	Kamille Lugtløs	Fugle- græs	Burre- snerre	Forglem- migej	Valmue	Sted- moder
Efterår/autumn	n	n	n	N	n	n	n
62,5	95	166	292	340	1	19	126
100	66	193	297	3		5	138
125	100	183	293	339	1		24
200	64	185	299	3			34
250	100	199	498	659	2	81	240
400	100	295	5100	965	1	89	249
Forår/spring							
75	100	199	296	372	271	163	331
100	100	197	3100	4	15	185	233
150	100	299	392	876	484	192	341
200	100	1100	3100	4	41	194	244
300	100	299	396	886	435	189	357
400	100	1100	7100	9	94	498	568
500				39	2		

Atlantis er effektivt både overfor efterårs- og forårsarter som fuglegræs, kamille og korsblomstret ukrudt, derudover er der nogen effekt på arter som forglemmigej, valmue samt burre-snerre. Ønskes en bekæmpelse af øvrige arter som f.eks. stedmoder eller ærenpris bør Atlantis blandes med et passende andet herbicid, som f.eks. DFF®-Oxitril.

Diskussion

Denne artikel omhandler en række danske og et enkelt svensk forsøg med Atlantis udført i årene 2002 og 2003. Forsøgene er udført med henblik på at fastslå afgrødetolerance overfor Atlantis under danske forhold. Ligeledes har forsøgene haft til formål at fastslå ukrudtseffekten af Atlantis under lokale klimatiske forhold. Både efterårs- og forårsanvendelse af Atlantis har været undersøgt.

Ved efterårsanvendelse er Atlantis et meget skånsomt græsherbicid. Selv ved doseringer, der er mere end 3 gange højere end den ansøgte dosering på 250 g/ha, er der ingen eller kun antydning af en afgrødepåvirkning i vinterhvede, tritcale og rug. Ved anvendelse om foråret er Atlantis meget skånsom overfor vinterhvede og tritcale selv i doseringer, der er mere end 2,5 gange højere end den ansøgte dosering på 300 g/ha. I rug er Atlantis om foråret skånsom op til 150 g/ha. Ved en eventuel dobbelt dosering på 300 g/ha er påvirkningen af rugen stadig lille og uden betydning. Påvirkningen er forbigående, dog er der ved endnu højere doseringer set påvirkning af stråstyrken i rug. Atlantis må derfor maksimalt anvendes med 150 g/ha i rug om foråret. I ingen tilfælde er der målt negativ påvirkning af udbyttet i vinterhvede, rug, tritcale selv i meget høje doseringer. Atlantis har også været testet i vinterbyg, men med betydelig afgrødepåvirkning. Atlantis kan således ikke anvendes i vinterbyg.

Atlantis bekæmper med meget stor sikkerhed vindaks, agerrævehale, rajgræs, alm.- og enårig rapgræs både ved anvendelse om efteråret eller ved forårsanvendelse. Da Atlantis helt overvejende virker via bladoptagelse, skal ukrudtet være fremspiret på anvendelsestidspunktet for at opnå størst effekt. Atlantis har vist en betydelig sideeffekt overfor hejre-arter, men effektniveauet og effektsikkerheden er betydelig lavere end overfor de førstnævnte græsukrudsarter.

Atlantis bekæmper både ved efterårs- og forårsanvendelse fuglegræs, kamille og korsblomstret ukrudt. Derudover har Atlantis effekt på en række andre arter som valmue, forglemmigej samt burresnerre, men effektniveauet er noget lavere, hvorfor tilsætning af yderligere et herbicid ofte vil være relevant.

Atlantis kan blandes med en lang række andre ukrudtsmidler, hvilket kan være relevant for at øge effektspektret på især tokimbladet ukrudt, men også som en del af en antiresistensstrategi overfor både græs- og tokimbladet ukrudt. I denne artikel er der lagt vægt på at beskrive resultatet med Atlantis anvendt alene.

Atlantis er et nyt ukrudtsmiddel med en meget stærk profil overfor alle de vigtigste græsukrudsarter i vinterhvede, tritcale og rug, med effekt på nogle vigtige tokimbladede ukrudsarter.

Konklusion

- Atlantis giver en meget sikker bekæmpelse af vindaks, agerrævehale, rajgræs, enårig og almindelig rapgræs.
- Atlantis har også en vis effekt overfor hejrearter.
- Atlantis kan anvendes i vinterhvede, vinterrug og tritcale.
- Atlantis er ansøgt til brug efterår og forår.

- Atlantis vil give nye muligheder for effektiv ukrudtsbekæmpelse.

Sammendrag

Atlantis er et helt nyt græsukrudtsmiddel fra Bayer CropScience. Atlantis bekæmper de mest betydende græsukrudtsarter i korn, samt nogle vigtige tokimbladede arter. Atlantis sætter en helt ny standard for bred og sikker græseffekt med et meget lille forbrug af aktivstof. Dette samtidig med at Atlantis er skånsom overfor afgrøden.

Der er søgt om registrering af Atlantis i vinterhvede, rug og tritcale både til efterårs- og forårsanvendelse i Danmark, Sverige og Norge. Atlantis er ikke selektiv i byg og havre. Atlantis har en meget sikker effekt på vindaks, agerrævehale, rajgræs, alm.- og enårig rapgræs. Herudover er der observeret en væsentlig sideeffekt på hejrearter samt en noget varierende effekt på kvik. Ud over græseffekten bekæmper Atlantis nogle vigtige tokimbladede arter som fuglegræs, kamille og korsblomstret ukrudt.

Atlantis er et sulfonylureamid, der indeholder mesomaxx® (mesomaxx er registreret varemærke for aktivstoffet mesosulfuron-methyl) og iodosulfuron. Selektiviteten i korn, der jo i sig selv er en græsart, er muliggjort ved tilsætningen af en safener. Safeneren sikrer en meget høj skånsomhed overfor afgrøden, uden at det påvirker midlets sikre græseffekt.

Græsukrudt er et stigende problem i moderne korndyrkning og giver anledning til betydende udbyttetab. Med den brede og sikre effekt Atlantis har, får man et nyt stærkt våben i kampen mod græs- og bredbladet ukrudt i vintersæd bortset fra vinterbyg.

Litteratur

- Brink A, Huff HP & Steinheuer W.* 2002. Atlantis WG – Die neue Lösung gegen alle wichtigen Ungräser in Winterweizen, Winterroggen und Wintertriticale. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVIII, 2002.
- DJF.* 2002a. Control of Monocotyledons and Dicotyledons in Winter crops using Atlantis + Isoblette. Nov 2002.
- DJF.* 2002b. Control of *Alopecurus myosuroides*, *Apera spicaventi*, *Elytrigia repens*, *Lolium spp.*, *Bromus sterilis* and Dicotyledons in Winter crops using Atlantis + Renol. - sprayed early spring. Nov. 2002.
- DJF.* 2003. Foreløbige rapporter fra forsøg 2002/03 med Atlantis, Hussar, MaisTer og Razer. August 2003.